



*magazin für  
computer  
technik*

12. 10. 2019 22



Fairphone 3:  
Kunden- und  
umweltfreundlich?

# c't-Notfall-Windows 2020

Reparatur, Virensuche, Datenrettung per USB-Stick

IM  
**TEST**

- 27-Zoll-Monitore bis 240 Hz
- Die neuen iPhones
- Server-CPUs im SPEC-Benchmark
- Fritz-WLAN-Repeater im Vergleich

Von LTE bis 5G, von 2 GByte bis Flatrate

## Business-Mobilfunktarife

Krankheitsdaten an Dritte geschickt

## Datenschleuder Ada-App

Bauvorschlag: Spiele-PC für 500 Euro

InDesign mit Vorlagen automatisieren

Online-Umfragen rechtssicher erstellen

Lego-Auto: ADAC-Crash vs. Simulation



Psycho-Tricks der App-Entwickler erkennen

## So machen Apps süchtig

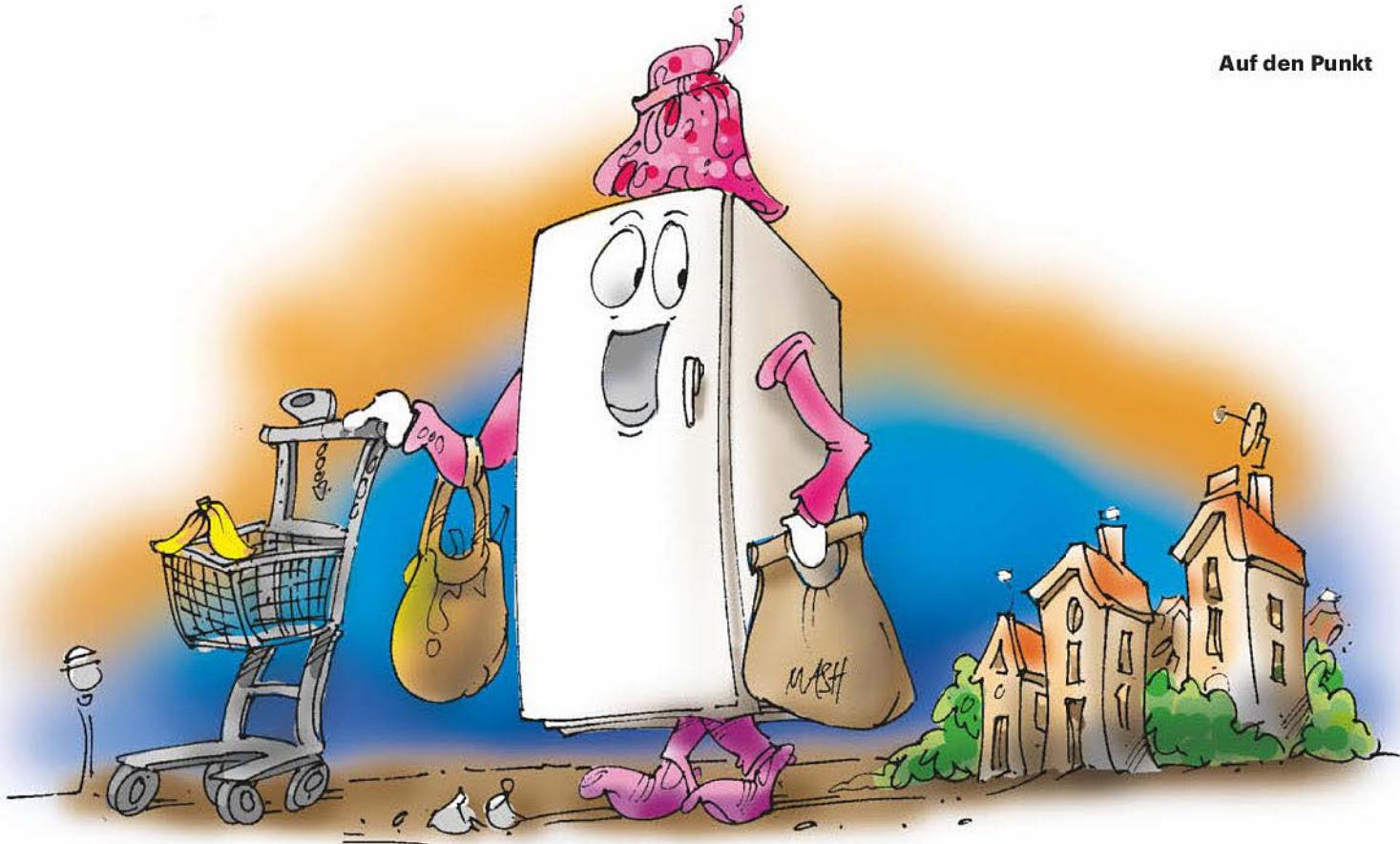
€ 5,20

AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00

NL € 6,30 | IT, ES € 6,50

CHF 7,60 | DKK 57,00





## IoT: Smart, smarter, Kühlschrank ...

"Heute, meine Damen und Herren, präsentieren wir Ihnen die Küche der Zukunft!", sagt der Mann auf dem Podium. Ich ahne schon, was gleich kommt: "Herzstück ist der smarte Kühlschrank!" "Bingo!", denke ich und möchte aufstehen, auf die Bühne gehen und den Mann auf der Bühne mit einem wohltemperierten Rettich aus seinem smarten Kühlschrank zum Schweigen bringen.

Seit ich denken kann, kommt irgendein Haushaltsgerätehersteller auf jeder Messe mit der "Küche der Zukunft" um die Ecke. Und jedes Mal hat man sich halbgare Ideen überlegt, die niemals Geld, Zeit oder Arbeit ersparen. In der Mitte steht immer der smarte Kühlschrank. Das Ganze wird präsentiert von Männern, die außerhalb der Arbeit offensichtlich noch keine Küche von innen gesehen haben.

"Der smarte Kühlschrank bestellt automatisch Produkte nach." - Ja! Nachdem ich eine Viertelstunde lang meinen Wocheneinkauf eingescannt habe - natürlich auch die Dinge, die nichts im Kühlschrank verloren haben! Danke dafür. Wie erkläre ich dem Ding, dass ich drei Bananen ohne Barcode gekauft habe? Besser ist doch die Variante mit der KI und der Kamera: Die scannt dann automatisch alle Objekte und erkennt anhand der Barcodes, welche Produkte da sind. Und wenn das Produkt in der Datenbank fehlt? Oder der Barcode kaputt ist? Wird dann kühl statistisch ermittelt, ob das Tetrapak Milch oder O-Saft enthält?

"Sie können sich auf der Tabletoberfläche in der Front Kochrezepte für alle vorhandenen Zutaten anzeigen lassen." - Coole Idee. Wenn der Hersteller dann in zwei Jahren die Lust an der netten Spielerei verliert, die Updates und die Schnittstellen von Chefkoch.de (oder wo auch immer die Rezepte herkommen) nicht mehr da sind, habe ich ein unsicheres Tablet, das stets Fehler 404 an Runtime Error zum Abendessen empfiehlt. Cool und so smart.

"Damit Sie auch immer sicher sein können, dass Ihr Kühlschrank korrekt arbeitet, gibt es auch eine App." Oh schön, dann weiß ich im Urlaub, dass der frostige Freund den Geist aufgegeben hat. Wie erleichternd! Und obendrauf noch ein proprietäres Smart-Home-Universum mit der Aussicht auf eiskalte Einstellung nach zwei bis fünf Jahren.

Allen Entwicklern von smarten Küchengeräten empfehle ich Videos aus den 50ern zur Küche der Zukunft. Dort macht man sich noch Gedanken über effiziente Platznutzung, bessere Eiswürfelformen und elegante Gestaltung.



M. Schumacher

Merlin Schumacher

# Inhalt ct 22/2019

## Titelthemen

### c't-Notfall-Windows 2020

- 16 **Notfall-Windows** Wie Sie es bauen
- 20 **Sicherung** Klonen und als Image sichern
- 24 **Datenrettung** mit dem c't-Notfall-Windows

### So machen Apps süchtig

- 64 **Suchtpotenzial** Die Tricks der App-Entwickler
- 70 **Android** Weniger Zeit verplempern
- 74 **iOS und WatchOS** Detox-Funktionen
- 78 **Desktop** Tipps für den Alltag

### Business-Mobilfunktarife

- 144 **Elf Mobilfunktarife** für Geschäftskunden

## Aktuell

- 14 **Datenschleuder Ada-App**
- 28 **Dual-Screen-Geräte** Surface Neo & Duo
- 30 **Bit-Rauschen** Globalfoundries, Moores Gesetz
- 31 **Hardware** High-End-CPUs, 2-in-1-Notebook
- 32 **Netze** 10-GBit/s-NAS, POF als Mesh-Backbone
- 33 **Grafikkarten, CPUs** AMD RX 5500, Ryzen Pro
- 34 **Amazon** Speaker, Mini-Echo und Datenbrille
- 36 **Huawei** Mit KI in die Zukunft
- 38 **Kernel Log** Linux 5.4 sicherer und mit exFAT
- 40 **Linux** CentOS 8.0, 3D-Treiber Mesa 19.2
- 41 **VR-Brille** Oculus Quest wird zum PC-Headset
- 42 **Apple** Sicherheitslücke in iPhones, APFS
- 43 **Anwendungen** MindManager, Matlab
- 46 **Quantencomputer** Google Sycamore
- 48 **Zahlen, Daten, Fakten** Soziale Netzwerke
- 49 **Datenanalyse** Tableau 2019.3
- 50 **Fake News** nehmen weltweit zu
- 51 **DNA-Datenbanken** Zugriff eingeschränkt
- 52 **Internet** Cookie-Urteil, Streit um 2FA
- 56 **Web-Tipps** Fotos aus KI, Google-Alternativen

## Test & Beratung

- 80 **Gaming-Notebook** Schenker XMG Fusion 15
- 82 **WLAN-Access-Points** NanoHD und In-Wall HD
- 84 **Mini-PC** Lenovo ThinkCentre M90n-1 Nano
- 86 **Fritz-WLAN-Repeater im Vergleich**
- 88 **Fairphone 3**
- 90 **Verschlüsselnder USB-Stick** Datashur Pro<sup>2</sup>
- 90 **Elektronisches Schloss** Abus Touch
- 91 **Fernsteuerung für PCs und Macs** ShareMouse 5
- 92 **Multifunktionsdrucker** HP Color Laser MFP 178
- 94 **Alternative Linux-Shell** Fish
- 95 **Visual Studio Code** Setup synchronisieren
- 96 **Fotobucherweiterung** für Apple Fotos
- 98 **27-Zoll-Monitore bis 240 Hz**
- 112 **Die neuen iPhones**
- 116 **Fotoshow-Programme** für Windows und macOS
- 122 **Server-CPUs im SPEC-Benchmark**
- 132 **Online-Umfragen rechtssicher erstellen**
- 138 **Datenschutz** bei Online-Umfragen beachten
- 150 **Koop-Shooter** Borderlands 3
- 172 **Bücher** API-Design, Power BI mit Excel

### 144 Business-Mobilfunktarife



## Wissen

- 58 LED-Beleuchtungen** für Pflanzen
- 108 Server** Das planen die Hersteller bis 2022
- 126 Lego-Auto: ADAC-Crash vs. Simulation**
- 140 KI-Diagnose** hilft Ärzten
- 162 Lebensmittelkontrollen** im Netz
- 174 TCP-Reassembly** in Wireshark
- 182 Neuronale Netze** auf 8-Bit-Integer umrechnen

## Praxis

- 104 Bauvorschlag Spiele-PC für 500 Euro**
- 152 InDesign mit Vorlagen automatisieren**
- 156 3D-Workshop** mit Blender
- 180 Fototagebuch** per Python-Skript

## Immer in ct

- 3 Auf den Punkt** Smart, smarter, Kühlschrank ...
- 8 Leserforum**
- 13 Schlagseite**
- 54 Vorsicht, Kunde** Händler verweigert Hilfe
- 168 FAQ** Passwort-Nachfolger FIDO2
- 164 Tipps & Tricks**
- 188 Story** Für eine Handvoll Energie
- 198 Stellenmarkt**
- 200 Inserentenverzeichnis**
- 201 Impressum**
- 202 Vorschau**

## 16 c't-Notfall-Windows 2020



Ob Hardware-Fehler, marodierende Treiber oder Schädlingsbefall: Wenn auf das installierte Windows kein Verlass mehr ist, startet unser Notfall-Windows zuverlässig vom USB-Stick. Die enthaltenen Werkzeuge helfen bei Fehlerdiagnose, Malware-Bekämpfung und Datenrettung.

## 64 So machen Apps süchtig



Smartphones sind Zeitfresser – und das ist kein Zufall: Gerade Social-Media-Apps sind auf maximale „Klebrigkeit“ getrimmt. Wir haben die Tricks der App-Entwickler aufgedeckt und zeigen, wie Sie Ihrem Smartphone die Nervigkeit austreiben.

# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

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

BEST-SELLER



Michael Kofler  
**Python**

Diese Python-Einführung konzentriert sich auf das Wesentliche und zeigt Ihnen, wie Sie die Sprache in eigenen Projekten einsetzen. Erfahren Sie praxisgerecht, wie Sie mit Python Daten verarbeiten, den Raspberry Pi ansteuern, wiederkehrende Aufgaben automatisieren und vieles mehr.

ISBN 9783836266796  
[shop.heise.de/python-buch](http://shop.heise.de/python-buch)

14,90 € >



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 € >

BEST-SELLER



Jörg Frochte  
**Maschinelles Lernen (2. Auflg.)**

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



Ralf Steck  
**CAD für Maker**

Eigene DIY-Objekte mit FreeCAD, Fusion 360, SketchUp & Tinkercad designen! Grundlagen der CAD-Modellierung, die nötige Hardware, 3D-Scanning und alle relevanten Daten zu den vorgestellten Projekten auch im Netz.

ISBN 9783446450202  
[shop.heise.de/cad-buch](http://shop.heise.de/cad-buch)

25,90 € >

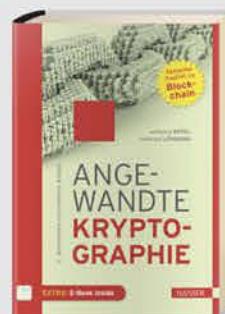


Ralf Wirdemann  
**SCRUM mit User Stories**

Optimieren Sie Scrum mit Hilfe von User Stories hinsichtlich eines kundenorientierten Anforderungsmanagements. Außerdem: konkrete Empfehlungen für Entwickler, um User Stories erfolgreich einzusetzen.

ISBN 9783446450523  
[shop.heise.de/scrum-stories](http://shop.heise.de/scrum-stories)

32,00 € >

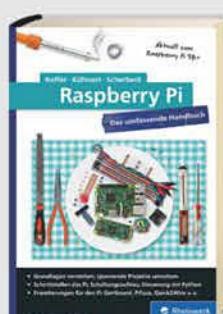


Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann  
**Angewandte Kryptographie**

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 9783446454682  
[shop.heise.de/kryptographie](http://shop.heise.de/kryptographie)

32,00 € >



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck  
**Raspberry Pi, 5. Auflage**

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 zu allen Versionen, inkl. Raspberry Pi 3B+ und Zero W!

ISBN 9783836265195  
[shop.heise.de/raspberry-5](http://shop.heise.de/raspberry-5)

39,90 € >



Hans-Georg Schumann  
**Calliope mini für Kids**

Die wichtigsten Bestandteile des Calliope mini mit allen Sensoren kennenlernen und ausprobieren. Mit vielen kleinen Calliope-Projekten für die Schule und zu Hause wie Würfelspiele, Farbthermometer, Alarmanlage, Wasserwaage, Funkgerät uvm.

ISBN 9783958458598  
[shop.heise.de/calliope-kids](http://shop.heise.de/calliope-kids)

19,99 € >

**PORTOFREI**

AB 15 €

**BESTELLWERT**

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Preise netto. Der Abonnementserhaltungszuschlag (15 %) ist separat zu entrichten.

# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

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

NEU



### Waveshare Game HAT für Raspberry Pi

Ein Muss für jeden Retro Gamer! Verwandeln Sie Ihren Raspberry Pi in kürzester Zeit in eine Handheld-Konsole. Mit Onboard-Speakern, 60 Frames/s, Auflösung von 480x320 und kompatibel mit allen gängigen Raspberries.

[shop.heise.de/game-hat](http://shop.heise.de/game-hat)

41,90 € >



BEST-SELLER

### ODROID-GO

Mit diesem Bausatz emulieren Sie nicht nur Spiele-Klassiker, sondern programmieren auch in der Arduino-Entwicklungs-Umgebung.

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

49,90 € >



### NVIDIA Jetson nano

Das Kraftpaket bietet mit 4 A57-Kernen und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen ideale Voraussetzungen für die Programmierung neuronaler Netze, die ähnlich wie Gehirnzellen arbeiten.

Im Set mit Netzteil!

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

134,90 € >



DAUER-TIEFPREIS

### Raspberry Pi 3 B+ Starterset Black Edition

Direkt loslegen mit dem neuen Starterset Black Edition: Raspberry Pi 3 Modell B+, 16 GByte micro SD, HDMI-Stecker mit Netzteil und Case.

[shop.heise.de/raspi-black](http://shop.heise.de/raspi-black)

64,90 € nur 59,90 € >



NEU

### ArduiTouch-Set

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

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

69,90 € >



### Make: Teatimer „Teeodohr“

Lassen Sie Teeodohr die Ziehzeit Ihres Heißgetränks zwischen drei und zwölf Minuten sekundengenau überwachen! Kompletter Baustein mit Microcontroller und allen Teilen aus dem Make Magazin. Anleitung online verfügbar.

[shop.heise.de/make-teehase](http://shop.heise.de/make-teehase)

39,90 € >



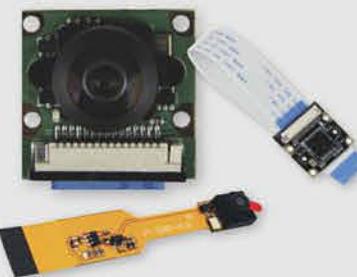
NEU

### Retro-Shirts von c't

„Never change a running system“ - eine Weisheit, die seit Ewigkeiten Gültigkeit besitzt. Holen Sie sich den c't 86 - den ersten Selbstbau-16-Bit-Computer mit 8086-Prozessor von c't als hochwertiges schwarzes T-Shirt in den Größen S bis 4XL! Fans der ersten Stunde tragen alternativ das erste c't-Logo von 1983 auf der Brust.

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

je 15,00 € >

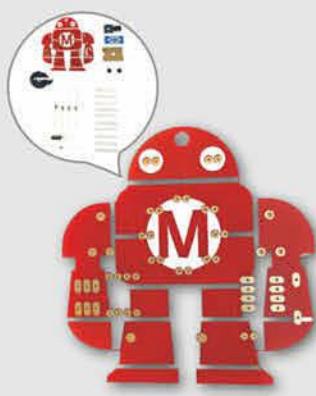


### Raspberry Pi-Kameras

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

[shop.heise.de/raspi-kameras](http://shop.heise.de/raspi-kameras)

ab 18,50 € >



### Makey Lötbausatz

Das blinkende Maker-Faire-Maskottchen Makey ist ein Hingucker und auch der ideale Einstieg für die ersten eigenen Löterfahrungen. Die konturgefräste Platine kommt zusammen mit Zubehör und Leuchtdioden, die den Eindruck eines pulsierenden Herzens erwecken.

Jetzt neu mit Schalter!

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

ab 4,90 € >



### Badehandtücher für Nerds

Immer die passenden Badehandtücher für Nerds, Fantasy- oder SciFi-Fans: Periodensystem, Dark Side/Light Side, Cthulhu und mehr für den Strand oder daheim.

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

24,90 € >

Bestellen Sie ganz einfach online unter [shop.heise.de](http://shop.heise.de) oder per E-Mail:

heise shop

# Leserforum

## Windows von früher

Windows 10: Upgrades meistern, Funktions-Updates und wie sie sich steuern lassen, c't 21/2019, S. 70



Früher war alles besser. Windows auch?

Zum Artikel „Windows 10: Upgrade meistern“ hat mir meine virtuelle Windows-10-Maschine auf dem iMac am Sonntagabend einen bedenkenswerten Dialog präsentiert. Ich habe mich dann doch nicht getraut, meine Windows-10-Installation in die „Urzeit“ zurückzuschicken.

Peter Dietz

## Abzocke mit MAKs

Einwandfreie Microsoft-Schnäppchen aus dem Supermarkt, c't 21/2019, S. 16

Zu obigem Thema komme ich nicht umhin zu fragen, ob in der c't-Redaktion wirklich überhaupt keine Ahnung zum Thema Microsoft Open License besteht? Was Ihnen offensichtlich nicht bewusst ist (und weshalb das Ganze überhaupt funktioniert): Wenn ich Ihnen 1 (in Worten eine) Office-Open-License-Lizenz verkaufe, dann bekommen Sie einen MAK-Key, der 50-mal aktivierbar ist!

Aber eines in Ihrem Artikel stimmt – wir Microsoft-Partner sind stinksauer, denn MS ist ja nicht doof und weiß genau, wie das funktioniert und schreitet nicht dagegen ein!

Christian Rost

Nach mehreren uns vorgetragenen Rechtsauffassungen sind Missbrauchsmöglichkeiten mehrfach aktivierbarer Schlüssel (MAK), auf die der Artikel hinweist, ein Mangel an Microsofts Sicherungskonzept und ausschließlich dem Softwarehaus selbst anzulasten. In

den Artikeln zu den Lizengo-Angeboten geht es aber nur am Rande um Aktivierungsschlüssel, sondern in erster Linie um Lizenzen. Deren Gültigkeit hängt, wie auch Microsoft verkündet, nicht mit dem Besitz eines Aktivierungsschlüssels zusammen.

## Nichts dahinter

Ich habe mich gefragt, was der Autor des Artikels für eine Motivation hatte, so einen Bericht zu schreiben. Was stört ihn, wenn sich jemand ein „Schnäppchen“ leistet? 1. Microsoft hat sich nicht eingeschaltet! 2. Der Händler hat eindeutige Garantien abgegeben! Nachdem der Autor nichts gefunden hat, macht er sich noch die Mühe und liest die MS-EULA, dafür hat er schon ein Lob verdient – eigentlich. Denn er baut da was zusammen, was nur in seiner Fantasie existiert. Wenn Edeka das nächste Mal eine Gurke für 0,64 Euro verkauft, frage ich den Autor vor dem Kauf, ob alles „im Großen und Ganzen“ okay ist oder ob ich mir besser eine für 1,99 Euro kaufen soll.

C. Naguib

Wir haben die Artikel nicht aus eigenem Antrieb verfasst, sondern weil unter den Kunden Unsicherheit herrschte. Schließlich gab es Schlüssel, die nicht funktionierten.

## Unkreative KI

Machine Learning: Maßlos übertrieben, aufs fahrlässigste unterschätzt, c't 21/2019, S. 20

Eine KI besteht, so „schlau“ wie sie auch nur „denken“ kann, nur aus Algorithmen. Ihr Beispiel, „alte Leute oder Mutter mit Kind überfahren“ zeigt deutlich, wie uncreativ eine KI sein kann. Als Fahrer eines Fahrzeugs mit Bremsschaden bieten sich mir weitere individuelle Alternativen, ab-

hängig davon, wie aufopferungsvoll ich als Fahrer wäre: Da gibt es noch die Ampeln zum Rammen, die Hupe, um die Leute springen zu lassen, und zum Schluss auch noch das Verreißen des Lenkrades, um eine Wand als Notfallstopp zu nutzen. Als Fahrer könnte ich dabei sogar noch eingeräumt unbeschadet davonkommen, wenn ich mich geistig und körperlich auf den bevorstehenden Aufprall vorbereite. So eine Lösung kann eine KI ohne Bewusstsein nicht finden.

Mag sein, dass KIs irgendwann weitere KIs erstellen und programmieren, Programme andere Programme überwachen, verwalten und menschenunabhängig steuern. Keine KI hat ein Bewusstsein, das auch mal unvernünftige Entscheidungen treffen kann. Und ohne solche Unvernünftigkeiten würden wir heute noch nichts erfunden haben: Denn die meisten Erfindungen haben ihren Ursprung aus Unzufriedenheit und Rebellentum gegen eine existierende Sache. Teslas Wechselstrom wollte zunächst auch keiner akzeptieren.

Steffen Gaede

## Toll: Filmmaker Mode

Fernseher sollen Filme und Serien wie vom Macher gewünscht anzeigen, c't 21/2019, S. 44

Der Filmmaker Mode ist eine ehrenwerte Initiative für „richtiges“ Erleben auf hohem Niveau. Könnte ich es mir aussuchen, wäre mir ein System, das generell verzerrenden Zoom zwecks Bildfüllung verhindert oder verbietet, noch lieber. Es erstaunt mich immer wieder, wie oft es die Sender-Receiver-TV-Kombi nicht schafft, das „richtige“ Bildformat zu erraten, und man entweder Eierköpfe oder beunruhigend rundliche Schauspieler bewundern darf. Noch mehr erstaunt mich, wie viele Leute das offenbar nicht stört, wenn Fernseher in öffentlichen Räumen stundenlang Mondgesichter präsentieren.

Siegfried Lenz

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

☎ Artikel-Hotline  
jeden Montag 16-17 Uhr  
0511/53 52-333

## Erfolg hatte mehr Väter

Nobelpreisträger Rainer Weiss im Interview, c't 21/2019, S. 62

Die Technologieentwicklung für die LIGO-Detektoren wurde von deutscher Seite aus maßgeblich von Prof. Karsten Danzmann vorangetrieben. In der Be-

richterstattung über Gravitationswellen-astronomie sollte Prof. Karsten Danzmann nicht unerwähnt bleiben.

ebin

*Da haben Sie recht. Deshalb haben wir Prof. Karsten Danzmann unter anderem schon in c't 18/2016, Seite 74 interviewt.*

## UPnP abschalten

*Die c't-Sicherheits-Checkliste 2020: Einfache Strategien für mehr Sicherheit, c't 21/2019, S. 112*

Sie raten, UPnP auszuschalten. In der Fritzbox heißt es: „Über Universal Plug & Play (UPnP) werden im Heimnetz Statusinformationen der FRITZ!Box zum Netzwerkstatus und zu Portfreigaben bereitgestellt. Die Funktion hat keinen Einfluss auf Sicherheitseinstellungen der FRITZ!Box.“ Wenn, dann muss das Sicherheitsloch schon längst gestopft sein. Für weit problematischer halte ich: „Zugriff für Anwendungen zulassen“.

jagakone

*UPnP ist prinzipiell kritisch, denn es gibt bei dem Protokoll keinerlei Authentifizierung. Wenn UPnP für Sie verzichtbar ist, weil Sie keine Spiele nutzen, die nur damit funktionieren, schalten Sie es ab. Sonst kann sich auch ein Trojaner per UPnP an der Firewall vorbei einen direkten Weg von außen in Ihr (W)LAN freischalten.*

## Später lesen

*Virtuelle Crash-Tests vs. Realität, c't 21/2019, S. 125*

Vielen Dank für den Kasten mit der Vorauswahl – genau richtig gemacht, um Unzufriedenheit vorzubeugen! Bei den Sci-Fi-Storys schaue ich schon immer vorher nach, ob es Teil 1 von 2 ist, und lese dann erst gar nicht. Aber der Fall kam in letzter Zeit zum Glück auch gar nicht vor.

Ernst Kloppenburg

*Wir hoffen, Sie lesen trotzdem die Auflösung des Cliffhangers ab Seite 126 in dieser Ausgabe.*

## Elektrischer Geruch

*Ikeas günstige Multiroom-Lautsprecher, c't 20/2019, S. 90*

Habe die Symfonisk-Regal-Lautsprecher seit circa vier Wochen, die fehlende



Viele Leser warten gespannt auf den Ausgang der Lego-Crash-Wette in c't 21/2019. Sie finden sie auf Seite 126 in dieser c't.

Räumlichkeit kann ich bestätigen. Die Aussagen über scheppernde Höhen und dröhnende Bässe sind schon sehr hart. Ich höre bei einer für die Ohren unbedenklichen Lautstärke keine Verzerrungen. Aber der Gestank! Die Lautsprecher verströmen einen deutlich wahrnehmbaren „elektrischen“ Geruch. Man muss die Nase nicht mal ranhalten, merkt man auch im Vorbeigehen. Ich war in verschiedenen Ikea-Filialen zum „schnüffeln“, es ist bei allen Regal-Symfonisk so. Riecht so ozonartig, stechend.

celinehagbard

## Hardlinks für Ordner

*Eigenheiten und Fähigkeiten des NTFS-Dateisystems ausreizen, c't 20/2019, S. 158*

Nur implizit im Artikel erwähnt ist die Tatsache, dass Hardlinks nur für Dateien geeignet sind, nicht aber für Ordner. Angenommen ich habe folgende Ordner:

## 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>

D:\data\series\2017\

D:\data\series\2018\

D:\data\series\2019\

Jetzt will ich gerne einen Hardlink D:\data\series\aktuell\ setzen mit Referenz auf D:\data\series\2019\. Geht nicht! SymLinks auf der anderen Seite sind hierfür völlig ungeeignet, da sie nach einem Löschen des Zielordners kommentarlos ins Nirvana zeigen. Hardlinks für Ordner sind ein wirklich wichtiges Feature, dessen Notwendigkeit Microsoft auch nach über 20 Jahren NTFS-Existenz immer noch nicht erkannt hat.

Tobias Wenzel

## Ergänzungen & Berichtigungen

### 7 nm und Haptic Touch beim iPhone 11 (Pro)

*iPhone 11, 11 Pro und 11 Pro Max, c't 21/2019, S. 46*

Das SoC A13 Bionic der iPhone 11 ist nicht das erste für Apple in 7-nm-Technik hergestellte, sondern schon der Vorgänger wurde so gefertigt. Haptic Touch wurde mit dem iPhone XR eingeführt, nicht mit dem XS. Der A10 im iPad heißt nicht Bionic A10, sondern A10 Fusion.

### Falscher Artikel zitiert

*FAQ: Funktions-Upgrades für Windows 10, c't 21/2019, S. 74*

Der Artikel über das Verschieben des Stammordners für Benutzerprofile findet sich in c't 5/2010: Axel Vahldiek, In getrennten Betten, Persönliche Dateien von Windows 7 trennen, Seite 168.

### Funktionsumfang von PhraseExpress

*Systemübergreifende Textbaustein-Programme für Windows im Vergleich, c't 21/2019, S. 106*

Die Kernfunktionen von PhraseExpress lassen sich bei rein privatem Einsatz kostenlos nutzen. Der Dokumentengenerator steht dagegen nur in der Enterprise-Version zur Verfügung, dafür ist die SQL-Server-Unterstützung schon in der Professional-Lizenz enthalten.

### Bose nimmt Sleepbuds vom Markt

*Kurztest Bose Sleepbuds, c't 18/2019, S. 89*

Da es Probleme mit der Akkulaufzeit geben kann, nimmt Bose die Sleepbuds vom Markt. Käufer können Ihr Geld erstattet oder ein Austauschpaar bekommen.



RITSCH-RENN.COM

# Datenschleuder

## Massive Datenschutzmängel in der Gesundheits-App Ada

**Gesundheits-Apps wie die der Ada Health GmbH verarbeiten besonders sensible Daten und betonen gerne, dass ihnen die Privatsphäre der Nutzer wichtig sei. Doch eine Analyse des Datenverkehrs belegte, dass die Ada-App Gesundheitsdaten an Dritte weitergab.**

**Von Sylvester Tremmel, Hartmut Gieselmann und Ronald Eikenberg**

Der Schutz Ihrer Daten, Privatsphäre und personenbezogenen Daten ist für (uns) sehr wichtig.“ Solche Sätze liest man mittlerweile in so vielen Datenschutzerklärungen, dass der Eindruck entsteht, sämtliche Unternehmen wären zu Datenschutzvorreitern geworden.

Aktuelle Analysen wecken jedoch arge Zweifel an der Ernsthaftigkeit dieser Formulierungen.

Der obige Satz stammt aus der Datenschutzerklärung zur App „Ada“, entwickelt von der deutschen Ada Health GmbH mit Hauptsitz in Berlin. Ada ist eine Art Chat-Programm, das den Nutzer nach Symptomen befragt, auf mögliche Erkrankungen hinweist und gegebenenfalls rät, einen Arzt aufzusuchen. Bekannt wurde die kostenlose App unter anderem, weil die Techniker Krankenkasse mit dem Unternehmen kooperiert, sodass die App Versicherten der TK passende Angebote unterbreiten kann. In den App-Stores von Google und Apple rangiert sie unter den populärsten Gesundheits-Apps.

Über bedenkliche Formulierungen in der Datenschutzerklärung von Ada Health haben wir bereits berichtet [1]. Inzwischen sah sich der Experte für IT-Sicherheit

Mike Kuketz das tatsächliche Verhalten von Ada unter Android an – insbesondere welche Daten Ada wann wohin überträgt – und beschrieb gravierende Probleme.

Ada nutzt Tracking- und Analyse-Dienstleister wie Amplitude, Adjust und Facebook und weist darauf in der Datenschutzerklärung hin. Allerdings wurden laut Kuketz sowohl an Facebook als auch an Amplitude Daten versendet, bevor die App dem Nutzer AGB und Datenschutzerklärung präsentierte und ihn um die Akzeptanz derselben bat. Selbst wenn der Nutzer also die Zustimmung verweigerte und die App beendete, waren nach Kuketz' Erkenntnissen bereits Daten an Facebook und Amplitude abgeflossen.

Juristisch ist eine solche Übertragung äußerst zweifelhaft: Die DSGVO schreibt

nämlich vor, dass bei der Erhebung personenbezogener Daten die betroffene Person „zum Zeitpunkt der Erhebung die-

ser Daten“ informiert werden muss. Die App übertrug jedoch schon vorher – Ada schien hier zumindest sehr frei zu interpretieren, was ein Zeitpunkt ist.

### Schwammige Erklärungen

Zu den übertragenen Daten gehörten nicht nur technische Informationen zum Smartphone und Betriebssystem, sondern nach dem Einloggen auch die vom Nutzer eingegebenen Symptome: „Zunächst wird gefragt, ob es um mich geht oder um jemand anderen. Danach soll ich eingeben was mich ‚am meisten beschäftigt‘. Ich gebe zu Testzwecken mal Inkontinenz ein. Das wird dann gleich auch an Ada übermittelt [...] Aber nicht nur an Ada, sondern gemeinsam mit anderen Informationen auch an den Amplitude-Tracker“, schrieb Kuketz in seinem Blog.

Auf Nachfrage von c't erklärte die Ada Health GmbH in Reaktion auf die von

Kuketz nachgewiesene Übertragung der Krankheitssymptome an Amplitude: „Dritte haben keinen Zugriff auf persönliche Gesundheitsinformationen der User. Facebook, Adjust oder Amplitude erfahren folglich nicht, ob ein User beispielsweise angibt, Bluthochdruck zu haben oder wo er versichert ist.“

Daraufhin stellten wir unsere eigenen Analysen an, mit der zu dem Zeitpunkt aktuellen Version 2.49.0 der App. Dabei konnten wir nicht nur die Funde von Kuketz bestätigen, sondern darüber hinaus den Datenverkehr zu Facebook einsehen: Die Ada-App übertrug unter anderem den Namen der Krankenversicherung des Nutzers. Das erstaunt, steht doch in der Datenschutzerklärung der Ada Health GmbH, dass „keine Profilinformationen der Ada App und auch keine medizinischen Daten an Facebook übermittelt“ würden.

Mit unseren Ergebnissen konfrontiert, erklärte die Firma nun, dass sie einen „eigenen, geschützten Bereich innerhalb von Amplitude“ habe, „auf welchen Amplitude keinen Zugriff hat.“ Das sei „durch entsprechende Verträge abgesichert“.

Die in den USA ansässige Analysefirma Amplitude räumt sich in ihren AGBs jedoch durchaus vertragliche Zugriffsrechte ein, um ihren Service überhaupt



Ada bewirbt seine Gesundheits-App mit einem Prüfsiegel des TÜV. Der hatte offenbar nichts gegen die Datenübermittelungen einzuwenden.

anbieten zu können. Adas Verträge mit Amplitude mögen von den Standard-AGBs abweichen, aber prinzipiell braucht Amplitude Zugriff auf die Daten, schon um sie entgegennehmen zu können. Daraüber hinaus dürfen US-Behörden im Rahmen des Cloud-Acts jederzeit auf die Daten zugreifen, ohne dass der Nutzer davon etwas erfährt.

## Pseudonyme Identifikation

Auf Nachfrage, warum die Symptome und Versicherungsdaten überhaupt an Fremdfirmen übertragen wurden, gab uns Ada Health keine Auskunft. Mehr noch, die Firma stritt die Brisanz der Datenübertragung ab: „Dies ist ein übliches Vorgehen. Die Behauptung, dass Amplitude Personen identifizieren kann, ist folglich falsch“, teilte uns ein Sprecher mit.

Was Amplitude mit den Daten machen kann oder nicht, hängt jedoch davon ab welche anderen Quellen Daten an die Firma übertragenen. Prinzipiell lassen sich umfangreiche Profile anlegen, wie eine vor Kurzem im British Medical Journal veröffentlichte Studie zeigt. Die Forscher analysierten den Datenverkehr von 24 Gesundheits-Apps, einschließlich Ada. Unter den getesteten Apps war Ada diejenige, die Daten an die größte Zahl von Drittfirmen übermittelte. Wenn die Daten erst einmal dort gelandet sind, gibt es kaum noch Möglichkeiten, die Weitergabe an weitere Subunternehmer (sogenannte Viertfirmen) zu kontrollieren. Die australischen Forscher konnten im gesamten Testfeld über 200 solcher Viertfirmen ermitteln, die potenziellen Zugriff auf Daten von Gesundheits-Apps haben.

All diesen Firmen steht prinzipiell die Möglichkeit offen, Daten aus verschiedenen Quellen zu umfangreichen Dossiers über die Nutzer zusammenzuführen. Ausreichend anonymisiert sind die Daten nämlich in der Regel nicht. Auch die Ada-App übermittelte nicht etwa nur die Symptombeschreibung an Amplitude, sondern reicherte sie zusätzlich mit diversen Metadaten an, wie dem Geschlecht des Nutzers und der Android Advertising-ID.

Eine solche Werbe-ID lässt sich zwar vom Nutzer wechseln. Da dies jedoch nur wenige regelmäßig tun, lassen sich der ID zugeordnete Daten oft zu detaillierten Profilen ergänzen: Die australischen Forscher konnten das ungefähre Alter, Geschlecht, den Wohnort, die Hobbys und Interessen, Krankheitssymptome und Medikamentation ihres Testprofils zusammenfassen.

menführen. Schon mit nur einem Bruchteil dieser Parameter sind Nutzer häufig eindeutig zu identifizieren.

Bei einer genaueren Analyse der Datenschutzbestimmungen von Ada fielen uns zudem Unterschiede zwischen der deutschen und der englischen Version auf. Letztere sei laut Ada die offizielle Fassung und bei Diskrepanzen maßgebend. Da wurde aus „... um unbefugten Zugriff zu verhindern“ der bloße Versuch mit „... to try to prevent unauthorised access.“ Ein deutscher Absatz zur Nutzung von Name, Geburtsdatum, Facebook-Benutzername und Passwort fehlte in der englischen Fassung komplett und gleich am Anfang redete die englische Variante von „your rights“, also Rechten des Nutzers (an seinen Daten), während die deutsche von „unseren Rechten“, also Rechten von Ada sprach. Da fielen diverse kleinere Abweichungen und technischen Ungenauigkeiten (etwa „SSL“ und nicht „TLS“) kaum noch ins Gewicht. Solche Unterschiede, die deutschsprachige Leser dann selbst mit Hilfe der englischen Fassung entdecken sollen, sind kaum DSGVO-konform. Die erfordert nämlich, dass Regelungen „verständlich und in klarer und einfacher Sprache abgefasst sind“.

## Nachbesserungen

Von uns zu dem Ergebnis der Analyse befragt betonte die Pressereferentin der Techniker Krankenkasse, dass „zu keiner Zeit Daten zwischen Ada und der TK ausgetauscht“ würden. Die zuständige Datenschutzbeauftragte des Landes Berlin teilte uns auf Nachfrage mit, dass die Ada Health GmbH der Behörde zwar bekannt sei, die App aufgrund von Personal- und Ressourcenmangel bislang jedoch nicht überprüft werden konnte.

Allerdings verstieß Ada wohl auch gegen die Nutzungsbedingungen von Google, die erfordern, dass die Werbe-ID „nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Nutzers mit personenbezogenen Daten [...] verknüpft werden“ darf. Google äußerte sich auf die konkrete Anfrage von c't nur allgemein: „Wenn Apps gegen diese Richtlinien verstößen, handeln wir entsprechend.“ Kurz vor Redaktionsschluss überschlugen sich daraufhin die Ereignisse – offenbar durch die Recherche von c't: Zuerst verschwand die Ada-App aus dem Play-Store, am 4. Oktober tauchte sie dann wieder auf – in der neuen Version 2.49.1. In einem kurzen Check konnten wir keine Datenübertragungen an Amplitude mehr feststellen.



Ada 2.49.0 übermittelte Symptombeschreibungen (hier „Herzrasen“) an Amplitude. Die Übertragung protokollierten wir mit Packet Capture.

Das Verhalten und die Reaktionen von Ada zeigen, dass in puncto Datenschutz bei Gesundheits-Apps offenbar großer Nachholbedarf besteht. Das sieht auch die große Mehrheit der deutschen Bevölkerung so, wie eine Studie des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag ergab: Mehr als 80 Prozent der Deutschen wünschen sich, dass für Gesundheits-Apps „verbindliche Standards für Qualität, Datenschutz und Datensicherheit etabliert werden“, dass „die Einhaltung datenschutzrechtlicher Anforderungen durch App-Hersteller und App-Store-Betreiber stärker kontrolliert werden sollte“ und dass „App-Hersteller und App-Store-Betreiber Selbstverpflichtungen eingehen sollten, um die Privatsphäre von App-Nutzern besser zu schützen.“

Vor diesem Hintergrund sollte nicht zuletzt Gesundheitsminister Jens Spahn den Entwurf des Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) nachbessern, das künftig eine Kostenerstattung der Krankenkassen von Gesundheits-Apps auf Rezept vorsieht. Der Gesetzentwurf wurde nach einer ersten Lesung Ende September zur Nachverhandlung in die Ausschüsse gegeben.

(svt@ct.de) 

Literatur

- [1] Hartmut Gieselmann, Risiken und Nebenwirkungen, c't 17/2019, S. 60

# c't-Notfall- Windows 2020

**Handgriffe zum Bauen unseres Notfallsystems  
auf Windows-Basis**



Bausatz anwenden .....	Seite 16
Tipps zum Klonen & Imagen .....	Seite 20
Daten retten .....	Seite 24

## Das c't-Notfall-Windows startet vom USB-Stick. Es hilft, nicht mehr lauffähige, beschädigte oder von Schädlings heimgesuchte Windows-Installationen aufzurichten. Wir haben die Ausstattung aktualisiert und ergänzt. Den neuen Bausatz stellen wir zum Download bereit.

**Von Stephan Bäcker und Peter Siering**

Die technische Basis für das c't-Notfall-Windows bildet Windows PE, also Microsofts Minimal-Windows, das unter anderem für das Einrichten von Windows und die Systemwiederherstellung bemüht wird. Durch Tricks mausert sich das abgespeckte System zu einem vom USB-Stick startenden vollwertigen Rettungssystem. Windows-Nutzer finden sich in einer bekannten Umgebung wieder: Explorer als Dateimanager, Firefox als Browser, Notepad, Gerätemanager et cetera. Dateisystem- und Netzwerkzugriffe laufen in der Original-Implementierung. Das Notfallsystem benutzt reguläre Windows-Treiber und erreicht so höchstmögliche Kompatibilität, etwa auch für den Zugriff auf Bitlocker-verschlüsselte Daten.

Die Ausstattung geht aber deutlich über ein reguläres Windows hinaus: Der Bausatz ergänzt Programme zur Schädlingssuche (Avira PC Cleaner, Eset Online Scanner und Kaspersky Virus Removable Tool), Software zur Datenrettung, Helfer für die Hardwarediagnose und Werkzeuge, mit denen sich vergessene Passwörter zurücksetzen lassen. Dateivergleicher, Fernwartung, Hex-Editor, Imaging- und Klon-Tools sowie diverse Viewer runden den Funktionsumfang ab. Tipps für den Umgang mit dem System und seinen Beigaben finden Sie im Ordner „c't-Artikel“ auf dem Desktop des fertigen Notfallsystems. Die PDF-Dateien enthalten die in Details überarbeiteten Anleitungen der Vorjahresfassung.

Dieser Artikel konzentriert sich auf Hinweise zum Bauen des Notfallsystems und Neuerungen. Die folgenden Artikel widmen sich detailliert dem Kopieren von Windows-Installationen zur Diagnose und als Sicherung sowie der Datenrettung.

Wenn Sie das System bauen, schauen Sie unbedingt auch auf der Projektseite vorbei, die Sie über ct.de/yhft finden. Hier veröffentlichen wir ergänzende Hinweise, eventuelle Updates, und Sie finden dort auch ein Forum für den Austausch mit anderen Nutzern zum Bausatz selbst.

### Credits

Was wir als c't-Notfall-Windows hier veröffentlichen, ist nicht allein auf unserem Mist gewachsen. Der Bausatz wird von ChrisR und einer regen Community im Forum theoven.org entwickelt. Die Gemeinde finanziert sich weitgehend selbst und ist auf Spenden angewiesen. Wir frieren alljährlich eine Version ein, spitzen sie auf eine aus unserer Sicht essenzielle Auswahl zu und sorgen für rund ein Jahr dafür, dass der Bausatz funktionstüchtig bleibt. Im Forum zum Bausatz leisten wir, aber auch einige besonders engagierte Leser, Hilfe zu eventuellen Problemen. An dieser Stelle herzlichen Dank dafür!

Im vergangenen Jahr hatten wir das Programm ausgetauscht, das den Bausatz verarbeitet. Ursprünglich sind die auf Windows PE aufbauenden Systeme mithilfe des Programmes Winbuilder entstanden – letztlich einer Skript-Engine und -Sammlung, die die Einzelteile zusam-

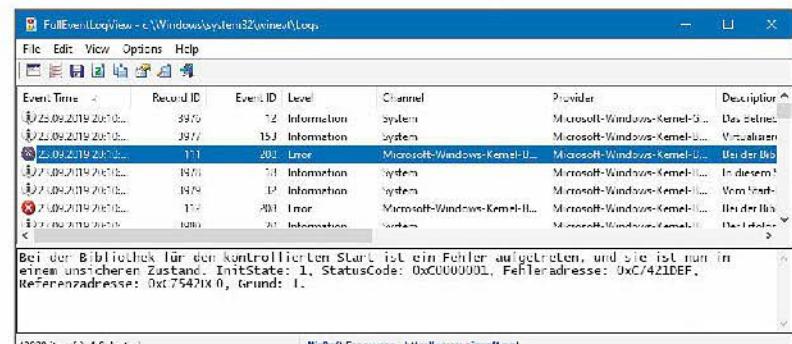
menbaut. Das Programm hat allerdings technische Mängel und so kam das von Hajin Jang als Alternative entwickelte PE-Bakery gerade recht. Das hat den Bau deutlich stabilisiert und der Umbau von ChrisR auf Wimlib die Laufzeit drastisch reduziert. Das aktuelle Notfall-Windows nutzt die gleiche PE-Bakery-Version wie schon ihr Vorfänger. Das Basisprojekt ist Win10XPE, das ChrisR am 20.7.2019 veröffentlicht hat.

### Neuerungen

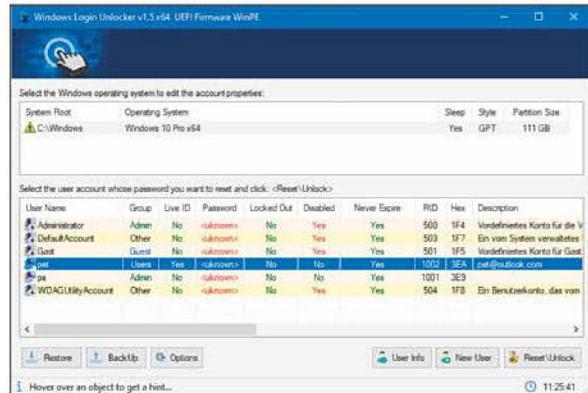
Der aktuelle Bausatz ist robuster, weil er unter anderem frühzeitig eventuelle Interventionen von Sicherheitssoftware erkennt. Die gefährdet ansonsten nämlich den Bauerfolg. Ansonsten bringt er eine aktualisierte Grundausstattung mit und kann jetzt Windows 10 in der 1903er-Ausgabe als Basis nutzen. Neu an Bord ist ein Event-Viewer, um Ereignisprotokolle anzusehen, und eine zusätzliche Software, um sich Zugang zu einem Windows-Benutzerkonto zu verschaffen, das an ein Microsoft-Konto gekoppelt ist.

FullEventLogView finden Sie unter „Analyse“ im Startmenü. Um die Ereignisse einer brachliegenden Windows-Installation einzusehen, wählen Sie im File-Menü „Choose Data Source“ aus. Wählen Sie im ersten Feld des Dialogs „Load events from external folder with log files“. Fangen Sie dann im Feld „External event log folder“ an, Laufwerk und Pfad Ihrer Windows-Installation einzugeben. Das Programm hilft während der Eingabe mit Vorschlägen. Der vollständige Pfad lautet bei einer typischen Installation „c:\windows\system32\winevt\logs“. Die übrige Bedienung ist weitgehend intuitiv möglich.

Zur Bedienung des „Windows Login Unlocker“ gibt es wenig zu sagen, dafür



Neu an Bord ist ein Werkzeug zum Anzeigen von Ereignisprotokollen brachliegender Windows-Installationen.



**Der Windows Login  
Unlocker bringt sogar das  
Kunststück fertig,  
Microsoft-Konten wieder  
zugänglich zu machen,  
wenn jede Hoffnung auf  
eine Passwortwiederher-  
stellung erloschen ist.**

das den Export von Protokollen erlaubt. In hartnäckigen Fällen können Sie uns solche Protokolle gern per Mail an [ctnotwin20@ct.de](mailto:ctnotwin20@ct.de) zuschicken. Exportieren Sie bitte das Build-Log in HTML-Form. Diese Form lässt sich am besten sichten. Das vorausgewählte Build-Log ist das nützliche Protokoll, das System-Log nur in Ausnahmefällen. Auf der Projektseite finden Sie zum Vergleich Log-Dateien für erfolgreiche Bauläufe für die x86- und x64-Version und die aktuelle Eval-Version von Windows 10. Die Läufe stammen von einem älteren Core i3 mit 4 GByte RAM und SSD. Die Laufzeiten der einzelnen Skripte sollten aktuelle Systeme heute noch unterbieten.

Je länger die Veröffentlichung des Bausatzes zurückliegt, desto wahrscheinlich ist es, dass Sie beim Benutzen des Notfallsystems Hinweise einzelner Programme auf verfügbare Updates erhalten. Diese Updates gelingen in der Regel nur im Bausatz und nicht im erstellten Notfall-Medium. Da es sich dabei oft um Minor-Updates handelt, ergibt es aus unserer Sicht keinen Sinn, den Bausatz ständig zu aktualisieren. Sollten sich aus Ihrer Sicht tatsächlich interessante Neuerungen durch ein solches Update ergeben, prüfen wir gern, ob wir ein Update erstellen können. Vorab sei aber gesagt: Es geht nicht in jedem Fall, manches Programm lässt sich in neuer Version nicht integrieren, weil es andere technische Anforderungen stellt, etwa eine .NET-Umgebung voraussetzt (die auch dieses Mal nicht Teil des Notfallsystems ist).

Apropos nicht umsetzbare Wünsche: Auch diese Fassung des c't-Notfall-Windows spricht nicht mit SMB-Servern, die nur Version 1 des Protokolls anbieten. Wir haben uns entschlossen, keine weitere Zeit in eine Lösung dieses Problems zu stecken. Verglichen mit dem Funktionsumfang des Original-Bausatzes von [theovan.org](http://theovan.org) werden Sie auch einige Programme vermissen, die dort enthalten sind. Die Community schnürt dort durchaus Pakete mit Software, die jenseits der Grenze liegen, was wir in Absprache mit den Herstellern zum Download bereitstellen können. In Grenzen sollte es indes möglich sein, sogenannte „Member XPE App Plugins“ auch in unseren Bausatz einzubinden. Bleibt noch: Viel Erfolg beim Bauen!

(ps@ct.de) **ct**

mehr zu seinen Fähigkeiten und zur Herkunft: Er kann Windows-Konten aufsperrn, die mit einem Microsoft-Konto verknüpft sind. An dieser Aufgabe scheitert das bewährte und im Notfall-Windows schon enthaltene „ntpwdedit“. Den Login Unlocker sollte man allerdings vorerst nur in solchen Notfällen einsetzen. Die Software stammt aus einem russischen Forum, die Weiterentwicklung wurde aufgekündigt. Wir haben dem Programm auf die Finger gesehen und nichts Bedenkliches entdeckt.

Seiteneffekte muss man aber in Kauf nehmen: Wenn man damit ein per Microsoft-Konto gesichertes Benutzerkonto aufsperrt, wandelt das Programm dieses Profil in ein lokales ohne Passwort um. Das heißt, die Verbindung zu dem Online-Konto geht verloren. Wie auch bei ntpwdedit lassen sich anschließend mit NTFS-Hilfe verschlüsselte Dateien (EFS) nicht mehr lesen.

## Bautipps

Wie gehabt brauchen Sie zum Bauen des Notfallsystems außer dem Bausatz die Originaldateien von Windows 10 in einer speziellen Form (also WIM und nicht als ESD-Datei). Am einfachsten sind sie in Form der Eval-Versionen zum Download zu bekommen. Auch wenn der Download je nach Internet-Anbindung einen Moment dauern mag, spart man sich danach viel Bastelei. Sämtliche nötigen Downloads finden Sie über [ct.de/yhft](http://ct.de/yhft). Die wesentlichen Bedienschritte fast der Kasten auf Seite 19 zusammen. Tun Sie sich aber den Gefallen zunächst hier weiterzulesen, um für den Fall gewappnet zu sein, dass der Minimalsatz von Bedienschritten nicht genügen sollte – auf den Bausatz wirken Faktoren ein, die sich nicht immer zu 100 Prozent kontrollieren lassen.

Das Bauen geht auf einem PC mit einer SSD deutlich schneller. Das Laufwerk braucht ungefähr 10 GByte freien

Platz, um die Downloads aufzunehmen und temporäre Dateien zu erstellen. Besondere Anforderungen an die RAM-Ausstattung stellt der Bausatz nicht – vier GByte genügen. Während des Bauvorgangs werden weitere Programme heruntergeladen und aus den Komponenten entpackt. Das ruft immer wieder Sicherheitssoftware auf den Plan, die solche Vorgänge für verdächtig hält oder einzelne Programme als besonders gefährlich einstuft. Wir haben den Bausatz aber akribisch geprüft und gehen davon aus, dass er schädlingsfrei ist. Ein paar Alarne sind jedoch denkbar, Details finden Sie bei Bedarf auf der Projektseite unter [ct.de/yhft](http://ct.de/yhft). Um den Bausatz störungsfrei zu bauen, empfiehlt die Anleitung deshalb das Einrichten von Ausnahmen für das Bauverzeichnis und das Programm zum Bespielen von USB-Sticks.

Beim Bauen kann es vorkommen, dass einzelne Server nicht erreichbar sind, die der Bauprozess ansteuert. Steckt der Prozess augenscheinlich fest, sollten Sie ihn über die Stop-Funktion beenden und nicht über den Taskmanager abwürgen. So ist sichergestellt, dass ein neuer Klick auf den Build-Knopf den Prozess wieder sauber starten kann. Spätestens nach einigen Stunden sollten sich Download-Probleme von selbst erledigen. Sollten Server dauerhaft nicht erreichbar sein oder sich an der heruntergeladenen Software Änderungen ergeben haben, werden wir passende Updates bereitstellen und Hinweise auf der Projektseite veröffentlichen.

Das Bauverzeichnis ist für den einmaligen Gebrauch gedacht: Wenn Sie nach einer 64-Bit-Version auch die 32-Bit-Version bauen möchten, sollten Sie neu entpacken und beginnen. Das zahlt sich auch bei anhaltenden anderen Fehlern aus.

## Diagnosehilfen

Am Ende eines Baulaufs oder auch im Fehlerfall zeigt PE Bakery ein Fenster an,



# Der Weg zum bootfähigen USB-Stick

1. Lesen Sie den ganzen Artikel vorher durch.
2. Laden Sie das ZIP-Archiv (ungefähr 250 MByte) mit dem Bausatz herunter (siehe ct.de/yhft).
3. Laden Sie eine ISO-Datei mit einer Eval-Version von Windows 10 herunter (zwischen 3 und 4 GByte). Empfehlungen für geeignete Versionen finden Sie auf der Projektseite (siehe ct.de/yhft). Sie haben die Wahl zwischen 32- und 64-Bit-Varianten; meist passt 64 Bit.
4. Erstellen Sie ein Verzeichnis, in dem der Bauvorgang stattfinden soll, zum Beispiel c:\ctnot.
5. Definieren Sie in Ihrem Virenschanner eine Ausnahme für dieses Verzeichnis. Erstellen Sie zusätzlich eine Ausnahme für den Prozess „rufus-3.7p.exe“.
6. Entpacken Sie das ZIP-Archiv in diesem Verzeichnis.
7. Binden Sie per Doppelklick die ISO-Datei als virtuelles Laufwerk ein (unter Windows 7 brauchen Sie dafür unter Umständen zusätzliche Software, die Sie ebenfalls via ct.de/yhft finden).
8. Starten Sie in c:\ctnot PEBAkeryLauncher.exe.
9. Windows Defender SmartScreen wird eine Warnung anzeigen, da das Programm heruntergeladen ist, obwohl es signiert ist. Führen Sie es trotzdem aus.
10. Folgen Sie gegebenenfalls den Hinweisen zur Installation einer aktuellen .NET-Umgebung; falls die nötig war, müssen Sie PEBAkeryLauncher.exe anschließend noch einmal starten.
11. Bestätigen Sie die Benutzerkontensteuerung.
12. Drücken Sie den Knopf „Verzeichnis mit Windows-Installationsdateien“ auswählen und wählen Sie das Laufwerk, das Sie unter 7. eingebunden haben. Vorsicht: C: ist vorausgewählt; Sie müssen das andere Laufwerk (etwa D:) auswählen. Das ausgewählte Laufwerk erscheint hinter dem Knopf.
13. Betätigen Sie den Build-Knopf und haben Sie etwas Geduld. Auf einem PC mit SSD dauert das Bauen rund 10 Minuten. Es werden dabei einige Dateien aus dem Internet heruntergeladen.



Wenn alle Dateien bereitliegen und das ISO als Laufwerk eingebunden ist, genügen zwei Klicks (1+3) und der Bauvorgang startet. Der Bausatz zeigt das ausgewählte Laufwerk an (2).

14. PEBAkery zeigt nur kurz eine Erfolgsmeldung an und öffnet ein Fenster zum Export von Log-Dateien. Steht der Fehlerzähler auf 0, hat der Bau geklappt.
15. Um das Notfallsystem auf einen USB-Stick zu überspielen, klicken Sie im Projektbaum links „Create ISO“ an und betätigen Sie dann den Knopf „ISO auf USB-Stick überspielen“.
16. Es startet das Programm Rufus zum Beschreiben eines Sticks. Stecken Sie jetzt den Stick an. Achten Sie darauf, dass sein Laufwerk in Rufus vorausgewählt ist und Drücken Sie dann auf „START“.
17. Das war es. Beenden Sie PEBAkery.
18. Tipps zum Booten vom USB-Stick finden Sie auf der Projektseite (siehe ct.de/yhft).



Zum Beschreiben eines USB-Sticks müssen Sie auf die Seite des „Create-ISO“-Skripts wechseln.

Rufus überträgt die Dateien aus dem erzeugten ISO auf einen USB-Stick. Achten Sie unbedingt darauf, dass das richtige Laufwerk selektiert ist. Alle Dateien werden gelöscht.





# Copy & Save

## Windows-Installationen als Klon übertragen oder als Image sichern

**Mit dem c't-Notfall-Windows können Sie Windows-Installationen bootfähig auf andere Laufwerke kopieren – wahlweise direkt oder über eine Zwischenstation. Das erlaubt den bequemen Austausch des eingebauten Laufwerks sowie gefahrlose Experimente.**

Von Axel Vahldiek

**M**it den Werkzeugen aus unserem Notfallsystem können Sie Windows-Installationen auf zwei Arten auf andere Laufwerke übertragen: als bootfähigen Klon und als Image. Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile und eignen sich daher für unterschiedliche Situationen. Gemeinsam ist ihnen jedoch, dass eine vollständige Kopie Ihrer Windows-Installation entsteht. Sie enthält nicht nur alle Dateien und Ordner von Laufwerk C; sondern auch alle NTFS-Be-

sonderheiten wie Zugriffsrechte, EFS-Dateiverschlüsselung, Reparse Points und so weiter. Hinzu kommen die je nach Hardware(-konfiguration) zusätzlich vorhandenen Partitionen für den Bootloader, die Wiederherstellungsumgebung „Windows PE“ [1] und mitunter noch weitere [2].

Eine solche Kopie ist nicht nur praktisch, wenn Sie den im PC steckenden Datenträger durch einen größeren oder schnelleren ersetzen wollen. Auch der Tausch von Festplatte gegen SSD (oder

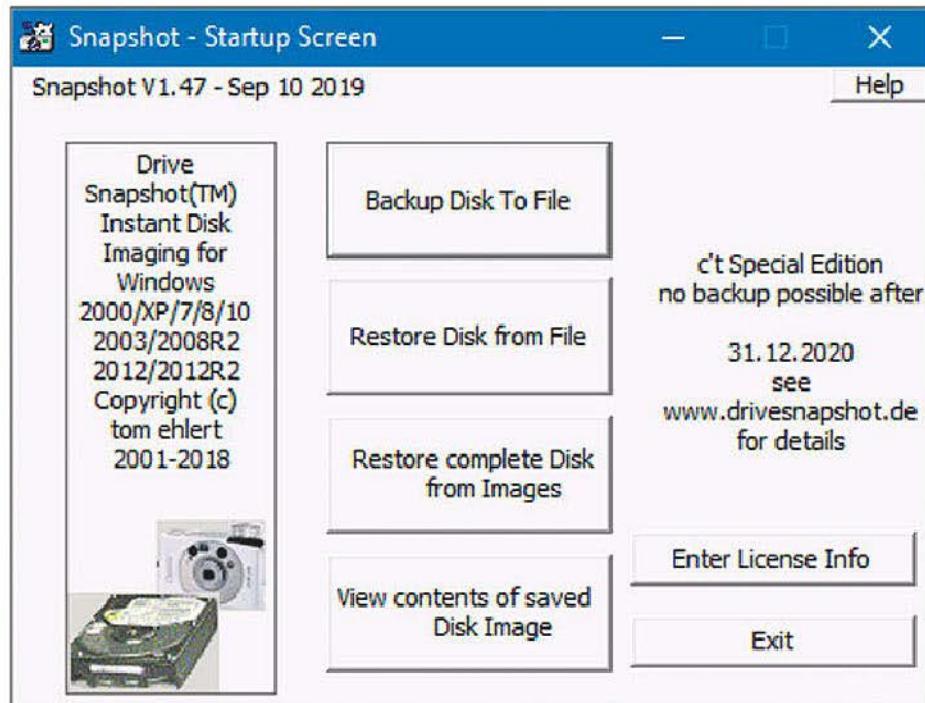
andersherum) ist kein Problem. Zudem kann man mit der Kopie Experimente durchführen, die man den Original-Dateien lieber nicht ohne Weiteres antut – etwa das Ausprobieren, ob das Aktualisieren von Windows 7 auf Windows 10 auch bei der eigenen Installation wirklich so reibungslos gelingt, wie Microsoft das verspricht. Für Reparaturversuche ist eine Kopie ebenfalls praktisch. Solche laufen ja oft nach dem Prinzip Versuch und Irrtum. Dank der Kopie gibt es einen Weg zurück, falls einer der Handgriffe das Problem nicht löst, sondern im Gegenteil sogar noch schlimmer macht.

Dieser Beitrag stellt zuerst die Unterschiede zwischen Klon und Image vor. Anschließend folgen Tipps für den Einsatz, die für beide Methoden gleichermaßen gelten, sowie Hinweise zu drei im Notfall-Windows enthaltenen Programmen: Unsere Spezialversion von Drive Snapshot erzeugt Images. Das Erzeugen der Images erlaubt die Version bis Ende 2020, zurückspielen lassen sie sich zeitlich unbegrenzt. Die Programme „Macrium Reflect“ und „MiniTool Partition Wizard“ können Klone erzeugen.

Eines noch zur Klarstellung, damit Sie nichts Falsches erwarten: Hier geht es um das Erzeugen von Kopien, die anschließend auf dem gleichen PC zum Einsatz kommen sollen, also entweder auf dem ursprünglichen Quelllaufwerk oder auf einem Austauschdatenträger, der genauso wie der ursprüngliche angeschlossen ist. Es geht also nicht um den Umzug auf komplett andere Hardware, denn das erfordert oft andere Maßnahmen, wie wir in c't 6/2019 ausführlich berichteten [3, 4, 5]. Dann drohen nämlich nicht nur Probleme mit Bootloader und Partitionierung, falls die Mainboard-Firmware des alten PC nicht zu der des neuen passt (Stichwort UEFI), sondern stets auch mit der Windows-Aktivierung [6].

## Klon oder Image?

Klon und Image sind letztlich beides Sicherungskopien. Beim Klonen dient jedoch üblicherweise das Original als Backup und beim anderen Verfahren das Image. Ein wesentlicher Unterschied: Für einen Klon ist zusätzlich zum Quelllaufwerk mit der Original-Installation lediglich ein Ziellaufwerk zur Aufnahme eben des Klons erforderlich. Ein Image hingegen landet auf einem zusätzlich benötigten Sicherungslaufwerk, das Ziellaufwerk dient stattdessen zum testweisen Wiederherstellen.



Unsere Spezialversion von Drive Snapshot kann Images bis Ende 2020 anfertigen und zeitlich unbegrenzt zurückspielen.

Letzteres ist unverzichtbar, denn ob das Kopieren wirklich geklappt hat, weiß man erst, wenn die Kopie erfolgreich booten konnte. Gekippte Bits, Hardwaremacken oder Übertragungsprobleme können zwar zugegebenermaßen trotzdem dazu führen, dass einzelne Dateien oder Dateibestandteile nicht korrekt kopiert werden, doch dieses Problem haben Klon und Image gleichermaßen. Wenn die Kopie bootet, weiß man aber, dass zumindest im Wesentlichen alles glattgegangen ist.

Der Vorteil des eingesparten Laufwerks beim Klonen verkehrt sich ins Gegenteil, sobald es nicht mehr nur um eine einzelne Kopie geht, sondern um mehrere. Denn für jeden Klon ist üblicherweise ein separates Laufwerk erforderlich. Beim Image kann das Sicherungslaufwerk hingegen durchaus mehrere Images aufnehmen – die Anzahl hängt nur von der Kapazität ab. Und da Imager üblicherweise inkrementell sichern (also nur die Unterschiede zu bereits vorhandenen Images) und das Image auch noch komprimieren, spart das reichlich Platz.

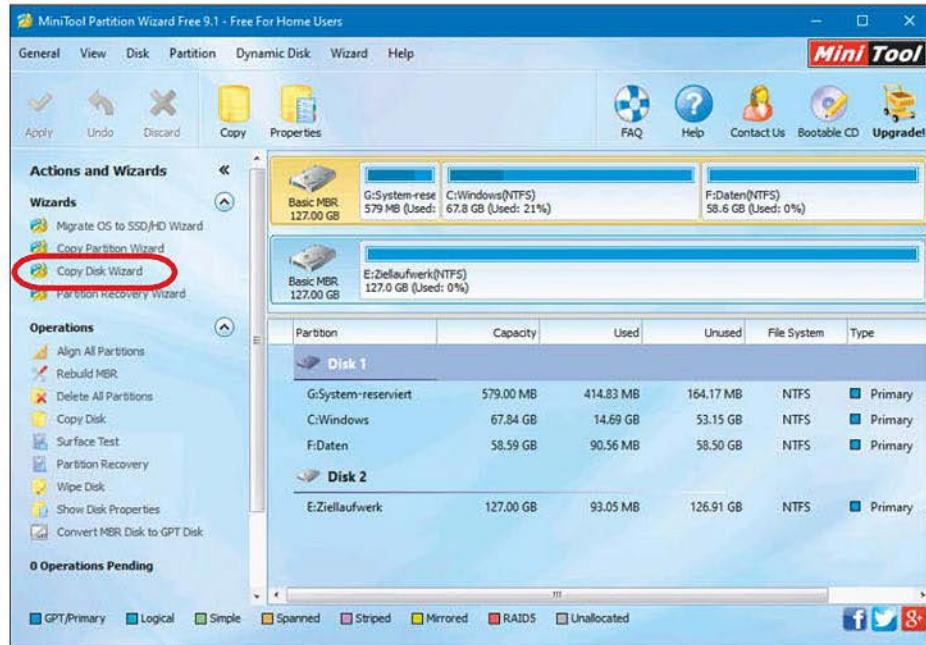
Beim Tempo hat wieder der Klon die Nase vorn, denn hier sind weder Kompression noch Abgleiche mit bereits vorhandenen Images erforderlich. Stattdessen werden einfach nur die Daten ganz ungebremst sequenziell übertragen. Noch deutlich mehr Zeit spart man bei der

Funktionsprüfung, denn der Klon ist ja direkt bootfähig, während man ein Image vorher noch wiederherstellen muss.

Letztlich läuft es also auf Folgendes hinaus: Wenn es nur um eine einzelne Kopie geht, etwa zwecks Laufwerkstausch, ist ein Klon geeigneter, für wiederkehrende Sicherungen hingegen ein Image. Aber wie so oft ist das irgendwie auch Geschmackssache. Ausnahme: Wenn der Verdacht besteht, dass das Quelllaufwerk einen Hardwareschaden erlitten hat, sollte man stets ein Image anfertigen, denn das Quelllaufwerk taugt dann nicht mehr als zuverlässiges Backup. Sofern das Image speziellen Ansprüchen genügt, lassen sich daraus sogar verloren geglaubte Daten retten, Details dazu verrät der nachfolgende Artikel.

## Das Ziellaufwerk

Während das Sicherungslaufwerk im Prinzip ein beliebiges sein kann, muss das Ziellaufwerk eine Voraussetzung erfüllen: Es muss an den internen Anschluss des PC passen, damit der Funktionstest von Klon oder wiederhergestelltem Image gelingen kann. Es braucht also den gleichen Anschluss (SATA, PCIe ...) wie das bislang im PC verbaute interne Laufwerk. Bei Desktop-PCs haben Sie mitunter die Wahl zwischen weiteren Anschlussarten, bei Notebooks hingegen sind Sie üblicherwei-



Der MiniTool Partition Wizard hat einen Assistenten zum Klonen an Bord.

se auf einen einzigen Anschluss festgelegt. Hier kann zudem die Firmware des Mainboards eine Rolle spielen: Es gibt Notebooks, denen der Hersteller eine Liste mit erlaubten Laufwerken eingepflanzt hat – andere laufen dann nicht, selbst wenn der Anschluss mechanisch passt. Im Zweifel hilft nur das Nachforschen beim Notebook-Hersteller (Support-Hotline, Forum, Knowledge Base ...).

Dass sich das Ziellaufwerk intern anschließen lassen muss, bedeutet aber nicht, dass es gleichzeitig mit dem Quelllaufwerk anzuschließen ist – das kann zu Problemen führen (dazu gleich mehr) und bei Notebooks geht es üblicherweise eh nicht, weil nur ein Laufwerk hineinpasst. Abhilfe: schließen Sie das Ziellaufwerk vorübergehend per USB an. Voraussetzung ist ein passender Adapter, unseren jüngsten Vergleichstest finden Sie in [7]. Sobald sich der Klon oder das wiederhergestellte Image auf dem USB-Laufwerk befindet, entnehmen Sie es dem USB-Adapter und schließen es intern an, am besten indem Sie es gegen das Quelllaufwerk austauschen.

Das oben angesprochene Problem: Es droht nach Abschluss des Kopievorgangs eine Falle, wenn es an den Funktionstest geht. Windows und auch manche Anwendungen erkennen Laufwerke anhand von IDs wieder und versuchen während des Startens oder im Betrieb dorthin zu wechseln, falls sie es wiedererkennen. Als Folge könnte eine vom Ziellaufwerk startende

Installation womöglich auf das Quelllaufwerk zugreifen, und zwar auch schreibend. Das kann zu Konfusion bei den Daten führen, die letztlich beide Installationen beschädigen könnte – es droht dann Datenverlust. Trennen Sie also vor dem Funktionstest unbedingt das Quelllaufwerk ab! Am besten tauschen Sie kurzerhand das Quell- gegen das Ziellaufwerk aus.

Falls Sie überlegen, für den Funktionstest das Ziellaufwerk via USB angeschlossen zu lassen und nur das interne Laufwerk abzuziehen: Verabschieden Sie sich von dem Gedanken bitte wieder. Windows bootet nur unter speziellen Bedingungen und mit der richtigen Vorbereitung von USB. In [8] haben wir eine Anleitung dazu verfasst.

## Image

Für viele c't-Leser dürfte der Imager Drive Snapshot ein alter Bekannter sein, denn er ist schon diverse Male in unserem Notfallsystem enthalten gewesen, und so auch dieses Mal. Erneut steckt eine Spezialversion drin, die Images dieses Mal bis Ende 2020 erstellen und zeitlich unbegrenzt zurückspielen kann. Da sich die Bedienung nicht verändert hat, haben wir auf ein erneutes Aufschreiben der Anleitung verzichtet.

Bauen Sie stattdessen das Notfall-Windows wie auf Seite 16 in dieser Ausgabe beschrieben und booten Sie es. Anschließend finden Sie auf dem Desktop im

Ordner „c't-Artikel“ unter anderem das PDF „Tipps zum Umgang“. Dieses PDF enthält die unverändert gültigen Schritt-für-Schritt-Anleitungen zu Drive Snapshot.

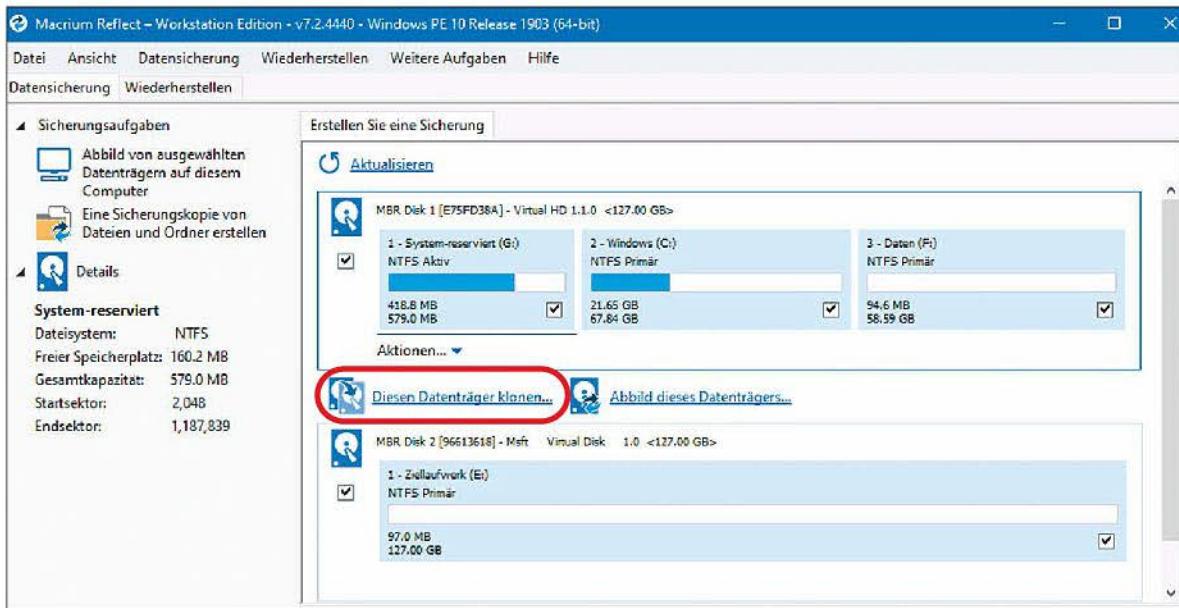
Das Programm Macrium Reflect kann übrigens ebenfalls Images anfertigen, doch wir empfehlen dafür trotzdem Drive Snapshot – nicht wegen schlechter Erfahrungen mit Macrium Reflect, sondern weil sich Drive Snapshot schon seit vielen Jahren sowohl bei unseren Lesern als auch im Redaktionseinsatz bewährt hat.

## Klon

Bevor es nun zu den Klon-Werkzeugen geht, ein Hinweis vorab: Trennen Sie vor dem Klonen unbedingt alle Laufwerke mit Ausnahme von Quell- und Ziellaufwerk sowie unserem Notfallsystem. Das vermeidet Verwechslungen – wenn Sie Ihre Windows-Installation versehentlich auf Ihre Datenplatte klonen, sind die vorher darauf befindlichen Daten verloren. Zusätzlich sollten Sie Ihre Windows-Installation starten und allen im Explorer sichtbaren Laufwerken sprechende Namen geben („Windows“, „Daten“, „Spiele“, „VMs“ und so weiter). Schließen Sie auch das Ziellaufwerk an und vergeben Sie dafür sprechende Namen.

Wie im letzten Notfallsystem steckt auch in der aktuellen Ausgabe wieder „MiniTool Partition Wizard“ drin, neu ist „Macrium Reflect“. Letzteres haben wir hinzugenommen, weil es sich beim Umgang mit modernen NVMe-SSDs als zuverlässiger erwiesen hat. Der Partition Wizard ist dennoch nicht herausgeflogen, weil das Programm mit SATA-Laufwerken keinerlei Probleme hat und sich nach unserer Einschätzung etwas einfacher bedienen lässt, sofern man der englischen Sprache mächtig ist. Sie finden beide Programme nach dem Booten des Notfall-Windows im Startmenü unter „Alle Programme/Utilities“.

Zuerst zum „Partition Wizard“: Sofern eine Internetverbindung besteht, weist das Programm nach dem Start zuerst darauf hin, dass eine neue Version gefunden wurde – lehnen Sie das Download-Angebot durch Klick auf „No“ ab, denn das Aktualisieren funktioniert in unserem Notfallsystem nicht. Rufen Sie durch Klick auf den gleichnamigen Link den „Copy Disk Wizard“ auf. Nach der Begrüßung erscheint die Übersicht der gefundenen Laufwerke, identifizieren und wählen Sie zuerst das Quell- und im nachfolgenden



**Robust und zuverlässig, aber auf den ersten Blick wenig intuitiv:** Macrium Reflect erzeugt nicht nur Images, sondern kann auch ein Laufwerk komplett auf ein anderes klonen.

Dialog das Ziellaufwerk. Nochmals: Bitte dabei aufpassen, denn Verwechslungen können zu Datenverlust führen. Bestätigen Sie die Nachfrage. Im nächsten Dialog können Sie bei Bedarf die Partitionsgrößen auf dem Ziellaufwerk anpassen, doch es dürfte meist reichen, einfach die Vorgabe zu übernehmen, denn dann kümmert sich das Programm selbst um alles. Nach zwei weiteren Klicks übernimmt der Partition Wizard den Auftrag in seine To-do-Liste, die er nach einem Klick auf „Apply“ und eine weitere Bestätigung ohne weitere Nachfragen abarbeitet – danach ist der Klon fertig.

Nach dem Start von „Macrium Reflect“ wählen Sie zuerst die Sprache („German“ ist vorausgewählt) und klicken dann oben auf den Reiter „Datensicherung“. Es erscheint eine Übersicht der Laufwerke, identifizieren Sie das Quelllaufwerk. Wenn es nicht das obere ist, wählen Sie es aus, etwa durch Klick auf das blaue Festplattensymbol links neben den Partitionen. Unterhalb erscheint dann der Link „Diesen Datenträger klonen“. Es öffnet sich ein Assistent, in dem Sie unten durch Klick auf „Wählen Sie einen Datenträger für den Klon“ das Ziellaufwerk auswählen. Und noch mal der Hinweis: Seien Sie dabei achtsam, Verwechslungen können zu Datenverlust führen. Nach einem Klick auf „Weiter“ erscheint eine Nachfrage, ob Sie die angezeigten Laufwerke wirklich überschreiben wollen – gemeinerweise in einer für die meisten Nutzer wohl eher unbekannten Schreibweise „\?\Volu-

me{123456}“. Daher ist die Nachfrage eher verwirrend als hilfreich, aber wenn Sie das Ziellaufwerk wie beschrieben zuvor identifiziert haben, reicht das als Sicherheit. Setzen Sie ein Häkchen vor „Alle Zieldatenträgerdaten werden überschrieben...“, klicken Sie auf „Weiter“ und warten Sie, bis der Klon erzeugt ist.

## Sonst noch

Üblicherweise sind Sie nun bereits fertig, doch zwei Probleme können in seltenen Fällen auftreten: Abstürze während des Erzeugens von Klon oder Image, die fast immer auf USB-Inkompatibilitäten zurückzuführen sind, sowie noch seltener Schwierigkeiten mit dem Bootloader des Ziellaufwerks.

Zuerst zu USB-Hardware-Probleme können hier dazu führen, dass das Kopieren scheitert, und zwar fieserweise an immer wieder anderer Stelle und mitunter auch noch mit unterschiedlichen Fehlermeldungen, die mit der Ursache nichts zu tun haben. Falls bei Ihnen so etwas auftreten sollte: Stecken Sie das USB-Laufwerk möglichst nicht an einen USB-Hub, sondern direkt am PC, am besten an einen Port direkt am Mainboard, also auf der Rückseite des Gehäuses. Wenn es trotzdem nicht funktioniert, probieren Sie die anderen Anschlüsse, oder wechseln Sie das USB-Laufwerk. Auch das Auswechseln von USB-Gehäuse und/oder Kabel kann helfen. Konkrete Empfehlungen für funktionierende Kombinationen lassen sich leider nicht geben, weil sich selbst scheinbar identische Geräte etwa durch

die Firmware-Version oder bei einzelnen Chips unterscheiden können. Am wenigsten Probleme gibt es nach unseren Erfahrungen, wenn Stick und Anschluss die gleiche Spezifikation haben (also beispielsweise USB 2).

In noch weniger Fällen ist es bei unseren Einsätzen mit den Werkzeugen mal passiert, dass die Kopie partout nicht booten wollte, ohne dass die Ursache auf die Schnelle zu erkunden gewesen wäre. Doch das machte nie etwas: In allen Fällen half das Notfall-Windows – genau für so etwas ist es ja da. Die Schritt-für-Schritt-Anleitung „Windows-Bootloader defekt“ beschreibt, wie Sie mit nur einem einzigen Kommandozeilenbefehl den kompletten Bootloader restaurieren mit allem, was dazu gehört. Sie finden sie im PDF „Probleme lösen“ im Ordner „c't-Artikel“ auf dem Desktop unseres Notfallsystems.

(axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Wenn sonst nichts mehr geht, Probleme lösen mit dem Mini-Betriebssystem Windows PE, c't 10/2018, S. 162
- [2] Axel Vahldiek, Vielfach unterteilt, Die Partitionierung moderner Windows-PCs, c't 5/2018, S. 146
- [3] Axel Vahldiek, Windows-Umzug, So gelingt der Rechnerwechsel ohne Neukonfiguration, c't 6/2019, S. 14
- [4] Axel Vahldiek, Schnell nach drüber, Windows-Umzug: Die schnellen Wege, c't 6/2019, S. 18
- [5] Axel Vahldiek, Starker Helfer, PC-Umzug mit c't-WIMage, c't 6/2019, S. 22
- [6] Axel Vahldiek, Windows-Aktivierung nach PC-Wechsel, c't 6/2019, S. 26
- [7] Lutz Labs, Neuer Platz für alten Speicher, Gehäuse für Festplatten und SSDs aller Art, c't 6/2019, S. 114
- [8] Axel Vahldiek, Zum Mitnehmen, Windows 10 auf USB-Laufwerken installieren, c't 11/2019, S. 148



# Die Zeit zurückdrehen

## Datenrettung mit dem c't-Notfall-Windows

**Ob Passwort-Datenbank, Hochzeitsfoto oder Doktorarbeit: Wohl jeder hat auf seinem Rechner Dateien, deren Verlust schmerhaft oder gar teuer wäre. Trotzdem sind Backups bei Weitem nicht überall an der Tagesordnung. Mit den Tools im c't-Notfall-Windows und ein bisschen Glück lassen sich verloren gegangene Daten häufig doch noch retten.**

Von Hajo Schulz

Eigentlich sollten Sie die in diesem Artikel vorgestellten Tipps nie brauchen: Wer seine Daten regelmäßig in Backups sichert, kommt praktisch nie in die Verlegenheit, Werkzeuge zur Datenrettung wie die hier vorgestellten einzusetzen zu müssen. Eines haben nämlich all diese Tools gemeinsam: Im Unterschied zu einem - getesteten und erwiesenermaßen funktionierenden - Backup führt ihr Einsatz nur im Idealfall zum Erfolg: Ein bisschen Glück ist immer im Spiel.

Diesem Glück kann man allerdings auf die Sprünge helfen: Die erste Maßnah-

me besteht darin, sich einen Datenträger mit dem c't-Notfall-Windows zu bauen und gut wegzulegen. Wichtig ist dabei, dass Sie das angehen, solange noch nichts passiert ist – am besten jetzt gleich. Der offensichtlichste Grund dafür: Ein Datenverlust kann Systemdateien treffen und so verhindern, dass der Rechner überhaupt noch startet. Wer dann keinen zweiten PC zur Hand hat, auf dem er das Notfall-Windows zusammenbauen kann, der guckt in die Röhre.

Aber auch wenn Ihr Windows noch einwandfrei läuft, ist es keine gute Idee, sich um das Notfall-Windows oder dessen Tools erst zu kümmern, wenn der Ernstfall eingetreten ist: Bei Datenverlusten verringert jeder Schreibvorgang auf dem betroffenen Medium die Wahrscheinlichkeit, dass noch etwas zu retten ist. Handelt es sich dabei um die System-Festplatte, ist das laufende Windows am besten sofort zu stoppen – im Zweifel ist das Kappen der Stromversorgung sogar sinnvoller, als das System erst kontrolliert herunterzufahren. Jeder Log-Eintrag, der dabei geschrieben wird, könnte den verlorenen Daten endgültig den Garaus machen. In dieser Situation erst Werkzeuge herunterzuladen und zu installieren oder auf der Platte gar noch das c't-Notfall-Windows zu bauen wäre hochgradig kontraproduktiv.

### Löschen ist nicht löschen

Die Ursachen dafür, dass Daten plötzlich verschwinden, lassen sich grob in zwei Kategorien einteilen: Hardware-Fehler und Irrtümer. Zur Letzteren gehören das versehentliche Löschen einzelner Dateien und Ordner, die Auswahl des falschen Datenträgers zum Formatieren oder Partitionieren sowie Software-Fehler, die letztlich dasselbe bewirken.

Bei derartigen Unfällen sind die Chancen für eine Wiederherstellung der Daten häufig gar nicht so schlecht. All diesen Vorgängen ist nämlich gemeinsam, dass dabei die eigentlichen Daten gar nicht wirklich gelöscht werden, sondern nur der Zugang zu ihnen verloren geht. Dazu muss man wissen, wie Festplatten und andere wiederbeschreibbare Datenträger funktionieren: Sie bestehen aus einer Ansammlung sogenannter Sektoren – durchnummelierte Datenblöcke, die jeweils meist 512, bei einigen Datenträgern auch 4096 oder eine andere Anzahl von Bytes fassen. Daten werden stets sektorweise gelesen und geschrieben.

Als Anwender will man sich aber nicht mit Sektornummern befassen, sondern bequem mit Dateien und Ordnern hantieren. Zwischen der physischen und dieser logischen Sicht auf den Datenträger vermittelt das Dateisystem, ein Bestandteil des Betriebssystems. Es muss sich unter anderem merken, welche Sektoren auf dem Medium gerade frei und welche belegt sind, welche Sektoren zu einer bestimmten Datei und welche Dateien und Unterordner zu einem Verzeichnis gehören. Dazu unterhält es eigene Datenstrukturen, die es wiederum in dafür reservierten Bereichen auf dem Datenträger speichert.

Das Standard-Dateisystem von Windows heißt NTFS (New Technology File System). Auf eingebauten und externen Festplatten, die auch von anderen Betriebssystemen aus zugänglich sein sollen, sowie häufig auf Speicherkarten und USB-Sticks kommt auch das Dateisystem FAT32 zum Einsatz. Sein Name leitet sich von der File Allocation Table ab, der zentralen Datenstruktur dieses Systems. Gängige Dateisysteme verwalten den Platz auf der Platte nicht sektorweise, sondern in sogenannten Clustern: Diese können jeweils mehrere aufeinanderfolgende Sektoren umfassen; alle Cluster einer Partition sind gleich groß.

Löscht man als Anwender eine Datei oder einen Ordner, so findet das zunächst nur im Dateisystem statt: Dieses kennzeichnet die bis jetzt von der Datei belegten Cluster wieder als frei und markiert den dazugehörigen Verzeichniseintrag als ungültig. Das wars – die eigentlichen Daten bleiben zunächst unangetastet.

Das kann sich aber schnell ändern: Sobald das Dateisystem den freigewordenen Platz für andere Zwecke benötigt, wird es ihn benutzen, dabei überschreiben und so die vormals dort gespeicherten Daten unwiderruflich vernichten. Deshalb ist es so wichtig, möglichst sämtliche Schreibzugriffe auf das Medium zu unterbinden, sobald man einen Datenverlust feststellt.

Auch beim Partitionieren einer Festplatte und beim (Schnell-)Formatieren einer Partition oder eines Datenträgers werden nur die Partitionsinformationen neu geschrieben beziehungsweise die Strukturen des Dateisystems neu initialisiert. Selbst diese katastrophal anmutenden Unglücke lassen also einen Großteil der eigentlichen Daten unangetastet; geeignete Tools können sie mit ein wenig

Glück wieder zum Leben erwecken. Aber auch hier gilt: Jeder weitere Schreibvorgang auf das Medium verringert die Chancen einer erfolgreichen Wiederherstellung.

## Vorbeugen

Das bisher Gesagte gilt für (interne und externe) Magnetfestplatten, Flash-Karten und die meisten USB-Sticks, aber leider nicht für SSDs. Das liegt an ihrer Funktionsweise: Ihre Flash-Speicherzellen lassen sich nicht einfach überschreiben, sondern sie müssen dazu zuvor gelöscht werden. Dieser Löschkvorgang kostet Zeit, außerdem können SSDs keine einzelnen Zellen oder Sektoren löschen, sondern müssen das immer für komplette Speicherseiten von meist 128 KByte Größe tun. Damit das Löschen nicht das Schreiben von Daten ausbremst, bemüht sich die Firmware einer SSD, immer eine gewisse Anzahl bereits gelöschter Speicherseiten in petto zu haben.

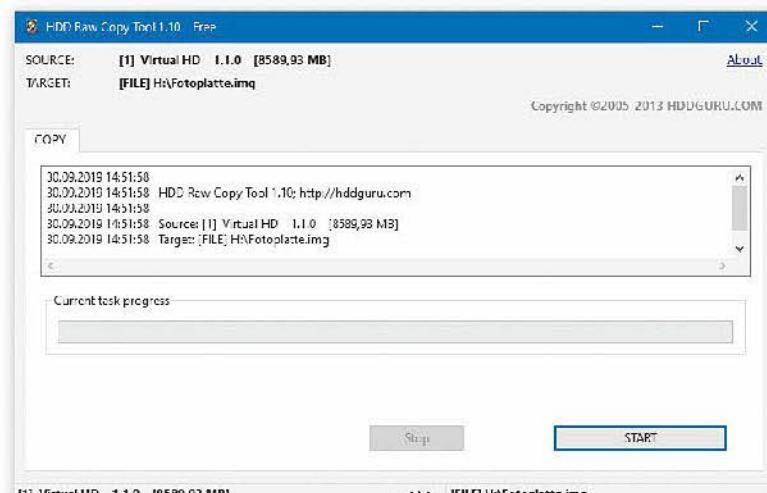
Von Dateisystemen versteht eine SSD aber nichts. Welche Sektoren nicht mehr mit Nutzdaten belegt sind und gelöscht werden können, erfährt sie vom Betriebssystem. Dieses sendet dazu immer dann, wenn etwa eine Datei gelöscht wird, Trim-Befehle an die SSD und teilt ihr so mit, welche Sektoren es nicht mehr verwendet. Sobald der Controller sonst nichts zu tun hat, löscht er diese Speicherzellen auf Vorrat. Auf einem typischen Desktop-System vergehen deshalb meist nur wenige Sekunden, bis von einer gelöschten Datei auf

einer SSD nichts Wiederherstellbares mehr übrig ist.

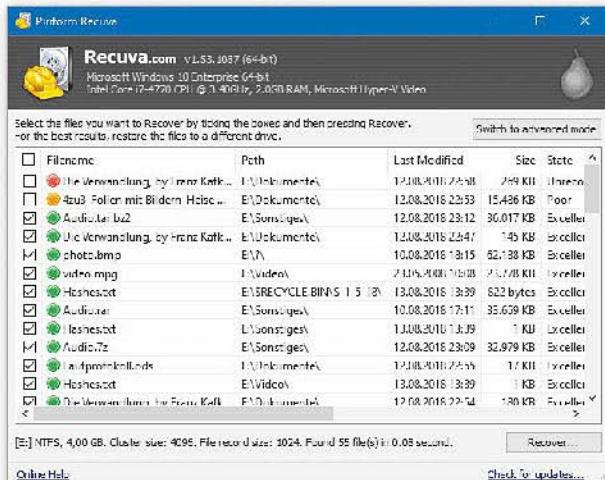
Wenn Sie die Wahl haben, ist es daher eine gute Idee, wichtige und nicht wieder beschaffbare Daten nicht auf der (System-)SSD Ihres PC zu speichern, sondern lieber auf einer Magnetfestplatte zu lagern. Zum mindest vor versehentlichem Löschen sind sie hier besser geschützt als auf dem schnellen Flash-Speicher. Dass das keine regelmäßigen Backups ersetzt, sollte aber trotzdem klar sein.

Auch die Wahl des Dateisystems hat Auswirkungen darauf, wie wahrscheinlich sich verlorene gegangene Dateien wiederherstellen lassen. Beim Löschen einer Datei bleibt nämlich auf NTFS-formatierten Datenträgern die Information, welche Cluster sie belegt hat, vorerst erhalten. Auf FAT(32)-Laufwerken lässt sich dagegen nach dem Löschen einer Datei nur noch ergründen, in welchem Cluster ihre Daten begonnen haben. War die Datei fragmentiert, lagen ihre Daten also verstreut über mehrere Bereiche auf dem Datenträger, ist eine Wiederherstellung aussichtslos.

Im Sinne der Wiederherstellbarkeit verlorener Dateien ist es also besser, die Festplatte mit NTFS und nicht mit FAT32 zu formatieren, zumal NTFS-Laufwerke von Haus aus weniger zur Fragmentierung neigen. Lässt sich eine FAT-Formatierung nicht vermeiden, sollte der Datenträger wenigstens regelmäßig defragmentiert werden. Bei fest eingebauten Laufwerken



Festplatten mit Lesefehlern sollte man nicht noch zusätzlich mit Lese- oder gar Schreibvorgängen belasten. Vor größeren Rettungsaktionen ist daher zunächst eine möglichst originalgetreue Kopie Pflicht, anzufertigen zum Beispiel mit dem Programm HDD Raw Copy.



**Beim Wiederherstellen versehentlich gelöschter Dateien leistet Recuva gute Dienste. Die schnörkellose Oberfläche sollte auch Einsteiger vor keine großen Probleme stellen.**

kümmert sich Windows von alleine darum, wenn es Zeit hat. Es ist also eine gute Idee, den Rechner zumindest gelegentlich eine Weile im Leerlauf eingeschaltet zu lassen, zum Beispiel in der Mittagspause.

Bei externen Festplatten sollte man die Defragmentierung gelegentlich von Hand anstoßen. Der zuständige Befehl sowie einige Einstellmöglichkeiten finden sich in den Eigenschaften eines Laufwerks auf der Seite „Tools“. Bei in Kameras verwendeten Flash-Speicherkarten kann man einer Fragmentierung von vornherein vorbeugen, indem man dort keine einzelnen Aufnahmen löscht, sondern nach einer Fotosession oder nach dem Urlaub alle Bilder und Videos herunterkopierte und die Karte anschließend in der Kamera neu formatiert.

## Aus der Versenkung

Im c't-Notfall-Windows sind gleich mehrere Programme enthalten, die dabei helfen können, verlorene gegangene Dateien wiederzubeschaffen. Starten lassen sich alle aus dem Windows-Menü; sie stecken dort unter „Alle Programme/Datenrettung“.

Im einfachsten Fall sind einige Dateien irrtümlich oder durch eine Amok laufende Software gelöscht worden und liegen auch nicht mehr im Papierkorb. Haben Sie den Unfall rechtzeitig bemerkt, bevor weitere Schreibzugriffe auf das betroffene Medium größeres Unheil angerichtet haben, kommen drei verschiedene Tools infrage: Am einfachsten zu bedienen ist **Recuva**. Das Programm startet mit einem Assistenten, der Sie in fünf Schritten durch die Eingabe der nötigen Parameter leitet. Auf den ersten beiden Seiten

müssen Sie nichts ändern, auf der dritten können Sie das Laufwerk auswählen, auf dem Recuva nach verlorenen Dateien suchen soll („In a specific location“). Den Schalter „Enable Deep Scan“ auf der folgenden Seite lassen Sie besser ausgeschaltet: Was er bewirkt, kann ein anderes Tool besser – dazu gleich mehr. Mit einem Klick auf „Start“ beginnt die Suche nach den verlorenen Dateien.

Je nach Größe des Datenträgers erscheint nach einer kürzeren oder längeren Wartezeit eine Liste von Verzeichniseinträgen gelöschter Dateien, die Recuva gefunden hat. Ampelfarben signalisieren die Erfolgsaussichten einer Wiederherstellung. Die Liste lässt sich durch Klicks auf die Spaltenköpfe nach verschiedenen Kriterien sortieren; interessant dürften neben den Dateinamen („File Name“) die Ordner („Path“) und die Einschätzungen zur Wiederherstellung („State“) sein. Durch das Setzen von Häkchen in der ersten Spalte können Sie die Dateien auswählen, die Sie wiederherstellen wollen. Vor dem Restaurieren sollten Sie vielleicht noch mit einem Klick auf „Switch to advanced mode“ die erweiterten Einstellungen freischalten, mit „Options“ aufrufen und dort unter „Actions“ die Option „Restore folder structure“ einschalten – sonst kopiert Recuva alle gefundenen Dateien in einen einzigen Ordner.

Das Wiederherstellen startet ein Klick auf „Recover“. Recuva fragt Sie daraufhin nach einem Ordner, in den es die geretteten Dateien kopieren soll. Dieser sollte auf keinen Fall auf demselben Datenträger liegen wie die gelöschten Dateien! Nach Murphy überschreibt sonst die Kopie der ersten geretteten Datei die gerade noch

intakten Sektoren der zweiten. Beim Versuch, diesen Datenträger auszuwählen, warnt Recuva zwar, unterbindet das aber nicht.

Das Kunststück, versehentlich gelöschte Dateien anhand übrig gebliebener Strukturen im Dateisystem wiederherzustellen, beherrscht auch das Programm **TestDisk**. Es präsentiert sich in einer altbackenen Text-Oberfläche. Auch wenn die nicht besonders einladend aussieht, hat man sich an die Bedienung schnell gewöhnt: Mit den Cursor-Tasten hoch/runter wählt man den gewünschten Eintrag aus der Liste in der oberen Bildschirmhälfte, mit rechts/links bestimmt man über die Optionen am unteren Fensterrand, was damit passieren soll. Bestätigt wird die Auswahl mit Enter; „Q“ für „Quit“ führt stets eine Menüebene zurück.

Auf die Suche nach verlorenen Dateien schickt man das Programm, indem man im ersten Schritt den betroffenen Datenträger auswählt. TestDisk bietet hier allerdings keine Laufwerksbuchstaben an, sondern physische Laufwerke; über die Kapazitätsangabe kann man aber meist schnell das gewünschte identifizieren. Das richtige Partitionierungsschema ist in der Regel schon vorausgewählt, sofern nicht die Partitionierung selbst zerstört wurde. Für die Suche nach gelöschten Dateien ist im nächsten Schritt „[Advanced]“ die richtige Auswahl. Schließlich wählt man oben die betroffene Partition und unten „[Undelete]“. In der Liste der gefundenen Dateien kann man nun einzelne mit dem Doppelpunkt oder alle mit der Taste „A“ auswählen; Umschalt+C kopiert die markierten Dateien. Beim Navigieren zum Ziel sollte man wissen, dass der Eintrag „...“ stets zum übergeordneten Verzeichnis wechselt, im Wurzelordner eines Laufwerks zur Liste der Datenträger. Ein Druck auf „C“ startet das Kopieren der gefundenen Dateien; dabei bemüht sich TestDisk nach Kräften, die Ordnerstruktur zu erhalten.

## Grundsicherung

Das Entlösen von Dateien ist nur ein Einsatzzweck für das Programm. Bewährt hat es sich auch, um Festplatten wiederzubeleben, denen die Partitionsinformationen abhandengekommen sind. Dazu wählt man nach der Datenträgerauswahl die Option „[Analyse]“. In der Regel liefert schon „[Quick Scan]“ die gewünschten Ergebnisse. Sieht das Ergebnis plausibel aus, kann man es mit Enter bestätigen

und mit „[Write]“ auf die Platte schreiben lassen.

Das ist allerdings riskant: Hat sich das Programm beim Identifizieren der Partitionen vertan, überschreibt es womöglich Informationen, mit denen ein anderes Programm oder ein professioneller Datenretter noch etwas anfangen können. Auch Festplatten mit defekter Hardware reagieren zuweilen auf Schreibversuche mit dem Verlust weiterer Daten. Bei bestimmten Schäden an Festplatten bergen selbst Leseversuche die Gefahr, dass mehr Daten kaputtgehen als gerettet werden. Macht Ihr Laufwerk komische Geräusche, sollten Sie deshalb zuallererst seinen Inhalt möglichst originalgetreu auf einen anderen Datenträger oder in eine Datei kopieren.

Dazu können Sie beispielsweise das Programm **HDD Raw Copy** aus dem c't-Notfall-Windows verwenden. Das Programm führt Sie in Form eines Assistenten durch die Kopieraktion. Im ersten Schritt wählen Sie aus, von welchem (physischen) Datenträger Sie eine Kopie anfertigen wollen. Als Ziel können Sie anschließend einen anderen Datenträger oder eine Image-Datei auswählen. Achtung: Im ersten Fall überschreibt die Kopie dort alle vorhandenen Daten – das Programm gibt aber eine entsprechende Warnung aus. Wollen Sie ein Image in einer Datei erstellen, sollten Sie darauf achten, im „Speichern unter“-Dialog zur Auswahl des Ziels den Dateityp „Raw image (dd image)“ statt des vorausgewählten „Compressed image“ auszuwählen. Nur so landen wirklich alle, auch die als unbelegt gekennzeichneten Bereiche der Platte im Image.

Außerdem ist dieses Format kompatibel zu TestDisk: Dazu müssen Sie dem Programm einfach den Namen der Image-Datei per Befehlszeile mitteilen, innerhalb des c't-Notfall-Windows also etwa `Y:\Programs\testdisk-7.2-Wip\testdisk_wine: \Fotoplatte.img`, einzugeben in eine Eingabeaufforderung oder den Windows+R-Dialog. Dann bindet das Tool dieses Image als Datenträger ein und Sie können alle Rettungsversuche in der Kopie unternehmen, ohne den Originaldatenträger zu gefährden.

## Letzte Rettung

Wenn die Dateisystemstrukturen so stark zerstört sind, dass weder Recuva noch TestDisk etwas Wiederherstellbares findet, bleibt als letzte Hoffnung noch das Programm **PhotoRec**. Es funktioniert

nach einem völlig anderen Prinzip: Es durchkämmt wahlweise einen kompletten Datenträger oder nur die als frei gekennzeichneten Bereiche und sucht dabei nach Anfängen von Dateien in Formaten, die ihm bekannt sind – seinem Namen zum Trotz erkennt es nicht nur Bilder, sondern gut 500 Formate aus allen Bereichen. Findet es beispielsweise den Header einer JPG-Datei, kopiert es diesen und die fol-

anwählen und hier Dateitypen nach Endung aus- oder einschalten. Die Dateinamen und die Ordnerstruktur der Originale gehen in jedem Fall verloren.

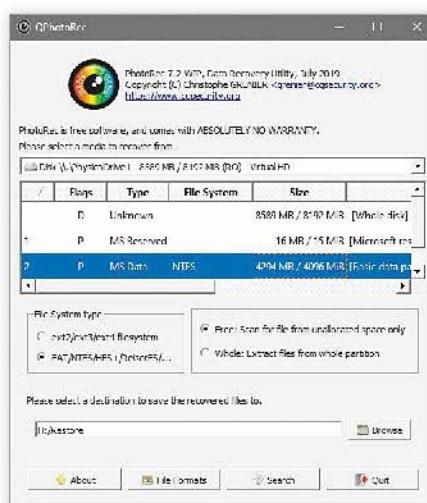
Als Alternative zu PhotoRec findet sich im c't-Notfall-Windows noch das Programm **QPhotoRec**. Vom Funktionsumfang her gleicht es seinem Namensvetter, kleidet sich aber in eine Windows-Oberfläche. Alle Einstellungen wie die Auswahl des zu behandelnden Datenträgers, der Partition darauf und das Ziel der Wiederherstellung lassen sich mehr oder weniger übersichtlich in einem Fenster vornehmen. Mit einem Klick auf „Search“ beginnt das Programm seine Arbeit.

Ein weiteres Programm zur Datenrettung im engeren Sinne ist der **Unstoppable Copier**: Er kann helfen, wenn der normale Versuch, eine Datei zu lesen, in einem Lesefehler endet. Vor allem bei optischen Datenträgern wie CDs oder DVDs verhindern manchmal kleine Kratzer auf der Oberfläche, dass die enthaltenen Daten noch lesbar sind. Der Unstoppable Copier versucht es dann einfach immer und immer wieder. Selbst wenn einzelne Cluster einer Datei sich partout nicht lesen lassen, kann es helfen, die noch lesbaren Teile in eine Datei zu kopieren – vielleicht lassen sich so ja doch noch die verlorenen Informationen wiedergewinnen.

Die Bedienung des Programms ist simpel: Einfach auf der ersten Seite der Tab-Oberfläche Quelle und Ziel eintragen und auf „Kopieren“ klicken. Auf der Seite „Einstellungen“ können Sie das Verhalten des Programms feintunen, etwa eine maximale Anzahl an Lesever suchen pro Cluster festlegen. Interessant sind die Optionen „Vorhandene Dateien überschreiben“ und „Teildateien fortsetzen“. Indem Sie die zweite davon wählen, können Sie einen unvollständigen Kopiervorgang ergänzen: Vielleicht lässt sich eine Scheibe, die in einem Laufwerk Lesefehler produziert, ja in einem anderen zumindest noch teilweise lesen.

## Sicher ist sicher!

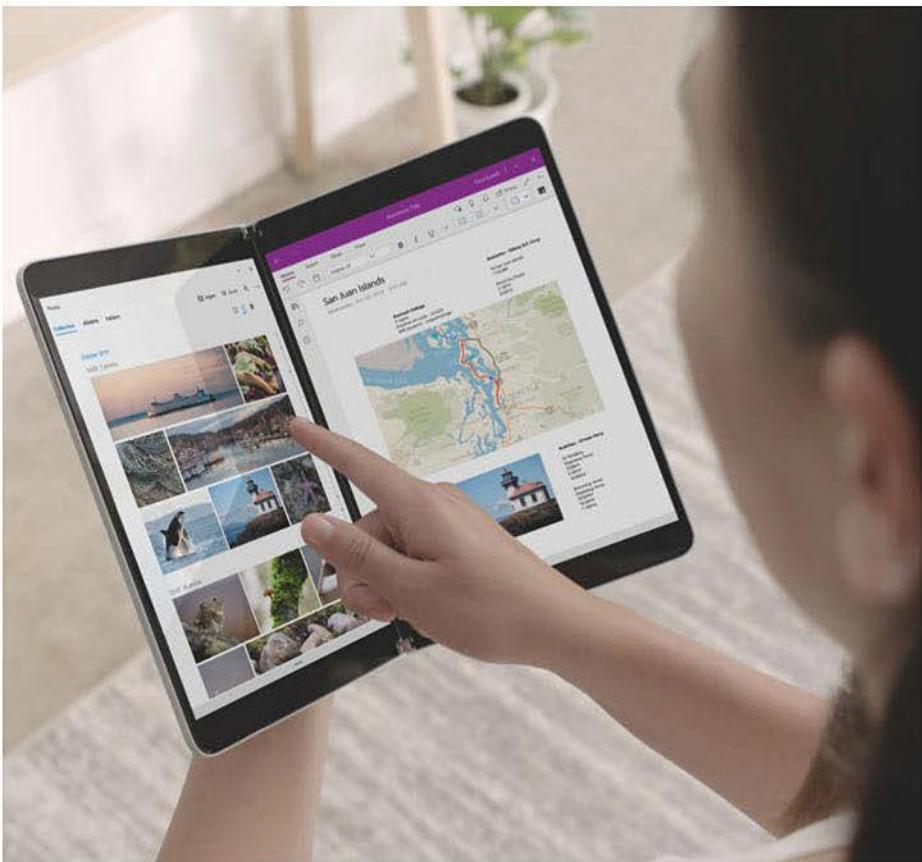
So leistungsfähig die Datenrettungs-Tools im c't-Notfall-Windows sein mögen: Letztlich bauen sie alle darauf, dass bei einem Datenverlust wenigstens noch Teile der ursprünglichen Informationen vorhanden sind. Die Chancen dafür kann man erhöhen – verlassen sollte man sich nicht drauf. Regelmäßige Backups sind für Ihre Daten allemal gesünder als das Glücksspiel einer Datenrettung. (hos@ct.de) **ct**



Den Rohdatenscanner PhotoRec gibt es als QPhotoRec auch in einer Version mit identischem Funktionsumfang, aber übersichtlicherer Windows-Oberfläche.

genden Cluster in eine Datei – in der Hoffnung, dass das Bild unfragmentiert gespeichert war.

PhotoRec stammt aus demselben Paket wie TestDisk und kommt ebenfalls mit einer reinen Text-Oberfläche; die Bedienung ist recht ähnlich. Auch hier muss man nach dem Start zunächst den zu durchsuchenden Datenträger auswählen und anschließend die gewünschte Partition. Das Programm will dann noch wissen, von was für einem Partitionstyp es ausgehen soll – „[Other]“ ist auf Windows-Rechnern meist die richtige Auswahl. Nach der Beantwortung der Frage, ob die gesamte Partition oder nur der freie Bereich gelesen werden soll, startet die Suche. Ist sie beendet, will PhotoRec wissen, wohin es die gefundenen Dateien kopieren soll. Eine Auswahl, welche der Dateien man kopieren will, ist hier nicht vorgesehen. Wer weiß, was er sucht, kann vor dem Beginn der Suche bei der Auswahl der zu beckernden Partition den Punkt „[File Opt]“



# Oberflächliches

## Microsofts neue Surface-Hardware

**Surface Neo und Surface Duo – so heißen die beiden neuen Dual-Screen-Geräte von Microsoft. Eines davon läuft sogar mit Android statt Windows. Im Kürze erhältlichen Surface Pro X verwendet Microsoft den hauseigenen ARM-Prozessor SQ1. Das Windows-Tablet Surface Pro 7 bekommt neue Intel-Prozessoren, den Surface Laptop 3 gibt es nun auch mit 15-Zoll-Bildschirm und Ryzen-CPU.**

**Von Florian Müssig**

**M**icrosoft hat Anfang Oktober zwei Dual-Screen-Geräte präsentiert, die die Zukunft der Surface-Baureihe darstellen. Beide lassen sich aufklappen, doch statt eines faltbaren Bildschirms haben sie je zwei nebeneinander angeordnete herkömmliche Touchscreens.

### Surface Neo mit Windows 10X

Das größere Surface Neo beherbergt zwei Touchscreens mit jeweils 9 Zoll Diagonale. Der Spalt zwischen den beiden Gerätehälften wird gezielt als Trennung zwischen zwei parallel laufenden Anwendungen genutzt. Dreht man das Neo, rotieren die Bildschirminhalte jeweils getrennt.

Im Surface Neo arbeitet Intels kommender x86-Stromsparprozessor Lakefield. Auf ihm läuft eine spezielle Windows-10-Version namens Windows 10X, die für Dual-Screen-Geräte konzipiert ist und ein angepasstes Startmenü mitbringt.

Microsofts flacher Slim Pen dockt magnetisch an der Geräterückseite an. Als weiteres Zubehör gibt es eine magnetisch andockende Bluetooth-Tastatur: Klappt man sie über einen der beiden Touchscreens, erkennt das Gerät das und schaltet in einen Notebook-Modus.

### Surface Duo mit Android

Das Smartphone Surface Duo verwendet dieselbe Bauart wie das Neo, ist mit zwei

5,6-Zoll-Touchscreens aber deutlich kompakter. Oberhalb des rechten Bildschirms findet man wie bei vielen anderen Touch-Handys einen Lautsprecher und eine Kamera.

Das Surface Duo ist wie das Neo auch für produktive Arbeiten mit mehreren Apps gleichzeitig ausgelegt, doch Microsoft greift dabei auf ein etabliertes App-Angebot zurück: Auf dem Duo läuft Android – und zwar inklusive Play Store und anderen Google Mobile Services (GMS). Weitere Infos zum technischen Innenleben hat Microsoft noch nicht genannt, doch es liegt die Vermutung nahe, dass wie im Surface Pro X (siehe unten) der hauseigene ARM-Prozessor SQ1 (oder ein Derivat davon) zum Einsatz kommt.

Microsoft will Surface Neo und Duo erst Ende 2020 verkaufen und die Zeit bis dahin nutzen, um Software-Entwicklern das Dual-Screen-Konzept schmackhaft zu machen.

### Surface Pro X mit ARM-Chip

Noch in diesem Jahr, nämlich ab dem 19. November, kann man das knapp 800 Gramm leichte und nur 7,3 Millimeter flache Windows-Tablet Surface Pro X kaufen. Die Grundfläche entspricht der älteren Pro-Tablets, doch wegen schmälerer Bildschirmränder passt nun ein 13-Zoll-Panel (2880 × 1920 Pixel) hinein. Im Surface Pro X kommt kein x86-Prozessor zum Einsatz, sondern erstmals Microsofts hauseigener ARM-Chip SQ1, der zusammen mit Qualcomm entwickelt wurde. Im Vergleich zum eng verwandten, regulären Snapdragon 8cx wurde unter anderem die GPU verstärkt.

Wie bei älteren Windows-on-ARM-Geräten (WoA) anderer Hersteller wirbt Microsoft mit Aspekten wie besonders langer Akkulaufzeit, lüfterlosem Betrieb und permanenter Internet-Verbindung dank des im SoC integrierten LTE-Modems. Bislang haben WoA-Geräte aber einen schweren Stand, weil es abgesehen vom Windows-Betriebssystem und dort mitgelieferten Anwendungen kaum Programme gibt, die auf ARM-Prozessoren laufen. Stattdessen müssen die ARM-Kerne x86-Code emulieren, was Performance kostet. Hinzu kommt, dass immer mehr leistungshungrige Anwendungen – etwa Adobes Creative-Cloud-Paket – mittlerweile ausschließlich in 64-Bit-Versionen vorliegen. Damit fällt ihr Einsatz auf WoA-Geräten flach, denn die Emulation übersetzt nur 32-Bit-Code.

Das überarbeitete, magnetisch ansteckbare Tastatur-Cover nimmt Microsofts neuen, flacheren Eingabestift Slim Pen auf. Er verschwindet zum Transport im bislang ungenutzten Bereich zwischen Tasten und Tablet und wird dort auch geladen.

Das Surface Pro X kostet zwischen 1150 Euro (8 GByte, 128-GByte-SSD) und 2000 Euro (16 GByte, 512-GByte-SSD). Stift und Tastatur gehören nicht zum Lieferumfang, sondern müssen separat gekauft werden (Surface Pro X Signature Cover: 150 Euro, Surface Slim Pen: 160 Euro).

Das Surface Pro X soll die bisherigen Tablet-Baureihen nicht ablösen: Wer hohe Rechenleistung und uneingeschränkte x86-Kompatibilität benötigt, bekommt ab dem 22. Oktober das neue Surface Pro 7 mit Intels Notebook-Prozessoren der zehnten Core-i-Generation. Je nach Ausstattung kostet das Tablet zwischen 900 Euro (i3, 4 GByte, 128-GByte-SSD) und 2500 Euro (i7, 16 GByte, 1-TByte-SSD).

## Surface Laptop 3 mit AMD-Prozessor

Das Notebook Surface Laptop 3 startet ebenfalls am 22. Oktober und bekommt in der bekannten 13-Zoll-Größe wie das Pro 7 ein Prozessor-Upgrade auf die zehnte Core-i-Generation. Je nach Gehäusefarbe und Ausstattung ruft Microsoft zwischen 1150 Euro (i5, 8 GByte, 128-GByte-SSD) und 2650 Euro (i7, 16 GByte, 1-TByte-SSD) auf.

Neu ist eine größere 15-Zoll-Ausführung des Laptop 3, in denen Microsoft-exklusive Varianten von AMDs mobilen Ryzen-Quad-Cores stecken: Die integrierten Vega-GPUs von Ryzen 5 3580U und Ryzen 7 3780U bieten jeweils eine Compute Unit (CU) mehr als die schon länger erhältlichen 3x50U-Modelle. Der Surface Laptop 3 15 kostet zwischen 1350 Euro (Ryzen 5, 8 GByte, 128-GByte-SSD) und 2950 Euro (Ryzen 7, 32 GByte, 1-TByte-SSD). Eine ebenfalls entwickelte Core-i-Ausführung des 15-Zoll-Laptops behält Microsoft Geschäftskunden vor.



Im Surface Pro X arbeitet Microsofts ARM-Prozessor SQ1.

Musste Microsoft bislang viel Kritik einstecken, weil SSDs auf die Hauptplatine gelötet waren und die Alcantara-Handballenablage mit dem Rumpf verschweißt wurde, hat der Hersteller bei den neuen Geräten reagiert: Es gibt Handballenablagen aus Metall (beim 15-Zoll-Modell immer, beim 13-Zöller je nach Farbe), die sich zerstörungsfrei abschrauben lassen. Beide Pro-Serien und die beiden Laptop-3-Größen bieten zudem wechselbare SSDs und endlich USB-C. (mue@ct.de) **ct**

 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)



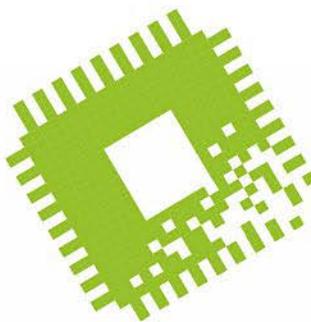
Jetzt bewerben!

MEHR BE WIR KEN

 DZ BANK Gruppe

# Bit-Rauschen

**Globalfoundries-Börsengang und Moores Gesetz**



**Nach zehn verlustreichen Jahren will der Halbleiter-Auftragsfertiger Globalfoundries an die Börse. Erzkonkurrent TSMC ist ziemlich ausgebucht, AMD verschiebt Startsüsse und Intel stolpert über Grafiktreiber, glaubt aber weiter ans Moore'sche Gesetz.**

**Von Christof Windeck**

Nachdem zehn Jahre lang darüber spekuliert wurde, will der Chip-Auftragsfertiger Globalfoundries 2022 tatsächlich an die Börse. CEO Tom Caulfield soll seinen Laden deshalb konkurrenzfähig aufstellen und räumt seit 2018 auf: Mitte 2018 brach Globalfoundries (Glofo) überraschend die Entwicklung der eigenen 7-Nanometer-Fertigungstechnik ab, später verkaufte man zwei Chip-Fabs. Nun schafft Glofo laut Caulfield zwar erstmals einen operativen Gewinn, entfernt sich aber vom einstigen Ziel, den Branchenprimus TSMC zu überholen. Es wird spannend, wie Glofo das 2022 eingeworbene Kapital einsetzt, etwa in Dresden. Auf der Globalfoundries Technology Conference im September war viel von 5G- und IoT-Chips unter anderem für Autos die Rede. Ob man damit aber genug verdient, um nachhaltig Milliarden in neue Fabs buttern zu können? Die Konkurrenten TSMC (Taiwan) und Samsung Semiconductor (Südkorea) haben jeweils ihre Regierungen im Rücken, die die Halbleiterfertigung kräftig subventionieren. Wohl auch deshalb hat Glofo mit der Patentklage gegen TSMC einen Warnschuss gesetzt – und mittlerweile eine Gegenklage kassiert.

## 7-nm-Engpässe

TSMC empfiehlt der geschätzten Kundenschaft, die für 2020 gewünschten Mengen an 7-Nanometer-Chips frühzeitig und fest zu buchen. Das deutet auf knappe Fertigungskapazitäten hin, trotz weltwirtschaftlicher Turbulenzen etwa durch den US-Handelskrieg. Wie im Bit-Rauschen in c't 21/2019 berichtet, kann auch Intel der-

zeit nicht so viele Prozessoren produzieren, wie nachgefragt werden.

AMD hat unterdessen den Start des Ryzen Threadripper 3000 „Sharktooth“ auf den November verschoben; dann erst soll auch der ursprünglich für September versprochene 16-Kerner Ryzen 9 3950X kommen. Man munkelt, dass bisher zu wenige der 7-Nanometer-Chips ausreichend hohe Taktfrequenzen erreichen – oder bei hohen Frequenzen zu viel Strom schlucken. AMD hatte ja kürzlich schon ein wenig Ärger durch etwas zu niedrige Boost-Taktfrequenzen heraufbeschworen. Letztere haben aber kaum praktische Nachteile, weil es bloß um einen 2 bis 5 Prozent niedrigeren Takt geht. Aber AMD hatte eben mehr versprochen und bessert mittlerweile mit BIOS-Updates nach.

Intels Core i9-9900KS soll 5 GHz im Turbo auf allen acht Kernen gleichzeitig schaffen, rund 9 Prozent mehr als der Ende 2018 vorgestellte i9-9900K. Dafür will Intel die nominelle Leistungsaufnahme wohl um 34 Prozent hochsetzen, nämlich von 95 auf 127 Watt. Es geht dabei um die sogenannte Thermal Design Power (TDP), die aktuelle Core-i-Typen unter Volllast in der Praxis ohnehin weit überschreiten, zumindest kurzzeitig. Da fühlt man sich an AMDs Verzweiflungstat aus dem Jahr 2013 erinnert, als man den Bulldozer-Achtkerne „Vishera“ als FX-9590 auf 220 statt 125 Watt hochheizte, um gegen Intels Core i7-4770K ein wenig Boden gutzumachen.

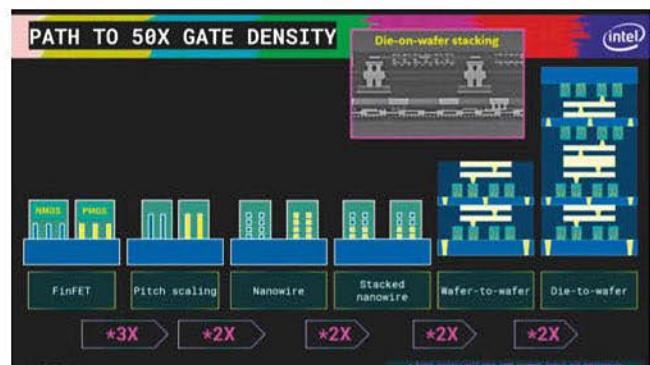
2020 will Intel zwar wohl noch immer keinen konkurrenzfähigen 10-Nanome-

ter-Prozessor für Desktop-PCs liefern, aber den ersten separaten Grafikchip aus eigener Produktion: den Xe. Dafür muss Intel freilich nicht bloß am Chip feilen, sondern auch an Windows-Treibern. Ein schlechtes Omen sind in diesem Zusammenhang die hakeligen Treiber für die Iris-Plus-(Gen11-)GPU in den neuesten 10-Nanometer-Mobilprozessoren wie dem Core i7-1035G7. Ein erstes Ice-Lake-Notebook – direkt via Amazon eingekauft, weil Dell und HP angeblich noch gar keine Testmuster in Deutschland haben – kämpfte mit Abstürzen in Grafik-Benchmarks. Hat Intel vielleicht die falschen Leute von AMD abgeworben? Früher pflegte nämlich AMD die Tradition, mit jeder neuen GPU-Generation erst einmal vermurkte Grafiktreiber auszuliefern, die man erst nachträglich mit Updates scheibenweise reparierte.

## Moores Gesetz lebt

Immer wieder gibt es Diskussionen um Gordon Moores berühmtes Gesetz aus dem Jahr 1965, das eine Verdopplung der Anzahl der IC-Funktionen etwa alle zwei Jahre vorhersagt. Manche halten es für tot oder mindestens sterbend, andere für quickebändig. Mit Jim Keller von Intel – der früher bei AMD, davor bei Apple und ganz früher bei DEC arbeitete – und dem TSMC-Forschungschef Philip Wong meldeten sich kürzlich zwei Verteidiger der Moore'schen Thesen aus ganz unterschiedlichen Lagern. Beide sind sich einig, dass zunächst die derzeit trendigen Chiplets die Moore'sche Daumenregel weitertragen, später dann Innovationen wie Kohlenstoff-Nanoröhrchen oder Nanodrähte aus anderen Materialien. Vor allem aber sollen Stapelverfahren kommen, also monolithische Prozessoren, die intern aus mehreren Lagen bestehen, so wie heute schon NAND-Flash-Speicher mit bis zu 128 Lagen.

(ciw@ct.de) ct



## High-End- und Workstation-CPUs

Die LGA2066-Prozessoren der Serien **Core i9-10900X** und **Xeon W-2200** treten mit bis zu 18 CPU-Kernen, 48 PCIe-3.0-Lanes und vier DDR4-Speicherkanälen an. Im Vergleich zu den Vorgängern hat Intel die Preise erheblich gesenkt. So kostet der 18-Kerner Core i9-10980XE mit einem Großhandelspreis von 979 US-Dollar nur noch etwa halb so viel wie das bisher Core-X-Topmodell Core i9-9980XE.

Die insgesamt 12 Prozessoren sind eng verwandt mit den im April vorgestellten Serverchips Xeon-SP und verwenden ebenfalls die in 14-nm-Technik gefertigte Cascade-Lake-Architektur. Zu den Neuerungen zählen unter anderem VNNI-Instruktionen für Deep-Learning-Anwendungen und Hardware-Anpassungen gegen einige Sicherheitslücken wie Meltdown und L1 Terminal Fault.

Die Core-X-Prozessoren richten sich an Enthusiasten, die ihren PC außer für 3D-Spiele auch für anspruchsvolle Anwendungen wie Videoschnitt und Rendering nutzen. Intel gibt bei ihnen den Taktmultiplikator fürs Overclocking frei. Für Workstations eignen sich die Xeon-W-CPUs, welche im Unterschied zu den Core-X-Varianten zusätzlich mit ECC-RAM umgehen können und statt bis zu 256 GByte bis zu 1 TByte DDR4-RAM ansteuern. Mit Ausnahme des Xeon W-2223 (DDR4-2666) klettert das Speichertempo auf DDR4-2933, sofern nur ein DIMM pro Kanal steckt.

Der Verkauf der Core-X-Prozessoren beginnt im November. Workstations mit Xeon W-2200 von Dell, HP, Lenovo und weiteren Herstellern sollen in den nächsten Monaten in den Handel kommen.

(chh@ct.de)

## Cascade Lake X (14 nm, LGA2066, 4 × DDR4-2933)

Prozessor	Kerne	Takt / Turbo	L3-Cache	TDP	Preis
Core i9-10980XE	18+HT	3,0 / 4,8 GHz	24,75 MByte	165 Watt	979 US-\$
Core i9-10940X	14+HT	3,3 / 4,8 GHz	19,25 MByte	165 Watt	784 US-\$
Core i9-10920X	12+HT	3,5 / 4,8 GHz	19,25 MByte	165 Watt	689 US-\$
Core i9-10900X	10+HT	3,7 / 4,7 GHz	19,25 MByte	165 Watt	590 US-\$
Xeon W-2295	18+HT	3,0 / 4,8 GHz	24,75 MByte	165 Watt	1333 US-\$
Xeon W-2275	14+HT	3,3 / 4,8 GHz	19,25 MByte	165 Watt	1112 US-\$
Xeon W-2265	12+HT	3,5 / 4,8 GHz	19,25 MByte	165 Watt	944 US-\$
Xeon W-2255	10+HT	3,7 / 4,7 GHz	19,25 MByte	165 Watt	778 US-\$
Xeon W-2245	8+HT	3,9 / 4,7 GHz	16,5 MByte	155 Watt	667 US-\$
Xeon W-2235	6+HT	3,8 / 4,6 GHz	8,25 MByte	130 Watt	555 US-\$
Xeon W-2225	4+HT	4,1 / 4,6 GHz	8,25 MByte	105 Watt	444 US-\$
Xeon W-2223	4+HT	3,6 / 3,9 GHz	8,25 MByte	120 Watt	294 US-\$

## 2-in-1-Notebook mit langer Laufzeit

Das 13-Zoll-Touchdisplay des **HP Spectre x360 13** lässt sich um 360 Grad drehen, wodurch das Notebook sich in ein Tablet verwandelt. Eine Akkuladung soll laut Hersteller für bis zu 22 Stunden reichen. Im Inneren des 2-in-1-Geräts stecken ein 10-Nanometer-Mobilprozessor der zehnten Core-i-Generation mit vier Kernen, mindestens 8 GByte Arbeitsspeicher, eine SSD sowie ein WiFi-6-WLAN-Modul mit einer 4x4-Antennenkonfiguration. Erhältlich ist das HP Spectre x360 13 sowohl mit einem Full-HD-Panel als auch mit einem 4K-OLED-Display mit HDR. Das Note-

book geht im November ab 1299 Euro in den Verkauf.

(chh@ct.de)



Trotz eines Gewichts von unter 1,3 Kilogramm soll eine Akkuladung das HP Spectre x360 fast einen Tag lang antreiben.

Viele Branchen setzen bereits auf die Cloud.

Mit Verschlüsselung von Boxcryptor sind sie dabei auf der sicheren Seite.



Alle Infos und unser kostenloses Trial finden Sie unter:

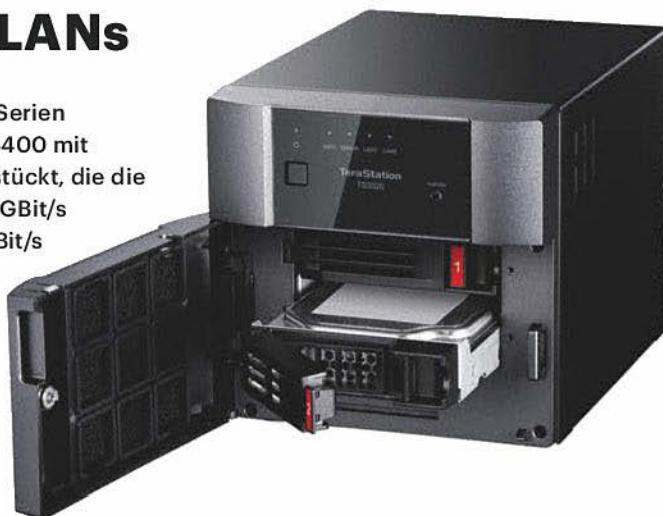
## Netzwerkspeicher für flotte LANs

**Dank ihres NBase-T-Ports sollen Buffalos NAS-Serien TS3020 und TS6200/6400 Daten mit bis zu 500 MByte/s annehmen und ausliefern können.**

Mit sechs **NAS-Gehäusen für Desktop- und Rack-Einsatz**, die mit NAS-Festplatten bestückt betriebsfertig geliefert werden, modernisiert Buffalo sein Netzwerkspeicher-Programm: Die TS3020-Serie umfasst drei Modelle mit zwei und vier Bays, die in Gesamtkapazitäten von 2 bis 32 TByte für Preise zwischen 450 und 2040 Euro zu haben sind. Als Antrieb dient ein mit 1,4 GHz getakteter Quad-Core-ARM-Prozessor AL214. Er kann auf 1 GByte RAM zugreifen und liefert die Daten über zwei Ethernet-Ports aus, von denen einer gemäß NBase-T bis 2,5 GBit/s arbeitet.

In den 6000er-Geräten schlägt ein Atom-C3000-Herz mit 8 GByte ECC-RAM (TS6200: C3338, Dual-Core, 1,5 GHz, TS6400: C3538, Quad-Core, 2,1 GHz). Die LAN-Anbindung läuft über drei

Buffalo hat seine NAS-Serien TS3020 und TS6200/6400 mit NBase-T-LAN-Ports bestückt, die die Daten mit maximal 2,5 GBit/s beziehungsweise 10 GBit/s transportieren.



Ethernet-Ports, von denen einer mit NBase-T bis 10 GBit/s hoch geht. Hier stehen mit zwei oder vier Bays Gesamtkapazitäten von 4 bis 32 TByte zur Wahl, der Preis rangiert zwischen 840 und 2650 Euro.

Die 3020-Serie sieht Buffalo am besten bei anspruchsvollen Anwendern im Small Office/Home Office (SOHO) oder in kleinen Firmen platziert. Die 62/64er-Baureihe soll eher als firmenübergreifender Netzwerkspeicher arbeiten und min-

destens 50 Clients gleichzeitig ohne Leistungseinbuße bedienen können. Beide Serien installieren beim Einrichten das Betriebssystem von einem austauschbaren internen Speicher (MicroSD-Card-Träger) auf die NAS-Platten, was Buffalo „Duplex System Firmware-Boot“ nennt. Dieser Kniff soll bei korrumpterter OS-Partition den Weiterbetrieb ohne Technikereinsatz garantieren, indem das NAS beim nächsten Reboot das Betriebssystem schlicht neu installiert. (ea@ct.de)

## POF fürs WLAN

Der OEM-Hersteller Comtrend will POF (polymere optische Faser, **Kunststofflichtleiter**) aus der Nische holen und **in Mesh-WLAN-Systeme integrieren**: Statt die Daten drahtlos zwischen Router und Repeatern zu transportieren, sollen die Fasern als Backbone mit Gigabit-Geschwindigkeit dienen. Ein Router könnte dafür zwei POF- und zwei Kupfer-Gigabit-Ethernet-Ports bekommen. Als POF-Transceiver wählte Comtrend den KD 1001 der spanischen Firma KDPOF, der auch in Fubas WebFiber-Set steckt (Test in c't 12/2017, S. 58, ct.de/yrwa).

Die Deutsche Telekom nahm POF 2006 ins Programm, aber es verschwand bald wieder in der Nische. Die Technik könnte neuen Schwung bekommen, wenn Providerkunden damit ausgerüstete Router und WLAN-Basen zu ihrem Internetvertrag dazubekommen. Wer die Mühe des Kabelverlegens auf sich nimmt, könnte statt dünnerem Gigabit-POF aber auch gleich zu einem dickeren 10-Gigabit/s-fähigen Kupferkabel greifen. (amo@ct.de)

## Kurz und knapp: Netze

Der **SSH-Client PuTTY** ist in Version 0.73 erschienen (ct.de/yrwa). Sie beseitigt eine Handvoll Fehler, von denen manche sicherheitsrelevant sein sollen.

TP-Link will noch im Oktober seinen 80 Euro teuren **Wi-Fi-6-Adapter TX3000E** mit externem Antennenträger ausliefern. Die PCI-Express-Karte bringt PCs über ein Intel-Modul AX200 mit maximal 2,4 GBit/s brutto bei 160 MHz Funkkanalbreite ins WLAN. Außerdem stellt sie eine Bluetooth-5.0-Schnittstelle bereit.

AVMs **Fritzboxen für Glasfaseranschlüsse** sind nun im Handel: Das Modell 5490 für Punkt-zu-Punkt-FTTH-Anschlüsse (Active Optical Network) kostet 199 Euro, die Fritzbox 5491 für Gigabit Passive Optical Network (GPON) 249 Euro. Auf der IFA 2019 hat AVM schon die deutlich modernisierten Nachfolgemodelle 5530 und 5550 angekündigt (ct.de/yrwa).

Devolo macht seine neue Home Network App zum **zentralen Konfigurationswerkzeug für dLAN-Adapter** und löst damit die ältere mydevolo-App ab. Der neue Installationsassistent leitet in sieben Sprachen beim Einrichten eines dLAN-Heimnetzes inklusive Powerline-WLAN-Basen an. Im Betrieb hilft die App durch Anzeige der aktuellen Powerline-Datenraten Netzwerkengpässe aufzuspüren.

Sparklan, Anbieter von **WLAN-Modulen für Embedded-Systeme**, liefert nun ein 11ac-WLAN-Kärtchen im Mini-PCIe-Format für 4 MIMO-Streams: Das WPEQ-450AC nutzt den Qualcomm-Chip QCA9984. Es erreicht im 5-GHz-Band bis zu 1733 MBit/s brutto, braucht dafür laut Datenblatt beim Senden (max. 7,4 Watt an 3,3 Volt) und Empfangen (max. 2,5 Watt) aber viel Leistung und Platz: Das Modul misst 30 × 51 Millimeter und ist mit Kühlkörper 7 Millimeter dick.

## Günstige Spieler-Grafikkarten für Full-HD-Auflösung

Spieler, die moderne Technik zum moderaten Preis wollen, könnten bei AMDs neuen **Mittelklasse-Grafikkarten der RX-5500-Reihe** aufhorchen. Für flüssiges Spielvergnügen in  $1920 \times 1080$  Pixel ausgelegt, kommen in den nächsten Wochen ein Notebook-Grafikchip und die Desktop-Karten.

Beide Varianten nutzen AMDs aktuelle, für Spiele optimierte RDNA-Technik aus der RX-5700-Reihe in Form des in 7-Nanometer-Grafikchips Navi 14. Dazu gibt es 4 und optional 8 GByte großen und 224 GByte/s flotten GDDR6-Grafikspeicher. Mit 1408 Shader-Rechenkernen und typischem Gaming-Takt bis zu 1717 MHz im Desktop-PC dürfte die Karte etwas mehr als halb so schnell wie die großen Geschwister sein. Laut AMD-internen Benchmarks ist die RX 5500 circa 20 Pro-

zent schneller als die Radeon RX 480 – also in etwa zwischen den aktuell für unter 200 Euro angebotenen RX 580 und 590. In ausgewählten Tests liegt die PCIe-4.0-Karte demnach zwischen 30 und 50 Prozent vor der 150 Euro teuren GeForce GTX 1650. Nvidia will mit der GTX 1650 Super und 1660 Super kontern.

Die Karten werden nur von AMD-Partnern auf den Markt kommen. Sie haben 150 Watt TDP und einen Achtpol-Anschluss zum Netzteil. Bis Ende 2019 gibt AMD zu den Karten wahlweise Borderlands 3 oder Tom Clancy's Ghost Recon Breakpoint sowie den XBox Game Pass PC drei Monate lang dazu.

Die mit 1414 MHz niedriger taktende 4-GByte-Mobilvariante RX 5500M (85 Watt TDP) wird es ab zunächst im MSI-Notebook Alpha 15 geben. (csp@ct.de)

## Business-Prozessoren

Für Office-PCs bietet AMD nun auch **Ryzen-Pro-Prozessoren** der dritten Generation mit Zen-2-Architektur sowie Kombiprozessoren mit Zen+-Rechenwerken und Vega-GPU an. Die acht CPUs mit 36 Monaten Garantie liefert der Chiphersteller ausschließlich an PC-Hersteller. Im Unterschied zu den Consumer-Varianten enthalten sie zusätzliche Sicherheitsfunktionen wie einen vollständig verschlüsselbaren Arbeitsspeicher.

Erhältlich sind die in 7 nm gefertigten Sechs-, Acht- und Zwölfkerner Ryzen 5 Pro 3600, Ryzen 7 Pro 3700 und Ryzen 9 Pro 3900 mit jeweils 65 Watt Thermal Design Power. Diese bieten dank Simultaneous Multithreading ausreichend Leistung für Software-Entwickler und die Erstellung digitaler Inhalte.

Zu den Kombiprozessoren mit vier Kernen und 12-nm-Technik zählen die 65-Watt-Chips Ryzen 3 Pro 3200G und Ryzen 5 3400G sowie die 35-Watt-Varianten Ryzen 3 Pro 3200GE und Ryzen 5 Pro 3400GE. Preiswertester Prozessor ist der Dual-Core Athlon Pro 300GE. Diese CPUs mit integrierter Vega-Grafik eignen sich für Office-Programme und Webanwendungen. Erste Systeme mit den neuen Ryzen-Pro-CPU sollen in Kürze erhältlich sein.

(chh@ct.de)



Mit der Radeon RX 5500 und der RX 5500M im Notebook will AMD Spieler mit kleinerem Budget ansprechen.



Your experts in DATA COMMUNICATION.

## VA1000 - VoIP Telefonanlage



- Über 100 Komfortfunktionen integriert
- Individuelle Ansagen & ABs
- Ideal für SOHO & KMU
- Zeitsteuerung & Konferenzen
- Callcenter-Funktionen
- Virtuelles Fax integriert
- Inkl. 10 Nebenstellen, max. 50 möglich

**Meine Telefonie. Meine Daten. Mein Business.**

# Alexas neue Wohnungen

## Bessere Lautsprecher, Mini-Echo und Datenbrille von Amazon

**Rechtzeitig vor Weihnachten erweitert Amazon seine Produktpalette um neue vernetzte Geräte mit integrierter Sprachassistentin Alexa – bis hinauf ins höherpreisige Lautsprechersegment. Ein Blick in die USA zeigt, dass der Hersteller dort nicht stoppen will.**

Von Nico Jurran

Die Zeiten, in denen das Faszinosum Sprachsteuerung reichte, um vernetzte Lautsprecher zu verkaufen, scheinen auch bei Amazon endgültig vorbei zu sein: Mit dem „Echo Studio“ kündigte Amazon seinen ersten smarten Lautsprecher an, der auch den klanglich überlegenen Modellen von Sonos und Bose Paroli bieten soll.

Dazu erzeugt der Echo Studio als eine Art Soundprojektor ein dreidimensionales Klanglebnis bei Audiostreams, die in den 3D-Soundformaten Dolby Atmos und dem neuen Konkurrenzformat „360 Reality Audio“ von Sony vorliegen. Laut Entwickler erfasst der Echo Stu-

dio dabei automatisch die Akustik des Raumes und passt die Wiedergabe kontinuierlich an, um stets optimalen Klang zu liefern.

Beide 3D-Soundformate sind bemerkenswert: So gab es zum einen bislang keine reine Audiovariante von Dolby Atmos, zum anderen scheint Amazon mit dem Studio den ersten Lautsprecher für 360 Reality Audio überhaupt auf den Markt zu bringen. Sony selbst hatte sich auf der IFA auf Kopfhörerdenos beschränkt, mit hauseigenen Smartphones als Zuspieler.

Passende 3D-Musik von Universal Music Group, Warner Music Group und Sony Music Entertainment soll es zunächst exklusiv über Amazon Music HD geben. Dabei handelt es sich um eine Premium-Variante des Audio-Streamingdienstes, die Amazon kurz zuvor gestartet hatte (siehe Kasten).

Wer möchte, lässt zwei Echo Studios zusammen spielen oder koppelt Amazons Subwoofer Echo Sub. Auch eine Verbindung mit Fire TV Cube, dem Fire TV Stick 4K oder dem Fire TV Stick der 2. Generation ist möglich.

Der Echo Studio ist mit integriertem Smart Home-Hub (unterstützt den Zig-



Der Loop besteht außen aus Titan mit diamantenartiger Kohlenstoffbeschichtung, innen aus Stahl.

Bee-Standard) für rund 200 Euro im Vorverkauf, die Auslieferung soll am 7. November erfolgen.

### Aufpoliert

Bei den bisherigen Amazon-Lautsprechern gibt es eine leichte Modellpflege. So kommt die neue Echo-Generation in überarbeiteten Textil- und Farbdesigns und soll laut Hersteller nun einen stärkeren Bass sowie klarere Mitten und Höhen bieten. Möglich macht das ein 3-Zoll-Lautsprecher, der auch schon im Echo Plus zu finden ist. Der Preis liegt unverändert bei rund 100 Euro.

Das laut Amazon meistverkaufte Echo-Modell Dot wird als „Echo Dot mit Uhr“ um ein schlichtes, helles LED-Display ergänzt, das seine Helligkeit automatisch an die des Raums anpasst und auf Wunsch auch die Außentemperatur anzeigt – ermittelt per Internet und Standort. Mit einem Tippen auf die Gehäuseoberseite aktiviert man die Schlummerfunktion des Weckers. Gegenüber dem gewöhnlichen Echo Dot verlangt Amazon für den Dot mit Uhr 10 Euro Aufpreis, sodass das Gerät nun knapp 70 Euro kostet.



Der Echo Studio hat fünf integrierte, direktionale Lautsprecher: einen 5,25 Zoll großen Tieftöner mit einer Leistung von 330 Watt für satte Bässe, einen 1-Zoll-Hochtöner und drei 2-Zoll-Mitteltöner für dynamische Mitten und klare Höhen. Der Bassreflexkanal befindet sich unten am Gehäuse, um laut Amazon Luftstrom und Output zu maximieren.

Ganz neu ist der Echo Flex, ein smarter Lautsprecher mit Alexa für 30 Euro, der sich direkt in eine Steckdose stecken lässt. Gedacht ist er für Räume, in denen Kabel stören würden, wie Garage oder Badezimmer. Über die integrierte USB-Buchse können Kunden ihr Smartphone aufladen oder optionales Zubehör wie ein kompatibles smartes Nachtlicht oder einen Bewegungsmelder anschließen.

Auch die Smart-Display-Reihe von Amazon erhält ein Update: Der Echo Show 8 mit 8-Zoll-HD-Display soll für rund 130 Euro unter anderem knackiger klingen. Wie schon beim Echo Show 5 kommt die Kamera mit einer integrierten Linsenabdeckung.

## Neue Wege

In den USA schickt sich Amazon bereits an, noch einen Trendbereich zu erobern: kabellose Ohrhörer – natürlich mit Anbindung an das Sprachassistentensystem Alexa. Die schwarzen Echo Buds für knapp 130 US-Dollar sind per Touch bedienbar und kommen mit aktiver „Noise Reduction“ von Bose. Die Ohrknöpfe lassen sich auch per Touch bedienen: Einmal Antippen und Halten startet den Assistenten auf dem per Bluetooth verbundenen Smartphone, zweimal Antippen aktiviert oder deaktiviert die Noise Reduction.

Amazon verspricht mit einer Akkuladung fünf Stunden Musikstreaming am Stück. Das portable Case fungiert auch als

Ladegerät und Powerbank und soll Saft für weitere 15 Stunden liefern.

## Tag 1

Schließlich kündigte Amazon eine Initiative namens „Day 1 Editions“ an. Darüber vermarktet das Unternehmen künftig Eigenentwicklungen, die noch keine Serienreife erreicht haben. Den Anfang machen zwei Geräte mit Alexa: eine Brille namens Echo Frames und ein Fingerring namens Echo Loop.

Der Lautsprecher des Loop misst gerade einmal 5 mm × 2,1 mm × 1,9 mm. Von den zwei Mikrofonen dient eines der Erkennung und folgenden Filterung von Umgebungsgeräuschen. Integriert ist zudem ein Akku mit 15 mAh, ein Blue-

tooth-Chip (Classic und Low Energy), ein Druckknopf (zum Initiieren von Anrufen über das Handy) und eine Art Vibrationsmotor.

In den Stegen des Frames, in die sich geschliffene Gläser einsetzen lassen, stecken Akkus, Mikrofon und Lautsprecher. So kann der Nutzer unterwegs mit Alexa kommunizieren. Teilnehmer am Betatest zahlen 180 US-Dollar für die Brille und 130 Dollar für den Ring.

Die Geräte werden vorerst nur in den USA und nur an Kunden verkauft, die eine Einladung erhalten haben. Darauf kann sich aber jeder US-Kunde bewerben. Ob das Programm künftig auch auf den deutschen Markt ausgeweitet wird, ist noch nicht bekannt.

(nij@ct.de) ct

## Amazon Music HD

Mitte September Amazon erweiterte seinen Audio-Streamingdienst Amazon Music um den Premium-Bereich „Amazon Music HD“. Über diesen sollen sich mehr als 50 Millionen verlustfrei komprimierte Titel in „HD“-Qualität (mindestens 16 Bit/44,1 kHz) abrufen lassen.

Darüber hinaus umfasst Amazon Music HD auch „Millionen Songs“ in „Ultra HD“, worunter der Dienst Hi-Res-Audiostreams mit 24 Bit und 192 kHz bei einer Bitrate von bis zu 3730 kBit/s ver-

steht. Schließlich sollen noch Titel in den 3D-Soundformaten Dolby Atmos und 360 Reality Audio hinzukommen.

Amazon Music HD kostet monatlich 12,99 Euro für Prime-Mitglieder und 14,99 Euro für andere Amazon-Kunden. Eine Familienmitgliedschaft ist für 19,99 Euro monatlich erhältlich. Nutzer des „Amazon Music Unlimited“ können ihr Abo gegen einen Aufpreis von monatlich 5 Euro um Amazon Music HD erweitern.



 KYOCERA

Kli.ma.schutz.sys.tem=  
klimafreundlich drucken  
und kopieren

# In die Zukunft mit künstlicher Intelligenz

**Rechenleistung für Bild- und Spracherkennung von Huawei**

**Huawei steht von allen Seiten unter Beschuss. Die USA haben Sanktionen verhängt, Kunden sind verunsichert, wie es mit den Smartphones weitergeht. Das Unternehmen gab davon unbeeindruckt einen Einblick, wie das Großrechnergeschäft weitergehen soll und wie sich die IT-Welt durch künstliche Intelligenz in den kommenden Jahren verändern wird.**

**Von Urs Mansmann**

Das Großrechnergeschäft hat in den Augen von Huawei eine goldene Zukunft. Hardware und Software rund um die Huawei-Prozessoren der Ascend- und Kunpeng-Reihe sollen die nächste Stufe der IT-Revolution befeuern und die benötigte Rechenleistung für die Anwendungen der Zukunft bereitstellen, verkündete das Unternehmen im Rahmen der Huawei-Hausmesse „Connect 2019“ in Shanghai.

Bild- und Spracherkennung werden die Computernutzung in den kommenden Jahren prägen und grundlegend verändern. Das ist nicht nur für industrielle Anwendungen interessant. Spracheingaben für Alexa oder Google Assistant beispielsweise werden schon heute von intelligenten Cloud-Systemen verarbeitet, die Erkennung von Gesichtern oder Fingerabdrücken beherrscht fast jedes neue Smartphone. Nach der Vorstellung von Huawei werden solche Systeme in Zukunft alle Bereiche des Lebens durchdringen.

Schon heute kommen solche Anwendungen beispielsweise in der Medizin zum Einsatz, um CT- oder MRT-Bilder auszuwerten und Ärzte bei der Diagnose zu unterstützen (siehe S. 140). Künstliche Intelligenz steuert autonome Fahrzeuge, hilft bei der Suche nach Lagerstätten für Roh-

stoffe oder ermöglicht eine Verkehrslenkung in Smart-Citys.

Die Zusammenarbeit zwischen den Instanzen in der Cloud, der Edge – also beispielsweise der Rechenkapazität in den Basisstationen der Mobilfunknetze – und den Endgeräten werde sich in den kommenden Jahren deutlich verbessern, prognostizieren führende Mitarbeiter des Unternehmens, und die Leistungsfähigkeit solcher Systeme nochmals erhöhen. Das führt, entgegen allgemeiner Befürchtung, letztendlich sogar zu einer Verbesserung des Datenschutzes, weil viele Daten direkt auf den Endgeräten verarbeitet würden.

Huawei will jedoch keine Prozessoren verkaufen, sondern Dienste und Komplettsysteme. Dabei setzt das Unternehmen auf offene Hard- und Softwarestandards und unterstützt App-Entwicklungen der Partner. Ziel ist es, ein eigenes Huawei-Ökosystem zu erschaffen, in dem sich Entwickler und Ausrüster nach Bedarf mit Komponenten bedienen und untereinander austauschen können.

## Großrechner Atlas 900

Die Nachfrage nach Rechenleistung will Huawei mit dem Cluster Atlas 900 befriedigen. Der modular und skalierbar aufgebaute Großrechner liefert bei Gleitkomma-Berechnungen mit halber Genauigkeit (FP16) zwischen 256 und 1024 PFlop/s für KI-Anwendungen. Die verbauten Prozessorboards sind mit dem Ascend 910 be-

stückt. Wegen der hohen Leistungsdichte muss die Einheit mit Flüssigkeit gekühlt werden, wodurch sie trotz des hohen Stromverbrauchs kompakt ausfällt. Den Test ResNet 50@ImageNet absolviert ein Atlas-Cluster in 59,8 Sekunden; tatsächlich ist das aktuell ein Spitzenwert, der allerdings nicht lange Bestand haben dürfte.

Angewendet werden solche Cluster beispielsweise in der Astronomie. Das geplante Square Kilometer Array (SKA) will damit ab 2021 die Signale ihrer Antennenfelder verarbeiten, wie der Projektleiter Philip Diamond in einer eigenen Keynote verkündete. Anders, so Diamond, könne man solche Datenmengen, wie sie das System liefern werde, gar nicht mehr sinnvoll verarbeiten. Die Erstellung einer dreidimensionalen Sternenkarte, die bislang 169 Manntage verschlingt, lässt sich mit einem Atlas-900-Cluster innerhalb von 10,2 Sekunden berechnen.

## Fokus auf Sicherheit

Durch die US-Sanktionen und Empfehlungen, Huawei-Hardware aus Sicherheitsgründen nicht an neuralgischen Punkten einzusetzen, sind viele potenzielle Kunden verunsichert. Dem versucht Huawei durch Transparenz entgegenzuwirken.

Das Unternehmen verweist auf das 2013 eingerichtete Security-Lab, das unabhängig arbeitet und sicherstellen sollte, dass sämtliche Huawei-Produkte alle Sicherheitsanforderungen und gesetzlichen Vorgaben erfüllen. Systemsicherheit und Datenschutz hätten die höchste Priorität, der sich kommerzielle Interessen ausnahmslos unterordnen müssten. Fünf Prozent der Forschungs- und Entwicklungskosten gibt Huawei nach eigenen Angaben für Sicherheit aus und 1,6 Prozent der Entwicklungingenieure arbeiten demzufolge in diesem Bereich. (uma@ct.de) **ct**

*Huawei übernahm die Kosten für die Reise nach Shanghai.*

Auf der Huawei-Hausmesse drehte sich alles um den Cluster Atlas 900 für KI-Berechnungen.



# Kernel-Log

## Linux 5.4: exFAT-Unterstützung und Einschränkungen für Root

**Die nächste Kernel-Version kann Verzeichnisse effizienter in virtuelle Maschinen hineinreichen. Sie führt zudem eine von manchen ungeliebte Sicherheitstechnik ein und spricht viele neue Grafikchips von AMD an.**

**Von Thorsten Leemhuis**

**B**ei in der zweiten Novemberhälfte erwarteten Linux 5.4 stößt endlich Code zur Unterstützung von Microsofts exFAT-Dateisystem zum Kernel. Damit dürfte das Gros der Linux-Distributionen das bei Speicherkarten aktueller Foto- und Video-Kameras häufig anzutreffende Dateisystem bald endlich von Haus aus unterstützen. Bislang war exFAT-Support beim Kernel und einigen Distributionen bewusst außen vor geblieben, weil Patentklagen drohten. Diese Sorge ist jetzt weitgehend vom Tisch, weil Microsoft die exFAT-Patente und -Spezifikationen für Linux öffnet.

Derzeit sieht indes alles danach aus, als würde der jetzt aufgenommene exFAT-Support bald verworfen und durch eine neuere Codebasis ersetzt. Der integrierte, vor Jahren von Samsung freigegebene Code hat nämlich bekannte Qualitätsmängel und landete daher auch nur im Staging-Bereich. Rund um die Aufnahme stellte sich heraus, dass Samsung modernen und besseren Code zur exFAT-Unterstützung hat. Später erklärten Mitarbeiter des Unternehmens schließlich, bald eine Variante dieses „sdFAT“ genannten Codes in den offiziellen Kernel einbringen zu wollen.

### Root begrenzen

Nach mehreren Entwicklungsjahren, Dutzenden Anläufen von zwei verschiedenen Programmierern und zahlreichen hitzigen Diskussionen hat Linus Torvalds endlich Patches zum „Kernel Lockdown“ inter-

giert. Durch sie kann Linux selbst dem Root-Anwender einige Dinge verwehren, um die Sicherheit zu steigern.

Das ist vorwiegend zum Support von UEFI Secure Boot interessant, denn ohne solche Einschränkungen können Angreifer die Sicherheitstechnik leicht aushebeln. Das liegt an einigen veralteten und dieser Tage vielfach zweifelhaften Kernel-Treibern und -Funktionen, durch die der Root-Anwender letztlich überall im Arbeitsspeicher schreiben kann – und so in der Lage ist, den laufenden Kernel hinterlücks zu modifizieren.

Um derlei auf Secure-Boot-Systemen zu verhindern, enthalten die Kernel nahezu aller großen Distributionen schon lange Vorläufer der jetzt integrierten Änderungen. Letztere setzen aber etwas anders an und können die Sicherheit generell ein wenig verbessern. Der Sicherheitsgewinn bringt aber Nachteile mit sich, denn gängige Lockdown-Konfigurationen blockieren einige Funktionen, die manche Anwender schätzen – etwa das Laden unsignierter Kernel-Module oder den Ruhezustand (Hibernate).

### Plattennutzung drosseln

Über den neuen Control-Group-I/O-Controller Blk-Iocost können Admins besser regeln, wie umfangreich Prozesse die Datenträger eines Systems beanspruchen dürfen. Damit lässt sich etwa verhindern, dass ein Container eine Festplatte oder SSD so stark mit Anfragen beschäftigt, dass andere Prozesse kaum mehr zum Zug kommen und extrem langsam laufen.

Für diese Problematik gibt es schon I/O-Controller, die allerdings allerlei Schwächen aufweisen. Diese verspricht der von einem Facebook-Entwickler eingebrachte Blk-Iocost zu vermeiden. Beispielsweise lässt sich damit das Leistungspotenzial der Datenträger leichter ausschöpfen, denn er drosselt erst, wenn tatsächlich Engpässe entstehen.

### Host-Dateien weiterreichen

Das neue Virtio-Fs stellt einen weiteren Weg zur Verfügung, über den virtuelle Maschinen (VMs) ausgewählte Dateien oder Verzeichnisse des Hosts in ihrem Dateisystem bereitstellen können. Laut den Entwicklern soll die Lösung bald in VMs eine Zugriffsperformance erzielen, die nahe an jene direkt auf dem Host heranreicht. Das auf FUSE (Filesystem in User-space) aufbauende Virtio-Fs soll damit das Plan 9 Filesystem Protocol (p9) ausstechen und beerben, das bislang meist für solch eine Einbindung genutzt wird.

Google-Entwickler haben Fs-Verity eingebbracht, mit dem sich die Integrität von Dateien in schreibgeschützten Ext4- und F2FS-Dateisystemen sicherstellen lässt. Das soll offenbar bei Android zum Einsatz kommen, um das Basisystem vor Modifikationen zu schützen. F2FS kann fortan die Groß- und Kleinschreibung ignorieren, wie es Ext4 jüngst gelernt hat.

Das neue Device-Mapper-Target Dm-Clone kann in Sekundenschnelle einen Klon eines Device-Mapper-Volumes anlegen, der sofort nutzbar ist und die Daten nach und nach im Hintergrund vervielfältigt. Die Funktion ist dazu gedacht, um auf die Schnelle eine lokale VM auf Basis eines im Netz liegenden VM-Datenträger-Images zu erzeugen.

### Torvalds programmiert

Linus Torvalds hat ausnahmsweise eigenhändig am Zufallszahlengenerator herumgeschraubt. Dadurch erzeugt der Pseudo Random Number Generator (PRNG) bei Engpässen nun neue Entropie, indem er die Ausführungszeit von Prozessorbefehlen mit CPU-Cycle-Countern misst. Das geht ein in der Endphase der 5.3-Entwicklung viel diskutiertes Problem an: Dort kam der Startvorgang teilweise ins Stocken, weil Userspace-Anwendungen endlos auf neue Zufallszahlen warteten. Der für den Generator zuständige Entwickler und Torvalds kamen



dabei nicht bei einer adäquaten Problemlösung überein, daher schritt der Linux-Vater jetzt kurzerhand selbst zur Tat und setzte seine Vorstellung um.

Eine ganze Reihe aktueller 64-Bit-Windows-Spiele, die bislang auf den neuesten AMD- und Intel-Prozessoren mit Wine & Co. bocken, sollen ab Linux 5.4 laufen: Diese Version zäumt eine Sicherheitstechnik, die bei solchen CPUs bislang dazwischenfunkt.

## Treibersupport ausgebaut

Der neue Kernel unterstützt fünf GPUs von AMD, die alle in nächster Zeit auf den Markt kommen sollen. Darunter ist neben dem Navi12-Grafikchip auch der Navi14, der auf der dieser Tage vorgestellten Radeon RX 5500 sitzt (siehe S. 33); passende 3D-Treiber bringt Mesa 19.2 mit (siehe S. 40). Außerdem spricht Linux jetzt die für Beschleunigerkarten gedachte Arcturus-GPU an sowie die Grafikeinheiten der zwei im nächsten Jahr erwarteten Prozessoren mit den Codenamen Renoir und Dali.

Auch in anderen Arealen haben die Kernel-Entwickler den Hardware-Support erheblich verbessert, indem sie neue Treiber aufgenommen oder existierende erweitert haben. Die vielen Verbesserungen aufzuzählen, würde den Rahmen sprengen, daher nur einige Beispiele: Der Thunderbolt-Treiber unterstützt jetzt den Controller, den einige im Spätsommer angekündigten Ice-Lake-Cpus von Intel enthalten. Der Kernel kann nun die Temperatur von Ryzen-3000-Cpus abfragen. Der Treiber R8169 spricht jetzt auch Realtek 2.5-Gbit/s-Ethernet-Chip RTL8125 an. Die Eingabegerätetreiber bringen Support für die Logitech Laser-

Linux kann jetzt Lenovos Privacy-Guard aktivieren, das manche Thinkpad-Displays auf Knopfdruck in einen stark blickwinkelabhängigen Modus versetzt.



Bild: Lenovo

Gaming-Mouse G700 und das von ihr verwendete Logitech-Wireless-Interface „Lightspeed“ mit.

## Blickwinkel reduzieren

Der Thinkpad-Treiber unterstützt jetzt die PrivacyGuard genannte Funktion, die sich bei einigen Lenovo Thinkpads der Serien T480s, T490 und T490s findet; sie soll etwa im Zug vor neugierigen Blicken von der Seite schützen, indem sie den Monitor in eine stark blickwinkelabhängige Betriebsart schaltet, damit sich Inhalte nur bei Frontansicht klar erkennen lassen.

Neu dabei ist auch Basis-Support für den Qualcomm Snapdragon 855, der in einigen mit Windows ausgelieferten ARM-Notebooks sitzt. Zu dieser Gerätekasse gehören auch die mit Vorgängern des 855 ausgestatteten Asus NovaGo TP370QL, HP Envy X2, Lenovo Miix 630 und Lenovo Yoga C630, die Linux jetzt unterstützt – teilweise aber nur rudimentär.

## Länger pflegen

Wenn bei der Entwicklung von Linux 5.4 alles wie gewohnt abläuft, sollte diese Ver-

sion am 18. oder 25. November erscheinen. Nach derzeitiger Planung soll sie ein „Longterm Kernel“ werden. Solche werden nicht nur rund dreieinhalb Monate gepflegt, sondern mindestens zwei Jahre; jüngst wurde der Supportzeitraum bei den meisten solcher Kernel aber später noch auf sechs Jahre ausgedehnt. Ob das aber bei 5.4 der Fall sein wird, ist noch nicht absehbar.

Unklar ist auch, wann endlich Support für die von Torvalds und anderen herbeigesehnte VPN-Technik Wireguard in Linux einziehen kann. Der zuständige Entwickler hat diesbezüglich kürzlich eine neue Marschrichtung beim verwendeten Crypto-API angekündigt, um die Aufnahme wieder in die Gänge zu bringen. Kurz darauf wurde er aber von einem der wichtigsten Linux-Entwickler etwas zurückgepfiffen; ein anderer zeigte wenig später zudem noch einen weiteren Lösungsweg. Daher ist ziemlich unklar, wie genau es mit Wireguard jetzt weitergeht – auf jeden Fall sind damit die festgefahrenen Integrationsbemühungen wieder ins Rollen gekommen.

(thl@ct.de) ct

**meet  
the experts**  
MASTERCLASS



Exklusiver zweitägiger Workshop auf Englisch

# EventStorming

## mit Alberto Brandolini

26. - 27. November 2019 in München



# USB via Netzwerk

## W&T verbindet alles

In den letzten Jahren hat W&T mit den USB-Servern tausende USB-Geräte am Netzwerk erfolgreich zum Laufen gebracht. Egal ob isochrone Audio-/Videotechnik oder Dongles, Scanner, Card-/Barcodeleser, Interfacetechnik, Funkgeräte, Medizin-/Messtechnik u.v.m. - alles heißt eben alles und auf komplexe Kompatibilitätslisten verzichten wir.



## überall

Mit Windows XP, 7 oder 10, selbst mit virtuellen Maschinen: Der USB-Server läuft stabil und das auch im industriellen 24/7-Dauerbetrieb.



Preise, Varianten  
und Ideen für  
den Einsatz unter:  
[wut.de/usb](http://wut.de/usb)

# W&T

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

Aktuell | Linux

## Zwei neue Langzeit-Linuxe

**Parallel zur Freigabe des von einigen herbeigesehnten Klons von Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8 hat das CentOS-Projekt mit „Stream“ noch eine weitere Distributionslinie gestartet.**

Der neue und wie gewohnt kostenlose Klon heißt komplett **CentOS Linux 8.0-1905** und entsteht aus den Quellen des im Mai freigegebenen RHEL 8.0. Von der kommerziellen Enterprise-Distribution unterscheidet sich die neue CentOS-Version nur durch unwesentliche Details wie der Bebilderung. Der einzige größere Unterschied: Das Analyse- und Optimierungstool Red Hat Insights fehlt, denn das interagiert mit einem Webservice von Red Hat.

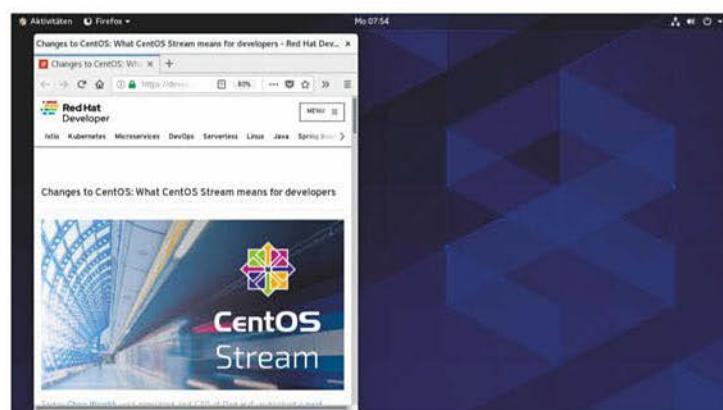
Abgesehen davon bietet CentOS 8 alle Funktionen von RHEL 8, die c't 13/2019, S. 126 ausführlich vorgestellt hat. Darunter das Modul-Prinzip, durch das Anwender mehr Flexibilität bei der Versionswahl haben und nachträglich neue Versionen erhalten. CentOS 8 wird bis 2029 gepflegt; wie üblich sollte es Updates meist wenige Stunden erhalten, nachdem Red Hat diese für RHEL freigibt.

Das neue **CentOS Stream** ist derzeit nahezu identisch mit CentOS 8, aber als Rolling-Release-Distribution ausgelegt. Dort sollen zukünftig für das nächste Minor Release (8.1, 8.2...) von RHEL vorbereitete Änderungen einfließen, das sich dann von Stream ableiten soll. Major Releases wie RHEL 9 sollen indes nach wie vor aus Fedora hervorgehen.

Die Vorgehensweise soll der Open-Source-Community ermöglichen, sich an der Entwicklung von RHEL zu beteiligen; das zielt vor allem auf oVirt, RDO und andere Projekte, die auf CentOS aufbauen. Ferner sollen Minor Releases von CentOS dadurch in Zukunft zeitnah zu jenen von RHEL erscheinen.

Zum Start war Stream noch nahezu identisch mit CentOS 8, nur ein neuerer Kernel bot bereits einen Vorgeschnack auf den von RHEL 8.1. Abgesehen von der groben Marschrichtung sind viele Details bei Stream nämlich noch ungeklärt: Die Red-Hat-Leute wollten sie nicht im stillen Kämmerlein festlegen, sondern erst jetzt zusammen mit der Open-Source-Community ausbaldowern.

(thl@ct.de)



Das auf dem neuen CentOS 8 basierende „CentOS Stream“ verspricht mehr Einfluss für Entwickler und zeitnahe Erscheinung von Minor Releases wie 8.2.

## Performantere 3D-Treiber für Linux

Das **Mesa-Projekt hat Version 19.2 seiner Grafikbibliothek veröffentlicht**; sie stellt die 3D- und Video-Beschleunigungstreiber, die auf PCs gängige Linux-Distributionen standardmäßig einrichten. Darunter findet sich auch der meist beste OpenGL-Treiber für AMDs moderne Grafikchips, der jetzt die im Juli eingeführte Radeon RX 5700 unterstützt – und vermutlich weitere in Bälde erwartete 5000er-Karten wie die RX5500 (siehe S. 33).

Die Entwickler von AMD, Intel und einigen anderen Firmen haben außerdem die 3D-Per-

formance und die Spiele-Kompatibilität der vielen in Mesa enthaltenen Treiber verbessert. Intels neuer, im Frühsommer bei Version 19.1 in Mesa eingeflossener OpenGL-Treiber Iris ist vom Funktionsumfang weitgehend mit dem älteren i965-Treiber gleichgezogen, ersetzt diesen aber noch nicht. Beide Treiber hätten beinahe endlich die aktuelle OpenGL-Version 4.6 unterstützt – die zuständigen Änderungen kamen aber einen Tick zu spät und sind daher jetzt für Mesa 19.3 vorgesehen, das noch dieses Jahr erscheinen soll.

(thl@ct.de)

# VR-Brille Oculus Quest wird zum PC-Headset

**Die autarke VR-Brille Oculus Quest soll künftig auch per Kabel am PC laufen. Außerdem angekündigt: Hand-Tracking per Kamera.**

Auf dem autarken Virtual-Reality-Headset Oculus Quest soll künftig auch Software von einem angeschlossenen PC laufen – bislang ging das nur umständlich mit Zusatzsoftware wie ALVR, und das auch bei weitem nicht so geschmeidig wie mit „echten“ PC-Headsets. Auf der Entwicklerkonferenz Oculus Connect kündigte der Hersteller nun an, die PC-Verkaubelung ab November offiziell zu unterstützen. Technisch soll das Ganze laut Oculus mit den „meisten hochwertigen USB-3-Kabeln“ funktionieren, der Hersteller will aber auch ein eigenes „Premium“-Kabel mit Glasfaser in den Handel bringen.

Die Bilder werden am PC komprimiert und dann an die Brille geschickt. Erste Tester berichten, dass sich die Kompression mit bloßem Auge nicht erkennen lässt. Sollte sich das bewahrheiten, hätte die hauseigene Konkurrenz, das per Displayport und USB verkabelte PC-Headset Oculus Rift S, keine große Daseinsberechtigung mehr: Die autarke Quest kostet mit 450 Euro genauso viel wie die Rift S – und hat einige technische Vorteile. So kann man bei der Quest den Augenabstand mechanisch einstellen, was bei der Rift S nicht geht. Außerdem hat die Quest ein kontrast- und farbstärkeres

OLED-Display. Auf der Habenseite stehen bei der Rift S der bessere Tragekomfort sowie das etwas weniger deutlich sichtbare Pixelraster des LCD-Displays.

Obendrein will Oculus im nächsten Jahr ein Software-Update veröffentlichen, das der Quest kamerabasiertes Hand- und Finger-Tracking beibringt, sodass man keine Controller mehr benötigt. Obwohl die Rift S sogar eine Kamera mehr eingebaut hat als die Quest (fünf versus vier), kündigte Oculus das Update nur für das autarke Headset an. Obendrein soll die Quest demnächst auch die gleichen Umgebungs-Durchsicht-Funktionen bekommen wie die PC-Brille („Passthrough“).

All diese Software-Updates machen deutlich, dass die Quest für Oculus das deutlich wichtigere Produkt ist als die Rift S. Laut Oculus habe man mit dem seit März 2016 bestehenden Oculus-Appstore bislang 100 Millionen Dollar umgesetzt, davon entfielen 20 Millionen auf die Oculus Quest – und das, obwohl das Gerät erst seit Ende Mai 2019 im Handel ist.

Die Strategie von Oculus ist nachvollziehbar: Schließlich hat das Unternehmen Millionen in die Entwicklung von PC-Exklusivspielen gesteckt, die man nun auch den offenbar zahlreichen Quest-Benutzern zugänglich machen will – oder vielleicht sogar muss, damit sich die Investitionen einigermaßen rentieren.

(jkj@ct.de)



Neben PC-Unterstützung soll die Oculus Quest demnächst auch Hand-Tracking ohne Controller beherrschen.

**Kentix MultiSensor®  
SmartMonitoring  
Schützt Ihre  
IT Infrastruktur**



**Data-Center + IT-Rack +  
kritische Infrastruktur**



**Komplette  
Software integriert!**

# Hardware-Schwachstelle in iPhones

**Ein Forscher hat eine Sicherheitslücke im Boot-ROM von iOS-Geräten gefunden, über die sich Apples Sicherheitsmechanismen entfernen lassen. Gegen solche Lücken ist kein Kraut gewachsen.**

Gegen die checkm8 genannte Boot-ROM-Schwachstelle sind laut dem Forscher axi0mX alle iPhone- und iPad-Modelle anfällig, die Apples A-Chips ab der Version 5 bis Version 11 enthalten. Dazu gehören auch jüngere Geräte einschließlich iPhone 8 und iPhone X. Nicht betroffen sind aktuelle Phone-Modelle mit Apples A12- und A13-Chip (XR, XS und 11 sowie 11 Pro).

Axi0mX zog schon mit einem Boot-ROM-Exploit für das heute veraltete iPhone 3GS Aufmerksamkeit auf sich. Auf den aktuellen Hardware-Bug habe ihn ein iOS-Patch von Apple aus dem Jahr 2018 aufmerksam gemacht. Es sei „nicht trivial“ gewesen, den „ipwndfu“ genannten Exploit für die Lücke zu entwickeln, aber prinzipiell könnten auch böswillige Hacker auf die Idee gekommen sein.

Der Nutzen von ipwndfu besteht bisher darin, Apples iOS und auch das SecureROM genannte Boot-ROM untersuchen zu können. checkm8 lasse sich nur über

USB ausnutzen, sodass jegliche darauf basierenden Exploits physischen Zugriff auf das Gerät erfordern.

Einen öffentlichen Boot-ROM-Exploit hatte es zuletzt für das iPhone 4 gegeben. Das Fatale an einer Hardware-Schwachstelle ist zunächst, dass sich entsprechende Geräte grundsätzlich knacken lassen – Software-Patches können da prinzipiell nicht helfen. Manche Beobachter meinen deshalb, dass es sich „um den mächtigsten Exploit aller Zeiten für moderne iPhones“ handelt. Jailbreak-Entwickler wollen daher Installationsmedien mitsamt Kernel-Patches und dem Paketmanager Cydia herstellen.

Doch die Lücke wiegt in der Praxis nicht ganz so schwer. Um auf Nutzerdaten zugreifen zu können, brauchen Angreifer weiterhin den Gerätecode. Die Daten sind also umso besser geschützt, je sicherer der Gerätecode ist. Empfehlenswert sind PINs mit Zahlen ab sechs Ziffern oder besser ein alphanumerisches Passwort.

Zudem überlebt der Exploit nach aktuellem Stand einen Neustart des iPhones nicht; der Jailbreak muss nach jedem Reboot erneuert werden. Wer ein anfälliges iPhone vorübergehend aus der Hand gibt, und einer Attacke vorbeugen will, sollte es also vor Eingabe des Gerätecodes ausschalten.

(dz@ct.de)



**Sicherheitslücke im Boot-ROM:** Neben anderen Modellen lässt sich auch das iPhone X knicken.

## iPad-Tastatur mit Trackpad

Der in Shenzhen ansässige Hersteller Libra hat eine iPad-Tastatur mit Trackpad entwickelt, die drahtlos per Bluetooth angekoppelt wird. Apple-Tablets, die mit iPadOS 13 laufen, könne man damit dank der neuen Mauszeigerfunktion als Laptop-Ersatz nutzen. Zur Steuerung lassen sich bisher aber nur wenige Trackpad-Gesten nutzen. Dazu gehört das Scrollen mit zwei Fingern. Zoom- und Swipe-Shortcuts fehlen indes.

Die Libra-Tastatur wiegt 775 Gramm und enthält einen 4000-mAh-Akku, der Strom für bis zu 200 Tage liefern soll. Außerdem könnte der Akku auch iOS-Geräte aufladen.

Der Hersteller bietet über die Kickstarter-Plattform Varianten für alle iPad-Gehäusegrößen (9,7-, 10,5-, 11- und 12,9-

Zoll-Displays) ab 110 US-Dollar an. Mit der Auslieferung will Libra ab Januar 2020 beginnen.

(dz@ct.de)



**Trackpad an Bord:** Die Libra-Tastatur soll iPads zu Laptop-ähnlichen Geräten erweitern.

## APFS bremst Festplatten aus

Zugriffe auf das Dateisystem können erheblich langsamer sein, wenn eine magnetische Festplatte mit APFS anstatt Apples altem HFS+ formatiert ist. Das geht aus Messungen des Entwicklers Mike Bombich hervor. Demnach benötigt etwa das Auflisten von Verzeichnissen und Dateien auf einer Festplatte mit APFS bis zu 20-mal länger als mit HFS+.

HFS+ legt Metadaten dicht beieinander ab, sodass der Schreib-Lese-Kopf ohne große Sprünge darauf zugreift. APFS verstreuft sie über das Laufwerk, was den Lesevorgang bei Magnetplatten in die Länge zieht. Apple betonte bei der Vorstellung des APFS, dass das Dateisystem für SSDs optimiert sei.

(dz@ct.de)

# MindManager 2020 arbeitet plattformübergreifend

**Corel hat MindManager 2020 veröffentlicht. Das Update verspricht Zusammenarbeit in Echtzeit, verbesserte Projektplanung und neue Werkzeuge zur Visualisierung.**

Ab sofort stellt Corel das Brainstorming-Programm MindManager 2020 für Windows zur Verfügung. Die davon unabhängige Mac-Version trägt derzeit die Versionsnummer 12.

Mit der neuen Version führt Corel das Add-on „Co-Editing“ ein, eine Umgebung zur Zusammenarbeit über das Netz. Nutzer von MindManager können darüber Online-Meetings veranstalten. Externe Teilnehmer brauchen keine MindManager-Lizenz, um an der Sitzung mitzuarbeiten.

Das Werkzeug MindManager Snap erfasst Bilder, Links und Notizen und speichert sie in der Cloud. Es lässt sich in der

Desktop-, Browser- und App-Version nutzen. Cloud-Inhalte kann man in der Desktop-Version per Drag & Drop in MindMaps ziehen. Die Viewer-App „MindManager Go“ kann Maps auf Android- und iOS-Geräten anzeigen.

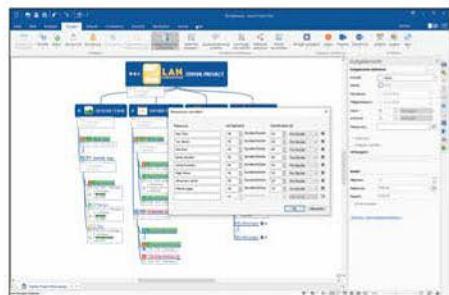
Ein Data-Mapper-Tool für Excel soll helfen, importierte Tabellen zu analysieren. Beim Export nach Excel lassen sich Eigenschaften wie Struktur, Gliederung und Stil anpassen. Enterprise-Anwender können Bearbeitungsrechte steuern und vertrauliche Map-Inhalte schützen.

Über eine Funktion zur Projektkalkulation kann man Kosten definieren und über SmartRules die Einhaltung eines festgelegten Kostenrahmens überwachen. Wenn zu viel Geld fließt, gibt MindManager Warnungen aus. Das standardmäßig vorhandene Gantt-Diagramm-Werkzeug enthält nun die Funktionen von Gantt Pro. Es lässt sich damit in einem eigenen Fenster

öffnen, kann Tage hervorheben und Daten selektiv anzeigen oder drucken.

MindManager 2020 kostet 415,31 Euro. Das Upgrade kostet 213,01 Euro. Das Add-on Co-Editing kann man im Rahmen eines Support-Vertrags hinzukaufen.

(akr@ct.de)



Mit MindManager 2020 lassen sich Kosten in Projektmaps definieren und darauf trimmen, einen Kostenrahmen einzuhalten.

## Das digitale Zuhause für deine Projekte

- ✓ Genialer Service
- ✓ Geballte CMS-Power
- ✓ Garantierte Leistung



**MiTTWALD**  
Webhosting. Einfach intelligent.

Richte jetzt dein Webprojekt ein!  
[www.mittwald.de](http://www.mittwald.de)

## Matlab wird interaktiv

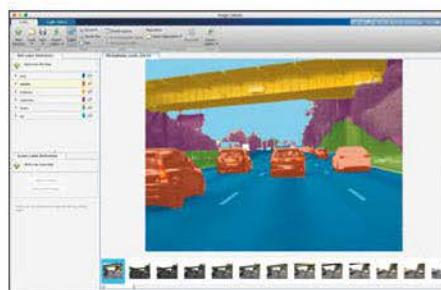
MathWorks hat turnusgemäß die Release 2019b der **Numerik-Programme** für Simulation und Datenanalyse Matlab und Simulink herausgebracht. Sie enthalten zusätzliche Funktionen für Deep Learning und künstliche Intelligenz sowie neue Erweiterungen für Robotik-Aufgaben und erweitertes Schulungsmaterial zum Modellieren ereignisbasierter Systeme.

Matlabs Live-Editor für Skripte kann jetzt separate Tasks pflegen, in denen Anwender interaktiv Berechnungen mit unterschiedlichen Parametereinstellungen untersuchen und in Matlab-Code verwandeln können. Derart vorverarbeitete Daten baut der Editor dann in das Live-Skript ein. Dieses lässt sich automatisch so ausführen, dass man Iterationen mit geänderten Einstellungen einfach visualisieren kann.

Im sogenannten Simulink-Toolstrip finden Anwender Schnittstellen zu allen

verfügbarer Funktionen, sortiert nach Workflow und danach, wie oft sie benutzt werden.

Die aktuelle Deep-Learning-Toolbox erweitert die Trainingsfunktionen für die zum Jahresanfang in R2019a eingeführten flexiblen Netze um zusätzliche Gewichtungsoptionen und benutzerdefinierte Verlustfunktionen. (hps@ct.de)



Matlab R2019b berücksichtigt unterschiedliche Erkennungshilfen in Bildanalysen, wie hier für Straße und Brücke

## KI in Photoshop

Anfang November soll ein **Update für Photoshop CC 20.0** erscheinen, das dem Anwender mehr Kontrolle über KI-gestützte Retusche erlaubt. Benutzer erhalten dazu im Dialog für „inhaltsbasierte Füllung“ die neuen Sampling-Optionen „Auto“ und „Custom“.

Die Bildbearbeitung Adobe Photoshop kann bereits mithilfe künstlicher Intelligenz Bildteile retuschieren. Leider geht das in detailreichen Ausgangsbildern oft schief. Die aktuelle Version nutzt das gesamte Bild als Quelle. Diese Einstellung heißt zukünftig „rectangular“. Im Update lässt sich die Bildquelle wählen. Mit der Sampling-Methode „Auto“ richtet sich die KI nach einem markierten Bereich. Sie eignet sich für Anwendungsfälle, in denen man einen Bildbereich gezielt von der Analyse ausnehmen möchte. Bei der Methode „Custom“ markiert man den exakten Bildbereich, den die Software zur Rekonstruktion nutzen soll. (akr@ct.de)

## Fotos live zeigen mit m.objects 9

Das Programm zur **Live-Präsentation von Fotos und Videos** m.objects soll noch im Oktober in Version 9.0 erscheinen. Es unterstützt Weißabgleich und Color-Grading für alle Medientypen.

Anwender können in m.Objects 9.0 die Farbwirkung von Fotos und Videos oder auch eines gesamten Projekts über Look-up-Tables verändern. Solche LUTs stehen in hoher Zahl im Web zum Download bereit. Videos lassen sich nun im Programm auf die benötigte Länge schneiden, um Speicherplatz zu sparen.

Das Programm exportiert Videos in 4K-Auflösung und mit 60 Bildern pro Sekunde in H.265-Kodierung (HEVC). m.objects nutzt dafür Hardware-Encoding. Das aktuelle Ausgabebild kann man nun einfach mittels Druck-Taste in wählbarer Auflösung speichern.

m.objects steht in vier Ausbaustufen zur Verfügung. Die Basis-Version für 99 Euro unterstützt nur Full-HD-Auflösung und drei Bild- sowie Videospuren. m.objects ultimate kostet 999,60 Euro und ist nicht beschränkt. (akr@ct.de)

## Video- und Fotobearbeitung von CyberLink

Der taiwanische Softwarehersteller CyberLink hat seine **Sammlung von Kreativprogrammen** Director Suite 365 veröffentlicht. Sie enthält neue Versionen von PowerDirector, PhotoDirector, AudioDirector und ColorDirector sowie über 100 Hintergrundmusik-Tracks und 300 Soundeffekt-Clips.

Die Videobearbeitung PowerDirector 18 bekommt animierte Titel und einen Formdesigner für professionell wirkende Grafikelemente. Die mitgelieferten Vektorgrafiken sollen sich umfangreich konfigurieren lassen. Für Instagram und Facebook exportiert das Programm nun quadratisch beschnittene Videos. Außerdem unterstützt PowerDirector 18 jetzt 10-Bit-HDR-Videos und 4K-Videovorschau sowie CPU-Leistungssteigerung für i9- und R9-Chipsets.

Beim PhotoDirector 11 hat Cyberlink die Ebenenunterstützung um Mischmodi und Masken ergänzt. Mit Ebeneneffekten kann man Text abschrägen, prägen und verzerrten. Werkzeuge mit künstlicher Intelligenz übertragen Malstile auf

Fotos und schärfen verwackelte Bilder nach. AudioDirector 10 entfernt mithilfe Künstlicher Intelligenz Wind- und ähnliche Störgeräusche aus Audioaufnahmen. ColorDirector 8 vereinheitlicht die Farbe unterschiedlicher Videoclips anhand eines Referenzvideos.

Die Suite kostet im Abo 29,99 Euro monatlich oder 129,99 Euro jährlich. Dauerhaft nutzbare Einzellizenzen kosten je nach Ausstattung 99,99 oder 129,99 Euro je Programm. (akr@ct.de)



PhotoDirector 11 von Cyberlink unterstützt nun Ebenenmodi, Masken und Texteffekte.

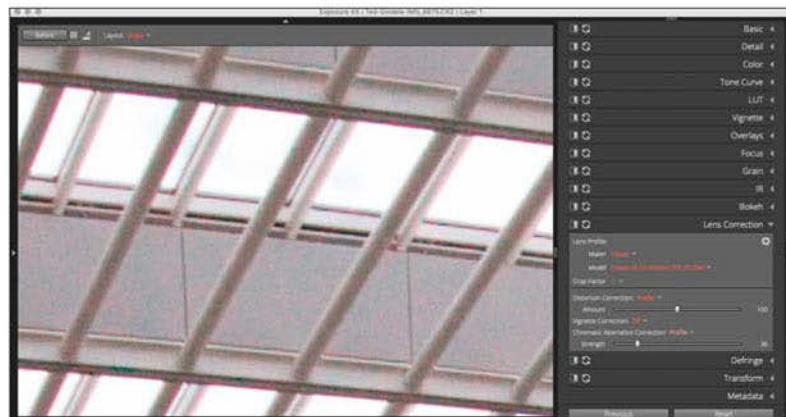
## Objektivkorrektur mit Exposure X5

Der Softwarehersteller Alien Skin heißt künftig Exposure, also genauso wie der von ihm entwickelte **Raw-Entwickler**, der nun in Version X5 zur Verfügung steht. Es ist die erste Ausgabe in deutscher Sprache. Mit dem Auswahlwerkzeug „3D Color Masking“ sollen sich Farbbereiche präzise auswählen lassen. Mit den drei Dimensionen sind in diesem Fall die Eigenschaften Farbton (Hue), Sättigung und Luminanz gemeint (HSL). Das Werkzeug erweitert die selektiv anwendbaren Verläufe und den Pinsel.

Der Hersteller erweitert mit Version X5 außerdem die bisher dürftigen Funktionen zur Objektivkorrektur. Exposure

entfernt nun Farbsäume und korrigiert die als Vignettierung bekannte dunkle Randabschattung. Beides erledigt das Programm über Objektivprofile oder manuelle Eingabe. Außerdem soll es Kamera-profile von X-Rite oder „anderer Software“ einbinden können, sprich von Lightroom. Die Schwarz-Weiß-Film-Simulation hat der Hersteller um Einstellungen für Ilford FP4 Plus, Ilford Pan F Plus, Kodak Recording 2475 und Polaroid Chocolate erweitert. Außerdem gibt es drei neue Komplementärfarben-Presets.

Exposure X5 läuft unter Windows sowie macOS und kostet 149 US-Dollar (Upgrade 99 US-Dollar). (akr@ct.de)



Der Raw-Entwickler Exposure X5 korrigiert chromatische Aberrationen und andere Objektivprobleme über Kameraprofile.

## Videokonferenz kostenlos

Der **Videokonferenzanbieter** LifeSize hat im Juni 2019 einen kostenlosen Gruppen-Videokonferenzdienst vorgestellt. LifeSize Go läuft im Browser und ist über die Adresse go.lifesize.com erreichbar. Der Dienst lässt sich nutzen, ohne dass zusätzliche Software heruntergeladen, gestartet oder installiert werden muss. Ab sofort ist LifeSize Go auch in deutscher Sprache verfügbar.

Das Browser-Tool verbindet bis zu acht Teilnehmer miteinander und überträgt Bilder in 720p-Auflösung (1280 × 720 Pixel) mit 30 Bildern pro Sekunde. Nach Anmeldung mit Namen und E-Mail-Adresse kann der Konferenzadministrator über die Web-Oberfläche Einladungen via E-Mail an andere Teilnehmer versenden. LifeSize Go unterstützt die Browser Chrome, Firefox und Safari sowohl auf Desktop- als auch auf Mobilgeräten. Hinsichtlich der Gesprächsdauer oder der Anzahl der Anrufe ist das Tool nicht beschränkt.

Darüber hinaus lassen sich auch Inhalte freigeben. LifeSize nutzt dafür seine Cloud-Videokonferenzplattform, über die sich der Inhalt vom gesamten Bildschirm, von einzelnen Anwendungen oder einer Browser-Registerkarte teilen lässt.

(akr@ct.de)

## Denken Sie an Softwareschutz?

**WIBU**  
SYSTEMS

### Denken Sie an CodeMeter!

- Lizenzen in HW, SW und Cloud
- PCs, Mobile, Embedded, SPS und Mikrocontroller
- x86, ARM und PPC
- ERP-, CRM- und e-Commerce-Integration



4D-Interoperabilität ist der Schlüssel für erfolgreiche Geschäftsmodelle in einem globalen digitalen Markt

**30** YEARS 1989-2019 propelling your business to new heights



**sns**

Halle 7, Stand 660

+49 721 931720

SECURITY

# Überlegener Qubitrechner

Google sticht mit Sycamore-Chip klassische Computer aus

**Der neue Quantencomputer-Chip Sycamore von Google nutzt Qubit-Gatter mit besonders niedriger Fehlerquote. Mit dem Chip soll bereits der Nachweis der sogenannten Quantum Supremacy gelungen sein.**

Von Arne Grävemeyer

**K**ein Trommelwirbel, kein Tusch, auch keine vielbeachtete Pressekonferenz: Durch eine Indiskretion ist der Nachweis der Quantum Computational Supremacy, also frei übersetzt der Quantencomputer-Überlegenheit, an die Öffentlichkeit gelangt. Eine offizielle Bestätigung von Google steht aus.

Bereits vor acht Jahren gab es Ankündigungen, dass und auf welchem Wege Google-Forscher den Beweis für die Überlegenheit der künftigen Quantencomputer antreten wollen. Auf Konferenzen stellte das Team um John Martinis die Fortschritte an diesen Arbeiten vor, zuletzt auf der Adiabatic Quantum Computing Conference (AQC), Ende Juni in Innsbruck. „Dort veröffentlichte Google bereits alle Zutaten für den Nachweis, nur eben das eigentliche Experiment noch nicht“, erinnert sich Professor Dr. Frank Wilhelm-Mauch, Professor für Quanten- und Festkörpertheorie an der Universität des Saarlandes und Koordinator des OpenSuperQ-Projekts, in dem die EU bis 2021 einen eigenen Quantencomputer mit 100 Qubits konstruieren will.

Das nun durch Dritte veröffentlichte Paper entspricht den Ankündigungen und wird auch von anderen Quantentechnik-experten für konsistent und authentisch gehalten. Scott Aaronson etwa, Professor an der University of Texas, gilt als Insider der Quantencomputer-Forschung in den Google-Labors und erwartet in den kom-

menden Wochen eine passende Veröffentlichung in einem hochrangigen Wissenschaftsmagazin. Er bedauert nur, dass „der Welt nun ein weiterer Mondlandungs-Moment entgangen ist“.

## Quantenchaos simuliert

Ermöglicht hat den Quantum-Supremacy-Beweis der neue Sycamore-Chip von Google mit 54 Qubits. Der hat damit zwar eine geringere Anzahl als sein Vorgänger Bristlecone, auf dem Google bereits vor anderthalb Jahren 72 Qubits realisierte. Dafür gelang mit Sycamore aber die Nutzung von Ein- und Zwei-Qubit-Gattern mit einer deutlich verringerten Fehlerrate, wie Wilhelm-Mauch unterstreicht. Quantengatter ermöglichen Operationen mit den Qubits, die wiederum als Zwei-Zustands-Quantensysteme innerhalb ihrer Kohärenzzeit Überlagerungszustände einnehmen können, also gleichzeitig sowohl „0“ als auch „1“ repräsentieren.

Die genutzte Anwendung selbst gilt als höchst akademisch, zugeschnitten auf die Stärken eines Quantencomputers. Die Google-Forscher simulierten ein Quantenchaos, wie Wilhelm-Mauch es ausdrückt. Ein Algorithmus nutzte zufällig gewählte Ein- und Zwei-Qubit-Gatter auf dem Chip und verarbeitete eine vorgegebene Konstante als Eingabewert. Innerhalb der Kohärenzzeiten der verwendeten Qubits ließ sich ein Berechnungsweg von etwa 20 Stufen realisieren, an dem 53 Qubits beteiligt waren. Und diesen Vorgang wiederholte der Algorithmus in einem Zeitraum von 200 Sekunden millionenfach.

Die Ausgabeergebnisse erweisen sich als so komplex, dass man keine Abkürzung des Rechenweges auf einem klassischen Computer finden kann, betont Wilhelm-Mauch. Um diese Leistung zu simulieren, müsste man auf einem klassischen

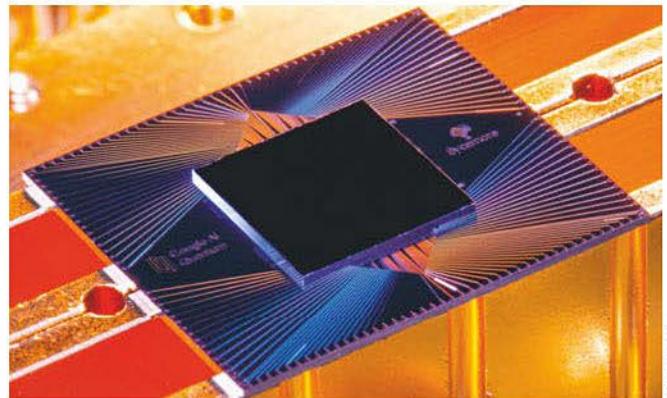


Bild: Google

Computer ein  $2^{53}$  Gleitkommazahlen großes Register abspeichern – das sprengt auch die derzeit leistungsfähigsten Supercomputer. Der schnellste Supercomputer würde für eine eigene Lösung des Problems etwa 10.000 Jahre benötigen, wie beteiligte NASA-Experten den Google-Forschern bestätigten.

So lassen sich die Berechnungen des Quantencomputers in dieser Größenordnung nicht mehr simulieren. Ebenso können die Forscher die dabei ermittelten Zufallszahlen auch nicht einzeln nachprüfen, wie das etwa nach einer Primzahlzerlegung der Fall wäre. Der Nachweis der korrekten Berechnung gelingt über ein statistisches Verfahren, das bei Einhaltung enger Grenzwerte eine geringe Fehlerquote in der Quantenberechnung belegt.

## Beginn der Supremacy-Ära

Die Hintergründe für das überraschende Durchstechen des Google-Nachweises zum Quantum Supremacy blieben unklar. Offensichtlich aber war der Zeitpunkt für den Konkurrenten IBM sehr ungünstig, der just einen Tag zuvor die Eröffnung seines Quantum Computation Centers in New York angekündigt hatte. Dort sollte innerhalb eines Monats auch ein neues 53-Qubit-System für externe Zugriffe durch Forscher entstehen, versprach das Unternehmen.

Die Ära der Quantencomputer hat mit dem Google-Experiment zwar einen Meilenstein passiert, aber sinnvolle, praktische Anwendungen sind noch in weiter Ferne. Um beispielsweise bestehende Verschlüsselungsverfahren zu brechen, ist die Zahl gleichzeitig zu verwendender Qubits heute noch zu begrenzt, sind die Fehlerraten bei Gatterbildung immer noch zu hoch und die knappen Kohärenzzeiten der Qubits, die heute bei einigen Mikrosekunden liegen, erlauben noch keine tiefen Rechenoperationen.

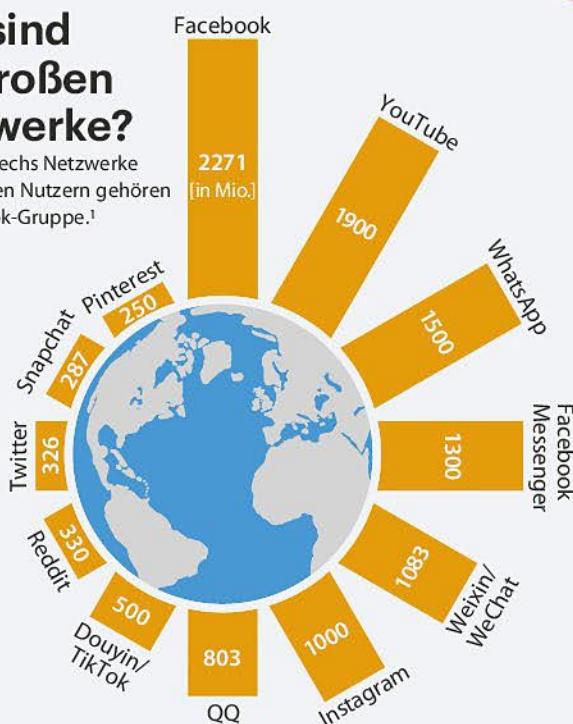
# Zahlen, Daten, Fakten

## Soziale Netzwerke

**S**oziale Netzwerke ziehen in etlichen Ländern mehr Menschen in ihren Bann als in Deutschland. Auch bei der Nutzungszeit rangiert Deutschland – wie andere Industrienationen – weit hinten. Vier von sechs Netzwerken mit mehr als einer Milliarde Nutzern gehören zum Facebook-Universum. Verdient wird unter anderem mit Werbung, besonders der auf mobilen Geräten. Facebook wächst trotz einiger Skandale weiter und spielt sogar bei der Jobsuche eine Rolle. (mil@ct.de) ct

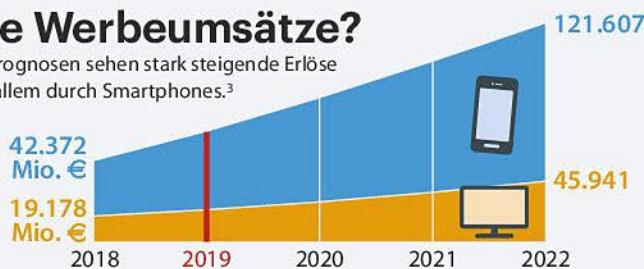
### ► Was sind die großen Netzwerke?

... vier der sechs Netzwerke mit Milliarden Nutzern gehören zur Facebook-Gruppe.<sup>1</sup>



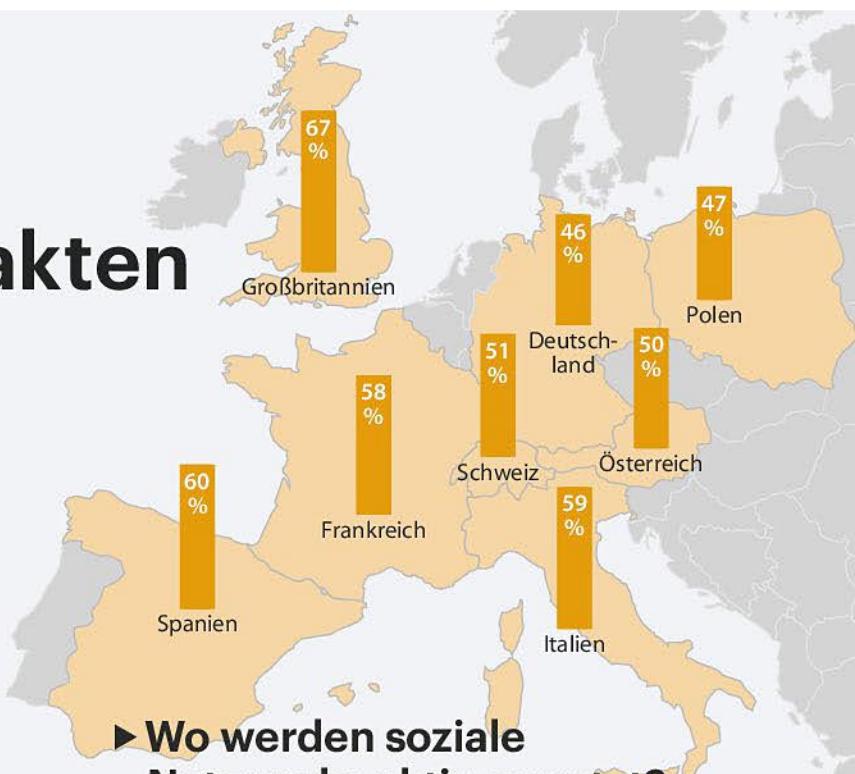
### ► Wie entwickeln sich die Werbeumsätze?

... Prognosen sehen stark steigende Erlöse vor allem durch Smartphones.<sup>3</sup>



### ► Wie viel Zeit verbringen Nutzer damit?

... weltweit im Schnitt 137 Minuten, in Deutschland nur rund 64 Minuten pro Tag.<sup>1</sup>



### ► Wo werden soziale Netzwerke aktiv genutzt?

... der Bevölkerungsanteil in Großbritannien ist größer als in Deutschland.<sup>1</sup>

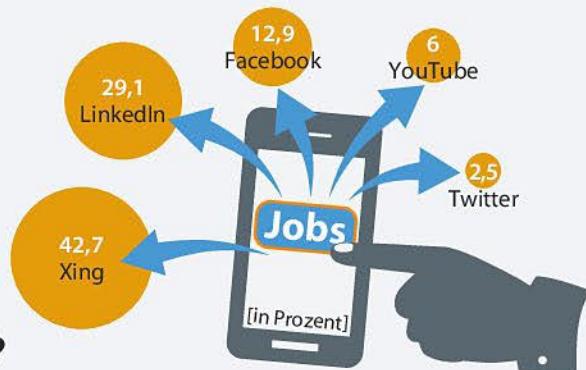
### ► Wie viele aktive Facebook-Nutzer gibt es?

... trotz Datenschutzskandalen wächst Facebook.<sup>2</sup>



### ► Welche Netzwerke sind beliebt bei der Stellensuche?

... Xing ist beliebt, doch auch via Facebook und Twitter finden sich Firmen und Stellensucher.<sup>4</sup>



# Tableau-Software erläutert Datenanalysen

Das **Visualisierungspaket** Tableau 2019.3 enthält eine neue Funktion namens Explain Data. Damit sollen auch Anwender ohne spezielle Vorbildung als Data Scientist per Mausklick fortgeschrittene statistische Analysen durchführen können.

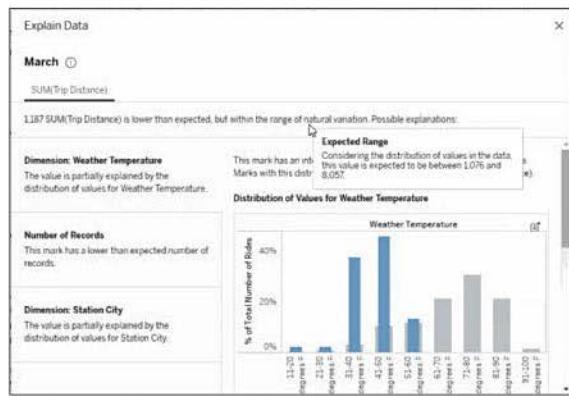


Tableau 2019.3 liefert mit der Funktion „Explain Data“ automatische Erkläransätze für visualisierte Zusammenhänge.

Die Funktion ähnelt dem Dienst MyEinstein Predictions von Tableaus neuer Muttergesellschaft Salesforce. Sie analysiert Korrelationen, die man mit Tableau visualisiert, nach Regeln der Bayes-Statistik per Mausklick daraufhin, welchen Einfluss andere in der Arbeitsmappe erfasste Rohdaten auf den dargestellten Zusammenhang haben könnten.

Zum Beispiel kann die Software den monatsabhängigen Umsatz eines Fahrradverleihs selbstständig mit einer Temperaturkurve über den Jahresverlauf verknüpfen und dadurch den Einfluss der Temperatur auf den Verleih-Umsatz verdeutlichen.

Die Erweiterung Tableau Catalog soll Unternehmenskunden zu einer besseren Übersicht über ihren Datenbestand verhelfen. Laut Hersteller zeigt der Katalog stets an, welche Daten innerhalb des Kontos verwendet werden, und hilft Admins, deren Aktualisierung zu überwachen.

Das Add-on Tableau Server Management erweitert die Server-Variante von Tableau um Funktionen, mit denen sich sowohl die Hardware-Auslastung als auch die Häufigkeit bestimmter Datenabfragen überwachen lässt. Außerdem kann man mit dem Add-on Datenbestände für bestimmte Projekte, Arbeitsumgebungen und Server-Sites abgleichen sowie besonders große Installationen mit Amazon Web Services optimieren. (hps@ct.de)



We are a one-stop battery supplier.

# Fake News als Waffe

Desinformationskampagnen nehmen weltweit zu

**Einer Studie der Universität Oxford zufolge werden in immer mehr Staaten soziale Medien genutzt, um die öffentliche Meinung zu beeinflussen. Insbesondere China habe Facebook, Twitter & Co. als Propagandawerkzeuge entdeckt.**

Von Holger Bleich

Weltweit nutzen immer mehr politische Akteure soziale Netzwerke, um gezielt die öffentliche Meinung zu beeinflussen. Meist gehe es darum, „Konsens herzustellen, unerwünschte Stimmen zu unterdrücken oder das Vertrauen in die liberale internationale Ordnung zu untergraben“, berichtete Ende September das Oxford Internet Institute, eine Forschungseinrichtung der Universität Oxford.

Das Institut untersucht seit drei Jahren Strukturen und Verursacher von Desinformationskampagnen und veröffentlicht jährlich die Ergebnisse in einer Studie. Im laufenden Jahr 2019 haben die Forscher demnach bereits in 70 Ländern Nachweise für organisierte Manipulationskampagnen in sozialen Medien gefunden, während dieses Phänomen im vorigen Jahr 48 und 2017 lediglich 28 Staaten betraf.

Gerade autoritäre Regierungen haben der Studie zufolge das Instrument zu schätzen gelernt. China sei führend bei professioneller Desinformation geworden. Vor den Protesten in Hong Kong hat sich die chinesische Regierung darauf beschränkt, inländische Plattformen wie Weibo, WeChat und den Messenger-Service QQ zu infiltrieren.

Doch seit dem Frühjahr fokussiere sich die chinesische Manipulations- und Zensurmaschinerie auch auf Facebook, Twitter und YouTube. Es gehe darum, die führenden Köpfe hinter den Demonstrationen als gewalttätige Radikale darzustellen, um ihnen ihre Popularität zu nehmen. Dabei gehen sie den Beobachtungen zu folge sehr ausgeklügelt vor. „Demokratien sollten das ernst nehmen“, betonten die Forscher Samantha Bradshaw und Philip

Howard in der Studie. China setze soziale Medien als Werkzeug zur Stärkung von geopolitischer Macht und Einfluss ein.

## Niedrige Propaganda-Kapazität

Das Studiendesign besteht aus einem mehrstufigen, kontinuierlich laufenden Verfahren: Die Forscher suchen in den Medien und Suchmaschinen nach Hinweisen zu Desinformationskampagnen. Dann tragen sie die verfügbaren Informationen zusammen und unterziehen sie jeweils qualitativen Analysen, die sie dann wiederum mit einer erneuten Recherche abgleichen. Die Ergebnisse werden schließlich von lokalen Experten überprüft und in eine Matrix gesetzt.

Für Deutschland weist der Bericht vergleichsweise wenig Propaganda-Aktivität aus. Dies gilt etwa auch für Österreich, Ungarn, Italien, Polen oder Spanien. In diesen Ländern sind laut den Forschern „kleine Teams“ vor allem in Zeiten von Wahlkämpfen oder sonstigen Abstimmungen online unterwegs, es gebe aber nicht permanent ausgefeilte Beeinflussungskampagnen von Regierungen oder Parteien.

Zudem experimentierten die Info-krieger in diesen Staaten nur mit einer Handvoll Strategien wie dem Einsatz von Social Bots, um Desinformation breiter zu streuen. Generell sei computergestützte Propaganda inzwischen zu einem „normalen Teil der digitalen Öffentlichkeit“ geworden. Als Mittel der Wahl gilt der Studie zufolge nach wie vor Facebook.

Das sieht auch der Konzern selbst so. Facebook-Technikvorstand Mike Schroepfer zufolge dürften ausländische Akteure beispielsweise im kommenden Jahr erneut versuchen, die US-Präsidentenwahl über die sozialen Netzwerke des Konzerns zu beeinflussen. Allerdings „auf andere Art, als sie es 2016 getan haben“, erläuterte er.

Zwar will Facebook Desinformation, Hassrede und Propagande noch mehr als bisher mit dem Einsatz von KI aufspüren und bekämpfen. Allerdings bleibe es vorerst bei menschlichen Moderatoren als



In den dunkelblau gefärbten Staaten haben politische Akteure 2019 ausweislich der Studie Desinformationskampagnen gefahren (dunkelblau).

letzte Instanz: „Ich sehe in der absehbaren Zukunft keine KI, die solche Entscheidungen ohne menschliche Hilfe treffen kann“, sagte Schroepfer im Gespräch mit der Welt am Sonntag.

## Lukrative Fake-Posts

Die NGO Global Desinformation Index (GDI) wies darauf hin, dass Manipulation in sozialen Netzen keineswegs politischen Akteuren vorbehalten ist. Unter anderem mit politisch alarmistischen Fake-Posts werden Nutzer auf Webseiten gelockt, wo die Akteure hinter den Kampagnen mit den so generierten Werbeklicks Geld verdienen.

Laut GDI werden mit rund 20.000 Fake-News-Webseiten pro Jahr rund 213 Millionen Euro Werbeeinnahmen erzielt. GDI habe analysiert, wie viele Aufrufe diese Seiten erhalten, wer ihr Publikum ist, welche Werbung auf ihnen zu sehen ist und wie hoch die Werbeeinnahmen sind. Anzeigen stammten dabei von großen Unternehmen, wobei auch – ohne deren Wissen – deutsche Firmen dazu gehören. Als Beispiele nennt GDI unter anderem die Deutsche Bahn, den Autozulieferer Opel und die Deutsche Telekom.

(hob@ct.de) ct

Studie zum Download: [ct.de/yszp](http://ct.de/yszp)

# Abfischen der Ahnenforschung

**Erlass regelt Gendaten-Abgleich durch US-Ermittler**

**Ahnenforschungsdatenbanken sind ein beliebtes Instrument für US-Strafermittler. Die müssen sich ab November allerdings zu erkennen geben.**

**Von Daniel AJ Sokolov**

US-Ermittler nutzen seit 2018 Gendatenbanken, die eigentlich der Ahnenforschung dienen – ohne das offenzulegen und ohne spezifische Vorschriften. Nun regelt das US-Bundesjustizministerium, dass ab 1. November ein solches Vorgehen nur für bestimmte Straftaten zulässig ist. Die Ermittler des Ministeriums müssen sich ab dann gegenüber Ahnenforschungsdatenbanken zu erkennen geben.

Die verwendete Methode unterscheidet sich von dem seit Jahrzehnten üblichen Abgleich von DNA-Profilen aus Tatortspuren mit behördlichen Datenbanken. Sie nutzt den Umstand aus, dass immer mehr Personen aus freien Stücken die ver-

erbaren genetischen Varianten ihrer DNA analysieren lassen. Viele laden ihre Profile in öffentliche Datenbanken, um darüber Verwandte zu finden.

Also legen US-Ermittler Profile in den Ahnenforschungsdatenbanken an und füttern sie mit DNA-Analysen unbekannter Verdächtiger oder Opfer. Auf diese Weise versuchen sie, einen Stammbaum zu erstellen, um via Verwandtschaft auf den Gesuchten zu schließen. Im Juni ist der erste US-Mordprozess verhandelt worden, der sich auf solchermaßen ermittelte Gendaten stützte.

## Betreiber wehren sich

Der Erlass des US-Justizministeriums erlaubt dieses Vorgehen bei Gewaltverbrechen oder anderen Sexualstraftaten. Außerdem soll es mit Genehmigung des Staatsanwalts zulässig sein, wenn es um die öffentliche oder nationale Sicherheit geht. Die Methode darf erst nach einer erfolglosen Abfrage behördlicher Datenbanken genutzt werden.

Der Erlass gestattet nur die Nutzung solcher Ahnenforschungsdatenbanken, die ihre Nutzer darauf hinweisen, dass die Daten für behördliche Ermittlungen genutzt werden könnten. Die Betreiber haben bereits reagiert: Manche lassen ihre Nutzer nun vorab entscheiden, ob sie ihre Daten für behördliche Ermittlungen freigeben. Andere versprechen, die Daten grundsätzlich zu schützen.

So verbietet sich etwa die in Deutschland um Kunden werbende MyHeritage die Nutzung ihrer Datenbank für Ermittlungszwecke, solange kein Gerichtsbeschluss vorliegt. Mitbewerber Ancestry gibt ebenfalls an, nicht freiwillig zu kooperieren, und „verlangt von allen staatlichen Behörden, dass sie sich an geltende Rechtsverfahren halten.“ Das wirkt weniger strikt als MyHeritages Beharren auf einem Gerichtsbeschluss. (agr@ct.de) ct



Bild: Pete Lintforth / Pixabay

**US-Ermittler dürfen nicht mehr insgeheim auf private DNA-Daten zur Ahnenforschung zugreifen.**

- ✓ Über 90 Produkte
- ✓ Offene Plattform
- ✓ Software der Zentrale CCU3 kostenlos verfügbar
- ✓ Frei konfigurierbare Partner-Apps



Ihr individuelles  
Smart Home



homematic IP

## EuGH: Cookies benötigen aktive Zustimmung

**Mit einem Urteil zur Zulässigkeit von Cookie-Bannern hat der Europäische Gerichtshof für Aufsehen gesorgt. Fraglich ist jedoch, welche Arten von Cookies betroffen sind.**

Die Luxemburger Richter stellten fest, dass es unzulässig ist, dem Nutzer eine Zustimmung zur Datenverarbeitung per Vorauswahl unterzuschieben. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Cookie personenbezogene Daten enthält.

Geklagt hatte der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv), der eine Website des Gewinnspielbetreibers Planet49 bemängelt hatte. Der Anbieter versuchte, von den Nutzern die Zustimmung zur Datenverarbeitung und die Freigabe für Werbeanrufe zu erhalten, indem er in der zugehörigen Checkbox bereits einen Haken vorab gesetzt hatte. Diesen Opt-out-Ansatz sahen die Verbraucherschützer als Verstoß gegen die europäische Cookie-Richtlinie von 2009 und die e-Privacy-Richtlinie von 2002.

Dass der Rechtsstreit erst bis zum Bundesgerichtshof und schließlich bis zum Europäischen Gerichtshof gelangen

konnte, liegt an gesetzgeberischen Versäumnissen. So hatte Deutschland die Cookie-Richtlinie im Telemediengesetz nur unzureichend umgesetzt. Ebenso ist die neue e-Privacy-Verordnung, die parallel zur Datenschutz-Grundverordnung in Kraft treten sollte, seit Jahren überfällig. Folge: Viele deutsche Websites setzen im Unterschied zu anderen europäischen Anbietern nur sehr subtile Cookie-Banner ein, die keine explizite Zustimmung vom Nutzer voraussetzen.

Daten- und Verbraucherschützer begrüßen das Urteil, Industrievertreter kri-

tisieren jedoch den bürokratischen Aufwand, den die expliziteren Cookie-Banner bringen. Verwirrung herrscht noch, welche Cookies genau betroffen sind. So argumentieren Fachanwälte, dass es bei der Entscheidung nur um Werbe-Cookies mit Datenweitergabe gehe – rein technische Cookies seien nicht betroffen, wie sie etwa für einen Warenkorb in einem Online-Shop nötig sind. Die Bundesregierung arbeitet derzeit an einer Überarbeitung des Telemediengesetzes und will Folgen des Urteils für die deutsche Rechtslage überprüfen. (Torsten Kleinz/hag@ct.de)

Laut EuGH muss der Nutzer Cookies explizit per Opt-in zulassen.



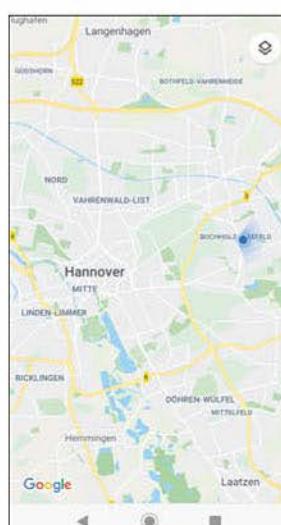
Bild: dpa / Anne Immanuel Bänsch

## Inkognito auf Google Maps

Google will nach dem Chrome-Browser und YouTube seinen sogenannten Inkognito-Modus künftig auch auf Google Maps anbieten. Wenn ihn der Nutzer aktiviert, würden die Orte, nach denen er sucht oder für die er Wegbeschreibungen erhält, **nicht** in seinem Google-Konto gespeichert und **für personalisierte Werbung genutzt**, verspricht der Konzern. Aktivieren lassen soll sich der Modus über einen Klick auf das Profilbild. Android-Nutzer sollen das nötige Update der Maps-App bereits in wenigen Wochen erhalten, eine iOS-Version soll später folgen.

Darüber hinaus soll der **Google-Sprachassistent** künftig auf Zuruf aufgezeichnete Sprachbefehle und **Gespräche löschen**, etwa mit „Okay, Google, lösche das, was ich als letztes zu dir gesagt habe“. Per Sprachbefehl ließen sich so die Daten von einem Zeitraum bis zu einer Woche entfernen. Für längere Zeiträume muss

der Nutzer seine Kontoeinstellungen auf einer Webseite aufrufen, auf die der Sprachassistent hinweist. (hag@ct.de)



Google Maps soll in Kürze weniger daten-hungrig sein, kündigt der Konzern an.

## Google stoppt News-Vorschau

Google hat angekündigt, in Frankreich keine Snippets mehr anzuzeigen – also kleine Vorschauen auf Nachrichten in Google News –, wenn dort demnächst das nationale Leistungsschutzrecht in Kraft tritt. Bleiben werde dann nur die Überschrift, die gleichzeitig auch der Link zur Website des Anbieters sei. Verlage können von sich aus festlegen, ob sie auch Fotos und Textauszüge in der Websuche angezeigt haben wollen.

Europäische Verleger machen sich Hoffnungen auf Zahlungen von Google, nachdem in der **EU-Urheberrechtsreform** das **Leistungsschutzrecht** festgeschrieben wurde. Demzufolge müssen Suchmaschinen Lizzen für die Anzeige von Auszügen aus Medieninhalten erwerben. Google weist die Milliardenforderungen von Verlegern allerdings zurück. (hob@ct.de)

# Onlinehandel: Streit um Zwei-Faktor-Authentifizierung

Der deutsche Einzelhandel ist kein Freund der Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA). Das erfuhr die dpa bei deutschen Onlinehändlern und Einzelhandelsverbänden. Dabei gingen die Vorbehalte über die derzeit verschobene Einführung der Starken Kundauthentifizierung (SCA) hinaus, die mit der PSD2 eigentlich seit 14. September obligatorisch wäre und eine 2FA für die meisten elektronischen Zahlungsvorgänge fordert. Im Unterschied zu US-Unternehmen wie Amazon, Google oder eBay **lehnen deutsche Onlinehändler eine optionale 2FA für ihre Shopkonten ab.**

Die deutschen Unternehmen erwarten wirtschaftliche Einbußen und geringes Interesse der Kunden. „Zwei-Faktor-Authentisierung brauchen wir nicht“, heißt es etwa beim Versandhändler Otto, der dadurch längere Kaufvorgänge und weniger attraktivere Kauferlebnisse erwartet. Stattdessen vertraue man auf „diverse technische Maßnahmen“. Auf die Technik verweist auch Wettbewerber Zalando. Der Handelsverband Deutschland sieht die 2FA „im Widerspruch zu den Anforderungen einer guten Nutzererfahrung“; jeder zusätzliche Schritt beim Checkout vermindere die Chancen auf einen Kaufabschluss. Beim Bundesverband Onlinehandel ist man sogar explizit „gegen die Realisierung von PSD2 und erst recht die Ausweitung auf weitere Gebiete“.

Verbraucherschützer mahnen hingegen an, sich mit der Einführung der SCA zu beeilen. Die bisher bei Online-Kreditkartenzahlungen übliche, auf die Karte gedruckte Kombination aus Kartennummer, Ablaufdatum und dreistelligem Code sei „eine Einladung zum Betrug“, hieß es vom europäischen Verbrauchererverband BEUC. Sicherheitsexperten betonen zudem, dass eine 2FA auch für

das Login bei Onlinehändlern sinnvoll sei. So stellten Bestellhistorien ebenfalls sensible Daten dar; mit einer 2FA hätten Nutzer „keinen nachfolgenden Ärger, etwa mit Identitätsdiebstahl“, sagt der Sicherheitschef der Allianz-Tochter Iconic Finance, Vincent Haupert. Beim Potsda-

mer Hasso-Plattner-Institut für Digital Engineering verweist Direktor Christoph Meinel zudem auf häufig zu schwache Passwörter und plädiert angesichts des zusätzlichen Schutzes dafür, dem Nutzer die Entscheidung über eine 2FA selbst zu überlassen. (mon@ct.de)

**wie STORAGE.**

Sasquatch® All-Flash Appliance: Weltweit einzigartiges Storage-Design mit fünf Nodes in 3HE.

- ✓ Niedrig-latenter High-Performance-Storage
- ✓ Erasure Coding (3+2)
- ✓ Hyper-converged
- ✓ Scale-out-Architektur
- ✓ Selbstheilender Cluster
- ✓ NFS-/iSCSI-/S3-Unterstützung



# Kreisverkehr

## Pingpong zwischen Händler und Hersteller

**AMDs neue Ryzen-CPUs sind attraktiv, doch wer sich auf ihrer Basis einen neuen Rechner bauen will, läuft mitunter in eine Falle: So manches Board kann mit den Neulingen nicht umgehen. Was fehlt, ist ein BIOS-Update. Gute Händler helfen ihren Kunden in solchen Fällen unbürokratisch – nicht so Computeruniverse.de.**

**Von Georg Schnurer**

Nachdem AMDs neue Ryzen-CPU allorts als performant und preisgünstig gelobt wurde, stand für Raymond T. fest, dass er seinen neuen Rechner auch auf Basis dieses Prozessors bauen wird. Mitte September orderte er deshalb im Online-Shop von Computeruniverse.de die wesentlichen Komponenten: Neben einer Ryzen 5 3600 CPU und passendem

Kühler waren das ein schickes Board (Gigabyte B450 Aorus M), 32 GByte DDR4-Speicher und eine NVMe-SSD. Inklusive Versandkosten sollte er 550,06 Euro bezahlen. Die übrigen Komponenten für den neuen PC übernahm Raymond T. nach einer sorgfältigen Kompatibilitätsprüfung von seinem alten Rechner.

Die Order ging am 16. September raus, und schon zwei Tage später hielt der Kunde die Ware in den Händen. Schnell waren Board, CPU, Kühler, RAM und so weiter montiert. Allein, das neue System startete nicht. Kein Bild, kein sonstiges Lebenszeichen der neuen Hardware. Als auch nach sorgfältiger Prüfung des Aufbaus kein Fehler zu finden war, kontaktierte Raymond T. am 18. September telefonisch den Support von Computeruniverse.de.

### Abgewimmelt

Der Supportmitarbeiter hörte sich die Schilderung des Kunden an und tippte schließlich auf ein Problem mit dem

BIOS. Möglicherweise müsse das für die neue AMD-CPU zunächst auf den aktuellen Stand gebracht werden, vermutete er. Raymond T. möge sich deshalb doch bitte an den Bordhersteller Gigabyte wenden. Eventuell könne AMD dem Kunden aber auch weiterhelfen, meinte der Supporter noch zum Schluss. Konkrete Hilfe von Computeruniverse.de? Fehlanzeige.

So allein gelassen wandte sich der Kunde noch am selben Tag sowohl an AMD als auch an Gigabyte. Beiden Unternehmen schilderte er über die jeweiligen Kontaktformulare sein Problem und bat um Hilfe.

Die Antwort vom AMD-Support kam schnell, war aber wenig hilfreich: Der Prozessorhersteller verwies den Kunden schlicht an den Bordhersteller. Dort möge er doch bitte nach Möglichkeiten für ein BIOS-Update fragen.

Kurz darauf, so berichtete uns Raymond T., habe sich auch Gigabyte gemeldet, ihn aber lediglich an den Händler verwiesen.

Ohne große Hoffnung wandte sich der Kunde erneut an Computeruniverse.de – dieses Mal per E-Mail. Doch auch auf diesem Wege wurde ihm keine Hilfe zuteil: Der Versandhändler schlug zunächst vor, dass sich der Kunde doch an ein Ladengeschäft vor Ort wenden möge. Man habe selbst keine Techniker und könne dem Kunden deshalb nicht weiterhelfen, schrieb der Supportmitarbeiter. Verwundert fragte Raymond T. nach, ob man ihm nicht wenigstens eine alte AMD-CPU leihen könnte, damit er das Update selbst durchführen könne. Doch auch das war dem Onlineshändler anscheinend nicht möglich.

Frustriert wandte sich Raymond T. an die c't-Redaktion. Es könne doch nicht sein, dass ihn in dieser Situation sowohl der Händler als auch der Board- und CPU-Hersteller im Regen stehen lassen.

### Kistenschieber

Nun, dass ein Händler sich so vehement weigert, seinem Kunden zu helfen, fanden wir schon etwas verwunderlich. Der Umstand, dass beim Einsatz der neuen Ryzen-Prozessoren bei schon länger im Lager liegenden Börsen mitunter ein BIOS-Update erforderlich ist, sollte jedem fachkundigen Händler bekannt sein. Zudem hat AMD auch noch einen Service für Endkunden eingerichtet, über den sich diese ein „Boot-Kit“ bestellen können. Dieses besteht aus einem AMD Athlon 200GE Prozessor inklusive einer Kühlkörper.

sung, mit dessen Hilfe sich das BIOS aktualisieren lässt. Das Boot-Kit verleiht AMD kostenlos. Jeder Händler, der aktuelle Ryzen-Prozessoren verkauft, sollte diese Option kennen und seine Kunden darüber informieren.

Doch warum verweisen weder der Händler noch AMD oder Gigabyte in ihren Antworten auf die Kundeanfrage auf diesen Service? Das wollten wir uns genau ansehen und baten Raymond T., uns die gesamte Korrespondenz mit Computeruniverse.de, AMD und Gigabyte zuzusenden. Die Sichtung des knappen Schriftwechsels bestätigte im Wesentlichen die Schilderung des Kunden. Dabei ist besonders ärgerlich, dass nicht einmal der Service von AMD auf den extra für solche Fälle eingerichteten CPU-Verleih von AMD hinweist.

Das Verhalten von Computeruniverse.de seinem Kunden gegenüber erinnert tatsächlich eher an das eines „Kistenschiebers“ denn an das eines fachkundigen Händlers. Computeruniverse.de verweist lediglich auf andere und bietet als einzige Option die Rückgabe von Board und CPU an. Das stünde dem Kunden aber ohnehin zu, da er sowohl ein Widerrufsrecht als auch ein Recht auf Reklamation hätte. Wirklich weiterhelfen tut aber beides nicht.

Auch der Gigabyte-Support verweist in seiner englischsprachigen Antwort zwar zunächst auf den Händler, bot aber noch zwei weitere Optionen an: Über einen speziellen RMA-Service (RMA: Return Material Authorization) von Gigabyte kann das Board eingeschickt und das BIOS erneuert werden. Diesen Gigabyte-Service muss allerdings der Händler als Vertragspartner von Gigabyte anstoßen. Zu guter Letzt schreibt der Gigabyte-Mitarbeiter dann noch: „Otherwise you can also develop Short Term Processor Loan Boot Kit“. Dieses unverständliche Gestammel verweist letztlich auf das Boot-Kit von AMD. Leider ist das für Kunden, die von dieser kostenlosen Option noch nie gehört haben, nur schwer zu erfassen, zumal der in der Nachricht am Raymond T. angegebene Deep-Link direkt auf das nicht gerade verständlich gestaltete RMA-Formular von AMD verweist.

Wir batet deshalb sowohl Computeruniverse.de als auch AMD und Gigabyte um Stellungnahme. Für AMD beantwortete PR-Manager Markus Lindner unsere Anfrage. Er bedauerte zunächst, dass Ray-



mond T. vom AMD-Support nicht richtig beraten wurde. Das sei umso bedauerlicher, als die AMD-Webseite die BIOS-Thematik recht gut zusammenfasse. Neben der Möglichkeit, eine Leih-CPU bei AMD anzufordern, wies Lindner noch darauf hin, dass es bei einigen Boards auch möglich sei, das BIOS über einen speziellen USB-Anschluss auch ohne CPU zu aktualisieren. Bei dem von Raymond T. erworbenen Modell gibt es diese Möglichkeit aber nicht.

Auch Computeruniverse.de reagierte auf unsere Anfrage.

Man könne den Unmut des Kunden nachvollziehen und hätte eine bessere Lösung anbieten müssen, erklärte uns Tim Wacker, Abteilungsleiter Customer Care bei dem Versandhändler. Die Möglichkeit, über AMD eine Leih-CPU für das BIOS-Update zu erhalten, sei zum Zeitpunkt der Anfrage des Kunden beim Computeruniverse-Support nicht bekannt gewesen. Um den Support für die Kunden zu verbessern, werde man bei Boards mit B450 und X470-Chipsatz, bei denen ein BIOS-Update für die Nutzung von Ryzen 3000 CPUs erforderlich ist, künftig einen Hinweis auf den AMD-Service verlinken.

Ein BIOS-Update sei bei Computeruniverse selbst aber nicht möglich, bestätigte uns Tim Wacker. Es gäbe im Hause zwar technisch versierte Mitarbeiter, einen Hardwaresupport wie ihn etwa Hersteller oder Werkstätten haben, gäbe es aber nicht.

Gigabyte reagierte ebenfalls flott auf unsere Anfrage. Obwohl das Unternehmen auf den Hilferuf des Kunden durchaus korrekt reagiert habe, werde man den Support hier noch optimieren. Insbesondere den Hinweis auf AMDs CPU-Leih-Service werde man klarer nennen.

## Und der Kunde?

Raymond T. hat sein Problem mit den BIOS-Update inzwischen sehr elegant selbst gelöst: Er orderte schlicht eine ältere AMD-CPU, aktualisierte mit dieser sein BIOS und schickte die CPU anschließend im Rahmen seines Widerrufsrechts an den Händler zurück. Wirklich empfehlen können wir dieses Vorgehen allerdings nicht, da viele Händler bei Halbleitern aus gutem Grund den Widerruf ausschließen, wenn die Schutzverpackung geöffnet wurde.

(gs@ct.de) ct

**Link auf das Boot-Kit:** [ct.de/yg4r](http://ct.de/yg4r)

The screenshot shows a support article titled "Neues mit AMD Ryzen™ Desktop Prozessor der 3. Generation und AMD Socket AM4 400-Serie Motherboard konfiguriertes Desktop-System kann nicht gebootet werden". It includes a table of contents with links to problem descriptions, troubleshooting steps, and contact information. Below the table of contents, there's a section titled "Kurzfristiges Prozessor-Boot-Kit zum Ausleihen" with detailed instructions for requesting it from AMD.

AMD beschreibt auf der Support-Webseite sehr genau, was man als Kunde tun kann, wenn man ein Board ohne passendes BIOS für einen modernen Ryzen-Prozessor gekauft hat.

## Gesichter aus der Maschine

[generated.photos](#)

100.000 Gesichter – und allesamt stammen sie nicht von echten Menschen, sondern wurden durch ein sogenanntes Generative Adversarial Network erzeugt, also ein künstliches neuronales Netz: Bei der Site **100.000 AI-Generated Faces – Free to use!** handelt es sich um den ersten Arbeitsnachweis eines neuen Start-ups, das offenbar im großen Stil On-Demand-Inhalte erzeugen und seine Gesichter Website-Betreibern auch per API anbieten will. Anders als der Titel suggeriert, darf nicht jedermann die Bilder nutzen, sondern nach Angaben der Website-Betreiber derzeit nur Privatnutzer. Als Gegenleistung wird ein Backlink auf die Website erwartet. (jo@ct.de)



## Social-Media-Bilder passgenau

[promo.com/tools/image-resizer](#)

[pablo.buffer.com](#)

[pixlr.com/x](#)

Ein hilfreiches Werkzeug, um ein Bild mal eben schnell für einen Social-Media-Kanal aufzubereiten, ist der **Free Image Resizer** von Promo. Er kennt etliche Bildabmessungen von Facebook, Instagram, Twitter, YouTube, Pinterest, LinkedIn, Snapchat, vom Google Display Network sowie ganz generell für E-Mail und Blog. Lädt man ein Bild hoch, zeigt das Werkzeug sofort eine Vorschau in allen verfügbaren Formaten an.

Mit einem Klick lässt sich das Bild bearbeiten. Das Tool setzt allerdings ein hochwertiges Bild als Grundlage voraus, denn die Editierfunktionen beschränken sich auf die Auswahl des Ausschnitts und „spiegeln“. Wer ein Bild mit Text aufpeppen will, ist bei **Pablo** von Buffer besser aufgehoben. Für darüber hinausgehende, ebenso kostenlose Bearbeitungsfunktionen empfiehlt sich ein vollwertiges Bildbearbeitungsprogramm wie die Web-Version von **Pixlr**. (jo@ct.de)

## Alternativen zum Allgegenwärtigen

[nomoregoogle.com](#)

Google ist die Nummer eins bei der Suche, klar. Googles E-Mail-Dienst Gmail ist für viele Nutzer ebenso nicht mehr wegzudenken, genauso wie YouTube, Google Photos und Google Docs und, und, und ... Google sammelt mit jedem dieser Dienste Daten seiner Nutzer. Und mit der Vielfalt der Informationen ergibt sich ein sehr facettenreiches Bild.

Wer sich das bewusst macht und sich dann vielleicht zumindest ein Stück weit aus der Abhängigkeit von Google befreien will, der sucht oft lange nach Alternativen zu den Angeboten des Suchmaschinenkonzerns. Dabei gibt es für alle Dienste leistungsfähige Pendants von anderen Anbietern. Der niederländische Entwickler und Entrepreneur Pieter Levels hat es sich mit **No More Google** zur Aufgabe gemacht, auf seiner Website solche Google-Alternativen zusammenzutragen.

(jo@ct.de)

## DDR-Geschichte auf Schmalfilm

[www.open-memory-box.de](#)

Wie war das Leben in der DDR? Den westdeutschen Blick auf das „andere“ Deutschland prägte bisher fast ausschließlich die Berichterstattung in den Westmedien. Der schwedisch-argentinische Filmproduzent Alberto Herskovits und der kanadischen Politikwissenschaftler Professor Laurence McFalls wollen dem eine private Perspektive aus der Mitte der ostdeutschen Gesellschaft entgegenstellen.

2013 riefen sie das Projekt **Open Memory Box** ins Leben, in dessen Rahmen sie private Filme sammelten. Mehr als 415 Stunden Material haben sie zusammengetragen, die zwischen 1947 und 1990 von 150 Familien in der DDR gedreht wurden – von Kindergeburtstagen bis zu Begräbnissen, von 1.-Mai-Kundgebungen bis zur Republikflucht. Das Archiv lässt sich nach Schlagworten durchsuchen. (jo@ct.de)

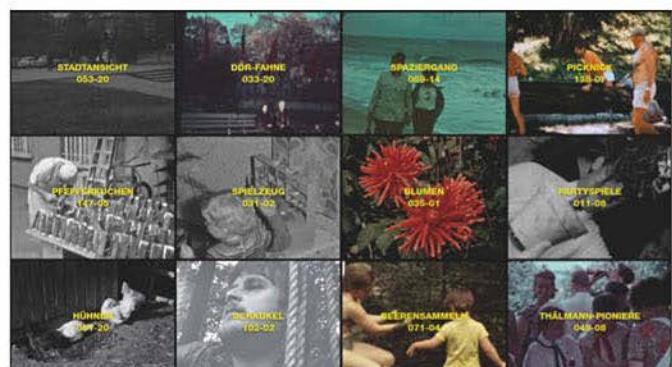




Bild: Rhenac Green Tec AG

# Pflanzenlicht 4.0

## LED-Systeme für Basilikumbooster, Rasensolarien und hängende Gärten

**Mitten im Winter frischer Salat aus der Region? Dank LED-Technik wird die Sonne für weite Teile des Pflanzenanbaus überflüssig.**

**Von Alexander Wilm**

**V**om Gewächshaus zum Gemüseanbau über grüne Fassaden bis zu Spezialanwendungen: Die gezielte Zugabe von LED-Licht kann helfen, geschundene Fußballfelder wieder fit zu machen, Basilikum schneller wachsen und Blumen auf den Punkt blühen zu lassen. Beim witterungs- und jahreszeitunabhängigen Hor-

ticulture Lighting übernehmen Leucht dioden die Aufgabe des Sonnenlichts und beleuchten die Pflanzen über festgelegte Zeiten mit ausgewählten Wellenlängen. So lassen sich Pflanzen unabhängig von der Sonnenscheindauer anbauen, und das besonders in Ballungsgebieten, etwa um lange Transportwege zu vermeiden.

Während unser Sehapparat aus unter schiedlichen Lichtwellenlängen über die Photorezeptoren eine Farbinformation ge generiert, lösen sie bei Pflanzen Stoffwechselreaktionen aus, etwa das Blattwachstum: Die Pflanzen enthalten lichtabsor bierende Farbstoffe wie Chlorophyll, die Lichtenergie in chemische Energie um wandeln. Mit dieser können sie aus  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  Kohlenhydrate herstellen – die Kernprozesse der Photosynthese.

Die mit Horticulture Lighting erzeugte Lichteffizienz misst man dabei in Mikromol pro Joule [ $\mu\text{mol}/\text{J}$ ]: Je höher dieser Wert ist, umso effizienter gelingt die Umwandlung elektrischer Energie in Photonen für die Pflanze.

Pflanzen benötigen für das Wachstum überwiegend blaues und rotes Licht: blaues mit Wellenlängen zwischen 400 und 490 nm, rotes um 640 bis 700 nm. Zusätzlich haben sie Absorptionsbanden für tiefrotes Licht im Bereich um 730 nm.

Durch geschicktes Kombinieren von Wellenlängen kann man das Pflanzen wachstum beeinflussen: Die Bereiche um 450 nm und 660 nm dienen in erster Linie der Photosynthese der Pflanze und damit der Energieversorgung. Das gelbe und grüne Lichtspektrum mit Wellenlängen

## Kenndaten des Horticulture Lighting

Die **Lichtmenge** beeinflusst den Photosynthese-Prozess der Pflanze. Zusätzliches Licht kann beispielsweise durch die Produktion von zusätzlichen Kohlehydraten (Fruchtzucker) die Größe und Süße von Früchten fördern und auch den Vitamingehalt von Obst und Gemüse steigern.

Die **Lichtqualität**, also die spektrale Zusammensetzung der unterschiedlichen Wellenlängenbereiche – blau, grün, gelb, rot, tiefrot sowie unsichtbares UV oder Infrarot – ist wichtig für Wachstum, Form, Entwicklung und Blüte der Pflanze. Bei der sogenannten Photomorphogenese kann eine gezielte Lichtmischung nicht nur das Blattwachstum fördern, sondern auch steuern, in welcher Größe und Form die Pflanzen wachsen.

Die **Leuchtdauer**, auch Photoperiode genannt, wird bei natürlichem Licht von der Tageslänge bestimmt und steuert beispielsweise den Beginn der Blüte. Künstlich zugefügtes Licht kann somit auch den Blühzeitpunkt und die Blühperiode beeinflussen.

zwischen etwa 500 bis 620 nm erhöht die Blattdichte. Licht mit einer Wellenlänge von 730 nm im richtigen Verhältnis mit 660 nm kombiniert nutzt man dagegen, um die Photomorphogenese zu beeinflussen. Dabei starten die aktivierte Photozeptoren typische Verhaltensweisen von Pflanzen, beispielsweise die sogenannte Schattenflucht: Das rotlastige Licht mit einem hohen Anteil von 730 nm suggeriert der Pflanze, dass sie im Schatten einer anderen Pflanze steht. Dann priorisiert sie das Längenwachstum, um diesem Schatten zu entkommen.

### Fokus auf Blütenbildung

Das tiefrote Licht um 730 nm (Abendrot) beeinflusst die von der Pflanze wahrgenommene Tageslänge. Einige Pflanzen wie Chrysanthemen und Euphorbien blühen nur, wenn es weniger als zwölf Stunden hell ist. Andere wie Salat, Kartoffeln oder Spinat bilden dagegen nur dann Blüten aus, wenn sie länger als zwölf Stunden unter Tageslicht stehen.

Beim Horticulture Lighting nutzt man diesen sogenannten Photoperiodismus aus und regt beispielsweise in besonders lichtarmen Gegenden wie der Polarregion eine Blütenbildung an.

Auch in Gewächshäusern setzt man tiefrotes Licht zur Anregung der Blütenbildung ein. Beispielsweise kombiniert man dabei etwa 20 Prozent tiefblaue (450 nm), 60 Prozent rote (660 nm) und 20 Prozent tiefrote LEDs (730 nm) miteinander. Auf diese Weise gelingt es, Blumen zu einem vorgegebenen Zeitpunkt blühen zu lassen – wenn beispielsweise Aldi & Co. zum Valentinstag allein in Deutschland Millionen Rosen anbieten wollen, müssen die Gartenbauer ihre Rosen punktgenau zum 14. Februar zur Blüte bringen.

Zur Verstärkung der Fruchtbildung und Reife ist dagegen die Kombination von 70 Prozent roten (660 nm), 10 Prozent tiefroten (730 nm) und 20 Prozent weißen LEDs (CRI 70, 4000 Kelvin) besonders erfolgversprechend. Hier geht es auch darum, die Fruchtreife über einen Zeitraum zu strecken, um etwa über mehrere Wochen frische Beeren anbieten zu können.

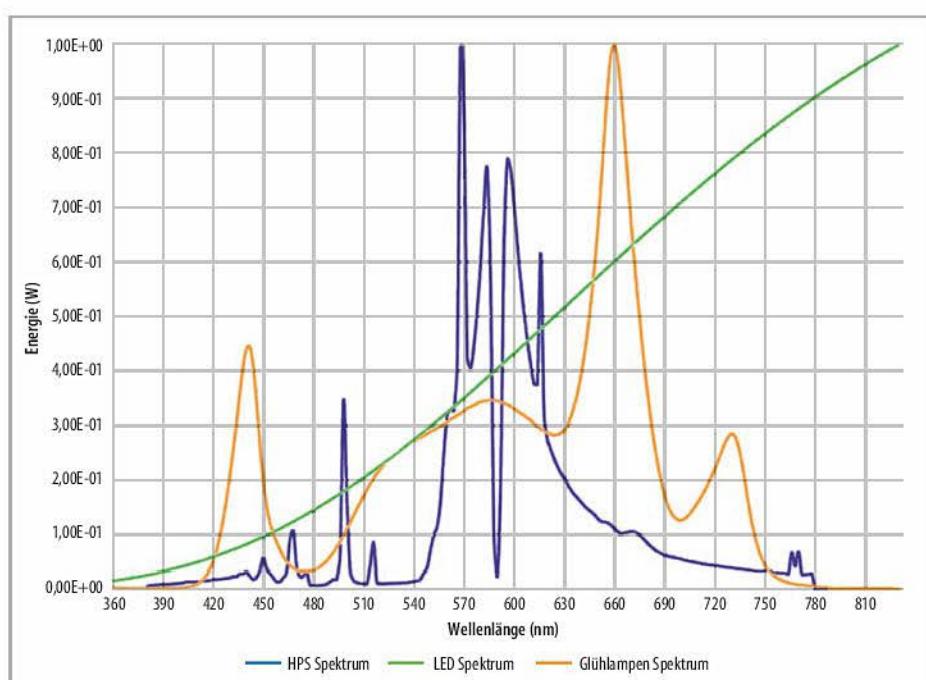
### Hochdrucklampe vs. LED

LEDs eignen sich aufgrund ihres genau definierten Farbspektrums und der flexiblen Steuerungsmöglichkeiten besonders

### Effekte je Wellenlänge

Wellenlängenbereich	Photosynthese	Weitere Effekte
200 - 280 nm	nein	schädlich
280 - 315 nm	nein	schädlich
315 - 380 nm	nein	schädlich
380 - 400 nm	ja	belastend
400 - 520 nm blau	ja	Pflanzenwachstum
520 - 610 nm grün/gelb	ja	Pflanzenwachstum
610 - 720 nm orange/rot	ja	Pflanzenwachstum, Blütenbildung und Austrieb
720 - 1000 nm tiefrot	nein	Keimen, Blattbildung und -wachstum, Blütenbildung
> 1000 nm	nein	Umwandlung in Wärme

gut für die gezielte Beleuchtung von Pflanzen. Bislang verwenden viele Beleuchtungssysteme im Gartenbau noch Natriumdampf-Hochdrucklampen (High-Pressure Sodium, HPS). Diese produzieren mit über 120 lm/W zwar viel Licht, allerdings über einen sehr breiten Wellenlängenbereich. Die dabei erzeugte Strahlungswärme – das Lampenglas wird bis zu 300 Grad heiß – erzwingt zudem einen erheblichen Abstand zwischen Lichtquelle und Pflanze. HPS-Leuchten eignen sich darum nur für Gewächshäuser mit Deckenleuchten. Um die Folgen der Strahlungswärme für die Pflanzen auszugleichen



Das Lichtspektrum von HPS-Lampen enthält wenig Lichtanteile im blauen und tiefroten Spektrum.



realisieren. Das spart Grundfläche fürs Gewächshaus – ein wichtiger Faktor gerade in Ballungsräumen.

Der italienische Basilikum-Produzent Servizi Ambientali Bassa Reggiana (S.A.B.A.R.) ersetzte sein HPS-Beleuchtungssystem durch eine Multilayer-Cultivation-LED-Lösung von Ambra Elettronica. Hierdurch konnte Servizi den Energieverbrauch seines Gewächshauses deutlich senken und pro Jahr etwa 75.000 kWh Energie und 30 Tonnen CO<sub>2</sub> sowie 15 Tonnen Öl-Äquivalent (TOE) einsparen.

Um typische Krankheiten beim Basilikum zu vermeiden, muss man die Pflanzen täglich über viele Stunden beleuchten – der Stromverbrauch war deshalb ein zentraler Faktor innerhalb der Betriebskosten. Die neue LED-Lösung senkt die Leistungsaufnahme um 56 Prozent auf 14 kW. Zusätzlich konnte Servizi die Zeit bis zur Basilikumernte verkürzen und den Ertrag steigern.

### Rasensolarium, Wasserwart, Algenkiller

Auch die Greenkeeper der großen Fußball- und Sportstadien pflegen ihren Rasen mit ausgeklügelten Methoden. Weil Teile des heiligen Grüns in vielen Stadien fast immer im Schatten liegen, muss man sie künstlich beleuchten. Auch hier kamen bislang oft HPS-Systeme zum Einsatz. Diese geben eine enorme Hitze ab, weshalb die Greenkeeper den Rasen zusätzlich bewässern müssen.

Sogenannte Rasensolarien mit LED-Technik verbrauchen weit weniger Strom, werden nicht so heiß und sind leicht – sie lassen sich statt mit dem Traktor einfach per Hand verschieben. Durch die Steuerung des Lichtspektrums kön-

Multilayer Cultivation mit LEDs: Basilikum-Produktion auf mehreren Ebenen

chen, muss man häufig zusätzlich bewässern. Außerdem vergrößern sich dank der höheren Lebensdauer der LEDs – sie ist bis zu vier Mal so hoch wie die der HPS-Lampen – die fälligen Wartungsintervalle.

Das Farbspektrum von Natriumdampf- und Glühlampen ist weitgehend fest. Mit LEDs lassen sich dagegen die Intensitäten in den relevanten Spektralbereichen präzise einstellen. Gleichzeitig arbeiten LED-Beleuchtungssysteme effizient und dadurch energiesparend. So erzielt eine typische LED-Leuchte für das Horticulture Lighting heute Effizienzwerte von 3,0 µmol/J im Vergleich zu 2,0 µmol/J bei HPS-Lösungen.

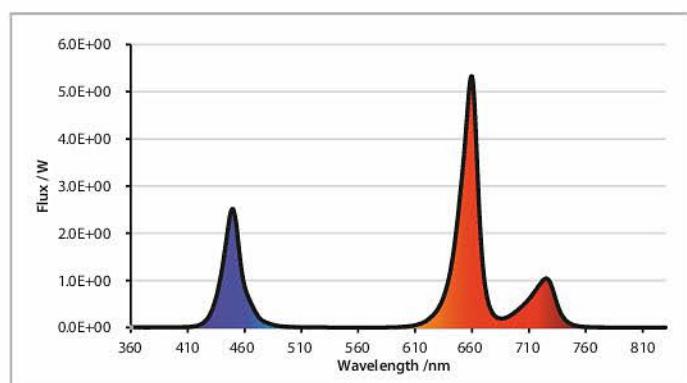
### Neue Anbaumethoden

Horticulture-Leuchten bringt man je nach örtlichen Voraussetzungen und zu be-

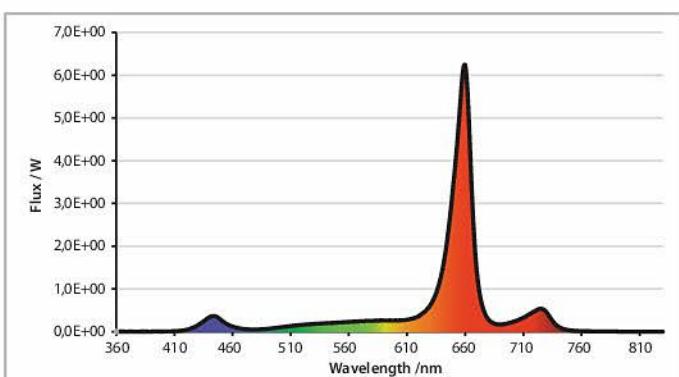
leuchtenden Pflanzen unterschiedlich an. Das sogenannte Toplighting ist die gängigste Variante: An der Gewächshaus- oder Raumdecke montierte Leuchten bestrahlen die Pflanzen großflächig. Hier spielten bisher HPS-Leuchten die zentrale Rolle.

Durch ihre niedrigen Betriebstemperaturen kann man LED-Leuchten wesentlich näher an die Pflanzen bringen – und sogar zwischen den Pflanzen oder deren Blättern platzieren. Vermeidet man bei diesem sogenannten Interlighting die Schattenbildung durch andere Blätter, unterstützt das die Photosynthese auch in den unteren Regionen der Pflanze.

Mit kompakten LED-Leuchten lässt sich zudem Multilayer Cultivation, also der Pflanzenanbau auf mehreren Etagen,



In Gewächshäusern kann man das Blütenwachstum durch gezieltes Dosieren des roten Lichts steuern.



Um die Fruchtreife zu steuern, wird zum roten Licht weißes hinzugemischt.

nen die Rasentüftler das Rasenwachstum zudem wesentlich präziser unterstützen.

Licht kann nicht nur das Wachstum oder die Ausprägung bestimmter Pflanzeigenschaften unterstützen, sondern auch dabei helfen, unerwünschten Mitbewohnern das Leben schwer zu machen. In den 80 Kilometer von Salerno entfernt gelegenen Pertosa-Auletta-Grotten suchte man nach einer passenden Beleuchtungslösung. Das beliebte Ausflugsziel besteht aus spektakulären Felsformationen, einem unterirdischen Fluss und Höhlen, die bis zu 3000 Meter in ein Bergmassiv hineinführen.

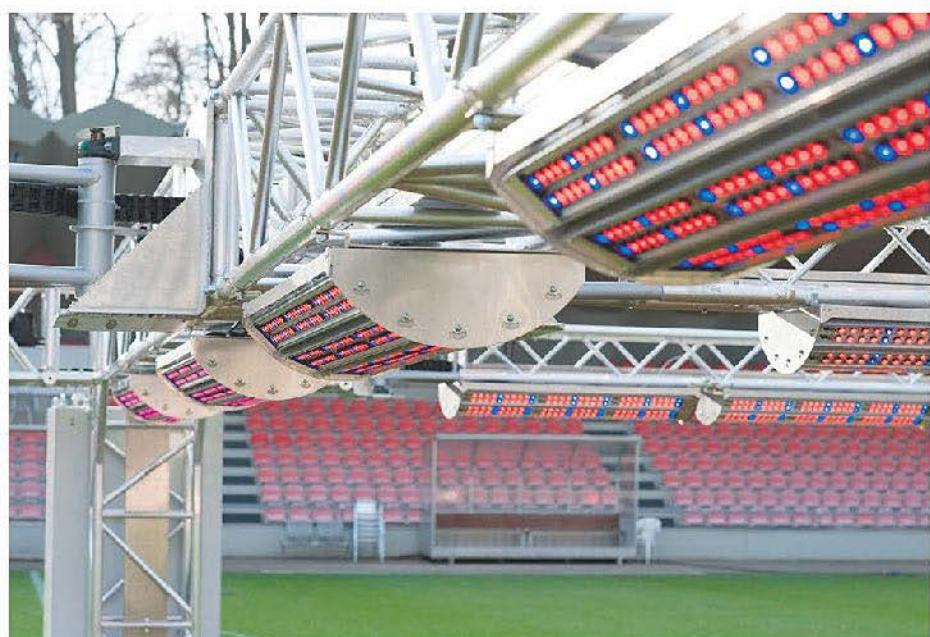
Um das Wachstum von Algen in diesen Höhlen zu reduzieren, installierte der italienische Lichtspezialist Lums ein steuerbares, mehrfarbiges LED-Beleuchtungssystem mit niedrigem Infrarot- und Ultraviolettlicht-Anteil. Die LEDs halten der hohen Feuchtigkeit der Höhlenumgebung stand, senken die Energiekosten und reduzieren Wartungsarbeiten.

In Aquarien simulieren LED-Leuchten die gewünschten Unterwasser-Lichtverhältnisse für Tiere und Pflanzen – beispielsweise in der öffentlichen Aquarien-Erlebniswelt in Israel mit Wassertank für bis zu 1,5 Millionen Liter. Das 6000 Quadratmeter große Gebäude beherbergt rund 30 große Aquarien mit Haien, Barrakudas, Rochen und vielen weiteren Fischen. Die Herausforderung besteht darin, jedes Aquarium mit dem passenden Spektrum und der richtigen Lichtverteilung für die jeweilige Fischart zu beleuchten.

So halten sich Haie in der freien Natur vorwiegend im Tiefwasser auf. Um ihre natürliche Umgebung nachzubilden, muss die Beleuchtung für das Becken je nach Tiefe eine Farbtemperatur zwischen 14.000 und 20.000 Kelvin erreichen. Um die phosphoreszierenden Farben der Fische aus dem Roten Meer hervorzuheben, sind dagegen Lampen mit Farbtemperaturen von 10.000 bis 16.000 Kelvin nötig. Um alle Anforderungen zu erfüllen, entwickelte der Leuchtenhersteller Orsenso zusammen mit Lightwheel eine maßgeschneiderte LED-Leuchtenserie für das Aquarium.

## Ausblick

Über fein steuerbare LED-Leuchten nehmen Pflanzenwissenschaftler heute gezielt Einfluss auf das Pflanzenwachstum, die Blüten- und Fruchtbildung

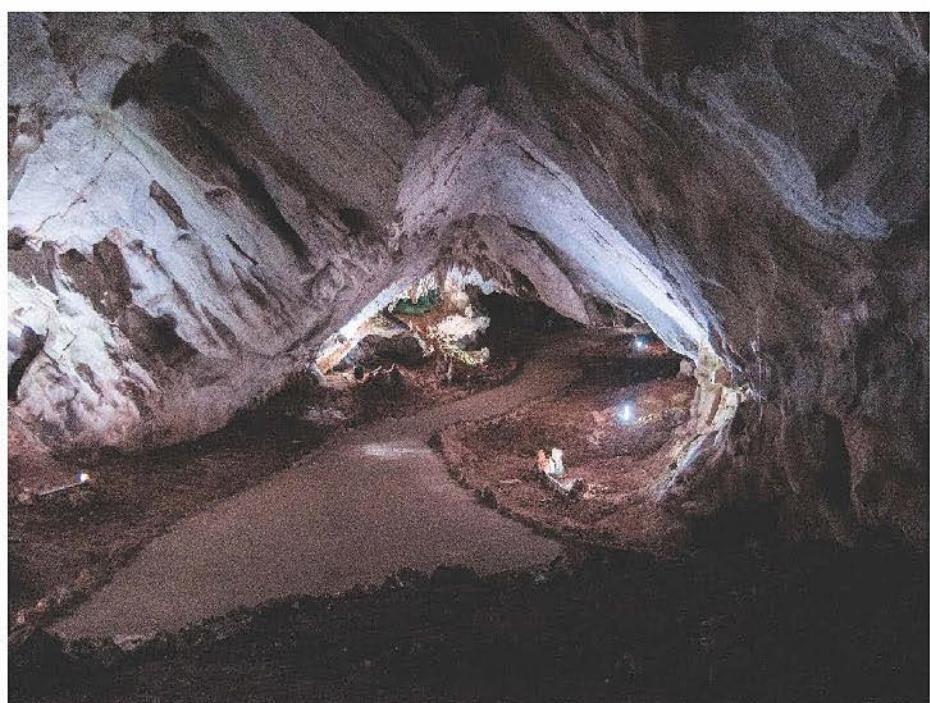


Das LED-Rasensolarium im Kölner Stadium lässt sich von Hand ohne Traktor verschieben.

sowie weitere photomorphogene Mechanismen. Dadurch gelingt Anbau und Ernte von Nahrungsmitteln auch in Ballungsräumen, in unwirtlichen Gegenden oder sogar in künstlichen Lebenswelten wie Raumstationen. In anderen Bereichen nutzt man kompakte LED-Syste-

me, um die Pflanzenpflege zu vereinfachen oder unter erschwerten Bedingungen Licht zu spenden. Die höhere Lebensdauer der LEDs und die kontinuierlich verbesserte Energieeffizienz der LEDs kommt allen Einsatzgebieten zugute.

(uk@ct.de) ct



Das Farbspektrum der LEDs in den bei Salerno gelegenen Grotten zaubert magische Momente herbei; zugleich bremsen bestimmte Wellenlängen des eingesetzten Lichts das Algenwachstum.

# So machen Apps süchtig

Die Psycho-Tricks der App-Entwickler



Stressfaktoren bei Android abstellen .....	Seite 70
Stressfaktoren bei iOS abstellen .....	Seite 74
Digital Detox auf dem Desktop und im Alltag .....	Seite 78

**Das Handy nervt, aber trotzdem können wir nicht davon lassen? Das liegt auch an den perfiden Mechanismen, die App-Entwickler nutzen, um ihre Software möglichst suchterregend zu machen - „stickiness“ nennt sich das im Fachjargon. Diese Tricks nerven nicht nur, sondern sind manchmal sogar gefährlich.**

**Von Jan-Keno Janssen und Sylvester Tremmel**

Eigentlich wollten Sie nur kurz nachschauen, warum Ihr Smartphone gerade vibriert hat – und schon sind wieder zehn Minuten vergangen, in denen Sie ziellos durch Apps getappt sind? Und danach können Sie gar nicht sagen, was sie die ganze Zeit gemacht haben? Dann sind der Werbe-, App- und Spieleindustrie auf den Leim gegangen – im wahrsten Sinne des Wortes. „Stickiness“ nennen es die Strategen aus dem Silicon Valley: Eine App soll möglichst „klebrig“ sein, damit die Kundschaft so viel Zeit wie möglich mit ihr verbringt. Aus Sicht der Entwickler ist das nachvollziehbar. Natürlich hoffen sie, dass die Nutzer die App möglichst intensiv benutzen („user engagement“) und regelmäßig starten („retention“). Schließlich steigt so zum Beispiel die Wahrscheinlichkeit, dass sie Werbung sehen (gut) oder anklicken (besser).

Zwar haben auch Entwickler von nicht werbefinanzierter Software ein Interesse daran, dass die Kundschaft ihr Produkt gerne und oft verwendet; doch geht es hier vor allem darum, die Nutzer glücklich zu machen. Bei werbefinanzierten Apps sind die Nutzer dagegen nur Mittel zum Zweck – um Werbegeld abzugreifen. Und da kommen dann auch schon mal Tricks zum Einsatz, die nicht nur nerven, sondern im schlimmsten Fall sogar süchtig machen können. Alle diese Tricks haben eines gemeinsam: Sie wirken im ersten Moment vollkommen harmlos.

### Unendlicher Scroll

Einer der wohl effizientesten Tricks ist der sogenannte „Infinite Scroll“, der bei Instagram, YouTube, Facebook, Twitter und Pinterest verwendet wird. Man kann ewig scrollen, die Inhalte scheinen niemals zu enden. Und ähnlich wie bei einer geöffne-

ten Chipstüte können viele Menschen sehr schlecht aufhören – mit dem Unterschied, dass die Chips irgendwann aufgegessen sind. Als wissenschaftlichen Beweis dafür, dass Menschen Probleme haben, ihren Konsum ohne externen Hinweis einzuschränken, wird häufig das „Bottomless bowl“-Experiment des US-amerikanischen Ernährungsforschers Brian Wansink zitiert (siehe ct.de/y6at): 2005 hatte er Testpersonen aus präparierten Schüsseln Suppe löffeln lassen, die Schüsseln füllten sich unbemerkt von selbst. Das Resultat: Die Testpersonen mit den bodenlosen Tellern aßen 73 Prozent mehr als diejenigen mit den unpräparierten; und dass, ohne die größere Suppenzufuhr überhaupt zu bemerken. Nachdem einigen Forschern

Unstimmigkeiten bei Wansinks Arbeiten aufgefallen, wurden einige seiner Studien zurückgezogen – „Bottomless Bowls“ gehört allerdings nicht dazu.

Dass das unendliche Scrolling problematisch ist, findet sogar sein Erfinder: Der ehemalige Mozilla-Mitarbeiter Aza Raskin hat die „Infinite Scroll“-Technik nach eigenen Angaben erstmals eingesetzt. Inzwischen bereut er seine Erfindung. Gegenüber der BBC sagte Raskin (ct.de/y6at), dass Social-Media-Firmen ihre Nutzer bewusst abhängig machen: „Es ist, als ob sie Verhaltens-Kokain über ihre Interfaces streuen – und die Nutzer kommen deshalb immer wieder zurück zu ihnen.“

### Wie ein Spielautomat

Zusätzlich zum „Infinite Scroll“ nutzen viele Apps auch den „Pull-to-Refresh“-Mechanismus: Zieht man die Liste mit dem Finger nach unten, aktualisiert sie sich. Dass das an einen Spielautomaten erinnert, sei kein Zufall, erläutert Tristan Harris, der bis 2013 bei Google an Inbox und anderen Produkten gearbeitet hat. „Wenn Tech-Designer die Sucht maximieren wollen, müssen sie lediglich die Aktion eines Benutzers (wie das Ziehen eines Hebels) mit einer variablen Belohnung verbinden“, schreibt Harris in einem Blogartikel (ct.de/y6at).



### Steinzeit ist auch schlecht

**Von Jan-Keno Janssen**

Ich bekannte: Ich kann mich dem Sog von Social Media oft nicht entziehen. Jedes Mal, wenn ich auch nur ein kleines bisschen Langeweile oder ein anderes minimal negatives Gefühl verspüre, zücke ich mein Handy und öffne Facebook, Twitter oder Instagram. Aber liegt das nun an mir oder den Social-Media-Anbietern? Vermutlich an beiden. Als Journalist kann ich zumindest nachvollziehen, dass Medienunternehmen im Wettstreit um Zeit und Aufmerksamkeit jedes zur Verfügung stehende Mittel nutzen. Außerdem sind Facebook & Co. ja nicht nur Suchtmittel, sondern auch oft ganz schön praktisch.

Zumindest ich möchte nicht zurück in die analoge Steinzeit.

Dennoch: „Mit viel Macht kommt viel Verantwortung“ – das wissen wir spätestens seit Spiderman. Ansätze wie die Achtsamkeitsfunktionen in Android und iOS oder das testweise Verbannen der Like-Zahlen in Instagram finde ich deshalb begrüßenswert; ebenso wie Smartphone-Verbote in der Schule. Ich bin zuversichtlich, dass wir Strategien finden werden, um uns vor Stress und Sucht zu schützen. Zum Beispiel, indem wir die Geräte einfach mal abschalten. Der Scroll-Finger zuckt dann manchmal ein bisschen – aber das legt sich mit der Zeit, ich habe es ausprobiert.

Wie bei einem einarmigen Banditen weiß man auch bei vielen Apps nicht, was nach dem Ziehen des „Hebels“ passiert: Entweder bekommt man eine neue Nachricht oder einen interessanten Artikel – oder es passiert gar nichts. Laut Harris sei der Suchtfaktor umso höher, je stärker die Belohnung variiert.

Nachgewiesen wurden diese Effekte unter anderem in Tierversuchen in den „Skinner-Boxen“ des Psychologen Burrhus Skinner. Hier drückten Tiere den Futterausgabe-Knopf häufiger, wenn dieser eben nicht grundsätzlich Essen auswarf, sondern nur manchmal. „Operante Konditionierung mit variabler Quotenverstärkung“ nennen das Verhaltenspsychologen.

### Dopamin bringt Klicks

Doch nicht nur „Infinite Scroll“ und „Pull to Refresh“, auch andere Mechaniken wie die prominente Darstellung der „Likes“ bei Facebook und bei Instagram wirken sich auf den Hirnstoffwechsel aus. Der Facebook-Mitgründer Sean Parker spricht das ganz offen aus. Auf einer Veranstaltung des Medienkonzerns Axios sagte er, dass Facebook genau wusste, dass es ein suchterzeugendes Produkt vermarkte und eine Schwachstelle der menschlichen Psychologie ausnutze. Als Beispiel nannte er den

Like-Button, der jedes Mal ein bisschen Dopamin freisetze und damit die Nutzer zum Posten anstachele. Es handele sich dabei um eine „Feedback-Schleife der sozialen Bestätigung“. Und natürlich werden die Benachrichtigungen auch grundsätzlich in Rot angezeigt – einer Signalfarbe.

Wir haben bei Facebook nachgefragt, ob das Unternehmen bewusst auf dopaminausschüttende Mechanismen setzt. Eine ganz konkrete Antwort bekamen wir nicht, stattdessen schrieb ein Sprecher: „Wir möchten sicherstellen, dass unsere Plattformen positiv zum Leben der Menschen beitragen.“ Außerdem wies uns das Unternehmen darauf hin, dass man in einigen Ländern die Gesamtzahl der Likes unter Fotos und Videos auf Instagram testweise verbirgt. Zumindest in Desktop-Browsern lässt sich das auch mit einem Add-on bewerkstelligen: Demetricator blendet in Facebook, Instagram und Twitter alle Zahlenwerte bei Likes, Fans und Followern aus ([ct.de/y6at](http://ct.de/y6at)).

Man könnte nun natürlich einwenden, dass Menschen mit stabilem Selbstwertgefühl sich von schnöden Likes dahergelaufener Social-Media-Bekanntschaften nicht beeinflussen lassen. Aber ganz so einfach ist das nicht: Im Sachbuch „Hooked: Wie Sie Produkte erschaffen,



**Infinite Scrolling:** In Apps wie Instagram kann man ewig scrollen, es gibt keinerlei „Du kannst jetzt aufhören“-Signalisierung.



## Alles abstellen!

Von Michael Link

**M**essenger-Nachrichten muss man nicht sofort beantworten. Wer etwas per Messi schickt und nicht anruft, signalisiert, dass die Antwort Zeit hat.

So wissen meine Freunde, dass ich Messenger-Nachrichten manchmal erst nach Stunden oder sogar Tagen beantworte. Auch daran, dass ich oft nicht ans Handy gehe, haben sich meine Bekannten gewöhnt. Ich bin doch nicht die Notrufzentrale der Feuerwehr! Gut, es gibt ab und zu Tage, bei denen eine erhöhte Telefonbereitschaft sinnvoll und wichtig ist, aber bestimmt nicht, um im Messenger die wichtige Nachricht zu beantworten, welche Sorte Apfelbaum man denn nun gepflanzt hat.

Damit das Smartphone mich ruhig meine Bahnen ziehen lässt, durchläuft jedes neue Smartphone bei der Inbetriebnahme eine Routine, welche die Pieps-, Klingel- und Hinweistöne abstellt. Sodann geht es den Push-Funktionen an den Kragen. Mails werden erst dann abgerufen, wenn ich Zeit für die Mail-App habe.

Die weiteren Apps dürfen Push- und auch Benachrichtigungsfunktionen nur nutzen, wenn die erhaltenen Nachrichten so wichtig sind, dass sie ein Herausreißen aus dem richtigen Leben rechtfertigen. Nachts fliegt das Smartphone aus dem Schlafzimmer und wenn das nicht geht – etwa im Hotel – dann sorgt der Nicht-Stören-Modus für Ruhe. Anrufen darf mich dann nur meine Freundin.

die süchtig machen“ beschreibt Autor Nir Eyal, dass schon kleinste Trigger ausreichen, um uns zu steuern. Er bezieht sich dabei auf das Verhaltensmodell des Psychologen BJ Fogg, das menschlichen Motivationen darauf herunterbricht, dass wir negative Gefühle vermeiden wollen (zum Beispiel Zurückweisung) und positive Gefühle (soziale Bindungen) suchen.

### Snapchat bewertet Beziehungen

Diese Erkenntnisse scheint die Social-Media-App Snapchat verinnerlicht zu haben, bewertet sie doch die Qualität von Beziehungen im Rahmen der sogenannten „Snapstreak“-Technik: Schickt man sich mit jemanden drei Tage in Folge sogenannte Snaps (Fotos oder Videos) hin und her, wird der Kontakt mit einer Flamme in der Kontaktliste illustriert. Daneben steht die Anzahl der Tage. Schon nach einem Tag ohne Snap erlischt die Flamme – die Beziehung ist erkaltet. Gerade junge Menschen dürften sich von solchen Bewertungen beeinflussen lassen; in Deutschland sind 72 Prozent der Snapchat-Nutzer unter 25 Jahre alt.

# „Verlernt, sich digitale Pausen zu schaffen“

**Christian Groß ist Zweiter Vorsitzender des Fachverbands Medienabhängigkeit. Er arbeitet als Suchttherapeut und Supervisor.**

c't: Viele Menschen sehnen sich nach Digital Detox, weil sie sich von ihrem Smartphone und von Social Media gestresst fühlen. Sind das schon Suchtprobleme?

Christian Groß: Da kann man noch nicht von Medienabhängigkeit sprechen, zumindest nicht flächendeckend. Das ist ja erst mal ein gesellschaftliches Phänomen. Wenn Sie sich Abhängigkeitszahlen anschauen, dann bewegen wir uns in der Gesamtbevölkerung ungefähr bei einem Prozent. Wenn Sie sich aber ansehen, wie viele Menschen sich von ihrem Smartphone zwischenzeitlich gestresst fühlen – da haben wir weitaus höhere Zahlen. Wir leben in einer hektischen, digitalisierten Welt, vielleicht haben da viele von uns verlernt, sich digitale Pausen zu schaffen. Wir sollten dem Gehirn beibringen, wie es ist, wenn das Smartphone aus ist.

**c't: Einfach ausschalten – das wäre auch Ihre Empfehlung für Betroffene?**

Groß: Auf jeden Fall. Schauen Sie beispielsweise mal nach Frankreich. Dort sind ja Smartphones auf den Schulhöfen verboten. Wir vom Fachverband sind nicht zwingend für Verbote, aber dass Kinder auch Smartphone-freie Phasen haben und lernen, sich sehr konzentriert auch anderen Dingen

zu widmen – das ist sehr sinnvoll. Allgemein halte ich es für eine der wichtigen Aufgaben der Digitalisierung, dass wir uns zum einen mit den technischen Möglichkeiten auseinandersetzen, aber uns zum anderen auch auf das besinnen, was es neben den ganzen techni-



schen Features noch so alles gibt. Viele der jungen Menschen haben heute verlernt, mit Phasen der Langeweile umzugehen oder sich auch mal für längere Zeit auf etwas zu konzentrieren, ohne sich ablenken zu lassen.

**c't: Was raten Sie Erwachsenen, wie oft sollen sie Pausen einlegen?**

Groß: Ich würde empfehlen, dass man sich mal ein, zwei Wochen im Selbstversuch anschaut: Wie ist mein Tag strukturiert? In welchen Phasen fühle ich mich am meisten gestresst vom Smartphone? Genau in diesen Phasen kann man ganz gezielt das Telefon ausstellen und versuchen wahrzunehmen, was sich verändert. Wenn die Effekte positiv sind, würde ich empfehlen, das so beizubehalten.

**c't: Wie erkennt man, wo die echte Sucht anfängt?**

Groß: Wichtige Kriterien von Sucht sind beispielsweise Kontrollverlust und negative Konsequenzen des Nutzungsverhaltens über einen längeren Zeitraum. Das heißt, wenn ich mir Pausen vornehme und dann merke, dass ich das nicht schaffe. Das dürfen sie aber nicht an ein oder zwei Versuchen festmachen, sondern sowas muss über einen Zeitraum von 6 bis 12 Monaten vorliegen. Wenn das dann

auch noch zu massiven negativen Konsequenzen führt, beispielsweise Abmahnungen vom Arbeitgeber oder Vernachlässigung anderer Interessen – dann wird es zumindest problematisch. Eine Sucht entwickelt sich in der Regel über mehrere Jahre. Die Patienten, die ich in der Klinik oder Praxis behandle, haben sich oft schon so stark sozial isoliert, dass sie eigentlich mehr oder weniger neunzig Prozent des Tages online verbringen.

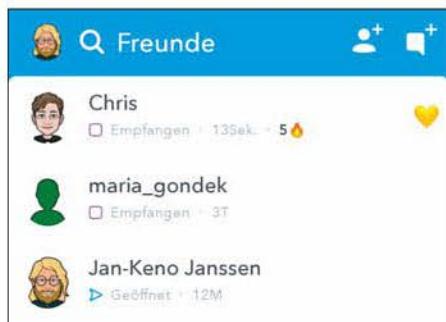
**c't: Computerspielsucht ist seit dem vergangenen Jahr von der WHO als Krankheit anerkannt, Social-Media- oder App-Sucht noch nicht. Sollte sich das ändern?**

Groß: Bei den Internet-bezogenen Störungen brauchen wir noch mehr Forschung. Allein schon, weil man aufpassen muss, dass man Menschen nicht stigmatisiert. Um in den ICD aufgenommen zu werden, gibt es recht harte Kriterien. Die sind, was die Forschung angeht, noch nicht erfüllt. Da sollte man auch wirklich ganz genau hinschauen, weil unglaublich viele Menschen Social Media nutzen. Und dann müssen Sie schon genau differenzieren, wo es möglicherweise um Sucht geht und wo um ein angemessenes Nutzungsverhalten.

**c't: Brauchen wir mehr Gesetze?**

Groß: Ich glaube schon, dass es wichtig ist, dass Unternehmen verpflichtet werden, zum Beispiel In-App-Käufe oder Mikrotransaktionen bei Minderjährigen zu unterbinden. Und: Glücksspielanbieter sind in Deutschland verpflichtet, Spielerschutzkonzepte vorzuhalten – also Hilfsangebote, Ratgeber und Spieler sperren. Das würde ich sowohl im Social-Media- als auch im Computerspielbereich für sinnvoll halten. Vor allem brauchen wir aber Aufklärung von Eltern und Medienkompetenzerziehung an Schulen.

**»Wir sollten dem Gehirn beibringen, wie es ist, wenn das Smartphone aus ist.«**



**Die kleine Flamme neben dem Namen oben sieht harmlos aus, dahinter steckt aber eine Bewertung von Beziehungen.**

Auch Snapchat haben wir gefragt, ob das Unternehmen bewusst Dopamin ausschüttende Mechaniken einsetzt. Das verneint Snapchat, allerdings ohne konkret auf das Dopamin einzugehen: „Wir verwenden keine Designtechniken, die auf zwanghaftes oder süchtig machendes Verhalten abzielen. Unsere Funktionen sollen Spaß machen und Kreativität, Entdeckung und Spiel fördern.“

Einen Seitenheib auf die Likes der Konkurrenz kann sich Snapchat dabei nicht verkneifen: „Letztendlich denken wir, dass die häufige und kreative Kommunikation mit Freunden und Familie ein Verhalten ist, das wir gerne unterstützen, aber wir tun dies nicht durch visuelle Tricks oder durch öffentliche Eitelkeitsmetriken (wie Kommentare und Likes), die Kommunikation zu einem Beliebtheitswettbewerb machen.“

## FOMO!

Der stete Strom von Inhalten und Benachrichtigungen führt dazu, dass die Nutzer immer mehr das Gefühl haben, ihr Leben findet innerhalb von Smartphone-Apps statt. Schauen sie einmal nicht aufs Handy, könnten sie etwas Wichtiges verpassen. „FOMO“ heißt das jugendsprachlich, „fear of missing out“. Nimmt man Menschen das Smartphone weg, führt das zu Stress. In einer Studie der California State University wiesen die Forscher nach, dass schon nach wenigen Minuten ohne Smartphone Herzfrequenz und Blutdruck ansteigen – und zwar immer stärker, je länger die Zwangspause andauert.

Es ist deshalb ganz und gar nicht verwunderlich, dass die Gründer der Silicon-Valley-Technikfirmen sehr genau wissen, dass ihre Produkte einen schlechten Einfluss auf Menschen haben können – und

deshalb ihren eigenen Kindern Smartphone & Co. verbieten. Schon der 2011 verstorbene Apple-Gründer Steve Jobs hat gegenüber der New York Times zu Protokoll gegeben, dass er seinen Kinder strenge Vorgaben machte, wann und wie lange sie Smartphone und Laptop verwenden dürfen. Dabei wies Jobs darauf hin, dass bei „erstaunlich vielen“ seiner Kollegen aus dem Silicon Valley zu Hause harte Technikregeln herrschen. Übrigens auch bei Bill Gates: In seinem Haushalt sind Smartphones am Esstisch generell verboten, außerdem bekamen seine drei Kinder erst mit 14 Jahren ein eigenes Handy – sehr zu deren Leidwesen, denn ihre Schulfreunde (mit nicht so technik-affinen Eltern) hatten schon viel früher eins.

In Frankreich gelten seit Sommer 2018 landesweit rigorose Smartphone-Regeln – ein Wahlversprechen von Präsident Emanuel Macron: In allen Vor- und Grundschulen sowie der Sekundarstufe I ist die Nutzung von Handys in der Schule grundsätzlich verboten. Das Gesetz betrifft Schüler im Alter von 3 bis 15 Jahren. Ab der Sekundarstufe II dürfen die Schulen selbst entscheiden. Nach einem Jahr Smartphone-Gesetz sind die Erfahrungen durchaus positiv – obwohl es anfangs hitzige Diskussionen gegeben hat, erstaunlicherweise unter Eltern: Die waren es schließlich gewohnt, ihr Kind den ganzen Tag über erreichen zu können.

## Pokémon-Sucht

Neben Social-Media-Diensten nutzen auch viele Smartphone-Spiele das menschliche Streben nach sozialen Bindungen aus. Schaut man sich die Top 50 der umsatzstärksten Spiele-Apps in Googles Play Store an, findet man in jedem einzelnen Titel mehr oder weniger perfide Mehrspiel-Mechanismen. Zum Beispiel in Pokémon Go: Hier kann man seinen Freunden virtuelle Geschenke überreichen, wovon beide Partner in Form diverser virtueller Belohnungen profitieren. Erwidert man ein Geschenk zwei Tage lang nicht, kann es schon mal passieren, dass die Pokémon-Gefährten nachfragen, ob alles in Ordnung sei. Das erzeugt negative Gefühle – und die will der Mensch ja laut dem Fogg-Verhaltensmodell unbedingt vermeiden.

Ein anderer abhängigkeitsfördernder Mechanismus sind wie bei Snapchat die Streaks: Besucht man jeden Tag mindestens einen Pokéstop und fängt ein Pokémon, bekommt man dafür Belohnun-

gen – die sich jeden Tag steigern. Hat man an sieben aufeinanderfolgenden Tagen gespielt, gibt es am siebten Tag eine große Belohnung. Setzt man einen Tag aus, muss man wieder ganz von vorne anfangen.

## Anfixen, dann abkassieren

Dabei geht Pokémon Go noch vergleichsweise dezent vor, Titel wie Coin Master, Candy Crush oder Clash of Clans haben noch miesere Maschen auf Lager. Diese sogenannten „Free-to-Play“ oder „Free-mium“-Spiele funktionieren grundsätzlich nach dem „Erst anfixen, dann abkassieren“-Prinzip: Man kann sie kostenlos herunterladen und spielen. In den ersten Stunden geben diese zumeist mechanisch sehr einfachen Spiele den Nutzern viel positives Feedback: Schließt man einen Level ab, blinkt es bunt oder es ertönt eine triumphale Fanfare, man spielt sich quasi in einen Rausch, erlebt einen Flow. Genau in diesem Moment kracht man dann gegen eine virtuelle Wand: Das Spiel spuckt keine Belohnungen mehr aus, sondern verlangt Geld – ansonsten muss man stunden- oder sogar tagelang warten, um weiterspielen zu dürfen. Wie viel Geld man zahlen muss, wird dabei grundsätzlich nie direkt angezeigt. Stattdessen ist nur von „Goldstü-



**Tägliches Spielen wird belohnt, Aussetzen bestraft: Sogenannte „Serien“ gibt es in vielen Free-to-Play-Titeln.**

cken“ oder einer anderen fiktiven Spielwährung die Rede, die man natürlich mit echtem Geld kaufen muss. Je mehr man spielt, desto teurer wird es.

Traurig daran ist nicht nur die bloße Existenz dieser psychologisch fragwürdigen Spiele, sondern auch, dass Titel mit faireren Erlösmodellen – einmal zahlen, danach keine Werbung und kein Generve – auf dem Markt völlig untergehen. In den „Spiele mit den höchsten Umsätzen“-Top-50-Charts in Googles Play-Store fanden sich bei Redaktionsschluss ausschließlich Titel, die vermeintlich kostenlos sind – und später dann zur Kasse bitten. In Apples App-Store sieht es nicht viel besser aus.

## Die Light-Zigarette

Google profitiert nicht nur über Play-Store-Provisionen von suchterregenden Apps, sondern hat mit YouTube auch ein eigenes Produkt mit starker Sogwirkung im Programm. Der Videodienst nutzt „Infinite Scrolling“ und startet außerdem automatisch neue Videos, wenn das gerade geguckte vorbei ist – natürlich inklusive Werbung. Das Unternehmen hat auf unsere Fragen zu suchterzeugenden Mechaniken nicht geantwortet, sondern lediglich einen Link zu ihren „Digital Wellbeing“-Funktionen geschickt. Damit lassen sich unter anderem Zeitlimits für die App-Nutzung setzen. Auch Apple hat seit iOS 12 solche Funktionen an Bord und nennt das Ganze „Digital Wellness“. Also Gefahr erkannt, Gefahr bekannt? Eher weniger, siehe Artikel ab Seite 70.

Natürgemäß haben die Unternehmen kein Interesse daran, dass Nutzer weniger mit Ihren Geräten und Programmen interagieren. Woher also die Fürsorge? Eins ist sicher: dass die Konzerne regulatorischen Maßnahmen zuvorkommen wollen. Forderungen nach gesetzgeberischen Eingriffen laufen ins Leere, wenn die Unternehmen zeigen können, dass sie ohnehin schon alles Mögliche tun – wobei sie interessanterweise den Begriff „Digital Detox“ vermeiden, denn „Detox“ impliziert ja, dass Digitale wäre ein Toxin, also eine giftige Substanz. Stattdessen sprechen die Unternehmen von „Wellbeing“ oder „Wellness“.

## Clevere Wellness

Wichtiger ist: Die Unternehmen versuchen mit den „Wellbeing“-Angeboten im eigenen Sinne Entwicklungen zu beeinflussen, die ihren Interessen prinzipiell zuwiderlaufen. Würden die Konzerne näm-

lich den Wunsch nach digitalem Detox ignorieren, hätten Betroffene im Wesentlichen drei Optionen. Sie könnten erstens eben doch kein Digital Detox machen und blieben als Kunden und Kapital (Stichwort „monthly active user“) erhalten. Zweitens könnten sie auf Apps von Drittanbietern zurückgreifen, die anbieten, digitales Wohlbefinden zu managen. Als dritte Option könnten sie einen radikalen Schnitt machen und ihre Geräte stunden-, tage- oder wochenweise ausschalten. Letzteres wäre der ungünstigste Ausgang aus Konzernsicht, aber auch die zweite Option wäre ein verschenkter Markt.

Indem beide Mobil-Betriebssysteme selbst „digital well-being“ in ihre Produkte integrieren, besetzen sie diesen Markt. Vor allem aber bieten sie Nutzern ein Ventil, sodass diese eher keinen radikalen Schnitt machen. Die Taktik ist nicht neu: Als Zigaretten immer mehr in den Ruf gerieten gesundheitsschädlich zu sein, reagierten die Tabakkonzerne unter anderem mit „Light-Zigaretten“. Die waren kaum besser – aber sie suggerierten den Kunden, es gäbe eine sinnvolle Alternative zur Abstinenz.

Ahnlich wie Light-Zigaretten sind die Digital-Wellbeing-Angebote der Kon-

zerne daher vergiftete Äpfel: Sie bieten Betroffenen eine Handlungsoption, die sie als Konzernkunden erhält. Das perfide ist, dass dadurch tendenziell überbeanspruchten Menschen, die bereits ein Ventil suchen, letztlich nur noch mehr aufgebürdet wird: War es früher fraglos akzeptabel, nach Feierabend oder nachts nicht erreichbar zu sein, so wird man heute mit dem Vorwurf der Verantwortungslosigkeit konfrontiert – schließlich könnte die geliebte Oma gestürzt sein und verzweifelt versuchen, den Enkel zu erreichen. Wer entgegnet, dass man nachts aber nicht von Hinz und Kunz gestört werden will, der nutzt nur die Angebote zum digitalen Wohlfühlen nicht richtig und sollte sie mal ordentlich konfigurieren (siehe die Artikel auf den folgenden Seiten).

Dann bleibt das Handy also rund um die Uhr an, stellt sich nachts auf „do not disturb“ und die Nummer der Oma kommt in die Favoriten, die trotzdem durchkommen. Die Notfallnummer vom Chef am besten auch gleich, man weiß ja nie.

(jkj@ct.de) ct

**Links zu Studien und Blog-Einträgen:**  
[ct.de/y6at](http://ct.de/y6at)



## Mythos deaktivierte Benachrichtigungen

Von André Kramer

Das Problem bei der Sucht ist, dass sie dem Süchtigen vorgaukelt, die Sache noch in der Hand zu haben, wenn sie ihm längst entglitten ist. Der Süchtige selbst wird der letzte sein, der zugibt, den Reiz zu brauchen wie die Luft zum Atmen.

Sucht beschreibt in diesem Kontext Abhängigkeit und die hängt eng mit Missbrauch zusammen. Der ist nicht immer leicht zu definieren. Wenn ich beim Fernsehen quasi permanent das Smartphone in der Hand halte und es nicht schaffe, mich auf dem halbstündigen Heimweg von der Arbeit auf den Verkehr zu konzentrieren, sondern ständig den Bildschirm abchecke, sind das Warnsignale für mich.

Dabei bringt es zumindest mir nichts, Benachrichtigungen zu deaktivieren. Die Nachrichten erscheinen dann zwar nicht mehr ungefragt auf dem Hauptschirm. Ich bin aber dadurch nicht weniger abhängig von den Neuigkeiten und suche sie daher in der App selbst – umso aktiver, wenn die Benachrichtigungen ausgeschaltet sind.

Die Folgen sind sozial und gesundheitlich: Smartphone-abhängige können sich weniger auf persönliche Gespräche konzentrieren, finden schlechter in den Schlaf und erleiden im schlimmsten Fall einen Verkehrsunfall, weil im falschen Augenblick die Aufmerksamkeit nicht da war, wo sie sein sollte.



# Ich bin dann mal weg

**Weniger Zeit mit Android-Smartphones  
verdaddeln und Störungen reduzieren**

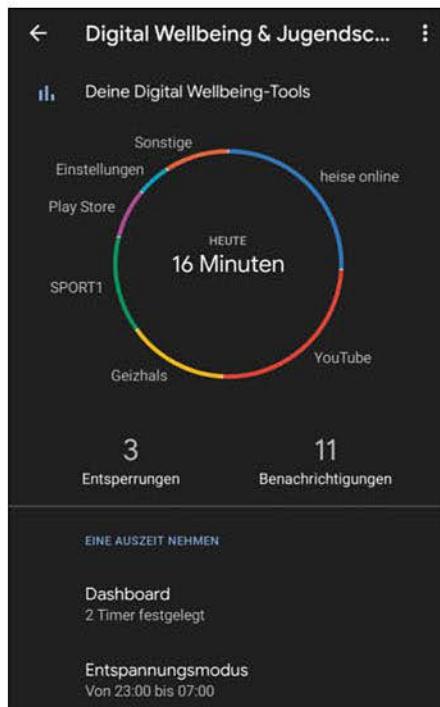
**Sich von den Verlockungen und  
Störungen des Smartphones zu  
befreien ist bei Android zwar  
komplizierter als bei iOS, aber zum  
Smartphone-Suchi muss man auch  
hier nicht werden: Wir zeigen, wie  
Sie Android-Smartphones in die  
Schranken weisen.**

**Von Robin Brand und Michael Link**

**D**er Sog des Smartphones ist immens: Neue Nachrichten von Freunden, lustige Katzenfotos auf Instagram, neue Videos auf YouTube – und dann muss man noch das nächste Level bei Fortnite knacken. Es gibt immer einen guten Grund, das Smartphone in der Hand zu behalten oder aus der Tasche zu holen. Um sich der Klebewirkung von Apps zu entziehen, gibt es in Android passende Funktionen. Third-Party-Apps empfehlen wir nicht, denn damit verbreiten Sie womöglich unkontrolliert Infos über Ihr Nutzungsverhalten. Betriebssystemeigene Funktionen sind unter dem

Menüpunkt „Digital Wellbeing & Jugendschutz“ zusammengefasst. Das Konzept wurde im Mai 2018 vorgestellt und ist seit Herbst in Googles Pixel-Smartphones mit Android 9 verfügbar. Mit Android 10 sollen es die anderen Smartphones bekommen, hieß es da. Samsung, Huawei und anderen Smartphone-Herstellern dauerte der Einbau der Detoxing-Funktionen wohl zu lange. Sie haben mittlerweile ihre eigenen Bedienoberflächen um solche Fähigkeiten ergänzt.

Zurzeit findet man bei Android noch den typischen Flickenteppich von Lösungen, die mal gut und mal weniger gut



Das Dashboard von Androids Digital Wellbeing gibt einen Überblick über die Nutzung des Smartphones.

funktionieren und mal einfacher und mal schwieriger einzustellen sind. Daher können Sie zurzeit nicht alleine aus der Android-Version Ihres Smartphones darauf schließen, welche Digital-Wellbeing-Funktionen es beherrscht. Während zum Beispiel außer dem Google Pixel und Geräten mit Android One beispielsweise dem Nokia 8 auch das Motorola One Zoom und das Galaxy S10 von Samsung den Wellbeing-Menüpunkt haben, ist das beim OnePlus 5T mit Android 9 (Oxygen OS 9.0.8) nicht der Fall. Erst mit dem Versionssprung auf Android 10 wird die Funktion tatsächlich Allgemeingut – so wie im gerade vorgestellten OnePlus 7T.

Bei Samsung hat „Digitales Wohlbefinden“ in der hauseigenen Bedienoberfläche One UI Einzug gehalten, allerdings nicht auf allen Geräten. Die nützliche App-Kontrolle findet sich auf dem Galaxy S10 (ab One UI 1.1) sowie dem Galaxy Note 10 (mit One UI 1.5), aber noch nicht auf dem Galaxy Note 8 (One UI 1.0).

## Die Detoxing-Kuren der Hersteller

Ob Ihr Smartphone Funktionen zur Smartphone-Pause hat, finden Sie übers Einstellungen-Menü heraus. Dort finden Sie bei reinem Android den Menüpunkt „Digital Wellbeing“; bei Huawei heißt er

„Digital Balance“, bei Samsung „Digitales Wohlbefinden“. Die Hersteller verstehen darunter Funktionen, die für Benutzer nachvollziehbar machen, wie intensiv und wofür sie ihre Smartphones benutzen – und die in Grenzen erlauben, korrigierend einzugreifen.

Googles „Digital Wellbeing“ und Samsungs „Digitales Wohlbefinden“ unterscheiden sich dabei nur in Nuancen, etwa bei Formulierungen. Huawei hingegen hat in seiner Funktion „Digital Balance“ mehr Eigenständigkeit. So warnt es recht komfortabel auch vor einer insgesamt zu langen Nutzungsdauer des Smartphones.

### Deine Zeit ist abgelaufen!

Im reinrassigen Android können Sie optional ein eigenes Symbol in der App-Liste anzeigen lassen – haken Sie dazu den Eintrag im Wellbeing-Menü an. Beim Aufruf des Menüpunkts oder des Icons erscheint ein Dashboard, mit dem man sich zunächst einen Überblick über seine Zeitfresser verschaffen kann. Es zeigt, wie viel Zeit man mit den einzelnen Anwendungen verdaddelt. Außerdem kann man an dieser Stelle den einzelnen Apps Zeitlimits – in Android heißen sie Timer – setzen, und zwar in 5-Minuten-Intervallen. Bei Huawei und Samsung sind die Timer minutengenau einstellbar.

Mit den App-Limits kann man aber nicht allen Apps Grenzen setzen: Der Zugriff auf die Telefonie-App und aufs Einstellungen-Menü lässt sich nicht limitieren, bei Huawei und Samsung sind auch die Kamera sowie einige System-Apps von den App-Zeitlimits ausgenommen.

Mit Android 10 bekommen Nutzer etwas feiner einstellbare Optionen. So kann jeder App nun in den jeweiligen App-Details ein eigenes Limit gesetzt werden; der Weg über obiges Dashboard ist damit nicht mehr der einzige.

Schade: Mit den App-Limits lassen sich nur einzelne Apps einhegen, aber nicht ganze App-Kategorien wie Social-Media-Apps oder Spiele. So praktisch es auch wäre, ganze Kategorien zeitweilig an die Kandare zu nehmen – es geht nicht.

Mit dem Ablauf der Zeit für ein App-Limit erscheint ein Hinweis darüber, mit Antippen des Feldes „weitere Informationen“ gelangt man ins Dashboard, wo man das Limit einfach außer Kraft setzen kann. Bei Androids Digital Wellbeing und auch bei Samsung haben die Entwickler also

keine harte Sperre eingebaut. Lediglich Eltern können über die Jugendschutzeinstellungen im gleichen Menüpunkt die Nutzungsdauer für ihre Kinder von ihren eigenen Geräten aus regeln [1].

Bei Huawei-Geräten erscheint beim Erreichen eines App-Zeitlimits ein seitennüllender Hinweis. Auch hier kann man sich die weitere Nutzung sofort entweder viertelstundenweise gestatten oder sich die Generalabsolution gleich für den ganzen restlichen Tag erteilen. Wirft man einmal einen Groschen für eine 15-Minuten-Verlängerung nach, so verlängert das die App-Nutzungsdauer für den gesamten restlichen Tag, also nicht nur für die laufende Sitzung. Außerdem kann man Sperren für einzelne Apps PIN-gesichert anlegen. Wenn man diese nicht selbst festlegt, das also Freunden oder Partnern überlässt, können sie als Zerberus fungieren – der Nutzer selbst kann die PIN ja nicht eingeben.

### Entspannung

Zum vernünftigen Umgang mit Smartphones gehören auch Zeiträume, in denen die Geräte den Nutzern möglichst wenig Grund geben, sie in die Hand zu nehmen.

Bei Android legen Nutzer im sogenannten Entspannungsmodus mithilfe eines Zeitplans fest, wann das Smartphone automatisch in den „Bitte nicht stören“-Modus schalten soll beziehungsweise wann das Display nur noch Graustufen anzeigen soll. Bei Samsung heißt dieser Modus Ruhephase. Huawei nennt dies Schlafenszeit; zusätzlich zu den vorgenannten Möglichkeiten sperren Huawei-Smartphones optional die Nutzung von Apps bis auf selbstgewählte Ausnahmen, was sich aber genauso leicht umgehen lässt wie beim Überschreiten des App-Zeitlimits. Eleganter ist da schon das Zweckentfremden des Ultra-Stromsparmodus. Damit lassen sich dann nur noch

#### App nicht verfügbar

Chrome wurde pausiert, da diese App schon über dem täglichen Limit liegt. Wenn du die Einstellungen ändern möchtest, tippe auf „Weitere Informationen“.

[Weitere Informationen](#)

OK

Bei Ablauf des Zeitlimits erscheint ein Hinweisfenster. Darüber kann man die Sperre auch umgehen.

bis zu sechs selbstgewählte Apps nutzen; Push-Dienste sind abgeschaltet, den Lautlos-Modus muss man jedoch selbst setzen.

Zu den auffälligsten Verhaltensweisen des Homo smartphonensis gehört das häufige In-die-Hand-Nehmen des Smartphones, um „nur mal kurz“ zu prüfen, ob neue Nachrichten eingetroffen sind. Das Digital-Wellbeing-Werkzeug ist da machtlos: Das Dashboard zeigt zwar an, wie oft das Gerät entsperrt und Apps geöffnet wurden, bietet aber keine Möglichkeit, ein Limit zu setzen oder Zwangspausen für das Öffnen von Apps festzulegen.

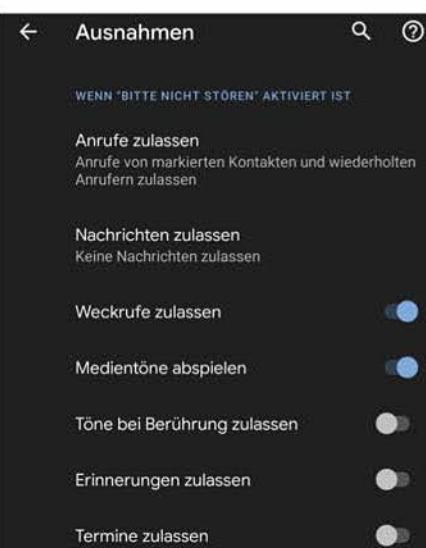
Allzu hart geht die digitale Gouvernante „Digital Wellbeing“ nicht mit Zuviel-Nutzern ins Gericht. Natürlich kann es nicht im Interesse von Google sein, den Griff zum Handy zu sehr zu erschweren – der Konzern verdient schließlich daran.

Drastische Mittel bietet immerhin OnePlus für neuere Geräte an. Der sogenannten Zenmode sperrt wahlweise 20, 40 oder 60 Minuten das Gerät. So lange kommt der Nutzer nicht ran, ob der eine PIN hat oder nicht. In dieser Zeit lassen sich nur die Telefon- und Kamera-App starten – ansonsten läuft auf dem Display einzige der Countdown, bis die selbst aufgelegte Sperre abgesessen ist.

## Ruhe, verdammt!

Während Detoxing-Funktionen relativ neu sind, kann man schon länger sein Smartphone auf lautlos stellen, Vibrationsalarme oder weniger penetrante Klingeltöne verwenden sowie deren Lautstärke regulieren. Mit dem „Bitte nicht stören“-Modus kann man viele Einstellungen in einem Schritt aktivieren, wenn das Smartphone mal Ruhe geben soll.

In seiner härtestmöglichen Einstellung lässt der Modus Anrufe nur noch von bestimmten voreingestellten Kontakten zu, das Display bleibt beim Eintreffen einer SMS oder Messaging-Nachricht dün-



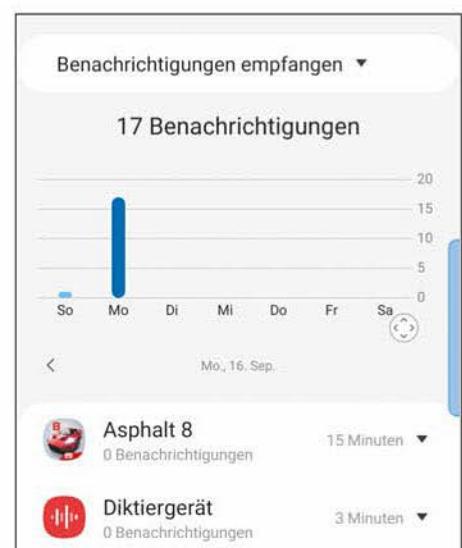
Für „Bitte nicht stören“ lassen sich viele Ausnahmen definieren, damit Wichtiges nicht untergeht.

kel und Benachrichtigungen werden weder akustisch noch durch Leuchtdioden signalisiert. Mit den praktischen Zeitplänen schaltet das Smartphone den Bitte-nicht-stören-Modus in bestimmten Zeitfenstern automatisch ein, etwa nachts.

Für die alltägliche Situation, dass ein Smartphone ausgerechnet mitten in einer Besprechung losbrüllt – womöglich mit peinlichem Klingelton –, kann man ebenfalls vorsorgen. Im Menüpunkt „Einstellungen/Bitte nicht stören/Zeitpläne“ lässt sich festlegen, dass das Smartphone den Bitte-nicht-stören-Modus für eingetragene Termine im Kalender automatisch setzt. Im Feintuning lassen sich sehr feingranular etwaige Ausnahmen einstellen: So kann man verhindern, dass das Display bei eintreffenden Nachrichten angeht, wohl aber zulassen, dass außerdem eine Leuchtdiode dezent glimmt.

Bei unseren Tests verhielten sich die „Nicht stören“-Einstellungen nicht immer wie gewünscht. Unser Note-8-Testgerät beispielsweise zeigte, obwohl Benachrichtigungen ausnahmslos abgestellt waren, eingehende WhatsApp-Anrufe auf dem Bildschirm an. „Klassische“ Anrufe oder solche über Telegram dagegen wurden wie gewünscht unterdrückt.

(Gruppen-)Chats in Messengern wie WhatsApp oder Telegram können sich bei einer großen Zahl von aufpoppingen Mitteilungen zur Plage auswachsen. Immer wieder aktiviert sich dann das Display, ständig bimmelt das Smartphone – da kann man kaum widerstehen. Ab Android



Wie geschwäztig sind Apps?  
Die Zahl der Benachrichtigungen hilft, die richtigen auszusperren.

10 tauchen Benachrichtigungen sortiert auf. Oben sind die mit hoher Priorität, weniger wichtige Nachrichten landen weiter unten. Anders als etwa bei den Channel-Einteilungen der Benachrichtigungen legt nicht die App diese Prioritäten fest, sondern der Nutzer: Was man für wichtiger hält, ändert man mit zwei Fingertipps direkt in der Leiste.

Neu sind Silent-Notifications. Sie piepsen nicht und machen sich auch sonst nicht aufdringlich bemerkbar. Bei ausgeklappter Benachrichtigungsleiste fasst Android alle Silent-Notifications zusammen, sodass sie sich in einem Rutsch löschen lassen. Allerdings legt hier wieder die App fest, was „Silent“ ist und was wichtig.

Auch wer Android 10 nicht hat, kann die Flut eindämmen. Fast alle Messenger erlauben heute, für jede Unterhaltung separat festzulegen, ob dafür Benachrichtigungen erscheinen sollen und mit welchen Tönen man die Umgebung daran teilhaben lassen will.

## Kein Ton im Kino

Außer zu lang oder zur falschen Zeit kann ein Smartphone auch am falschen Ort stören oder ablenken. Doch leider wertet Androids Wellbeing-Funktion den Ort nicht aus – besser löst das iOS. Für das digitale Detoxing wird der Ort weder bei Android noch bei den Bedienoberflächen etwa von Samsung und Huawei verwendet.

Für Samsungs Assistent Bixby lassen sich immerhin ortsabhängige Routinen erstellen, die an das Automatisierungswerk-



Huawei's Digital Balance informs about breaks between unlocks.



Das Dashboard von Huaweis Digital Balance zeigt, dass sich die Sperren per PIN sichern lassen.

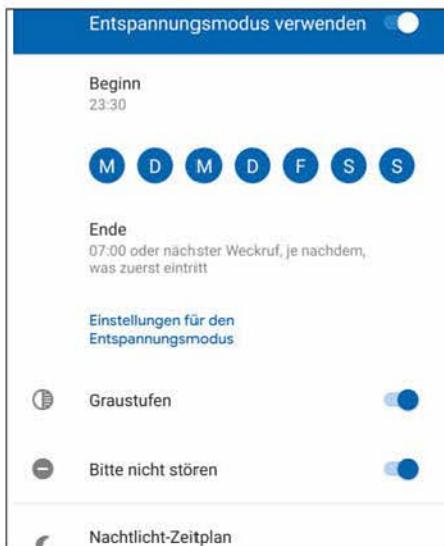
zeug IFTTT erinnern. Allerdings hat Bixby nur auf wenige relevante Funktionen Zugriff: Bixby stellt zwar Samsung-Smartphones an bestimmten Orten automatisch auf lautlos, aber eine Zugriffs sperre für Apps oder ein Limit fürs Öffnen von Apps oder gar die Bildschirmzeit fehlen – schlecht für chronische WhatsApp- und Facebook-Checker.

Dabei wären solche Funktionen leicht vorstellbar: Wer sich seinen Standortverlauf etwa übers Zeitleisten-Menü in Google Maps anschaut, wird ohne Weiteres einem Android-Smartphone zutrauen, dass es per Lokalisierung, aber auch über die Auswertung von Online-Ticketkäufen im Gmail-Konto merkt, dass man sich in einem Kino aufhält, und vorschlagen, in den Bitte-nicht-stören-Modus zu wechseln. Ähnliches könnte man sich auch für den Arbeitsplatz vorstellen.

## Mühsam: Profile

Wer dasselbe Handy beruflich und privat nutzt, kann mithilfe sogenannter Profile das Herüberschwappen von beruflichen Nachrichten in die Freizeit und – andersrum – das Aufpoppen von semilaunigen Nachrichten aus der Kegelgruppe beim Abteilungstreffen verhindern. Apps, die dem Berufs-Profil zugeordnet werden, schicken dann zum Beispiel keine Notifikationen mehr, wenn man im Privat-Profil unterwegs ist.

In der Praxis ist das aber mühsam und benötigt einiges an Speicherplatz im Smartphone, denn das zweite Profil ver-

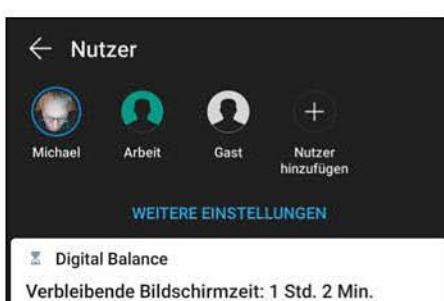


Der Entspannungsmodus regelt, wann das Smartphone sich weniger bemerkbar machen soll.

hält sich, grob gesagt, wie ein zweites Smartphone, das unter derselben SIM-Karte eingebucht ist. Nach dem Umschalten auf das zweite Profil sind Daten, die im ersten Profil gespeichert sind, etwa Fotos oder PDFs, nicht erreichbar – außer sie nutzen das gleiche Google-Konto. Alle für das zweite Profil benötigten Apps müssen neu installiert werden und alle Konto-Informationen brauchen eine erneute Autorisierung.

## Was hilft es?

Der Folterkatalog von Androids Wellbeing-Funktion ist so röhrend harmlos wie eine Tasse Kamillentee; da verabreicht iOS dem Nutzer schon kräftigere Medizin. Die Limits in Android sind wachsweich, und für Profis im Prokrastinieren ist es kein Problem, Workarounds zu finden: Ist die Facebook-App gesperrt, ruft man die entsprechende Seite eben per Browser auf – was bei iOS übrigens nicht



Unterschiedliche Konten bilden einen steinigen Weg zu mehr Ruhe.

**ALLGEMEIN**

Die Kontosynchronisierung ist deaktiviert. Sie können sie in den [Kontoeinstellungen](#) aktivieren. [Schließen](#)

**Benachrichtigungen nur für E-Mails mit hoher Priorität – jetzt ausprobieren**

Sie können die Benachrichtigungsoptionen jederzeit in den Einstellungen ändern

[Aktivieren](#)   [Nein danke](#)

Benachrichtigungen lassen sich priorisieren und weniger wichtige werden weniger aufdringlich.

geht. Läuft wiederum der Android-Browser ins Limit, installiert man flugs einen neuen, für den keine Grenze festgelegt ist.

Selbst wenn Digital Wellbeing die Nutzer aus Apps oder gar aus dem gesamten Smartphone knallhart aussperren würde, so gälte das nur gerätebezogen und nicht für alle Geräte im Google-Konto. Abends auf der Couch greift man dann bei leergeschossenem Smartphone eben zum Tablet oder zum eigentlich ausrangierten Zweitgerät.

Digital Wellbeing sollte man daher eher als Augenöffner für das eigene Verhalten sehen. Es verschafft einen guten Überblick, wie lange, wie oft und wofür Sie ein Smartphone nutzen; die von Ihnen eingerichteten App-Limits könnten Sie als warnenden Zeigefinger interpretieren.

Was im Großen und Ganzen aber ordentlich funktioniert: Benachrichtigungen und Töne kann man gut bändigen und nachts beispielsweise ganz abstellen, dafür auch Ausnahmen definieren, damit wichtige Personen Sie jederzeit erreichen können.

Dass Android für individuell automatisierte Sperr- und Ruhefunktionen weitreichend Benutzerdaten verwerten will, ist die Kröte, die man dafür schlucken muss.

(mil@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Alexander Spier, Smartphones kindersicher, iOS und Android mit Bordmitteln kindersicher machen, c't 11/2019, S. 144



# Gesund durch Apfelfasten

## Digital-Detox-Funktionen bei iOS und WatchOS

Zur digitalen Entgiftung stellt Apple auf dem iPhone, auf dem iPad und auf der Apple Watch eine Reihe von Funktionen bereit. Die lassen eine exakte Anpassung an die eigenen Bedürfnisse und die jeweilige Situation zu, sind teilweise aber etwas versteckt.

Von Nico Jurran

**A**pple hat sich schon lange die Gesunderhaltung seiner Kunden auf die Fahnen geschrieben. Da verwundert es nicht, dass der Konzern im Betriebssystem seiner Smartphones, Tablets und Smartwatches Funktionen integriert hat, die dem Nutzer einen Umgang mit den Geräten ermöglichen, der vor nervigen Störungen bewahrt.

Wir haben uns angeschaut, wie man zu welchem Ziel gelangt. Da Apples Mobilbetriebssystem mit vergleichbarem Funktionsumfang geräteübergreifend läuft, gelten die folgenden Aussagen zum iPhone genauso für das iPad und den iPod touch. Zusätzlich haben wir die Einstellungen der Apple Watch aufgeführt.

### Bestandsaufnahme

Der erste Schritt zur digitalen Entgiftung führt über die mit iOS 12 eingeführte

„Bildschirmzeit“. Sie zeigt an, wie viel Zeit der Nutzer mit bestimmten Apps, auf Websites und mit anderen Aktivitäten auf dem iOS-Gerät verbringt. Man aktiviert sie über „Einstellungen/Bildschirmzeit“. Wählt man dort zusätzlich „Geräteübergreifend teilen“ aus, wird die Gesamtnutzung aller Geräte erfasst, die mit der Apple-ID des Nutzers und dessen Passwort bei der iCloud angemeldet sind.

Fortan erhält man automatisch eine detaillierte Aufstellung über die Nutzung für den aktuellen Tag und die vergangenen sieben Tage – iOS unterteilt die Zeiten selbstständig in neun Kategorien, darunter „Soziale Netzwerke“ (wie Facebook und Instagram), „Lesen & Nachschlagen“ (mit Websites wie heise.de), „Unterhaltung (umfasst unter anderem Netflix, YouTube und TuneIn), „Produktivität“ (mit Pages und Keynote) und „Spiele“. Über

ein Widget erhält man nach einem Rechtswisch auf dem Home oder dem Lock Screen die wichtigsten Daten auf einen Blick.

## Selbstdisziplin

Über „Bildschirmzeit“ lassen sich tägliche Zeitlimits – auf Wunsch nur für bestimmte Wochentage – von einer Minute bis 23:59 Stunden für alle („Alle Apps & Kategorien“) oder einzelne Kategorien einrichten. So kann man sich etwa drei Stunden am Tag für produktive Apps genehmigen, aber nur eine halbe Stunde für Facebook & Co. Alle Limits werden um Mitternacht zurückgesetzt.

Weiterhin steht im Bereich „Bildschirmzeit“ die Funktion „Auszeit“ bereit. Hier stellt man einen oder mehrere Zeitpläne auf, beispielsweise eine bildschirmfreie Zeit samstags und sonntags zwischen 18 und 22 Uhr. Fünf Minuten vor Start der Auszeit erhält man Bescheid. Wer möchte, kann Auszeit und Limits kombinieren.

Ist ein Limit überschritten, erscheinen die Icons der jeweiligen Apps ausgraust und dazugehörige Widgets sind deaktiviert. Bei erneuten Startversuchen erhält man erst einmal nur einen Hinweis. Wer will, kann sich aber noch eine Vierstundene Genehmigung oder den Zugriff für den ganzen Tag freischalten.

Die Gangart lässt sich verschärfen. Hierfür legt man unter „Einstellungen/

Bildschirmzeit/Bildschirm-Code verwenden“ eine vierstellige PIN fest und wählt unter Auszeit „Zur Auszeit blockieren“ beziehungsweise unter App-Limits „Am Ende des Limits blockieren“. Dann kommt man nach Ablauf des jeweiligen Limits nur noch in die Einstellungen zur Verlängerung, wenn man zuvor die PIN eingibt. Wer weiß, dass er im Zweifelsfall schwach wird, sollte sie folglich von einer anderen Person festlegen lassen.

Damit der Nutzer während der Auszeit nicht einfach etwa vom iPhone zum Tablet wechselt, sollte man besser auf allen iOS-Geräten die „Bildschirmzeit“ entsprechend aktivieren.

## Ausnahmeregelung

Legt man über „Alle Apps & Kategorien“ ein allgemeines Zeitlimit fest oder wählt man eine „Auszeit“, kann man einzelne Apps aus diesem Korsett befreien – durch Bearbeiten der jeweiligen Liste oder über den Punkt „Immer erlauben“ in „Bildschirmzeit“. Nachrichten, Facetime und Karten sind standardmäßig nicht erfasst, sie lassen sich aber durch Klicken auf das rote Minus vor dem jeweiligen Namen explizit sperren.

An Versuche, die Sperre zu umgehen, hat Apple gedacht: Wer beispielsweise die Apps von Facebook und Twitter sperrt, aber Safari freigibt, kann die sozialen Netzwerke nicht über den Apple-Browser besuchen. Über Chrome kamen wir aber an der Sperre vorbei. Hier kann es helfen, ein kompliziertes Passwort zu nutzen, das man nicht mal eben aus dem Gedächtnis eintippt – und welches man natürlich nicht im Browser hinterlegt.

Telefonate lassen sich unabhängig von den Einstellungen zur „Bildschirmzeit“ immer führen. Dies lässt sich mit dieser Funktion auch nicht ändern.

## Lautlos

Zum Detox gehört auch, sich von anderen nicht stören zu lassen. Gerade Telefonate sind für viele Menschen problematisch – weil Angehörige, Freunde oder Kollegen zu jeder Tages- und Nachtzeit anrufen und man dem Drang nicht widerstehen kann, an den Apparat zu gehen.

Schnell denkt man da an den „Lautlos“-Modus, für den iPhones eigens einen physischen Schalter an der linken Seite haben. Der ist allerdings eher dafür gedacht, dass Dritte das Eintreffen von Anrufern und Mitteilungen nicht mitbekommen – weil man beispielsweise in einer Bespre-



**Die Funktion Bildschirmzeit listet detailliert auf, womit man am iPhone die Zeit verbringt.**

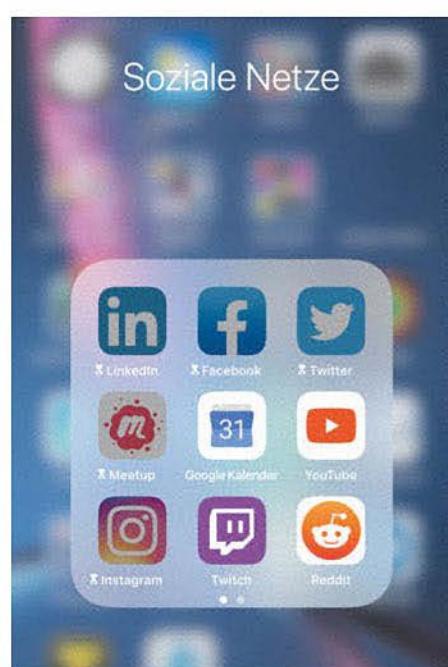
chung sitzt. Daher wacht das iPhone weiterhin aus dem Sperrzustand auf und zeigt den Anruf einschließlich Caller-ID an.

Dafür spricht auch, dass man unter „Einstellungen/Töne & Haptik“ festlegen kann, dass das Smartphone bei Eintreffen eines Anrufs im „Lautlos“-Modus vibrieren soll. So registriert man auch Anrufe, wenn man das Telefon in der Brust- oder Hosentasche trägt.

Diese Einstellungen betreffen zudem nur den iPhone-Lautsprecher. Benutzt man ein mit dem Handy gekoppeltes Headset wie Apples AirPods, sind die Klingeltöne darüber weiterhin zu hören. Das ist ein wichtiger Punkt, wenn man gerade mit Musik abschalten und nicht durch einen Anruf gestört werden möchte.

## Nicht stören!

In vielen Fällen blockiert man Anrufe und Benachrichtigungen auf dem iPhone besser mit „Nicht stören“. Die meisten iPhone-Nutzer dürften den Modus aus dem Kontrollzentrum kennen, wo ihn eine



iOS graut das Icon der App aus und zeigt ein Sanduhr-Symbol, wenn das festgelegte Limit überschritten ist.



### App-Sperren lassen sich nicht einfach durch Nutzung des Browsers umgehen.

Mondsichel symbolisiert. Ist er aktiv, sind eintreffende Anrufe, Hinweise und Mitteilungen stummgeschaltet – wahlweise nur dann, wenn das Gerät gesperrt ist, oder während der gesamten Zeit, in der man den Modus aktiviert hat („Einstellungen/Stumm: Immer“). Über die Einstellung „Geplant“ lässt sich auch eine feste tägliche Ruhezeit einrichten.

Im „Nicht stören“-Modus wacht das gesperrte iPhone im Unterschied zum „Lautlos“-Betrieb bei Anrufen nicht auf – und zeigt diese auch entsperrt nicht an, wenn man auf „Immer stumm“ geschaltet hat. Telefonanrufe lassen sich gleich auf die Mailbox umleiten, über die Anruferliste kann man später nachschauen, wer angerufen hat.

Nun befürchten manche Nutzer, dass sie derart abgekapselt wichtige Anrufe verpassen – beispielsweise bei einem familiären Notfall. Die Sperre lässt sich daher lockern: Man kann Anrufe von Nummern durchlassen, die allgemein in der Kontakte-App oder speziell als Favoriten hinterlegt sind. Das funktioniert freilich nur, wenn der Anrufer die Rufnum-

mernübertragung aktiviert hat und nicht anonymisiert anruft.

Der Erfahrung, dass Menschen in Notfällen oft mehrfach hintereinander anzurufen versuchen, folgt der Schalter „Wiederholte Anrufe“. Ist er aktiviert, geht ein zweiter Anruf von derselben Nummer innerhalb von drei Minuten durch. Dies gilt auch, wenn zwei anonyme Anrufe aufeinander folgen.

### Begrenzte Ruhe

Alle bislang für „Nicht stören“ genannten Konfigurationsmöglichkeiten findet man unter den Einstellungen. Doch der Modus lässt sich über das Kontrollzentrum auch noch auf andere Arten zeitlich und sogar örtlich begrenzen: Drückt man hier länger auf die Mondsichel, kann man wählen, ob der Modus eine Stunde aktiv sein soll, „bis heute Abend“ (gemeint ist 19 Uhr) beziehungsweise „bis morgen früh“ (7 Uhr) oder „bis ich diesen Ort verlasse“.

In letzterem Fall kommt das im iPhone integrierte Geofencing zum Einsatz, das fortlaufend den Standort des Gerätes ermittelt. Das ist praktisch, wenn man sich beispielsweise zum Mittagessen in einem Restaurant trifft und dabei nicht gestört werden möchte. Macht man sich wieder auf den Weg, wird der Modus automatisch deaktiviert. Wer fleißig Kalender führt, kann schließlich das Ende des „Nicht stören“-Modus mit dem Ende des aktuellen Termins verknüpfen.

Alle diese Automatiken haben den Vorteil, dass der „Nicht stören“-Modus irgendwann wieder ohne jegliches Zutun des Nutzers endet. Die „Lautlos“-Schaltung über die Seitentaste birgt hingegen die Gefahr, dass man versäumt, sie wieder zu deaktivieren – und dann tatsächlich einen wichtigen Anruf oder eine Mitteilung verpasst.

### Schlafenszeit!

Die bereits angesprochene „Geplant“-Funktion im „Nicht stören“-Modus kann man auch nutzen, um nicht durch eintreffende Meldungen um den Schlaf gebracht zu werden. Möglich macht dies eine mit iOS 12 eingeführte Option, keine Mitteilungen auf dem – zusätzlich abgedunkelten – Sperrbildschirm erscheinen zu lassen. So kann man schnell mal nachts die Uhrzeit checken, ohne auf dumme Gedanken gebracht zu werden.

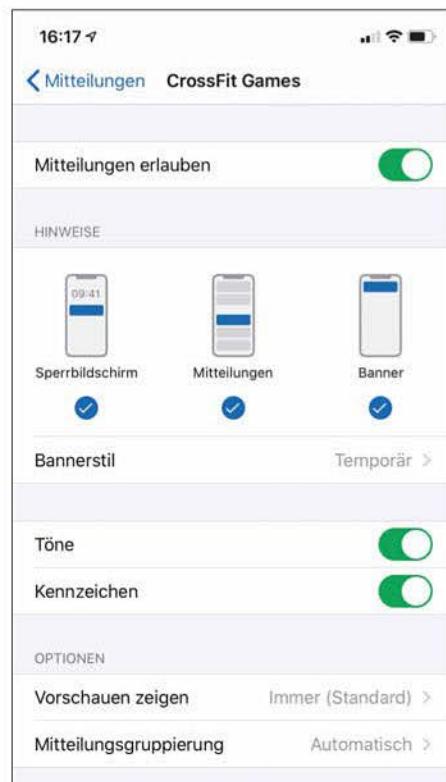
Unter iOS 12 aktivierte man diese Option über den Slider „Schlafenszeit“, der unter „Geplant“ nach dessen Aktivie-

rung aufpoppt. In iOS 13 blieb die Position der Option unverändert, Apple nannte sie aber in „Sperrbildschirm abdunkeln“ um. Bei dieser Gelegenheit wurde zudem eine Verknüpfung zu dem in der Uhren-App von iOS recht versteckten Feature „Schlafenszeit“ gelöscht. Die automatische Aktivierung des „Nicht stören“-Modus zu der Zeit, wenn die App den Nutzer ins Bett schickt, funktionierte in unseren Tests unter iOS 13 nicht einwandfrei. Hier ist eine manuelle Aktivierung sicherer.

Wichtig ist, dass ein über die Uhr-Apps von iOS oder WatchOS gestellter Wecker auch dann klingelt, wenn „Nicht stören“ aktiviert ist. Die Apple Watch zeigt zudem weiterhin Auffälligkeiten bei der Herzfrequenz an, wenn diese Funktion aktiviert wurde.

### Mitteilungsbedürftig

Schließlich ist es noch wichtig, von welcher App auf welche Weise man Mitteilungen erhält. Bei manchen Anwendungen muss man vielleicht jederzeit auf dem aktuellen Stand gehalten werden, während es bei anderen reicht, einen Hinweis zu bekommen, wenn man das iPhone mal wieder in die Hand nimmt und entsperrt.



Unter iOS lässt sich nicht nur festlegen, ob Mitteilungen angezeigt werden, sondern auch, wo sie auftauchen sollen.



Die Apple Watch kann beim Start eines Trainings automatisch in den Nicht-stören-Modus wechseln.

Glücklicherweise lässt sich dieses Verhalten bei iOS zentral für praktisch alle installierten Apps unter dem Punkt „Mitteilungen“ in den Einstellungen anpassen. Alternativ lassen sich die Anpassungen für die meisten Apps auch in den Einstellungen des iPhones über die App-Liste am Ende vornehmen. Allerdings fehlen dort iOS-eigene Apps wie Aktivitäten, Nachrichten oder Telefon.

Im einfachsten Fall schaltet man die App durch Deaktivieren von „Mitteilungen erlauben“ komplett stumm. Will man weniger radikal sein, kann man der Anwendung erlauben, sich über Banner – kleine Einblendungen oben – mitzuteilen. iOS unterscheidet dabei zwischen der Ausgabe auf dem Sperrbildschirm, auf dem entsperrtem Display und in der Mitteilungszentrale. Wer möchte, kann nur einen Weg nutzen, zwei der drei oder alle. So reserviert man beispielsweise seinen Sperrbildschirm für wirklich wichtige Hinweise und hält ihn sonst sauber.

Viele Apps bieten auch sogenannte „Kennzeichen“ an, die man sich sowohl zusätzlich als auch alternativ zu Bannern anzeigen lassen kann. Dann informiert ein kleiner Punkt am Icon beispielsweise einer Social-Media-Anwendung darüber, dass in der App eine Nachricht wartet.

Mail-Apps zeigen hier die ungelesenen Mails an. Dann ist es praktisch, wenn man – wie bei der iOS-eigenen Mail-App – über die Einstellungen die Anzeige auf bestimmte Mailkonten beschränken kann. So lässt man sich beispielsweise nur über Zusage im privaten Mailkonto informieren.

Und schließlich kann man an dieser Stelle auch Benachrichtigungstöne stummschalten, falls eine App solche nutzt.

## Unterwegs ungestört

Die Apple Watch klingelt bei einem eingehenden Anruf erst einmal weiter, wenn sich das iPhone im „Lautlos“-Modus befindet. Über ihr eigenes Kontrollzentrum lässt sie sich aber ebenfalls stummschalten. Hierfür drückt man auf das Glockensymbol, das daraufhin rot leuchtet. Nun vibriert die Uhr bei einem Anruf, bis man den Modus wieder deaktiviert. Möchte man auch dies nicht, muss man „Haptischer Hinweis“ unter „Töne & Haptik“ in der Watch-App auf dem iPhone ausschalten.

Zudem bietet die Uhr ebenfalls einen „Nicht stören“-Modus – über das Kontrollzentrum, das mit einem Wischer über das Zifferblatt von unten nach oben erreichbar ist. Drückt man länger auf das Mondsichel-Symbol, kann man hier ebenfalls die genannten zeit- und ortsbezogenen Optionen auswählen. Sie haben hier nur etwas andere Bezeichnungen. So heißt „Bis ich diesen Ort verlasse“ etwa „Bis zum Weggehen aktiv“, meint aber das Gleiche.

Eine weitere Automatik findet sich unter „Einstellungen“ direkt auf der Uhr, sowie unter „Allgemein/Nicht stören“ in der zugehörigen Watch-App auf dem iPhone: Hier kann man festlegen, dass der „Nicht stören“-Modus aktiviert wird, sobald man an der Apple Watch ein Training startet – und mit diesem auch wieder endet.

Neben den Modi „Lautlos“ und „Nicht stören“ kennt die Uhr einen „Theater“-Betrieb (auch „Kino“-Modus genannt), den man im Kontrollzentrum durch Tippen auf das Icon mit den beiden Masken aktiviert. Dann bleibt der Bildschirm dunkel, bis man auf das Display tippt oder die Krone beziehungsweise die Seitentaste drückt. Über eintreffende Mitteilungen informiert die Watch mittels Vibration. So stört man auch die anderen Zuschauer nicht.

Da die neue Apple Watch Series 5 ein dauerhaft eingeschaltetes Display bietet, hat Apple ihr eine neue Einstellung spendiert, die eigentlich dem Schutz der Privatsphäre dient. Diese lässt sich aber auch für das digitale Detoxen nutzen. So kann man unter Einstellungen die Option „Sensible Komplikationen ausblenden“ wählen.

Die Uhr zeigt dann im gedimmten Zustand keine Komplikationen – diese unglückliche deutsche Übersetzung von *complication* meint die kleinen Info-Fensterchen – mit persönlichen Details an,

Einstellungen Nicht stören	
Nicht stören	<input type="checkbox"/>
Mit „Nicht stören“ werden Anrufe und Mitteilungen stummgeschaltet.	
Geplant	<input checked="" type="checkbox"/>
Von	22:00
Bis	06:00
Sperrbildschirm abdunkeln	<input checked="" type="checkbox"/>
„Geplant“ aktiviert „Nicht stören“ für den ausgewählten Zeitraum. „Sperrbildschirm abdunkeln“ dunkelt den Sperrbildschirm ab und sendet während dieses Zeitraums keine Mitteilungen an die Mitteilungszentrale.	
STUMM:	
Immer	<input checked="" type="checkbox"/>
Wenn das iPhone gesperrt ist	
Alle eingehenden Anrufe und Mitteilungen werden stummgeschaltet, auch wenn das iPhone nicht gesperrt ist.	
TELEFON	
Anrufer zulassen von	Favoriten >
Wenn „Nicht stören“ aktiviert ist, eingehende Anrufe von deinen Favoriten zulassen.	
Wiederholte Anrufe	<input type="checkbox"/>
Ein zweiter Anruf vom selben Anrufer innerhalb von drei Minuten wird nicht stumm geschaltet.	

Auf Wunsch schaltet das iPhone täglich zu bestimmten Zeiten in den Nicht-stören-Modus.

wozu unter anderem Kalendereinträge, Erinnerungen und der Aktivitätsstatus zählen.

Bei der Anzeige von Mitteilungen orientiert sich die Apple Watch an den Einstellungen des gekoppelten iPhones. Man kann die Einstellungen in der Watch-App auf dem Smartphone unter „Mitteilungen“ jedoch wieder für jede App anpassen.

## Summa summarum

Auch wenn dies nicht unbedingt auf den ersten Blick ersichtlich ist, bietet Apple bei iOS und watchOS unzählige kleine und große Stellräder, um zum gewünschten Digital-Detoxing-Ziel zu gelangen.

Positiv fällt dabei zudem auf, dass sich für den überwiegenden Teil der Apps die nötigen Einstellungen auf einer übergeordneten Ebene des Apple-Betriebssystems vornehmen lassen. Nur in vergleichsweise wenigen Fällen (etwa bei der Facebook-App) bietet die Anwendung selbst darüber hinaus noch ein eigenes Setup für Benachrichtigungen und Hinweise.

# In der Ruhe liegt die Kraft

## Digital Detox auf dem Desktop und im Alltag

**Beachte mich! Auf dem PC üben**  
**Messenger, soziale Medien, News-**  
**und sonstige Apps permanent**  
**Druck aus – den man aber mit den**  
**richtigen Mitteln wirkungsvoll**  
**eindämmen kann. Und mit wenigen**  
**Tipps lässt sich das Digitale auch**  
**im Alltag auf ein gesundes Maß**  
**zurückdrängen.**

**Von Jo Bager**

S seit Browser sogenannte Progressive Web Apps unterstützen, haben Websites auf dem Desktop ein ganz neues Nervpotenzial. Sie können mit dieser Technik nämlich auf dem PC genauso wie auf dem Smartphone Push-Nachrichten versenden, und zwar ohne, dass der Nutzer dafür die jeweilige Seite geöffnet haben muss. Er muss der Site dafür nur einmal sein Einverständnis geben haben.

Diese Push-Nachrichten sind Einfallsstöre für Ablenkungen aller Art, angefangen bei irgendwelchen „Trending Posts“ über neue „Freundschaftsvorschläge“ bis hin zu „Breaking News“. Die kommen selten zu einer Zeit, in der der Empfänger damit etwas anfangen kann, und reißen ihn aus seiner Tätigkeit heraus.

Gut, dass man bei Chrome und bei Firefox jeweils an einer Stelle nachsehen kann, welche Sites Push-Meldungen senden dürfen – und ihnen dieses Privileg auch wieder entziehen kann. Bei Chrome finden Sie die betreffende Option im Menü unter Einstellungen/Erweitert/Datenschutz und Sicherheit/Website-Einstellungen/Benachrichtigungen. Bei Firefox geben Sie `about:preferences#privacy` in die Adressleiste ein und klicken dann auf „Benachrichtigungen“. Hinterfragen Sie, welche Push-Nachrichten es wirklich wert sind, Sie von Ihrer Arbeit abzulenken und deaktivieren Sie alles andere konsequent.

Viele Sites versuchen allerdings nicht nur über den Browser Aufmerksamkeit zu erheischen, sondern schöpfen viele Kanäle aus – mit E-Mail-Newslettern etwa oder per Info-Bot im Messenger. Jeder Kontaktversuch birgt aber das Risiko, Sie von Ihrer Arbeit oder einer schönen Freizeitbeschäftigung abzuhalten: Am produktivsten arbeitet, wer sich auf eine Aufgabe konzentriert und nichts anderes nebenher tut.

Weniger ist also mehr: Durchforsten Sie Ihre Kanäle und mischen Sie diejenigen aus, die Sie nicht benötigen. Der Dienst Tokimeki Unfollow hilft Ihnen, Ihre Twitter-Timeline zu entschlacken (alle Dienste und Anwendungen unter [ct.de/y7b2](http://ct.de/y7b2)). Gewöhnen Sie Ihrem Mail-Programm, dem Messenger und anderen Programmen also ab, zu blinken oder zu tönen, wenn eine Neuigkeit eintrifft. Maximieren Sie das Programmfenster, in dem Sie arbeiten, damit Sie gar nicht erst in Gefahr geraten, irgendwo im System aufpoppinge Informationen zu bemerken.

Im Job sind es allerdings nicht nur externe Einflüsse, die einen aus der Arbeit herausreißen, sondern auch Mails, Slack-Nachrichten et cetera von Kollegen. Doch auch hiervon sollten Sie sich nicht treiben lassen. Legen Sie feste Zeiten fest, an denen Sie Mail & Co. bearbeiten. Falls einige Kollegen immer wieder drängeln, sollten Sie auf eine Regelung auf Firmen- oder Abteilungsebene drängen. Einige Unternehmen reagieren auf den Produktivitäts-

killer E-Mail mit E-Mail-freien Tagen oder „Slow E-Mail“, bei der man sich nur zweimal am Tag der Mail widmet. Vielleicht ist das ja auch etwas für Ihre Firma.

### Schweinehund anketten

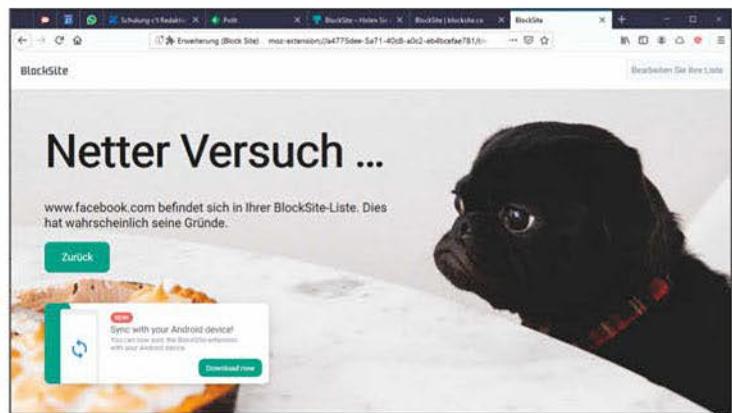
Neben den Drängelnachrichten ist es oft auch der eigene Antrieb, der einen ganz ohne Push-Meldung „mal eben schnell“ die News-Site, den Messenger oder die Mail aufrufen lässt: man könnte ja etwas Wichtiges verpassen (siehe Seite 64).

Solche Impulse haben sich oft über Jahre eingeschliffen. Sie in den Griff zu kriegen, kann schwieriger sein, als nicht benötigte Quellen rein technisch zu blockieren. Sie sollten also nicht erwarten, dass Sie einmal ein paar Schalter umlegen und dann ist alles gut. Verhaltensmuster zu ändern ist vielmehr ein Prozess, der sich über einen längeren Zeitraum hinzieht.

Glücklicherweise gibt es technische Helfer, die einen dabei unterstützen. So kann es zum Beispiel ziemlich erleuchtend sein, erst einmal genau aufgeschlüsselt zu bekommen, womit man seine Zeit verbällert – die gefühlte und die tatsächlich auf Facebook und Co. verbrachte Zeit liegen ja oft deutlich auseinander. Monitorprogramme wie Chrometa schlüsseln minutiös auf, wie viel Zeit man am PC für welche Tätigkeit aufwendet.

Im nächsten Schritt kann man sich dann selbst reglementieren. Mit dem

**Selbst eing-  
gerichtete  
Spaßbremse:**  
**BlockSite**  
**blockiert den**  
**Zugriff auf**  
**ablenkende**  
**Websites für**  
**eine vorgege-  
bene Zeit-  
spanne.**



Firefox-Add-on Monastery können Sie sich ein maximales Zeitkontingent zugeschenen, das Sie auf Facebook & Co. verbringen dürfen. Die Browser-Erweiterungen StayFocusd für Chrome und BlockSite für Firefox blockieren den Zugriff auf vom Benutzer vorgegebene Websites für einen definierten Zeitraum – so können Sie sich vom schnellen Besuch bei Facebook und Co. abhalten. Das in einer Basisversion kostenlose Programm Micromanager geht noch einen Schritt weiter und sperrt Sie für eine vorgegebene Zeit in eine Anwendung ein.

Auch manches Programm birgt mit einer Fülle an Menüs und Funktionsleisten das Potenzial, den Nutzer von seiner eigentlichen Aufgabe abzulenken – einen Text zu verfassen etwa. Daher bieten einige Anwendungen reduzierte Bedienoberflächen.

Bei der aktuellen Word-Version fehlt dieser Fokus-Modus, er soll aber mit einem Update wieder nachgerüstet werden. WriteMonkey oder FocusWriter sind ausdrücklich für die konzentrierte Arbeit an Texten konzipierte, kostenlose Editorien für Windows und macOS.

Digital Detox am Arbeitsplatz kann ein guter Start sein, um seine Arbeit grundsätzlich neu zu organisieren. Zu diesem Thema hatten wir in [1] einen Schwerpunkt.

## Digital-Diät

In der Freizeit kann es passieren, dass man schleichend immer häufiger auf das Smartphone starrt, bis man selbst, der Partner, die Familie, Freunde und Kinder darunter leiden. Um dem gegenzusteuern, können die Mittel helfen, die die Smartphone-Betriebssysteme dafür bereitstellen – siehe die beiden vorherigen Artikel. Darüber hinaus sorgt ein bewussterer Umgang mit dem Handy für weniger digitale Ablenkung.

Schaffen Sie sich bewusst Smartphone-freie Zeiten und Zonen. Oft hilft es schon, das Smartphone nicht immer im Blick zu haben. Man sieht dann gar nicht erst, wenn eine Nachricht aufpoppt und gerät nicht in Versuchung, reflexartig zum Smartphone zu greifen. Das funktioniert natürlich nur, wenn Sie auch den Alarm abschalten und Ihre Smartwatch entkoppeln. Insbesondere das Schlafzimmer sollte eine Handy-freie Zone sein. So kommt man nicht auf die Idee, noch mal kurz vor dem Einschlafen oder gleich nach dem Aufwachen zum Smartphone zu greifen.



Nichts lenkt ab: Das Programm WriteMonkey präsentiert nur den Text.

Am Esstisch sollte das Smartphone ebenso tabu sein – oder finden Sie Tischnachbarn, die ständig auf ihren Bildschirm starren, nicht nervig? In Kneipenrunden können Sie aus der Bildschirmabstinenz ein Spiel machen und die Smartphones aller Freunde übereinander stapeln. Wer dem Drang nachgibt, sein Smartphone in die Hand nehmen zu müssen, zahlt die nächste Runde.

Ohnehin sollten Sie Ihr Umfeld mit einbeziehen, wenn Sie planen, Ihre Smartphone-Nutzung zu reduzieren. So erwarten nach einer Studie der Ludwig-Maximilians-Universität München 57 % der Smartphone-Nutzer von ihren Freunden und ihrer Familie auf Nachrichten eine schnelle Antwort. Denen müssen Sie erklären, dass sie zukünftig nicht immer sofort mit einer Reaktion rechnen dürfen.

Wenn Sie intensiv WhatsApp nutzen, können Sie zudem auf die App WhatsApp for Business wechseln. Die ist völlig kompatibel zur normalen WhatsApp-Version und ebenso kostenlos. Sie kann als zusätzliche Funktion Abwesenheitsnotizen versenden.

Bauen Sie sich kleine Hürden, die Ihnen helfen, das Smartphone nicht bei jeder Gelegenheit, bei jedem Leerlauf sofort ohne konkreten Anlass in die Hand zu nehmen. Packen Sie es zum Beispiel in eine Hülle, aus der Sie es erst herausnehmen müssen. Schalten Sie Face Unlock und die Fingerabdruckerkennung ab und machen Sie es sich so ein wenig unkomfortabler, das Smartphone zu entsperren.

Es kann eine gute Idee sein, mit Digital Detox im Urlaub anzufangen – weil man dort nicht so schnell in alte Verhal-

tensmuster verfällt. Mittlerweile gibt es einige Reiseveranstalter und Hotels, die sich dem Thema „Urlaub ohne Smartphone und Internet“ verschrieben haben.

Kinder gehen wesentlich unbefangener und unkritischer mit neuen Medien um. Es ist die Aufgabe der Eltern, die Mediennutzung von vornherein in die richtigen Bahnen zu lenken. Dazu gehören konkrete Absprachen, wo und wie lange etwa das Smartphone und welche Dienste benutzt werden dürfen.

Was diese Absprachen im einzelnen enthalten, hängt sehr vom Alter des Kindes und von seiner Erfahrung ab. Bei Klicksafe finden Sie eine Checkliste, die Ihnen entscheiden hilft, ob Ihr Kind überhaupt fit ist für ein Smartphone (alle Websites unter ct.de/y7b2). Mediennutzungsvertrag.de hilft Ihnen, gemeinsam mit Ihren Kindern Regeln festzulegen. handysektor.de liefert Kindern und Jugendlichen viele Tipps für ihren digitalen Alltag.

Um mit der Mediennutzung Ihrer Kinder Schritt zu halten, müssen sich Eltern auf dem Laufenden halten. Unter schauhin.info finden sie dazu viele Informationen. Last, not least: Alle Absprachen nutzen wenig, wenn die Eltern nicht mit gutem Beispiel vorangehen. (jo@ct.de)

**c't-Link:** *Tips zur Mediennutzung:*  
[ct.de/y7b2](http://ct.de/y7b2)

## Literatur

[1] Jo Bager, Clever Zeit sparen, Dinge auf die Reihe kriegen – mit Konzept und Software, c't 15/16, S. 102



# From Intel with Love

## Gaming-Notebook Schenker XMG Fusion 15

Schenkers XMG Fusion 15 ist ein flaches und leichtes Gaming-Notebook mit langer Laufzeit, das sich auf Wunsch opulent ausstatten lässt.

Von Florian Müssig

Gaming-Notebooks mit leistungsstarken GPUs sind heutzutage keine fetten Klopper mehr; üblich sind Gehäusedicken von höchstens zweieinhalb Zentimetern. Dies gilt allerdings vorrangig für Geräte von weltweit agierenden Herstellern,

bei denen sich hohe Entwicklungskosten durch große Stückzahlen amortisieren. Lokale OEMs wie Schenker kaufen hingegen Notebook-Barebones bei asiatischen Zulieferern wie Clevo ein und bestücken sie auf Kundenwunsch individuell mit RAM, SSDs und vielem mehr. Durch diese geforderte Variabilität müssen sich bei der Entwicklung Aspekte wie Gehäusedicke oder Gewicht hinten anstellen.

Schenkers neuestes 15,6-Zoll-Notebook XMG Fusion 15 bricht mit diesem Schema. Es beherbergt zwar typische Komponenten wie den Sechskerner Core i7-9750H und den High-End-Grafikchip GeForce RTX 2070, doch mit nur 1,9 Kilogramm Gewicht und gemittelt 2,3 Zen-

timeter Gehäusedicke lässt es die hausinterne Konkurrenz trotz individueller Konfigurierbarkeit hinter sich. Das sind Eckdaten, wie sie auch die Notebooks der großen Hersteller bieten. Zusammen mit weiteren Aspekten wie einem Metallgehäuse und einer langen Laufzeit sorgen sie für einen begehrswerten Mobilrechner.

### With Intel

Möglich wurde dies, weil ein Großteil der Entwicklungsarbeit von einem unsichtbaren Dritten geleistet wurde: Intel. Der Notebook-Barebone des XMG Fusion 15 stammt aus der Abteilung, die früher einmal Intels (inzwischen eingestellte) PC-Mainboards auf die Beine gestellt hat und die sich aktuell um die Mini-PCs der NUC-Baureihe kümmert.

Während Intel die NUCs als teilbeeskückte Barebones unter eigenem Namen vertreibt, funktioniert dieses Geschäftsmodell bei Notebooks nicht. Einerseits ginge Intel in einer etablierten Produktkategorie in direkte Konkurrenz zu seinen wichtigsten Kunden, den großen PC- und Notebook-Herstellern. Andererseits ist die Logistik bei Notebooks unter anderem wegen Lithium-Ionen-Akkus und länder-spezifischen Tastatur-Layouts viel komplexer. Vertrieb und Support übernehmen deshalb lokale Partner – im deutschsprachigen Raum ist das eben Schenker-, welche als Fachleute auch ein Mitspracherecht für regionalen Feinschliff bekamen.

Die Anpassungen, die Schenker vorgenommen hat, sind durchaus technischer Natur. So bietet das Notebook links neben dem Einschalter eine Sondertaste, bei deren Betätigung das Energiemanagement zwischen leise, ausbalanciert und volle Power durchwechselt – unabhängig von den Energieprofilen von Windows 10. Während Intel in der wahrscheinlich am häufigsten gewählten mittleren Einstellung die GPU auf 60 Prozent ihrer 3D-Performance beschränken wollte, darf sie bei Schenker-Geräten dort die volle Leistung abliefern, sofern ein Spiel diese abrupt.

### Lange Laufzeit

Bei 2D-Anwendungen oder Videos schlafst der Nvidia-Chip, und die integrierte Intel-Grafik übernimmt. In diesem Zustand haben wir bei auf 100 cd/m<sup>2</sup> abgedunkeltem Bildschirm über 12 Stunden Akku-laufzeiten gemessen. Zum Vergleich: Anderen Notebooks mit ähnlich leistungsstarken GPUs, die für schicke 3D-Welten in Full-HD-Auflösung mit voll aufgedreht

ten Detail- und Effektreglern ausreichen, geht üblicherweise vier Stunden früher der Saft aus. Der matte, blickwinkelstabile IPS-Bildschirm schafft bis zu 144 Hz Bildwiederholrate, doch wegen der zwischen Display und Nvidia-GPU geschalteten Intel-Grafik ist kein G-Sync möglich.

Die Tastatur überzeugt mit gelungenem Layout samt großen Cursor-Tasten und separaten Tasten für Pos1/Ende/Bild-Auf/-Ab. Obwohl der Anschlag präzise ist, tippt es sich eher weich, weil die Tastenkappen bei Berührung etwas verdrehen oder seitlich wegkippen, bevor man genug Druck aufgebaut hat, um den Tastenwiderstand zu überwinden. Obwohl Schenker die Tastatur als „silent“ bewirbt, gehört sie zu den lauteren Vertretern ihrer Art.

Die RGB-Beleuchtung der Tastatur lässt wie die der in der Front integrierten Lichtleiste über das vorinstallierte Hilfsprogramm Control Center anpassen. Es dient alternativ zur oben erwähnten Sonderaste zum Umschalten des Energiemanagements und kann losgelöst davon auch die Lüftersteuerung separat beeinflussen.

Bei unseren Tests haben wir einen Bug im Powermanagement gefunden: Wenn man das Notebook bei eingestecktem Notebook und vollständig geladenem Akku bootet, dann legt sich das Prozessor-Package nicht tiefer als C3 schlafen und die Nvidia-GPU ist immer aktiv. Dies resultiert in über 40 Watt Leistungsaufnahme bei geringerer Last und dementsprechend permanent hörbaren Lüftern. Die in der Tabelle angegebenen, niedrigeren Werte bei der Leistungsaufnahme haben wir gemessen, indem wir das Netzteil bei leerem Akku angeschlossen haben und bei eingeschaltetem Notebook gewartet haben, bis der Akku randvoll war. Wir haben Schenker über den Bug informiert; er soll mit einem künftigen Update behoben werden.

Schenker verkauft das XMG Fusion 15 ab 1600 Euro; dann ist die Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1660 Ti an Bord. Das Testgerät kostet knapp 2400 Euro. Auf Wunsch bekommt man das Gerät mit bis zu 64 GByte DDR4-Arbeitsspeicher und zwei 2-TByte-SSDs. Für den Bildschirm und den Prozessor stehen keine Alternativen zur Wahl; WLAN ist immer gemäß Wi-Fi 6 vorgesehen.

Von den vier USB-Buchsen beherrschen nur die USB-A-Buchse links und die USB-C-Buchse hinten den besonders schnellen 10-GBit/s-Modus (USB 3.x Gen2, SuperSpeedPlus); Letztere spricht auch Thunderbolt. Der Kartenleser

## Schenker XMG Fusion 15: Daten und Testergebnisse

<b>Lieferumfang</b>		Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, USB-C-auf-DisplayPort-Adapter
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>		
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / H / – / ✓ (✓)	
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × R / 1 × L (1 × Typ C), 1 × H (1 × Typ C) / H	
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (SD) / H / –	
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –	
<b>Ausstattung</b>		
Display	BOE NV156FHM-N4G: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 11 ... 270 cd/m², matt	
Prozessor	Intel Core i7-9750H (6 Kerne mit HT), 2,6 GHz (Turbo bis 4,5 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache	
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte DDR4-2666 / Intel HM370	
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce RTX 2070 Max-Q (8192 MByte GDDR6) / ✓	
Sound	HDA: Realtek ALC269	
LAN / WLAN	PCle: Realtek 8168 (GBit) / PCIe: Intel AX200 (Wi-Fi 6, 2 × 2 Streams)	
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)	
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung 970 Evo Plus (500 GByte) / –	
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>		
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	93 Wh Lithium-Ionen / – / –	
Netzteil	230 W, 831 g, 17,2 cm × 8,5 cm × 3,2 cm, Kaltgerätestecker	
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,89 kg / 35,6 cm × 23,3 cm / 2,1 ... 2,5 cm	
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,6 cm / 19 mm × 19 mm	
<b>Leistungsaufnahme</b>		
Suspend / ausgeschaltet	1,7 W / 0,7 W	
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	8,7 W / 13,2 W / 15,6 W	
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	93,8 W / 23,6 W / 114,5 W	
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	120,76 W / 0,91	
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>		
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	12,2 h / 6,4 h / 2,4 h	
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	2,2 h / 5,5 h	
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,6 <sup>1</sup> Sone / 3,7 Sone	
Massenspeicher lesen / schreiben	3025,6 / 2857 MByte/s	
IOPS (4K) lesen / schreiben	106337 / 86543	
Leserate SD-Karte	72 MByte/s	
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	36,4 / 16,1 MByte/s / ✓	
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 93,3 dB(A)	
CineBench R20 Rendering (1 / n CPU)	468 / 2665	
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	36945 / 35905 / 15339 / 6455 / 3727	
<b>Preis und Garantie</b>		
Straßenpreis Testkonfiguration	2373 €	
Garantie	2 Jahre	

<sup>1</sup> siehe Text

nimmt normalgroße SD-Karten auf, bremsst rasante Vertreter aber aus.

zudem beim Surfen und Videogucken über ein lautloses Gerät freuen.

### Fazit

Das Schenker XMG Fusion 15 ist ein leistungsstarkes Gaming-Notebook, welches sich nicht vor der Konkurrenz verstecken muss. Bei Gewicht und Dicke liegt es gleichauf, bei der Akkulaufzeit spielt es sogar ganz vorne mit. Hinzu kommt Schenker-typisch die Möglichkeit, das Notebook individuell an eigene Anforderungen anzupassen. Wenn Schenker und Intel den von uns gemeldeten Powermanagement-Bug beheben, kann man sich

Intel wiederum wird sich künftig stärker als bislang in den Whitebox-Markt zwischen lokalen OEMs und asiatischen ODMs einmischen. Konkrete Barebones wie der, auf dem das XMG Fusion 15 basiert, sind dabei nur eine Möglichkeit: Im Rahmen des Marketingprogramms Project Athena lädt Intel Komponentenhersteller ein, ihre Produkte in frisch aus dem Boden gestampften Laboren validieren zu lassen, damit kleine ODMs weniger eigenen Entwicklungsaufwand haben.



# Unauffällige Funker

## WLAN-Access-Points NanoHD und In-Wall HD

**Die kompakte WLAN-Basis Ubiquiti NanoHD soll viele Nutzer bedienen und schnell funkeln. Die Wanddosenvariante In-Wall HD hat zusätzliche Pfeile im Köcher.**

**Von Ernst Ahlers**

WLAN-Systeme liegen nicht nur bei Firmen, Hotels und Schulen im Trend, sondern auch bei ambitionierten Heimvernetzern. Für sein Unifi-System hat Ubiquiti zwei neue WLAN-Basen (Access Points) mit aktuellem Wi-Fi-5-WLAN ins Programm genommen. Der runde NanoHD ist für Wand- und Deckenmontage vorgesehen, der In-Wall HD zum Aufsetzen auf eine Installationsdose vor allem in Hotels gedacht. HD steht für High Density und bezeichnet APs, die bis zu 200 Nutzer gleichzeitig anbinden können. Ubiquiti empfiehlt maximal 125 (NanoHD) beziehungsweise 80 (IW-HD).

In beiden Geräten steckt die gleiche Hardware-Grundlage: Ein MediaTek-Prozessor MT7621 (MIPS-Dual-Core mit 880 MHz) erledigt den Datenumschlag, zwei WLAN-Chips (MT7603 und MT7621) bedienen die beiden Funkbänder. Konfiguration und Betrieb setzen Ubiquitis Unifi-Controller voraus, der auch als Docker-Container auf einem NAS oder als eigenständiges Netzwerk-Gerät laufen kann (Cloud Key 2, Test in c't 16/2019, S. 85).

Dem einzelnen NanoHD liegt außer der Wand/Deckenhalterung und einem Schraubensatz auch ein PoE-Injektor (IEEE 802.3af) bei; in Mengenpackungen mit 3 und 5 APs fehlt er. Wenn der weiße Standard-Deckel partout nicht zur Umgebung passt, kann man ihn durch einen aus sechs anderen Dekors ersetzen (Schwarz, Marmor, Holz etc.).

„In der Wand“ ist beim In-Wall-HD-AP etwas zu viel versprochen: Der AP setzt auf eine Installationsdose auf, dockt mit seiner rückseitigen RJ45-Buchse ans LAN an und ragt dann rund 3 Zentimeter über die Wandebene hinaus. Sein integrierter Switch leitet bei Bedarf verschiedene, per VLAN getrennte Netze an die vier RJ45-Buchsen an der Unterseite aus, etwa fürs Smart-TV in einem Hotelzimmer.

Eine Buchse liefert auch Energie (IEEE 802.3af), beispielsweise für ein VoIP-Telefon. Durch die Installation des In-Wall-HD verliert man also keine Netzwerkfunktionen. Auch für den IW-HD gibt es Tauschdeckel in sechs Designs.

### WLAN-Performance

Die APs funkeln zwar gemäß Wi-Fi 5. Dennoch testeten wir sie gegen den neuen Wi-Fi-6-Client Intel AX200. Damit sind die Ergebnisse nur eingeschränkt mit früheren WLAN-Tests vergleichbar.

Der gemessene Nettodurchsatz über 20 Meter durch Wände war auf unserer Teststrecke gut bis sehr gut. Beide APs zeigten eine mäßige Ausrichtungsabhängigkeit. Erfreulicherweise lieferten sie gegen drei ältere USB-Clients (Linksys WUSB6100M, Single-Stream 11ac) einen deutlichen MU-MIMO-Gewinn ([ct.de/-4261615](http://ct.de/-4261615)): Je nach räumlicher Konstellation schafften die APs im Gruppenbetrieb zwischen 49 und 103 Prozent mehr Summdurchsatz als der Mittelwert der Einzeldurchsätze. Mit zwei AX200-Clients, die Wi-Fi-6-zertifiziert sind, stellten sich indes bestenfalls 25 Prozent ein.

Der guten WLAN-Leistung steht eine angemessene Leistungsaufnahme am LAN-Port gegenüber. Mit hochgerechnet 5,5 bis 6 Watt primär (ohne PoE-Last am IW-HD) muss man pro Gerät rund 15 Euro jährliche Stromkosten veranschlagen (Dauerbetrieb, 30 ct/kWh).

### Fazit

Mit dem NanoHD und dem In-Wall HD hat Ubiquiti zwei attraktive Access Points für sein Unifi-WLAN-System herausgebracht: Sie sind kompakt, durchdacht konstruiert, fallen kaum auf und funkeln flott. Die APs sind zwar keine Billigheimer, aber ihren Preis allemal wert. (ea@ct.de) **ct**

## Ubiquiti Unifi nanoHD / In-Wall HD

System-Access-Points	
Typenummer	UAP-nanoHD / UAP-IW-HD
Hersteller	Ubiquiti, <a href="http://www.ui.com">www.ui.com</a>
Vertrieb	z. B. Varia Store, <a href="http://www.varia-store.com">www.varia-store.com</a>
WLAN	Wi-Fi 4 (2) / Wi-Fi 5 (4) - IEEE 802.11n-300 / ac-1733, simultan dualband
Bedienelemente	Reset, 1 Statusleuchte
Anschlüsse (PoE IEEE 802.3)	1 × RJ45 (af in) / 5 × RJ45 (at in, af out)
Maße (Ø × H / B × H × T in mm)	160 × 33 / 87 × 140 × 26
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m (AX200)	190 / 80-115 MBit/s / 187 / 107-187 MBit/s
5 GHz nah / 20 m	407 / 153-198 MBit/s / 419 / 146-286 MBit/s
Leistungsaufnahme	4,6 / 4,4 Watt (PoE-seitig)
Preis	158 / 167 €



# Profiware en miniature

## Fernwartbarer Mini-PC mit Quad-Core-Prozessor und NVMe-SSD

**Der ThinkCentre M9On-1 Nano ist etwa so groß wie zwei übereinander gestapelte Schokoladentafeln, bietet aber dennoch alle Funktionen professioneller Büro-PCs. Dabei ist er so sparsam, dass man ihn eigentlich nicht mehr ausschalten muss.**

Von Christian Hirsch

Für den ultrakompakten Büreurechner ThinkCentre M9On-1 Nano hat Lenovo die Hardware eines modernen Notebooks genommen und Display, Akku und Tastatur weggelassen. Übrig bleibt ein Gehäuse mit 0,35 Liter Volumen, das einen mobilen Quad-Core-Prozessor, 16 GByte RAM und eine M.2-SSD mit 512 GByte Kapazität enthält.

Der 2,2 Zentimeter flache Rechner ist mit wenigen Handgriffen einsatzbereit:

Man verbindet ihn lediglich mit dem externen 65-Watt-Netzteil und schraubt die WLAN-Antenne an. Einschalten lässt sich der Mini-PC nicht nur über den Ein-/Aus-taster, sondern auch über die Tastenkombination Alt+P. Um bis zum Windows-10-Pro-Desktop zu booten, benötigt der ThinkCentre Nano trotz Quad-Core-CPU und superschneller NVMe-SSD 23 Sekunden. Vermutlich fordern hier die umfangreichen Management-Funktionen der Firmware ihren Tribut.

Im Leerlauf bei ruhendem Desktop benötigt der kompakte Office-PC weniger

als 3 Watt. Im Suspend-to-RAM-Zustand sind es knapp unter 1 Watt. Auch in sehr leisen Umgebungen ist der Lüfter des ThinkCentre Nano nicht wahrnehmbar.

Lastet man alle acht logischen CPU-Kerne des Core i7-8665U „Whiskey Lake“ aus, schnellt die Leistungsaufnahme für 30 Sekunden bis auf 48 Watt. Dabei ist der Lüfter mit 1,3 Sone Lautheit deutlich zu hören. Nach dieser Turbophase hält der Mobilprozessor seine Thermal Design Power (TDP) von 15 Watt ein. Die Gesamtleistungsaufnahme sinkt auf 31 Watt, die Lautheit zunächst auf 0,2 Sone. Nach etwa 10 Minuten Dauerlast hat sich das Gehäuse in unserem Test so stark aufgeheizt, dass sich das Lüftergeräusch bei 0,9 Sone einpendelt.

### Schnelle Schnittstellen

Die CPU-Performance reicht für gängige Office-Programme mehr als aus. Dank der NVMe-SSD starten Anwendungen flott. Für länger andauernde, anspruchsvolle Aufgaben wie Videokodierung und Rendering eignet sich der Rechner nur eingeschränkt, denn der Quad-Core mit Hyper-Threading taktet wegen des geringen thermischen Budgets nominal nur mit 1,9 GHz (Turbo: 4,8 GHz).

Die Zielgruppe des Mini-PCs lässt sich schon an den Anschläßen ablesen: 4K-Displays steuert der Profi-Rechner per DisplayPort 1.2 und im DisplayPort-Alternate-Mode über die rückseitige USB-C-Buchse an. Für stärkeren Datenschutz lässt Lenovo einen Kartenleser weg. Zudem kann man im BIOS-Setup die USB-Buchsen einzeln deaktivieren, das Schreiben auf USB-Datenträger verbieten und BIOS-Updates von Windows aus unterbinden.

Administratoren können den ThinkCentre Nano dank der vPro-Funktion Active Management Technology (AMT) aus der Ferne warten und per Remote-KVM zum Beispiel auf das BIOS-Setup zugreifen. Diese Funktion sollte man deshalb nur mit ausreichend Fachkenntnis und in gut abgesicherten Netzwerken freischalten.



Zwei hochauflösende Monitore lassen sich am ThinkCentre M9On-1 Nano per DisplayPort und USB-C anschließen. Trotz der flachen Abmessungen hat Lenovo an eine Ethernet-Buchse gedacht.

Alle USB-Buchsen, gleich ob vom Typ A oder C, liefern Superspeed-10Gbps-Geschwindigkeit und lesen Daten von schnellen externen SSDs mit über 1 GByte/s. Das Wi-Fi-5-WLAN (802.11ac) erreicht bei rund einem Meter Entfernung im 5-GHZ-Band 350 MBit/s. Bei 2,4 GHz sind es 188 MBit/s. Beides sind durchschnittliche Werte für moderne Rechner.

## Fazit

Lenovo hat es mit dem ThinkCentre M90n-1 Nano geschafft, einen vollwertigen Business-Rechner zu bauen, der 25 Prozent kleiner als ein Mini-PC vom Typ Intel NUC ist. Bei typischen Büroanwendungen agiert er nahezu lautlos. Der Preis von 850 Euro ist der Ausstattung angemessen, wenn man die umfangreichen Management- und Fernwartungsfunktionen nutzt. Für Privatanwender, die so etwas nicht benötigen, gibt es preiswertere Core-i3- oder Core-i5-Varianten für 600 beziehungsweise 670 Euro. (chh@ct.de) 

## Lenovo ThinkCentre M90n-1 Nano

Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Core i7-8665U / 4+HT / 1,9 (2,4 bis 4,7) GHz
RAM (Typ / Max) / -Slots (frei)	16 GByte (DDR4-2400 / 16 GByte) / 2 (0)
Grafik (-speicher)	Intel UHD 620 (von Hauptspeicher)
SSD (Typ, Kapazität)	Samsung SSD PM981 (PCIe-3.0-x4-NVMe, 512 GByte)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM 2.0	1 GBit/s (Intel I219-LM, PCIe) / ✓
WLAN-Interface (Chip, Anbindung)	WiFi 5, 802.11ac (Intel Wireless-AC 9560, PCIe)
Abmessungen (B × H × T)	180 mm × 23 mm × 120 mm <sup>1</sup>
Anschlüsse hinten	1 × DisplayPort 1.2, 2 × USB 3.2 Typ A, 1 × USB 3.2 Typ C (inkl. Display), 1 × LAN
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB 3.2 Typ A, 1 × USB 3.2 Typ C, 1 × analog Audio
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschenwicklung	
Soft-off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf / Vollast: Spitzen- / Dauerlast	0,6 W (0,4 W) / 0,9 W / 2,7 W / 48 W / 31 W
SSD: Lesen (Schreiben)	3.300 (2.000) MByte/s
USB 3.2 Gen 2: Lesen (Schreiben)	1040 (990) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	118 (118) MByte/s
Geräuschenwicklung: Leerlauf / Vollast / CPU- / GPU-Last (Note)	< 0,1 Sone (⊕⊕) / 0,9 Sone (⊕) / 1,3 Sone (○) / 0,8 Sone (⊕)
Systemleistung	
Cinebench R20: Single- / Multithread	413 / 1304
3DMark: Fire Strike / Sysmark 2018	1249 / 1409
Preis / Garantie	850 € / 36 Monate

<sup>1</sup> inklusive Antenne

✓ vorhanden    ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend

Anzeige

# Overclocker aufgepasst!

Liquid Freezer II Serie – Innovative neue AiO von ARCTIC



www.artic.ac



Beim Übertakten kommt es auf ausreichende Kühlung an. ARCTICs neue Liquid Freezer II Serie hat viel Kühlpotential selbst für die leistungsstärksten Prozessoren.

Die neuen All-in-One Wasserkühler gibt es in den Versionen 120, 240, 280 und 360. ARCTIC hat eigens eine komplett neue Wasserpumpe für die Kompaktwasserkühler entwickelt, welche durch PWM gesteuert wird und für ein ideales Verhältnis aus hoher Kühlleistung und geringer Lautstärke sorgt.

Bei zeitintensiven, rechenintensiven Aufgaben bietet ARCTICs neue Liquid Freezer II-Serie einen entscheidenden Vorteil um maximale Systemstabilität zu gewährleisten. Ein sich direkt an der Pumpe befindlicher 40 mm Lüfter sorgt für die Kühlung der Spannungswandler und verhindert so – gerade in anspruchsvollen Overclockingszenarien – ein Überhitzen. Der Lüfter wird über das PWM

Signal angesteuert, wodurch ein flüsterleiser Betrieb ermöglicht wird. Trotz des zusätzlichen Lüfters besitzen die AiOs nur einen einzigen Anschluss für die Verbindung mit dem Motherboard. Durch die PWM Sharing Technologie (PST) von ARCTIC lassen sich mehrere Lüfter über das gleiche PWM Signal ansteuern. Die Integration der Lüfterkabel im Sleeving der Schläuche runden hierbei das optische Gesamtpaket ab und sorgt für weniger sichtbare Kabel im Gehäuse.



# Ideale Zwischengröße

**AVM Fritz-Repeater 2400 im Vergleich mit den anderen Fritz-WLAN-Extendern**

**Der WLAN-Verlängerer Fritz-Repeater 2400 ist zwar nicht ganz so schnell wie AVMs Topmodell 3000, dafür aber günstiger und kompakter.**

Der mit etwas Verzögerung erschienene Fritz-Repeater 2400 (im Bild der dritte von links) für Wi-Fi-5-WLAN vervollständigt das aktuelle AVM-Repeater-Angebot: Er nutzt in beiden WLAN-Bändern gleichzeitig je vier MIMO-Streams und ist damit wie das Topmodell 3000 (rechts) funktechnisch optimal für das Zusammenspiel mit den großen Fritzboxen 7580/90, 6590/91 und 6890 gerüstet.

Der 2400 setzt die Bauform des 3-Stream-Vorgängers 1750E (zweiter von links) fort: Das längliche Gehäuse sitzt direkt auf einer Steckdose, ist aber dezenter gestaltet als der 1750. Das Einrichten als WLAN-Verlängerer im Repeater-Modus klappt simpel per Tastendruck an Fritzbox und Gerät. Nach einer halben Minute taucht der 2400 im Mesh-WLAN der Fritzbox auf. An seinem Gigabit-Ethernet-Port steht dann für Geräte ohne eigene WLAN-Schnittstelle der Netzzugang bereit (Bridge-Betrieb).

Alternativ kann man das Gerät per Browser konfigurieren und als Access-Point (Betriebsart LAN-Brücke) per Ethernet-Kabel mit dem Router verbinden. Das brachte in unserem Testaufbau dem im

5-GHz-Band mit dem 2400 verbundenen Client einen satten Durchsatzschub (194 statt 105 MBit/s netto am 26-m-Punkt).

Der Vergleichbarkeit mit den anderen Modellen halber testeten wir den Fritz-Repeater 2400 gegen einen Wi-Fi-5-Client mit zwei MIMO-Streams (QCA6174 in Acer-Notebook V3-372) statt gegen unsere Wi-Fi-6-Referenz Intel AX200 (siehe c't 19/2019, S. 106).

## WLAN-Performance

Gemessen am WLAN-Durchsatz in den verschiedenen Betriebsarten (siehe Tabelle) fügt sich der Fritz-Repeater 2400 gut

zwischen das günstigere Modell 1200 [1] und das teurere 3000er ein [2]. Im Repeater-Modus mit einem 5-GHz-Client sowie bei der Bridge-Funktion kann er seine vier MIMO-Streams gegenüber den zweien des Fritz-Repeaters 1200 ausspielen und liefert so etwas mehr Client-Durchsatz.

Der Fritz-Repeater 1750E steht zum Vergleich mit der Vorgängergeneration dabei. Das Modell 600 haben wir wegen seiner unzeitgemäßen Beschränkung auf das 2,4-GHz-Band weggelassen.

Dank seines dritten Funkmoduls für den WLAN-Backbone schaffte das Modell 3000 über 20 Meter durch Wände rund 40 Prozent mehr Performance als das 2400: 158 statt 115 MBit/s mit Client auf 2,4 GHz, 151 statt 105 MBit/s im 5-GHz-Band. Dafür kostet es mehr bei der Anschaffung (aktuell 112 statt 86 Euro) und im Betrieb (14,20 statt 8,70 Euro Stromkosten pro Jahr).

Auf 5 Jahre gerechnet ist der Fritz-Repeater 3000 damit ebenso viel teurer wie schneller als der 2400. Fritzbox-Besitzer, die Top-Performance wollen, gönnen sich das. Wer auf den Euro achtet, schaut sich den kompakten 1200 an. Für alle anderen ist der Fritz-Repeater 2400 die ideale Zwischengröße. (ea@ct.de) ct

**Repeater-Tests, WLAN-FAQ:** [ct.de/ywe7](http://ct.de/ywe7)

## Literatur

[1] Ernst Ahlers, Neue Fritzrepeater, AVM Fritz-Repeater 1200: Kompakt, aber flott, c't 19/2019, S. 90

[2] Ernst Ahlers, Fritzens Mesh-Meister, AVM Fritz-Repeater 3000 vergrößert Fritzbox-WLANS, c't 7/2019, S. 92

## Fritz-Repeater im Vergleich

Modell	1200	1750E	2400	3000
Maße (B × H × T) in mm <sup>1</sup>	81 × 81 × 38	76 × 155 × 26	76 × 155 × 28	88 × 183 × 130
WLAN-Generation (MIMO-Streams)	Wi-Fi 5 (2)	Wi-Fi 5 (3)	Wi-Fi 5 (4)	2 × Wi-Fi 5 (4)
Gigabit-Ethernet-Ports	1	1	1	2
Getestet mit FritzOS	7.11	7.10	7.12	7.03
Durchsatz <sup>2</sup> im AP-Modus: 2,4 GHz nah / 20 m	190 / 97–138 MBit/s	189 / 80–114 MBit/s	190 / 81–111 MBit/s	196 / 118–134 MBit/s
5,2 GHz nah / 20 m	316 / 60–163 MBit/s	264 / 85–133 MBit/s	326 / 66–133 MBit/s	339 / 120–160 MBit/s
Bridge-Modus am 20-m-Punkt	193–254 MBit/s	196–254 MBit/s	292–314 MBit/s	285–321 MBit/s
Repeater-Modus am 20-m-Punkt				
Client bei 26 m auf 2,4 GHz auf 5,2 GHz	127 MBit/s 77 MBit/s	112 MBit/s 90 MBit/s	115 MBit/s 105 MBit/s	158 MBit/s 151 MBit/s
Leistungsaufnahme <sup>3</sup>	2,8 / 3,2 Watt	2,9 / 3,4 Watt	3,3 / 3,5 Watt	5,4 / 5,6 Watt
Jährliche Stromkosten (30 ct/kWh, Dauerbetrieb)	7,40 €	7,60 €	8,70 €	14,20 €
Preis	56 €	62 €	86 €	112 €

<sup>1</sup> Tiefe ohne Schukostecker

<sup>2</sup> gegen Acer-Notebook V3-372 mit WLAN-Chip QCA6174

<sup>3</sup> ohne / mit Gigabit-Ethernet-Link, ohne Traffic



# Einzelgänger

## Das nachhaltige Smartphone Fairphone 3

**Der kleine Hersteller Fairphone baut ein Smartphone, das sich gut reparieren lässt und Fairtrade-Gold enthält. Doch um die Welt zu verbessern, müssen Hersteller und Käufer Kompromisse eingehen.**

**Von Robin Brand und Christian Wölbert**

**S**chneller, besser und schöner, darum geht es bei Smartphones normalerweise. Die niederländische Firma Fairphone grenzt sich davon ab. Sie wirbt vor allem mit guten Arbeitsbedingungen und umweltfreundlichem Design. „Wir haben das Fairphone 3 als echte nachhaltige Markt-Alternative entwickelt“, sagt Chefin Eva Gouwens.

Fairphone verspricht also mehr, als ein Stück Technik zu liefern. Für den Preis von 450 Euro soll man nicht nur ein Handy mit Android 9, 5,7-Zoll-Display

und 64 GByte Speicher erhalten. Mitgeliefert werden soll auch das Gefühl, die Welt ein klein wenig zu verbessern.

Das Fairphone 3 untermauert diesen Anspruch mit einer Reihe von Besonderheiten. So stecken unter der von Hand abnehmbaren Rückseite sechs Module, die sich leicht austauschen lassen. Dazu sind sie über relativ große Stecker sowie Schrauben mit dem Mainboard verbunden – statt verklebt oder gelötet zu sein.

Fairphone ermuntert seine Kunden, die Module selbst zu Hause am Küchentisch auszutauschen. Garantie-Ansprüche verwirkt man dabei nicht, anders als bei den großen Herstellern. Im Test wechselten wir das Display in nur fünf Minuten. Der Akku lässt sich ganz ohne Werkzeug entnehmen. Die häufigsten Defekte kann man also viel einfacher beheben als bei der Konkurrenz.

Auch die Ersatzteilpreise wirken kundenfreundlich. Zum Beispiel kostet ein neues Display 90 Euro und ein Akku 30 Euro (alle Module siehe Tabelle). Besitzer von iPhones oder anderen Highend-

Smartphones zahlen für den Austausch mancher Teile zwei- oder dreimal so viel.

Aus Sicht von Fairphone schont das reparaturfreundliche Design auch die Umwelt. In der Tat spart man Energie und Rohstoffe, wenn man ein altes Handy repariert und länger nutzt, statt ein neues zu kaufen. Fairphone könnte irgendwann auch Hardware-Upgrades anbieten. Der Hersteller verspricht für das Fairphone 3 heute zwar noch nichts, lieferte aber bereits für das Vorgängermodell Fairphone 2 zwei Jahre nach Verkaufsstart ein verbessertes Kameramodul (siehe c't 22/2017, S. 44).

Ob das Fairphone 3 tatsächlich länger genutzt wird als andere Geräte, muss man aber abwarten. Hardware-Reparaturen helfen nicht, wenn der Browser ruckelt oder Software-Updates ausbleiben. Immerhin: Der Hersteller will das Android fünf Jahre lang pflegen. Der bald vier Jahre alte Vorgänger wurde zumindest bis jetzt zuverlässig mit Sicherheitsupdates versorgt.

### Rohstoffe und Fertigung

Neue Wege gehen die Niederländer auch bei der Auswahl der Rohstoffe. Mit der Hilfe von Partnern haben sie die erste Lieferkette für Fairtrade-Gold in der Elektronikbranche aufgebaut. Sie wollen dadurch die Bedingungen beim Abbau des Metalls in Peru verbessern. Das Fairphone 3 ist deshalb das einzige Handy, das mit dem Fairtrade-Logo beworben werden darf. Darüber hinaus verwendet Fairphone nach eigener Aussage recycelte Kunststoffe und Kupfer sowie Zinn und Wolfram aus konfliktfreien Minen in Afrika.

Hinsichtlich der Arbeitsbedingungen bei der Endmontage begnügt sich Fairphone nicht, wie viele andere Hersteller, mit wohlklingendem Verhaltenskodex für die Produzenten in China. Sie wollen auch einen Lohnbonus in Höhe von 1,50 US-Dollar pro Gerät an die Mitarbeiter ihres Auftragsfertigers Arima ausschütten. Das ist gemessen am Kaufpreis nicht viel, der Ansatz jedoch bemerkenswert. Normalerweise bezahlen Auftraggeber schließlich nur ihre Lieferanten, nicht auch deren Angestellte.

Außerdem versprechen Fairphone und Arima gemeinsam 100.000 Dollar pro Jahr in Projekte zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen zu stecken. Fairphone lässt die Zustände im Werk darüber hinaus von einer Agentur analysieren.

All das macht sich natürlich im Preis bemerkbar. Die Komponenten, die Fair-

phone für sein 450-Euro-Smartphone verwendet, sind vergleichbar mit jenen des Motorola G7 (c't 6/2019, S. 102) – für 200 Euro. So könnte sich der schwache Prozessor Snapdragon 632 als limitierender Faktor erweisen. Eher unwahrscheinlich, dass sich das Gerät gegen Ende des versprochenen Supportzeitraums in fünf Jahren noch flink im Alltag bedienen lassen wird. Zumal sich schon in unserem Test der eine oder andere Hänger bemerkbar gemacht hat, etwa bei der Bedienung der Kamera-App.

Die Kamera selbst ist durchaus schnappschusstauglich – sofern die Lichtbedingungen es hergeben. Einen brauchbaren Nachtmodus bringt das Fairphone 3 nicht mit, genauso wenig wie verschiedene Brennweiten. So tummeln sich in der 400-Euro-Klasse deutlich potenterne Smartphones-Knipsen, etwa das Xiaomi 9T Pro und das Motorola One Zoom (beide c't 21/2019, S. 80). Dem erwähnten Motorola G7 ist das Fairphone 3 aber mindestens ebenbürtig.

Das Display stellt die Inhalte ausreichend scharf dar. Mit maximal 460 cd/m<sup>2</sup> lässt sich das IPS-Panel auch in der Sonne mit einiger Mühe noch ablesen. Doch die minimale Helligkeit von 19 cd/m<sup>2</sup> ist ein Schwachpunkt; nervig etwa, wenn man vorm Einschlafen im Bett noch auf dem Smartphone liest. Zuletzt haben wir eine ähnlich hohe Minimalhelligkeit beim 100-Euro-Handy Nokia 3.1 gemessen (14,6 cd/m<sup>2</sup>). Auch die ungleichmäßige Ausleuchtung des Panels ist ein Schwachpunkt.

Keinen Grund zur Klage gibt dagegen der austauschbare Akku, rund 16 Stunden beim Surfen und 11 Stunden im Videodauerauf sind ordentliche Werte. Ganz im Sinn der Nachhaltigkeit liegt kein Ladegerät bei. Mit einem 15-Watt-Netzteil dauerte eine vollständige Ladung wenig ruhmreiche drei Stunden, in knapp einer Stunde ist der Akku zur Hälfte befüllt.

## Fazit

Das Fairphone 3 lässt sich kaum wie ein herkömmliches Smartphone bewerten. Der Blick auf den schwachbrüstigen Chip und die durchschnittliche Kamera allein greift zu kurz, gehört aber dazu – könnten doch genau diese Komponenten den langfristigen Gebrauch des Geräts verriesen.

Genau auf diese Langfristigkeit ist das Fairphone ausgelegt: Es hebt sich mit einfachen Reparaturen, Fairtrade-Gold und dem Lohnbonus für chinesische Fließ-

bandarbeiter von anderen Smartphones ab. Ist es dadurch insgesamt nachhaltiger als andere Smartphones? Die Frage lässt sich kaum seriös beantworten. Zu viele Komponenten und Rohstoffe stecken in Smartphones, zu viele Zulieferer arbeiten mit, zu viel hängt vom Nutzerverhalten ab. Sagen kann man lediglich, dass Fairphone in einigen Punkten kundenfreundliche, soziale und umweltfreundliche Lösungen gefunden hat. Wer ein Fairphone kauft, hilft dem Hersteller, diese Projekte weiter voranzutreiben und vielleicht auch andere Marken zu inspirieren. Und wer mit einer echten Kamera fotografiert, Wert darauf legt, sein Handy auch mal selbst reparieren zu können und bei der Bedienung etwas geduldiger ist, hat nicht nur sein Gewissen beruhigt, sondern wird auch mit dem Fairphone 3 selbst zufrieden sein.

(rbr@ct.de) ct



Breite Displayränder, aber eine aufgeräumte Optik: das Fairphone 3.

## Android-Smartphones

Modell	Fairphone 3
Betriebssystem / Sicherheitspatch	Android 9 / August 2019
Prozessor (Kerne) / Grafik	Qualcomm Snapdragon 632 (4 × 1,8 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 506
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / MicroSD-Slot	4 GByte / 64 GByte (51 GByte) / ✓
WLAN / 5 GHz / Dual-Band / Bluetooth / NFC	WiFi 5 / ✓ / ✓ / 5.0 / ✓
Standortbestimmung	GPS, Glonass, Galileo
Fingerabdrucksensor	✓ (Rückseite)
mobile Datenverbindung / SAR-Wert (Head, EU)	LTE Cat. 13 (300 MBit/s / 150 MBit/s) / 0,388 W/kg
Dual-SIM / microSD zusätzlich / eSIM	✓ / ✓ / –
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3000 mAh / ✓ / –
USB-Anschluss / OTG / Kopfhörerbuchse	Typ-C (2.0) / ✓ / ✓
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	15,8 cm × 7,2 cm × 1 cm / 186 g / –
Kamera	
Kameraauflösung / Blende / OIS	12 MP / f/1.8 / –
Frontkamera Auflösung / Blende	8 MP / f2 / –
Display	
Technik	5,7" IPS
Auflösung (Pixeldichte)	2160 × 1080 Pixel (429 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	19 ... 463 cd/m <sup>2</sup> / 81 %
Laufzeiten & Benchmarks	
Laufzeit Stream / 3D-Spiel / WLAN-Surfen / Video <sup>1</sup>	10,9 / 6,5 h / 16,5 h / 11,4 h
Ladezeit 50 % / 100 %	55 min / 167 min
Coremark Single / Multi / 3D Mark Sling Shot Extreme / Ice Storm Unlimited	8473 / 50669 / 531 / 15133
Ersatzteile	
Kamera / Lautsprecher	50 € / 20 €
Untermodul / Topmodul	20 € / 30 €
Display / Akku	90 € / 30 €
Bewertung	
Bedienung / Performance	⊕⊕ / O
Display / Akku / Kamera	O / ⊕⊕ / O
Preis	450 €

<sup>1</sup> Abruf einer einfachen Website, Spiel: Asphalt 8, gemessen bei 200 cd/m<sup>2</sup>

⊕⊕ sehr gut    O zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden



## Mobilspeicher mit Sicherheit

**Wer private Daten auf einem USB-Stick mitnimmt, sollte sie verschlüsseln. Mit dem Datashur Pro<sup>2</sup> von iStorage ist das auch gar nicht anders möglich.**

Auf den ersten Blick sieht der Datashur Pro<sup>2</sup> aus wie ein langer USB-Stick, ungewöhnlich aber ist die Zehnertastatur darauf. Steckt man den Stick in einen USB-Port eines PCs, passiert nichts. Der Stick meldet sich nicht, Daten lassen sich weder lesen noch schreiben.

Wer den Datashur Pro<sup>2</sup> wirklich nutzen möchte, muss vor dem Einsticken die richtige PIN eingeben. Erst dann ist der Stick freigeschaltet, die mit AES 256 verschlüsselt abgelegten Dateien sind sichtbar und neu angelegte Dateien werden automatisch verschlüsselt. Benutzer werden damit gezwungen, keine unverschlüsselten Daten mitzunehmen – durch den Verzicht auf eine separate Verschlüsselungssoftware spielt das verwendete Betriebssystem dabei keine Rolle.

Zur Ersteinrichtung gehört es, eine 8-stellige PIN für den Stick festzulegen, auch ist es möglich, eine Admin-PIN zu bestimmen. Diese kommt zum Einsatz, wenn ein anderer Mitarbeiter den Stick in Zukunft verwenden soll oder der aktuelle Nutzer seine PIN vergessen oder zehnmal falsch eingegeben hat. Über die kleine Zehnertastatur lassen sich im Admin-Modus noch weitere Einstellungen vornehmen, etwa eine Einmal-PIN für den Anwender, Read-only-Modus oder ein Crypto-Erase des gesamten Inhalts. Ohne Studium der Anleitung schafft man dies jedoch nicht, da diverse

Tasten in der richtigen Reihenfolge gedrückt werden müssen.

Der Datashur Pro<sup>2</sup> ist staub- und wassergeschützt nach IP57, mit Kapazitäten zwischen 16 und 256 GByte erhältlich und wiegt 27 Gramm, die lange Kappe schlägt mit weiteren 9 Gramm zu Buche. Das größte Gewicht dürfte der integrierte Akku haben, der die PIN-Eingabe komfortabel macht: Alle Eingaben lassen sich vor dem Einsticken erledigen.

Laut Hersteller soll der Stick beim Lesen und Schreiben mehr als 100 MByte/s erreichen. Diese Werte konnten wir im Test nicht erreichen, mit maximal 80 MByte/s beim Lesen und etwas weniger beim Schreiben erreicht der Stick jedoch immer noch eine erträgliche Geschwindigkeit. Beim Schreiben vieler kleiner Dateien schaffte der Stick knapp 5 MByte/s, mehr als viele USB-Sticks anderer Hersteller. Die Leistungsaufnahme im Betrieb lag bei rund 1 Watt, im Idle knapp darunter.

Gegen das gewaltsame Öffnen ist der Datashur Pro<sup>2</sup> nach FIPS-140-2 geschützt, auch nach Spezifikationen der NATO und des britischen National Cyber Security Centre ist der Stick zertifiziert. Zwar könnte künftig eine Sicherheitslücke bekannt werden, doch nach heutigem Kenntnisstand ist der Datashur Pro<sup>2</sup> für den sicheren Transport sensibler Daten gut geeignet. (ll@ct.de)

## iStorage Datashur Pro<sup>2</sup>

USB-Stick mit Hardware-Verschlüsselung	
Hersteller	iStorage, <a href="http://www.istorage.co.uk">www.istorage.co.uk</a>
Modellbezeichnung	IS-FL-DP2-256-128
Maße	85 mm × 18 mm × 13 mm
Straßenpreis	243 € (128 GByte)



## Keller-Gadget

**Ein Vorhängeschloss ohne Schlüssel per Fingerabdruck öffnen? Abus bringt so ein Gadget – mit kleinen Schwächen.**

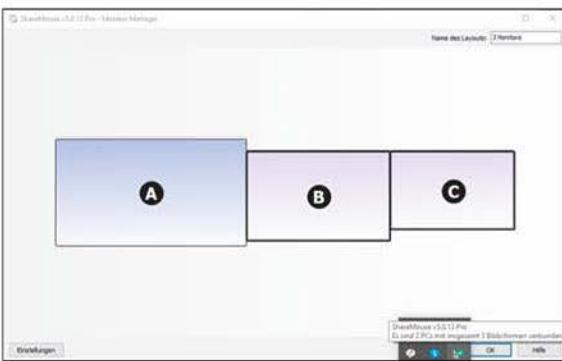
Das Vorhängeschloss Abus Touch ist einsatzbereit, sobald es aus der Verpackung kommt. Die Bedienung ist besonders intuitiv: Auf der Vorderseite ist ein Fingerabdrucksensor eingearbeitet, das Schloss befindet sich sofort im Anlernmodus. Wer den ersten Finger anlert, ist fortan Administrator des Touch. Der Anlernvorgang entspricht der vom Smartphone bekannten Prozedur. Durch das Auflegen des Fingers kann man fortan das Schloss öffnen. Man schließt es wie gewohnt durch manuelles Einrasten des Bügels.

Über dem Sensor befindet sich eine RGB-Status-LED. Darauf hinaus kann das Touch positive und negative Quittungstöne von sich geben. Im Schloss lassen sich bis zu 10 Fingerabdrücke speichern. Um sie anzulernen, braucht es jeweils den Finger des Administrators.

Das Schloss wirkt solide verarbeitet, ist allerdings nicht wasserfest und nur für den Innenbereich geeignet. Zudem fällt auf, dass der Bügel im Unterschied zu mechanischen Schlössern nur einseitig verriegelt. Für die nötige Energie sorgen zwei Knopfzellen, die nur über eine einfache Schraube gesichert sind. Bei Entnahme der Batterien bleibt das Schloss zwar verschlossen und behält die Fingerabdrücke, aber Spaßköpfe können einem so dennoch Ärger bereiten. Für Gadget-Fans ist das Abus Touch trotzdem das Kellerschloss der Wahl. (sha@ct.de)

## Abus Touch

Elektronisches Kellerschloss	
Hersteller	Abus, <a href="http://www.abus.de">www.abus.de</a>
Lieferumfang	Schloss, Batterien
Preis	45 €



## Kommando-zentrale

**ShareMouse erlaubt die Steuerung von bis zu neun Windows-PCs und/oder Macs mit nur einer Tastatur und Maus.**

Um an zwei oder mehr Rechnern zu arbeiten, braucht man Platz für entsprechend viele Eingabegeräte oder einen KVM-Switch. ShareMouse bietet eine dritte Option. Die Software erlaubt die Steuerung von bis zu neun PCs oder Macs – auch gemischt – mit nur einer Tastatur und Maus, ganz ohne Zusatzhardware. Wer will, kann aber auch die Eingabegeräte der anderen Computer anschlossen lassen und die Geräte dann sogar wechselseitig steuern.

Anders als mit KVM-Switches werden die Monitore nicht geteilt; jeder Rechner behält seine(n) eigenen Bildschirm(e). Manuelles Umschalten entfällt, der Mauszeiger lässt sich zwischen den Monitoren der beteiligten Rechner bewegen, als wären es Zusatzmonitore eines einzigen PCs.

Die Installation und Nutzung von ShareMouse ist verblüffend simpel. Die beteiligten PCs oder Macs müssen sich lediglich im selben lokalen Netzwerk und Subnetz befinden. Auf jedem wird das Tool in der passenden Betriebssystemversion installiert. Ab dem zweiten Gerät erscheint die Aufforderung, den Mauszeiger einmal zum nächstgelegenen Monitor des Nachbarrechners zu bewegen, um dessen Position festzulegen. Mehr braucht man zunächst nicht zu konfigurieren. Es gibt aber einige optionale Einstellungen wie zum Beispiel die manuelle Definition der IP-Adressen von Rechnern einer Gruppe und den für die UDP-Kommunikation verwendeten Port.

Die kostenlose Version von ShareMouse ist Privatnutzern vorbehalten und

steuert maximal zwei PCs oder Macs mit je einem Monitor, genau wie die für den professionellen Einsatz zugelassene Standard-Version für rund 30 Euro. Die beherrscht ein paar Extra-Tricks, wie das Übertragen von Dateien zwischen Rechnern per Drag & Drop, eine gemeinsame Zwischenablage und die Abschottung mehrerer Rechnergruppen untereinander per Passwort.

Käufer der 70 Euro teuren Professional-Variante können bis zu neun Rechner mit je maximal vier Monitoren steuern. Da der Übergang des Mauszeigers zum Monitor eines anderen Rechners so nahtlos erfolgt wie bei einem Zweitmonitor, kann es schon mal zu Irritationen kommen. Um Fehlbedienungen zu verhindern, haben die Entwickler einige Sicherungen eingebaut: So lässt sich der Rechnerwechsel blockieren, wenn eine Anwendung im Vollbildmodus läuft – das ist zum Beispiel bei Spielen sinnvoll. Eine zusätzliche Einstellung erlaubt ein Umgehen dieser Sperre durch eine zusätzlich gedrückte Taste oder doppeltes „Anklopfen“ des jeweiligen Bildschirmrandes mit der Maus. Wahlweise lassen sich die Bildschirme gerade nicht gesteuerter Rechner verdunkeln. Eine automatische Layouterkennung und -umschaltung merkt sich die Konfigurationen, sollte ein Rechner in verschiedenen ShareMouse-Gruppen eingesetzt werden.

Nur auf einem Rechner einer Gruppe muss die Lizenznummer eingegeben werden. Der darf dann nach Belieben und auch wechselweise anderen Gruppen hinzugefügt werden.

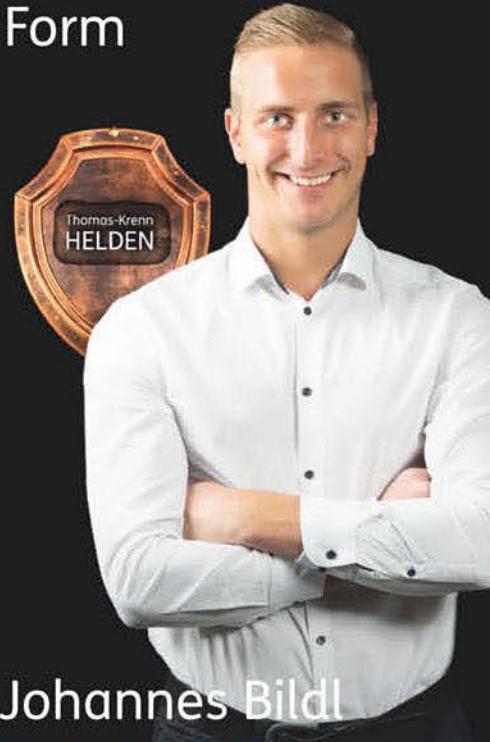
In der neuen Version 5 sind einige Funktionen hinzugekommen: Die gemeinsame Zwischenablage speichert und überträgt nun auch formatierte Texte, Trackpad-Gesten werden unterstützt, die optionale Bildschirmverdunkelung kann per Hardware erfolgen und man darf einzelne Programme festlegen, deren Nutzung den Rechnerwechsel blockiert.

(swi@ct.de)

## ShareMouse 5

Fernsteuerung von PCs und Macs	
Hersteller	Bartels Media, <a href="http://www.sharemouse.com/de/">www.sharemouse.com/de/</a>
Systeme	Windows 10, macOS ab 10.13
Preis	kostenlos, 30 EUR (Standard), 70 EUR (Professional)

# Die Helden im Hintergrund - Hochverfügbarkeit in physikalischer Form



## Johannes Bildl

**Unser Warehouse-Held**

Unser Warehouse ist die Geburtsstätte eines jeden Server-Systems von Thomas-Krenn. Hier lagern all die qualitativ hochwertigen Komponenten für anspruchsvollste Anwendungen in der modernen IT und warten nur auf die blitzschnellen, präzisen Zugriffe unserer Warehouse-Helden.

Johannes und sein Team sorgen nämlich dafür, dass alle Server-Komponenten für die hauseigene Produktion im richtigen Moment immer am richtigen Platz sind.

Dazu optimieren sie stetig die Abläufe in unserem Warehouse und gewährleisten somit eine schnelle und professionelle Abwicklung Ihrer Aufträge.

**THOMAS  
KRENN®**

**+49 (0) 8551.9150-300**



# Neuauflage der Laser-Minis

## HP Color Laser MFP 178 als Nachfolger von Samsungs CLP-300er-Serie

**Der Multifunktionsdrucker HP Color Laser MFP 178nwg ist wie Samsungs CLP-300-Farblasermodelle besonders platzsparend. Doch hat HP auch viele Nachteile der kleinen Samsung-Geräte übernommen.**

Von Rudolf Opitz

Zwei Jahre nach der Übernahme von Samsungs Druckersparte hat HP deren Farblaserdrucker der Einstiegsklasse neu aufgelegt. Die neue Druckerserie heißt nicht „LaserJet“, sondern schlicht „Laser“. Wir haben dem ab 215 Euro erhältlichen Multifunktionsgerät Color Laser MFP 178nwg im c’t-Labor auf den Zahn gefühlt.

Der kompakte Multifunktionsdrucker hat nur einen Flachbettscanner. Wer Vorlageneinzug und Fax braucht, bekommt für rund 30 Euro mehr den Color Laser MFP 179fwg. Auf den ersten Blick gleicht der MFP 178 anderen HP-Laserdruckern, doch schon das nicht ankippbare Bedienpanel verrät die koreanische Herkunft:

Statt des bei HP üblichen Touchscreens gibt es nur ein kleines zweizeiliges Textdisplay, ein Steuerkreuz und ein paar gut bedienbare Funktionstasten.

Einstellungen lassen sich bequemer über das übersichtliche Web-Frontend vornehmen (der Drucker verbindet sich via LAN oder WLAN mit dem Netzwerk).

Das einzige Papierfach ragt 9 Zentimeter nach vorn aus dem Gehäuse heraus, wenn es mit A4-Papier bestückt ist; eine transparente Plastikabdeckung schützt vor Staub. Ein Einzelblatteinzug und ein USB-Host-Anschluss für Speichersticks fehlen. Die Scannerklappe lässt sich in den Scharnieren um 3 Zentimeter anheben, was das Scannen aus dicken Büchern erleichtert. Bedruckte Blätter legt der Color Laser direkt unter dem Bedienpanel ab. Den Scannerteil über der Ausgabe kann man anheben, um etwaigen Papierstau zu lösen.

### Ein-Zylinder-Drucker

Klappt man die Frontseite auf, findet man die vier flachen Tonerkartuschen, die vor der einzigen Fototrommel angeordnet sind: Der Color Laser MFP druckt Farben wie die Samsung-Modelle im Multipass-

Verfahren. Die Trommel wird nacheinander für Schwarz und die drei Grundfarben belichtet, die einzeln auf das Transferband übertragen werden [1]. Das bedeutet, dass auch der HP Color Laser für einen Farbdruck viermal so lange braucht wie für einen Schwarz-Weiß-Druck. Im Test schaffte er 15,6 Schwarz-Weiß-Seiten pro Minute, bei Farbe sank die Druckgeschwindigkeit auf lahme 3,8 Seiten.

Ein weiterer Nachteil sind die hohen Tonerkosten. Beim HP Color Laser MFP 178 kostet eine ISO-Farbseite happily 27,46 Cent. Rechnet man die Fototrommel als Verbrauchsmaterial hinzu, sind es sogar 28,14 Cent. So gut wie jedes Tintengerät druckt günstiger.

Die Druckqualität war im Test bei Text und Grafik gut. Erst unter der Lupe fielen Tonerpartikel an Buchstabenkanten auf, feine Schriften sahen besonders beim Farbdruck etwas verwaschen aus. Um Toner zu sparen, aktiviert man den „EconoMode“, bei dem Text weiter sehr gut lesbar bleibt. Die sonst sehr kräftigen Farben wirken etwas dezenter. Fotos brachte der Color Laser fast streifenfrei zu Papier.

Automatischen Duplexdruck bietet das HP-Gerät nicht. Für das Bedrucken von Umschlägen fehlen Formatvorgaben im Treiber. Gaben wir die Abmessungen für DL-Umschläge manuell vor, wurden sie stark verknittert.

Der Color Laser druckt auch über Google Cloud Print, die App „HP Smart“ und die Druckdienste AirPrint (iOS), HP Print Service und Mopria (beide Android). Mit dem Herstellerdienst HP Connected ließ sich unser Testgerät nicht verbinden.

Auch beim Kopieren arbeitet der MFP 178 nur Schwarz-Weiß einigermaßen zügig. Textkopien gelangen in guter Qualität, Grauflächen wirkten etwas fleckig, Kopien von Fotos waren unscharf, detailarm und grünlich. Lesbare Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbpapier erhielten wir bei maximaler Helligkeit und „Hintergrund: Entfernen Stufe 3“. Die Automatik lieferte schlechtere Ergebnisse.

Zum Scannen gibt es einen Twain-Treiber mit einigen Filtern, Histogramm, Gamma- und Farbeinstellungen. Fotoscans waren bläulich und etwas unscharf. Bei 600 dpi scannt das Gerät überraschend schnell. Statt HP Scan liefert der Hersteller das Programm MFP Scan, das auch durchsuchbare PDFs und RTF-Dateien erzeugt. Die integrierte Texterkennung taugt nicht viel: Sie erkannte weder große Titel noch Initiale und machte sogar im Fließtext

mehrere Fehler. Scannen lässt sich nur vom PC oder der Mobil-App aus.

## Fazit

Der HP Color Laser MFP 178nwg eignet sich nur für Anwender, die wenig Stellfläche haben und kaum drucken. Verglichen mit anderen Laser-Multifunktionsgeräten bietet er außerdem eine magere Ausstattung – für 50 bis 80 Euro mehr bekommt man duplexfähige HP LaserJets mit schnellem Singlepass-Farbdruck und Vorlageneinzug, die nur wenig mehr Platz brauchen als der Color Laser MFP.

(rop@ct.de) 

## Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Drucker-Grundlagen, Die Technik des Laserdruckers, c't 10/2017, S. 172

## HP Color Laser MFP 178nwg

### Farblaserdrucker mit Scan- und Kopierfunktion

Hersteller	HP, www.hp.com/de
Druckverfahren / Kartuschen	Multipass-Laserdruck / 4
Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>	600 dpi × 600 dpi
Papiergeichte <sup>1</sup> / Papierzufuhr	60 g/m <sup>2</sup> ... 220 g/m <sup>2</sup> / 1 × Kassette 150 Blatt
Papierablage <sup>1</sup> / automatischer Duplexdruck	50 Blatt / –
Monatl. Druckvolumen (empf./ max.)	100 – 500 Seiten / 20.000 Seiten
Scanner-Auflösung physisch <sup>1</sup>	600 dpi × 600 dpi
Twain- / WIA-Modul / OCR-Software	✓ / ✓ / ✓ (in HP MFP Scan integriert)
Druck-App / Google Cloud Print	HP Smart (Android, iOS, Windows 10) / ✓
NFC / WiFi Direct	– / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / ✓ / ✓
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz)
Betriebsabmessungen (B × T × H)	41 cm × 42 cm × 29 cm
Gewicht	13 kg
Display / Speicherkarten / USB-Host	zweizeiliges Textdisplay / – / –
Treiber	ab Windows 7, ab Server 2008 R2 / Linux
Software	Treiber, HP MFP Scan

### Verbrauchsmaterial

Schwarzkartusche (Reichweite <sup>1</sup> )	HP 117A BK (1000 S.)
Farbe (Reichweite <sup>1</sup> )	HP 117A C, M, Y (je 700 S.)
Kosten pro ISO-Farbseite	28,1 Cent, Schwarzanteil 4,75 Cent
mitgeliefert	Starterkartuschen für 700 S. (BK) und 500 S. (C,M,Y)
sonst. Verbrauchsmaterial / Notizen	HP 120A Bildtrommel 110 €, Resttonerbehälter

### Messergebnisse und Bewertungen

ISO-Druckzeit	SW: 15,6 S./Min., Farbe: 3,8 S./Min.
Druckzeiten [Min:Sek]	Grafik A4: 0:26, Farbfoto A4: 0:28, 50 Seiten gemischt: 13:55
Kopierzeiten [Min:Sek]	20 Seiten SW: 1:34, 20 Seiten Farbe 5:18
Scanzeiten	Vorschau: 11 s / 300 dpi: 11 s / 600 dpi: 12 s
Leistungsaufnahme	Aus: 0,1 W, Sleep: 1,6 W, Bereit: 30,4 W, SW-Kopieren: 330 W (500 VA)
Geräuschmessungen	Drucken (SW): 6,8 sone, Scannen: 3,9 sone
Bedienung / Netzwerkfunktionen	○ / ○
Text- / Grafikdruck	⊕ / ○
Fotodruck (Farbe / SW)	⊕ / ○
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ○ / ○
Scanqualität Grafik / Foto / Text (OCR)	○ / ○ / ○
Herstellergarantie	1 Jahr
Gerätepreis (UVP / Straße)	250 € / 215 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe

⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden  
– nicht vorhanden

# Neu bei dpunkt

J. Arundel · J. Domingus

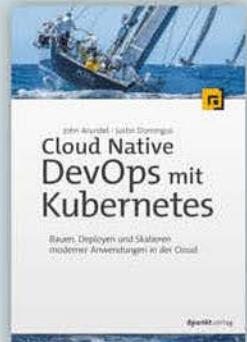
### Cloud Native DevOps mit Kubernetes

Bauen, Deployen und Skalieren moderner Anwendungen in der Cloud

2019, 368 Seiten

€ 39,90 (D)

ISBN 978-3-86490-698-5



R. Preisel · B. Stachmann

### Git

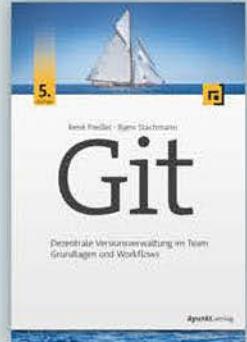
Dezentrale Versionsverwaltung im Team Grundlagen und Workflows

5. Auflage

2019, 360 Seiten

€ 34,90 (D)

ISBN 978-3-86490-649-7



M. Knoll

### Praxisorientiertes IT-Risikomanagement

Konzeption, Implementierung und Überprüfung

2. Auflage

2019, 452 Seiten

€ 46,90 (D)

ISBN 978-3-86490-655-8



Securvo (Hrsg.)

### Informationssicherheit und Datenschutz

Handbuch für Praktiker und Begleitbuch zum T.I.S.P.

3. Auflage

2019, 824 Seiten

€ 84,90 (D)

ISBN 978-3-86490-596-4



E. Glatz

### Betriebssysteme

Grundlagen, Konzepte, Systemprogrammierung

4. Auflage

2019, 734 Seiten

€ 44,90 (D)

ISBN 978-3-86490-705-0



**NEU: c't DOCKER - CONTAINER LEICHT GEMACHT**

**c't wissen** **DOCKER**  
Komplexe Software einfach einrichten

- Docker-1x1**  
Container-Konzept verstehen und anwenden  
Dienste einrichten, verwalten und pflegen
- Tipps & Workshops**  
Wie Einsteiger profitieren  
Wie Entwickler eigene Images bauen  
Wie Admins gute Images erkennen
- Nützliche Helfer**  
Compose: Container verknüpfen  
Swarm: Anwendungen skalieren  
Portainer & Co: Infrastruktur grafisch verwalten
- Container in der Praxis**  
Smart-Home-Zentrale auf dem Raspi aufsetzen  
Die eigene Cloud auf dem NAS betreiben  
Software-Projekte: Node.js und PHP wegsperren

So nützlich er auch ist – der Container-Kosmos rund um Docker kann auch ganz schön tückisch sein. Damit Sie bei der Arbeit mit Containern nicht den Durchblick verlieren, steht Ihnen das neue Sonderheft aus der c't wissen-Reihe hilfreich zur Seite: Erste Schritte mit Docker, Container verknüpfen, gute und sichere Images erkennen, Container auf Raspberry Pi oder NAS und vieles mehr. Mit c't Hands on-Screencast!

Auch komplett digital erhältlich

[shop.heise.de/docker](http://shop.heise.de/docker) 12,90 € >

## Test & Beratung | Linux-Shell

```
ktn@souffle ~> set meinArray 1 2 3 4 5 a b c d e
ktn@souffle ~> count $meinArray
10
ktn@souffle ~> function hello
    echo "Hallo, Welt!"
end
ktn@souffle ~> hello
Hallo, Welt!
ktn@souffle ~> mkdi
bash: mkdi: Befehl nicht gefunden...
ktn@souffle ~> false; and echo Richtig ; or echo Falsch
Falsch
ktn@souffle ~> grep --color
  basic-regexp
  before-context
  binary
  binary-files
  byte-offset
--color
  colour
  context
  count
  devices
  directories
```

(Muster ist ein einfacher regulärer Ausdruck)  
(NUM führende Kontext-Zeilen ausgeben)  
(Dateien als binär behandeln)  
(Datentyp für Binärdateien unterstellen)  
(Byte-Offset von Treffern ausgeben)  
(Color output)  
(Colour output)  
(NUM Kontext-Zeilen ausgeben)  
(Nur Anzahl von Treffern ausgeben)  
(Aktion für Gerätedateien)  
(Aktion für Verzeichnisse)

## Fish als Shell

**Die Linux-Kommandozeile ist mächtig, aber auch schwer zugänglich. Die „freundliche, interaktive Shell“, kurz Fish, will das ändern.**

Die Bedienung des Terminals ist gar nicht so schlimm wie ihr Ruf, aber die zahlreichen Kommandos muss man erst einmal kennen. Gerade für Einsteiger will die Shell Fish den Weg ins Reich der Befehle ebnen. Dazu bricht sie mit einigen alten Unix-Grundsätzen und Konventionen.

Fish hat den Anspruch, ohne weitere Konfiguration Hilfestellung zu geben. Daher schlägt Fish schon beim Eintippen von sich aus passende Begriffe vor. Die stammen aus der Historie bereits eingegebener Befehle, aber auch aus der Dokumentation der Kommandozeilen-Tools. Um passende Vorschläge zu erzeugen, analysiert Fish automatisch die Manpages der installierten Programme. Tippt man beispielsweise grep – und drückt die Tab-Taste, dann listet Fish alle möglichen Optionen von grep auf. Im Unterschied zur Bash-Vervollständigung zeigt Fish aber auch kurze Erklärungen hinter den Optionen an. Mit den Pfeiltasten und Enter wählt man die gewünschte Option aus.

Zusätzlich färbt Fish während der Eingabe Befehle, Werte und Klammern unterschiedlich ein. Ungültige Befehle und nicht geschlossene Klammern sind so lange rot, bis alles korrekt ist. Mehrzeilige Befehle kann man problemlos editieren, da die seitlichen Pfeiltasten den Cursor auch über den Zeilenumbruch hinweg bewegen.

Auch das Programmieren eigener Shell-Skripte erleichtert Fish. Mehrere Befehle verkettet man mit and und or statt mit && und ||. Schleifen und if-Bedingungen schließt man einheitlich mit end. Für die Befehls-Substitution – einen Befehl ausführen und mit dessen Wert weiterarbeiten – nutzt man einfache Klammern ohne Dollar: touch protokoll-(date +%F).txt. Backticks unterstützt Fish nicht. Es gibt zahlreiche eingebaute Befehle wie count oder string, die helfen, den Quelltext der eigenen Shell-Skripte übersichtlich zu halten. Auf Funktionen und Skripten übergebene Werte greift man mit dem Array \$argv zurück, statt umständlich mit \$1, \$2 ... zu jonglieren. Die Syntax ist zwar nicht kompatibel zum POSIX-Standard, aber die Fish-Entwickler hoffen auf besser lesbare Shell-Skripte. Die Sonderwege tragen nicht immer zur Einfachheit bei. Variablen weist man Werte statt mit einem Gleichzeichen mit set Variable Wert zu.

In der Summe ist der Ansatz von Fish überzeugend. Insbesondere die interaktive Hilfe assistiert nicht nur Einsteigern, sondern lässt auch alte Kommandozeilen-Hasen ungeahnte Optionen entdecken.

(ktn@ct.de)

**Projekt-Website und Dokumentation:**  
[ct.de/ykm2](http://ct.de/ykm2)

## Fish

Kommandozeilen-Shell	
Hersteller	Fish-Shell-Mitwirkende, <a href="http://fishshell.com">http://fishshell.com</a>
Systemanforderungen	Linux, BSD-Derivate, macOS
Preis	gratis, Open Source (GPLv2)



**heise shop**

## SMARTE FLEDERMAUS-LEUCHTE

## IDE-Synchronisierer

**Die Erweiterung Settings Sync hält Einstellungen, Erweiterungen und Themes für Visual Studio Code auf mehreren Geräten synchron.**

Der Open-Source-Code-Editor Visual Studio Code (VSC) erfreut sich immer größerer Beliebtheit. Doch wer auf mehr als einem Gerät programmiert, steht schnell vor einem Problem: Hat man unterwegs auf dem Laptop eine neue Erweiterung gefunden und installiert und setzt die Arbeit später auf dem heimischen Rechner fort, fehlt die Erweiterung dort. Die Erweiterung „Settings Sync“ von Shan Khan schafft hier Abhilfe: Um die Einstellungen, installierten Erweiterungen und auch die verwendeten Themes über mehrere Geräte hinweg synchron zu halten, greift die Erweiterung auf ein GitHub-Konto zurück.

So ein Konto hat fast jeder Entwickler – die Erweiterung nutzt die GitHub-Notizzettel „Gists“, die eigentlich für Code-Schnipsel gedacht sind, um die Einstellungen über mehrere Geräte hinweg zu synchronisieren. Andere Plattformen wie GitLab oder Bitbucket werden leider nicht unterstützt.

Nachdem Sie die Erweiterung in VSC installiert haben, können Sie die Einrichtung mit Umschalt+Alt+U (der Kurzbefehl zum Upload der Einstellungen) starten. Klicken Sie hier auf „Login with GitHub“. Visual Studio Code öffnet GitHub im Browser und bittet um die Berechtigung, ein Token anzulegen, über das es auf Gists

zugreifen darf. Falls Sie noch nicht angemeldet sind, müssen Sie sich zunächst bei GitHub einloggen. Den Browser können Sie anschließend schließen und zu VSC wechseln. Settings Sync fragt, ob Sie ein bestehendes Gist nutzen oder ein neues privates Gist anlegen möchten. Anschließend lädt es Ihre Einstellungen hoch. Über „Edit Configuration“ sehen Sie die Gist-ID zusammen mit dem Token.

Kopieren Sie diese Informationen auf das nächste Gerät, installieren Sie die Erweiterung und drücken Sie Umschalt+Alt+D (der Kurzbefehl zum Download der Einstellungen), um die Einrichtung zu starten. Klicken Sie auf „Edit configuration“. Settings Sync fragt nach dem Token und der Gist-ID und gleicht dann brav alle Einstellungen ab.

Die Tastenkombinationen brauchen Sie sich nicht zu merken: Bei jedem Start von Visual Studio Code sowie bei jeder Änderung kann die Erweiterung die Einstellungen automatisch mit dem Server abgleichen lassen. Setzen Sie dafür einfach die entsprechenden Haken. Dort können Sie auch einzelne Erweiterungen von der Synchronisierung ausschließen. Statt Einstellungen und Erweiterungen mühsam per Hand synchron zu halten, können Sie sich jetzt aufs Programmieren konzentrieren. (Manuel Ottlik/jam@ct.de)

### Setting Sync

Einstellungen synchronisieren für Visual Studio Code	
Anbieter	Shan Khan ( <a href="http://github.com/shanikhan">github.com/shanikhan</a> )
Name im VSC Marketplace	<a href="#">shan.code-settings-sync</a>
Preis	kostenlos, MIT License

**ODER  
AUTONOME DROHNE?**

## Neugierig geworden?

**Testen Sie jetzt 3 Ausgaben Technology Review und sparen Sie über 9 Euro.**

Lesen, was wirklich zählt in Digitalisierung, Energie, Mobilität, Biotech.



**Bestellen Sie jetzt unter [trvorteil.de/3xtesten](http://trvorteil.de/3xtesten)**

[trvorteil.de/3xtesten](http://trvorteil.de/3xtesten)

+49 541/80 009 120

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

**Technology  
Review**



# Urlaubsbilderbuch

## Fotobuch-Erweiterung Motif für Apple Fotos

**Für Apple Fotos gibt es seit kurzem die Erweiterung Motif, mit der man in kürzester Zeit schicke Layouts für Fotobücher erstellt. Die über den Dienst georderten Bücher haben eine hohe Qualität.**

**Von André Kramer**

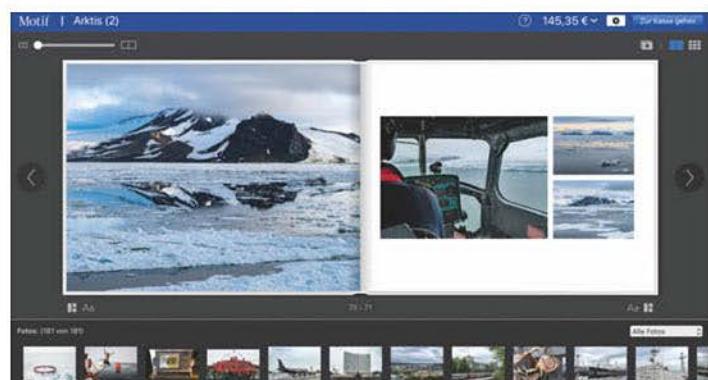
Apple hat seine Fotos-App mit macOS Mojave für externe Dienstleister geöffnet. Der US-amerikanische Verlag RR Donnelley bietet seither die Erweiterung Motif für Fotobücher, Grußkarten und Kalender an. Wir ziehen den Vergleich mit anderen Fotobuchdiensten.

### Das Buch gestalten

Motif integriert sich fest in Apple Fotos und lässt sich dort über das Menü Abla-

ge/Erstellen/Buch starten. Zur Wahl stehen Hardcover und Softcover in DIN A4 sowie größere und kleinere Varianten. Das Grundlayout steht in Weiß oder Schwarz zur Verfügung; außerdem gibt es Vorlagen zur Covergestaltung für verschiedene Anlässe von Reise bis Hochzeit. Nach Auswahl der Bilder erstellt Motif ein komplettes Vorlayout.

Die automatisch gefüllten Seiten enthalten jeweils ein bis drei Bilder, sind aufgeräumt angeordnet, lassen ausreichend freie Fläche und weisen eine klare Linienführung auf. Layouts für einzelne Seiten lassen sich durch einen Klick auf ein Symbol unterhalb der Seite austauschen. In der Fußzeile bleibt stets die Bilderauswahl als Filmstreifenansicht stehen. Die gut sortierten Seitenvorlagen fassen ein bis neun Bilder und zeigen eine Vorschau auf Basis der aktuellen Bildauswahl.



**Motif erstellt automatisch einen Layoutvorschlag, an dem es nur wenig zu korrigieren gibt. So ist das Buch schnell fertig.**

Ein zweites Symbol am Seitenrand ergänzt eine Textbox. Dabei passt Motif automatisch das Layout an. Neben Schriftart, -größe, -farbe und -schnitt kann man auch den Zeilenabstand und den horizontalen Buchstabenabstand beeinflussen.

Den Layoutprozess gestaltet Motif flexibler als Google. Verglichen mit Anbietern wie Cewe, Fotokisten Fujidirekt, Aldi und Lidl layoutet es sich mit Motif vergleichsweise einfach. Die Vorlayouts für Seiten mit mehreren Bildern wirken zudem edler als bei manch anderem Anbieter.

### Das Produkt

Das Fotobuch kam vier Tage nach der Bestellung aus Prag. Damit liegt der Dienst im Rahmen der üblichen Lieferzeit. Im letzten Test kamen Fotobücher auf Fotopapier in drei bis fünf Tagen an. Das Produkt überzeugt. Die Bücher sind zeitlos elegant gestaltet, die Fotos sind ausgewogen belichtet und korrekt wiedergegeben. Der Umschlag glänzt leicht; die Bilder strahlen in leuchtenden Farben.

Kosten lassen sich nur schlecht abschätzen. Die Webseite gibt nur Basispreise an, die aber durch automatisch hinzugefügte Seiten schnell steigen. Nirgendwo gibt es eine Preisliste, die bei der Kostenschätzung hilft. Immerhin zeigt das Programmfenster den Buchpreis. Motif bietet für einen relativ hohen Preis nur Digitaldruck. Für den gleichen Preis bekommt man bei Cewe, myphotobook, PosterXXL und WhiteWall Bücher aus echtem Fotopapier ohne Druckraster, bei denen man die Bücher völlig plan aufschlagen kann; bei Aldi und Lidl sogar billiger.

### Fazit

Mit Motif entsteht in sehr kurzer Zeit ein astrein gestaltetes Fotobuch, das wenige Tage später in hochwertiger Qualität im Briefkasten liegt. Der Dienst bietet allerdings kein Fotopapier an und ist vergleichsweise teuer. (akr@ct.de) ct

### Motif

Fotobuch-Dienst	
Hersteller	RR Donnelley, <a href="http://www.motifphotos.com">www.motifphotos.com</a>
Systemanforderungen	macOS ab 10.13
Soft-Cover, 20 Seiten, DIN A4	19,99 €
Hard-Cover, 20 Seiten, DIN A4	29,99 €
Preis für weitere Seiten	0,99 €
Versand: normal / express	7,95 € / 10,95 €



# Hoch die Hertzen!

## Drei schnelle Monitore mit 27 Zoll Diagonale

**Aktuelle LCDs sollen bewegte Bilder knackscharf wiedergeben. Mit welchen Tricks die Hersteller nachhelfen, haben wir an drei Monitoren mit IPS-, VA- und TN-Panel geprüft.**

**Von Benjamin Kraft und Ulrike Kuhlmann**

Jüngst haben einige Hersteller brandneue LCDs mit extrem kurzen Schaltzeiten in Aussicht gestellt. Wir wollten wissen, was es mit den flinken Panels auf sich hat und holten deshalb drei Monitore stellvertretend für Geräte mit besonders schnellen TN-, VA-, und IPS-Panels ins c't-Labor.

Uns interessierte deren Schaltgeschwindigkeit, aber auch die Farbwiedergabe, der Kontrast und die Blickwinkelabhängigkeit sowie die Ausleuchtung der Displays. Außerdem haben wir das Gesamtpaket aus Bildqualität, Ergonomie, Ausstattung und Leistungsaufnahme beurteilt.

Nicht nur Gamer profitieren von hohen Bildwiederholfrequenzen: Auch

Büroarbeiter freuen sich, wenn der Mauszeiger über den Bildschirm flutscht, Fenster beim Weg über den Desktop nicht hüpfen und Text beim Scrollen scharf bleibt.

Dazu bedarf es keiner besonderen Grafikkarte, schon Intels Prozessorgrafik UHD 520, die in den inzwischen vier Jahre alten CPUs der Core-i-6000-Serie steckt, steuert beispielsweise am DisplayPort 1.2 ein WQHD-Display (2560 × 1440 Bildpunkte) mit bis zu 144 Hz an.

Wer in Spielen derart hohe Frame-Raten erzielen möchte, braucht allerdings eine sehr leistungsfähige Grafikkarte – unter einer Radeon RX 5700 oder einer GeForce 2060 Super klappt das nur, wenn man die Qualitätseinstellungen im Spiel zurückschraubt.

## Das Testfeld

Die Preisspanne unseres Tests reicht von 365 Euro bis 1000 Euro. Der günstigste Monitor im Trio ist Samsungs C27RG54 mit leicht gekrümmtem VA-Panel (Vertical Alignment). Ab 580 Euro gibt es LGs 27GL850, der mit farbstarkem IPS-Display (In-Pane Switching) antritt. Lenovos Legion Y27gq-25 soll 1000 Euro kosten – viel Geld für einen Monitor mit TN-Display (Twisted Nematic). Achtung: Lenovo bietet unter der Bezeichnung Legion Y27gq-20 ein äußerlich identisches Modell mit einem etwas dunkleren und langsameren 165-Hz-Display für rund 600 Euro an.

Alle drei Testgeräte haben eine Bilddiagonale von 27 Zoll, auf der LG und Lenovo WQHD-Auflösung ( $2560 \times 1440$  Bildpunkte) unterbringen, Samsung nur Full HD ( $1920 \times 1080$ ). Lenovo und Samsung versprechen Refresh-Raten bis 240 Hertz, LG geht nur bis 144 Hertz mit. Eigentlich wollten wir auch das neue 240-Hertz-taugliche IPS-Panel von AUO ins Testfeld aufnehmen, doch der auf der IFA angekündigte Acer Nitro XV273X, in dem es steckt, war zum Testzeitpunkt noch nicht verfügbar.

## Paneltypen TN, VA und IPS

In Displays findet man derzeit drei Panel-Typen mit unterschiedlichen Stärken und Schwächen. TN-Panels wie das im Lenovo Legion Y27gq-25 erzielen üblicherweise gute Kontraste, ihre Darstellung ist aber vom Blickwinkel abhängig: Farben verblasen von der Seite und vor allem von unten betrachtet geht der Kontrast in die Knie. Das sieht man etwa, wenn man sich im Shooter vor dem Bildschirm wegduckt oder aus der Deckung lehnt. Die Wechsel von hellen zu dunklen Bildinhalten gelingen TN-Panels schnell, in umgekehrter Richtung schalten sie etwas lahmer.

IPS-Monitore gelten als besonders blickwinkelstabil; Farbsättigung und Farbmischung bleiben bei IPSlern auch beim Blick von der Seite erhalten. Leider findet man heute in günstigen Notebooks IPS-Panels, auf die das nicht zutrifft. Bei den meisten IPSlern liegt der Kontrast zwischen 800 und 1000:1, bei besonders kontraststarken Modellen auch darüber. Die Wechsel zwischen hellen und dunklen Bildinhalten bewältigen IPS-Panels in beiden Richtungen in ähnlicher Geschwindigkeit.

VA-Panels erreichen üblicherweise sehr hohe Kontraste von 2000:1 und mehr. Ihre Einblickwinkel sind ähnlich

groß wie bei IPS-Panels, doch verändern sich die Farben der RGB-Subpixel mit zunehmendem seitlichen Einblickwinkel unterschiedlich schnell; das führt zu leichten Farbstichen in Mischfarben, sichtbar vor allem in eigentlich farbneutralen Grautönen. Bei VA-Panel verhält es sich umgekehrt wie bei TN-Panels: Ohne Overdrive schalten sie beim Wechsel von hellen zu dunkleren Bildinhalten langsamer.

Ganz allgemein können LCDs heute minimale Schaltzeiten von etwa 4 Millisekunden erreichen – alles was darunter liegen soll, muss per Overdrive beschleunigt werden. Für OLED-Panels gilt das nicht, sie sind enorm flink mit Schaltzeiten unter 0,5 Millisekunden. Leider gibt es die organischen Displays, deren Pixel selbst leuchten und die deshalb kein Backlight brauchen, derzeit nur in teuren Notebooks [1] und Fernsehern. Dass sie auch in Monitoren kommen, ist derzeit nicht abzusehen.

## Das passiert beim Overdrive

Wenn sich der Bildinhalt ändert, müssen die Pixel im Display einen neuen Helligkeitswert einstellen. Dazu wird an die Pixeltransistoren eine Spannung angelegt, die den Flüssigkristall entsprechend der gewünschten Helligkeit so ausrichtet, dass durch die roten, grünen und blauen Subpixel die jeweils benötigte Lichtmenge des Backlight leuchtet. Mit der Stärke der Spannung verändert sich die Ausrichtung und damit die Helligkeit der Subpixel. Die Mischung der RGB-Subpixel ergibt einen Farbwert für jeden Bildpunkt.

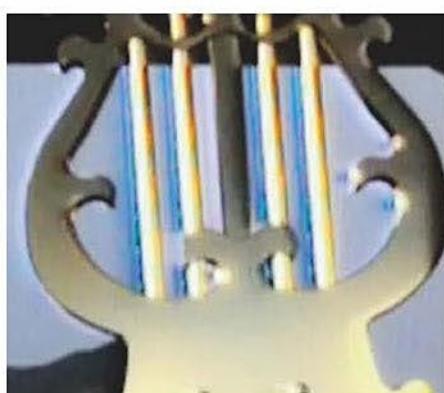
Je nach Panel-Typ gelingt der Wechsel Richtung hell oder Richtung dunkel schneller. So sind TN-Panels im spannungslosen Ausgangszustand üblicher-

weise Weiß (normally white): Sie drehen den Flüssigkristall bei steigender Spannung immer weiter vor das Backlight. Das geht in der Regel schneller als in umgekehrter Richtung: Die anliegende Spannung wird reduziert, der Kristall entspannt sich und dreht dabei zurück in Richtung Ausgangslage; dadurch dringt mehr Hintergrundlicht durch die Pixel an die Displayoberfläche.

IPS- und VA-Panels sind üblicherweise „normally black“, also ohne angelegte Pixelspannung dunkel. Ihr Flüssigkristall öffnet quasi die Pixel für das Backlight, der aktiv beschleunigte Schaltvorgang sorgt für mehr Licht, beim passiven Entspannen wird das Bild dunkler.

Damit ein Panel die versprochenen 144 oder 240 Hz schafft, muss es den Bildwechsel in einer bestimmten Zeit bewältigen. Reagiert der Flüssigkristall zu träge, erreichen die Pixel innerhalb des Frames nicht die gewünschte Helligkeit. Dann sind die Bildpunkte beispielsweise beim Wechsel von dunklen zu hellen Inhalten gerade einmal grau und werden erst im nächsten oder übernächsten Frame weiß. Im Bild äußert sich das als Bewegungsunschärfe – ein bewegtes Objekt zieht Schlieren und verwischt.

Um solche Unschärfen zu verhindern, hilft man LCDs per Overdrive auf die Sprünge. Dabei wird an die Pixeltransistoren eine etwas höhere oder niedrigere Spannung angelegt, als nötig wäre, um die Zielhelligkeit zu erreichen. Der Flüssigkristall bekommt sozusagen einen zusätzlichen Schubs und richtet sich dadurch schneller aus. Bekommt er allerdings zu viel Schwung, schießt er übers Ziel hinaus: Die Bildpunkte leuchten



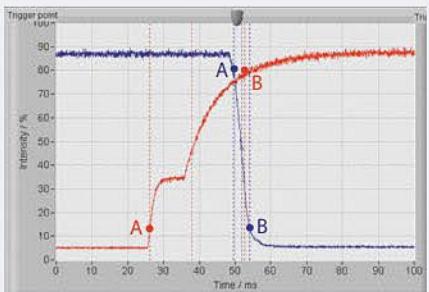
Bei zu starkem Overdrive schießt das Pixel über die Zielhelligkeit hinaus, was sich als Saum an bewegten Objektkanten äußert.



Liefert die Grafikkarte Frames schneller an, als das Display sie zeigen kann, zerreißt das Bild.

## Überschwinger und Messverfahren

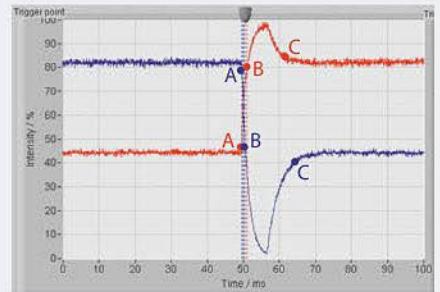
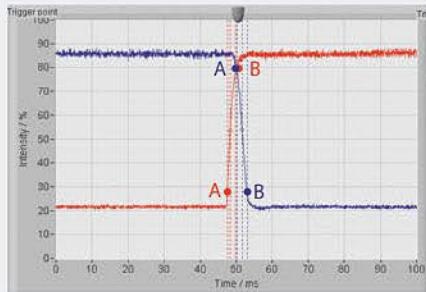
Um Schaltzeiten zu bestimmen, messen wir mit dem Conoscope die Zeit, die beim Helligkeitswechsel zwischen Graustufen vergeht; wir nutzen dazu drei Grauwerte (Hellgrau, Mittelgrau und Dunkelgrau) sowie Weiß und Schwarz. Die gemessene Schaltdauer beginnt, wenn die Helligkeit gegenüber dem Ausgangswert um 10 Prozent gestiegen ist und endet, wenn sie 90 Prozent der Zielhelligkeit erreicht hat



(Punkte A und B im Diagramm). Ohne Overdrive sind viele Panels zu lahm, einige schaffen den Wechsel in eine Richtung nicht einmal innerhalb eines Frames (links). Im Idealfall gelingt der Wechsel wie im mittleren Bild nicht nur in kurzer Zeit, sondern nach hell und nach dunkel gleichmäßig schnell.

Legt der Overdrive eine zu starke Spannung an die Pixeltransistoren, kommt es wie im rechten Bild zu Über-

oder Unterschwingern: Das Pixel über- oder untertrifft seine Zielhelligkeit. Auf dem Papier kann der Hersteller dann mit superkurzen Schaltzeiten protzen, weil das Panel die 90-Prozent-Marke schon nach kurzer Zeit erreicht. Tatsächlich erreicht es die Zielhelligkeit dauerhaft aber erst später – gemessen wird dann bei 110 % (Punkt C). Überschwinger verursachen in bewegten Bildern helle Doppelkonturen, Unterschwinger dunkle.



kurzzeitig deutlich heller oder dunkler als nötig und brauchen letztlich länger, um die korrekte Helligkeit zu erreichen. An bewegten Objektkanten erscheinen durch solche Helligkeitsspitzen oder -senken helle oder dunkle Doppelkonturen.

In unseren Messungen schoss ein übertrieben beschleunigtes Panel auch beim Wechsel auf Weiß übers Ziel hinaus – was auf den ersten Blick widersprüchlich klingt, denn weißer als Weiß geht eigentlich nur in der Waschmittelwerbung. Offenbar halten die Hersteller eine gewisse Reserve vor, um auch den Dunkel-Weiß-Wechsel beschleunigen zu können. Den umgekehrten Fall, also schwärzer als Schwarz, haben wir nicht angetroffen. Das ist auch gut so, denn er würde bedeuten, dass sich der Kristall ohne Overdrive nicht vollständig ausrichtet, das Bild also nicht so dunkel und damit nicht so kontraststark wie eben möglich würde.

### Dynamische Frequenzen

Schon seit geraumer Zeit arbeiten viele Monitore in Spielen nicht mit fester, sondern mit dynamischer Bildwiederholfrequenz (VRR, Variable Refresh-Rate). Damit will man ein Dilemma umgehen,

das durch schwankende Bildraten entsteht, die nicht zur Bildfrequenz des Monitors passen: Liefert die Grafikkarte weniger Bilder, ruckelt der Bildaufbau. Schickt sie die Frames dagegen in zu schneller Folge zum Monitor, wird oben im Display ein anderer Teilframe gezeigt als unten – die Szene zerreißt.

Eine gewisse Linderung verspricht VSync, das die Frame-Rate des Spiels an die Bildwiederholfrequenz des Monitors koppelt. Letztlich ist das aber nur ein Kompromiss, denn er hilft nur gegen das Zerreissen des Bildes. Außerdem schöpfen potente GPUs, die auf 60 oder 75 Hz gedeckelt werden, nicht ihr volles Potenzial aus.

Bei VRR gibt die Grafikkarte dem Monitor die Bildrate dynamisch vor: Bei hohen Grafikfrequenzen schreibt auch der Monitor die Bildzeilen schneller von oben nach unten ins Display, bei niedrigen lässt er sich mehr Zeit dafür. Dies geschieht in einem mehr oder weniger engen Frequenzbereich, der je nach Modell bei 1,30 oder 48 Hz beginnt und bei Gaming-Displays bis zur maximalen Refresh-Rate reicht. Bis vor Kurzem war die VRR-Welt in zwei Lager geteilt, denn AMD und Nvidia nutzten nur ihren jeweils eigenen

Standard, also FreeSync oder G-Sync. Man musste sich deshalb beim Monitorkauf auf eines der beiden Systeme festlegen – und damit auf einen der beiden GPU-Hersteller.

FreeSync wurde unter dem Namen Adaptive Sync 2014 Teil der DisplayPort-Spezifikation 1.2a; es braucht anders als G-Sync keine teuren Zusatzmodule. So konnten die Displayhersteller FreeSync ohne großen Mehraufwand und ohne Nvidias kostspielige Zertifizierung als Feature aufnehmen. Dementsprechend groß ist das Angebot an FreeSync-Monitoren.

Seit der Treiberversion 417.71 können auch GeForce-Karten Adaptive-Sync-Monitore mit VRR ansteuern. Einige wie der LG 27GL850 stehen auf Nvidias Kompatibilitätsliste: Sie werden als G-Sync compatible erkannt und automatisch mit variabler Frequenz betrieben. Bei den meisten FreeSync-Displays muss man die VRR-Betriebsart von Hand im Grafiktreiber anschalten und im Monitormenü aktivieren.

### Gemessene Schaltzeiten

LG und Lenovo prahlen mit Schaltzeiten von 1 und 0,5 Millisekunden. Wer nachrechnet, stellt fest, dass das übertrieben

ist: Für die maximale Bildwiederholfrequenz von 144 Hz des LG 27GL850 reichen 6 Millisekunden, für den 240-Hz-Refresh des Lenovo genügen etwa 4 Millisekunden – genau die spezifiziert Samsung für den C27RG54.

LGs IPS-Monitor schaltet auch ohne Overdrive schnell genug für 144 Hz: Für einzelne Grauwechsel benötigt er um die 8 Millisekunden, andere Helligkeitswechsel gelingen schneller, im Mittel waren es im Test 6 Millisekunden (grey-to-grey). Mit der kleinsten Overdrive-Stufe „Normal“ kommt der Monitor gemittelt auf 5,3 Millisekunden, mit kleinen Ausreißern bei einzelnen Grauwechseln. So sieht ein präzise eingestellter Overdrive aus!

Schaltet man den Overdrive auf „Fast“, sinkt die mittlere Reaktionszeit weiter auf 4,2 Millisekunden, wobei kein Wechsel länger als 5,4 Millisekunden dauert. Allerdings stellten sich dann erste leichte Über- und Unterschwinger ein. Lgs Overdrive-Stufe „Faster“ ist dagegen ein Modus, der Tester in die Irre führen kann: Theoretisch gelingen darin Helligkeitswechsel in 0,4 Millisekunden – aber nur theoretisch, denn die Pixelhelligkeit schießt extrem über das Ziel hinaus und braucht dann einige Millisekunden, um die Zielhelligkeit zu erreichen. Die Doppelkonturen durch die immensen Überschwinger sind unerträglich – ein unbrauchbarer Modus.

Das TN-Panel von AU Optronics, das im Lenovo-Gerät steckt, schafft ohne zu-

sätzliche Beschleunigung ordentliche 5,7 Millisekunden (grey-to-grey); das reicht für eine Bildwiederholfrequenz von etwa 170 Hz. Erst in der Overdrive-Stufe „Normal“ kommt der Lenovo-Monitor mit minimalen Überswingern auf 240-Hz-taugliche 3,3 Millisekunden. Schaltet man noch eine Stufe höher auf „Extreme“, erreicht er die Zielhelligkeit bei einigen Wechseln zwar nach nur 0,5 Millisekunden, schießt dann aber darüber hinaus und sorgt für grässliche Doppelkonturen in bewegten Bildern. Nicht empfehlenswert.

Samsungs VA-Panel reißt die selbst gesteckte 4-Millisekunden-Hürde auch mit dem höchsten Overdrive: Im Mittel bewältigte er die von uns getesteten Helligkeitswechsel in 6,3 Millisekunden. Dass seine Grey-to-Grey-Schaltzeit so lahmt, hat er den trödeligen Schaltwechseln von Schwarz zu verdanken: Beim Umschalten von Schwarz auf Mittelgrau vergingen satte 18 Millisekunden, Schwarz zu Dunkelgrau dauerten im Test gar 23 Millisekunden. Letzteres reicht nicht mal für einen vollständigen Bildwechsel innerhalb der 17 Millisekunden langen Frame-Dauer bei 60 Hz.

Eigentlich sollten dem VA-Display gerade die Wechsel von Schwarz deutlich flotter gelingen – hier hat Samsung gepatzt und möglicherweise einen zu starken Pre-Tilt eingestellt, der den Flüssigkristall in seiner Ruhestellung (normally black) ungünstig fixiert.

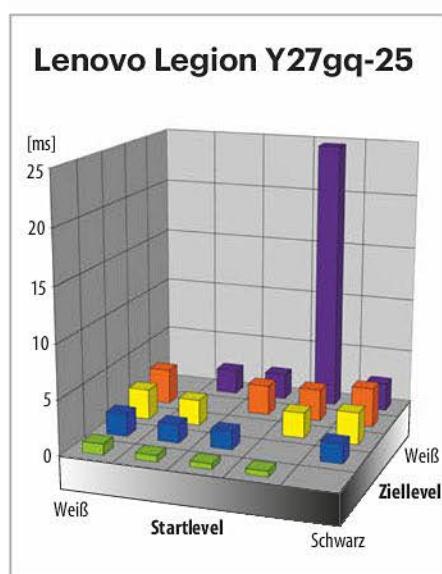
## Leistungsaufnahme

Moderne Displays gehen in der Regel sparsam mit elektrischer Energie um. So forderte keiner der 27-Zoll-Monitore bei voller Helligkeit mehr als 54 Watt und bei ergonomischen 120cd/m<sup>2</sup> deutlich weniger (siehe Tabelle). Bei höherer Bildwiederholfrequenz stieg die Leistungsaufnahme kaum: Beim Lenovo Y27gq-25 haben wir beispielsweise bei einer Schirmleuchtdichte von 120 cd/m<sup>2</sup> bei 60 Hz etwa 35 Watt gemessen, mit 144 Hz waren es knapp 38 Watt und bei 240 Hz 42 Watt.

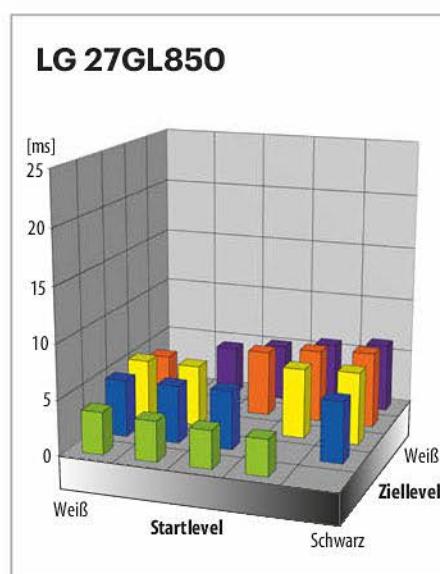
Das ist aber nur die halbe Wahrheit, denn mit der Taktfrequenz stieg auch der Energiehunger unseres Testsystems: Bei 60 Hz benötigte der mit einer Radeon RX 570 ausgestattete PC knapp 27 Watt, wenn er den ruhenden Windows-Desktop zeigte. Bis 144 Hz waren es gut 28 Watt, mit 240 Hz schließlich 38 Watt.

Kurioserweise trieb der LG-Monitor bei 144 Hz die Leistungsaufnahme des PCs sogar auf 49 Watt, weil der Grafikspeicher der Radeon hochtakten musste: Statt mit gemächlichen 300 MHz rannte er mit den vollen 1750 MHz – wohlgeklärt bei Anzeige des Windows-Desktop. Eine neuere Radeon RX 5700 verhielt sich am Lenovo-Monitor unauffällig; die Leistungsaufnahme legte nur um 2 Watt zu. Das galt bis 120 Hz auch am LG-Display, doch bei 144 Hz schoss sie gleich um 30 Watt hoch.

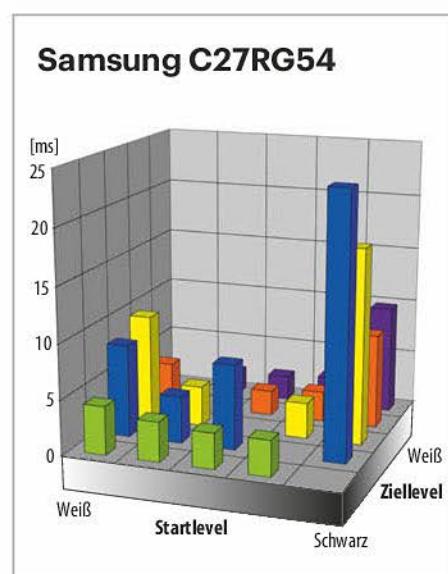
Mit Nvidias GeForce GTX 1660 war dieser Effekt viel weniger ausgeprägt:



Das TN-Panel schaltet mit Overdrive-Stufe „Normal“ in 3,3 Millisekunden. Ein Grau-Ausreißer bleibt, stört aber nicht.



LGs IPS-Panel schafft den Helligkeitswechsel mit Overdrive auf „Normal“ im Mittel in 5,3 Millisekunden.



Das VA-Panel lahmt bei allen Wechseln von Schwarz und schafft so bestenfalls 6,3 Millisekunden.



### Lenovo Legion Y27gq-25

Der gelochte Standfuß mit blauen Akzenten macht optisch was her. Die WQHD-Auflösung des Monitors beschert ein angenehm scharfes Bild und an den Ergonomiefunktionen gibt es wenig zu kritisieren: Das Display lässt sich neigen, in der Höhe verstetlen und seitwärts sowie ins Hochformat drehen. Nur der seitliche Drehbereich fällt etwas klein aus. Der kegelförmige Lautsprecher, der auf den Standfuß kommt, belegt zwei der drei USB-3.0-Ports und liefert etwas besseren Sound als die Standardware anderer Monitore. Der ausklappbare Kopfhörerhalter am linken Rand erfreut nicht nur Spieler.

Das rasend schnelle TN-Panel von AUO schafft den kompletten Bildwechsel bei 240 Hz in der Overdrive-Stufe „Normal“. Mit „Extreme“ treten sichtbare Doppelkonturen durch Überschwinger auf. Der Legion Y27gq-25 beherrscht die Darstellung von Hochkontrastinhalten nach DisplayHDR 400 und lässt sich von GeForce-Grafikkarten die Bildfrequenz dynamisch vorgeben. Der hörbare Lüfter seines G-Sync-HDR-Moduls läuft selbst bei ausgeschaltetem Display. Im Standby zog der Monitor 20 Minuten lang 26 Watt, bevor er sich schlafen legte.

Die Einblickwinkel sind TN-typisch begrenzt, für Solo-Spieler aber ausreichend. Der Kontrast von knapp 800:1 geht in Ordnung. Sehr dunkle Farbstufen setzt das Panel nicht mehr von Schwarz ab. Empfindlichere Augen wird nerven, dass die Panel-Beschichtung auf hellen Flächen glitzert.

- superschnell
- gute Ergonomiefunktionen
- Glitzerbeschichtung, Lüfter



### LG 27GL850

Gefälliges und unaufdringliches Styling, ein blickwinkelstables IPS-Panel mit QHD-Auflösung (2560 × 1440 Pixel) und immerhin zwei USB-Ports – LGs 27GL850 ist der Allrounder in unserer kleinen Testgruppe. Dafür schafft sein Display auch nur 144 Hz. Außerdem lässt es sich nicht seitlich drehen, ansonsten aber gut einstellen.

Das Display zeigt satte Farben und deckt den Farbraum DCI-P3 fast komplett ab. Sein Kontrast fällt mit 770:1 für ein IPS-Display eher gering aus, er dürfte für die meisten Einsatzgebiete aber ausreichen. Der 27GL850 kann Hochkontrastinhalte darstellen, LG spricht aber noch von HDR10, das eigentlich für Fernseher vorgesehen ist. Für das relevantere DisplayHDR 400 fehlt es dem Monitor an Leuchtdichte – es erreicht nur 350 cd/m<sup>2</sup>. Die Elektronik kann mit variablen Refresh-Raten umgehen. Weil dafür Adaptive Sync zum Einsatz kommt, lässt sich der Monitor nicht nur von AMDs FreeSync an Radeon-Karten den Takt vorgeben, sondern auch via G-Sync durch Nvidias GeForce-Familie. Nvidia führt den 27GL850 sogar auf seiner G-Sync-compatible-Liste.

Bei der Reaktionszeit verspricht LG zu viel: 1 Millisekunde GTG schafft das Panel selbst in der höchsten Overdrive-Stufe nicht. In ihr verursachten außerdem Überschwinger diese Doppelkonturen an bewegten Objektkanten. Solche extrem kurzen Schaltzeiten braucht es für 144 Hz ohnehin nicht: Dafür reichten 6 ms, und die erreicht der LG-Monitor zuverlässig in der Beschleunigungsstufe „Normal“.

- blickwinkelstabile, satte Farben
- guter Overdrive
- nur 144 Hz, etw. kontrastschwach



### Samsung C27RG54FQU

Der gebogene 27-Zöller zeigt Full-HD-Auflösung (1920 × 1080 Pixel) mit einer Pixeldichte von nur 82 dpi – in helleren Bildinhalten nimmt man die Pixelstruktur als Fliegengitter wahr. Samsung spart den USB-Hub ein; die USB-Buchse ist für Firmware-Updates gedacht. Bei den Ergonomiefunktionen beschränkt sich Samsung auf die Displayneigung. Wegen des schwachen Scharniers sackte das LCD aber langsam bis zum Anschlag vor, wenn es nur leicht nach vorn geneigt war.

Das VA-Panel deckt den sRGB-Farbraum ab, doch sein Rot gerät etwas zu satt. Weil die Einblickwinkel für ein VA-Panel gering sind, nimmt der sehr gute Kontrast von 2225:1 bei seitlicher Draufsicht schnell ab. Im ungleichmäßig ausgeleuchteten Panel unseres Testgeräts stört in der Bildschirmmitte bei hellem Bildinhalt ein vertikal verlaufender dunkler Streifen, nach rechts nimmt die Leuchtdichte ab. Am komplett schwarzen Schirm leuchtete vom oberen und unteren Rand ein grobes Sägezahnmuster bei nahe bis in die Bildschirmmitte hinein.

Hing der Monitor per HDMI am PC, kappte seine Elektronik in der Werkseinstellung die hellsten und dunkelsten Farbstufen; alle zeigte er erst, als wir unter Picture/HDMI den HDMI Black Level auf „Normal“ stellten. Via Adaptive Sync lässt sich der Monitor die Refresh-Rate dynamisch von AMD- oder Nvidia-Grafikkarten diktieren. Schaltet man die Funktion ab, darf man die Bildwiederholfrequenz auch auf weniger als 240 Hz deckeln.

- hoher Kontrast
- nur neigbar, kein USB
- nur Full-HD-Auflösung

Dort erhöhte sich die Leistungsaufnahme gegenüber 60 Hz nie um mehr als 2 bis 3 Watt. Intels Prozessorgrafik UHD 630 zeigte sich praktisch unbeeindruckt, schafft bei WQHD-Auflösung aber maximal 144 Hz; mit Full-HD-Auflösung wie am Samsung C27RG54 gehen auch 240 Hz.

Als der Rechner schlief und kein Bildsignal lieferte, zeigte das Leistungsmessgerät bei den Monitoren von LG und Samsung 0,3 Watt. Der Lenovo Y27gq fand dagegen vorerst keine Ruhe – nicht nur, dass sein Lüfter weiterdrehte, auch die Leistungsaufnahme verharrete für 20 Minuten bei 26 Watt, bevor auch er sich mit 0,3 Watt begnügte. Die Verzögerung trat selbst dann auf, als wir das Display mit dem Power-Taster ausschalteten.

## Fazit

Kein Gaming-Monitor im Test erreicht die versprochenen Schaltzeiten — auch nicht mit ausgefeilten Overdrive-Mechanismen. LG und Lenovo schaffen es aber, innerhalb ihrer maximalen Bildwiederholfrequenz von 144 Hz respektive 240 Hz den Bildinhalt komplett zu wechseln, ohne dass in Bewegtbildern störende Doppelkonturen entstanden. Das Samsung-Panel blieb dagegen deutlich hinter den selbstgesteckten Zielen zurück: Die mittleren Schaltzeiten sind weit von 4 Millisekunden entfernt und selbst mit stärkstem Overdrive zu lahm für 240 Hz.

Zwar bewegt sich die Bildqualität aller drei Testkandidaten auf einem erfreulich hohen Niveau, doch Samsungs C27RG54 ist angesichts seiner geringen Auflösung und der spartanischen Ausstattung allenfalls ein günstiges Bürogerät, das zudem bei der Ergonomie schwächelt.

Wer mit dem ständig laufenden Lüfter, der etwas blickwinkelabhängigen Darstellung und dem hohen Preis leben kann, bekommt mit Lenovos Legion Y27gq-25 einen wirklich schnellen Gaming-Monitor.

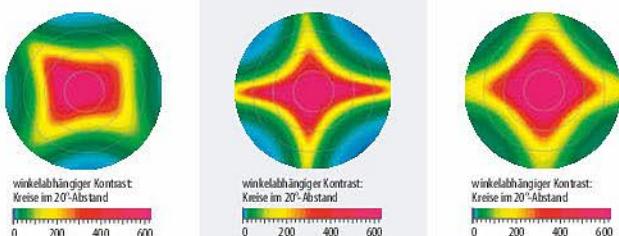
LGs 27GL850 fühlt sich im Büro und in Spielen gleichermaßen wohl. Er beherrscht HDR10, zeigt satte Farben und punktet wie der Samsung-Monitor mit voller VRR-Flexibilität – beide können mit G-Sync und FreeSync umgehen. Schade, dass LG die Bildwiederholrate auf 144 Hz begrenzen musste.

(bkr@ct.de) ct

## Literatur

[1] Florian Müssig, Sieht gut aus, Notebooks mit farbstarke 4K-Bildschirmen von leicht bis potent, c't 20/2019, S. 94

## Monitore mit schnellen Panels

Produktbezeichnung	Legion Y27gq-25	27GL850	C27RG54
Hersteller	Lenovo	LG	Samsung
Panel: Größe / Typ / Hersteller	27" / TN (mattiert) / AU Optronics	27" / IPS (mattiert) / LG	27" / VA (mattiert) / Samsung
Auflösung (Pixeldichte)	2560 × 1440 (109 dpi)	2560 × 1440 (109 dpi)	2560 × 1440 (82 dpi)
sichtbare Bildfläche / -diagonale	59,7 cm × 33,6 cm / 68,5 cm	59,8 cm × 33,8 cm / 68,7 cm	59,8 cm × 33,6 cm / 68,6 cm
Besonderheiten	DisplayHDR 400	HDR10	gebogen (1500R)
VRR-Typ (-Bereich)	G-Sync HDR (1–240 Hz)	Adaptive Sync (48–144 Hz)	Adaptive Sync (48–240 Hz)
Videoeingänge	DisplayPort 1.4, HDMI 2.0	DisplayPort 1.2, 2 × HDMI 2.0	DisplayPort 1.2, 2 × HDMI 2.0
Farbmodi Preset / User	Cool, Normal, Warm / ✓	warm, mittel, kalt, (6500K) / ✓	Cool 2, Cool 1, Normal, Warm 1, Warm 2 / ✓
Bildpresets / Overdrive-Stufen	Game Mode: FPS1, FPS2, Racing, RTS, Game1, Game2 / Off, Normal, Extreme	SpieleModus: Spieler 1,2, FPS, RTD; Lebendig, Leser, HDR Effekt, sRGB / Off, Normal, Fast, Faster	FPS, RTS, RPG, AOS, Cinema, Dynamic Contrast / Standard, Faster, Fastest
Interpolation: abschaltbar / seitentreu / Vollbild / Kanten-glättung	✓ / ✓ / - / -	✓ / ✓ / ✓ / -	- / - (emuliert verschiedene Displaygrößen und -formate) / ✓ / ✓ (25 Stufen)
LCD drehbar / höhenverstellbar / Portrait-Modus	✓ / ✓ / ✓ (nach rechts und links)	- / ✓ / ✓	- / - / -
Rahmenbreite	seitlich und oben 0,9 cm, unten 2,5 cm	seitlich und oben 0,9 cm, unten 1,8 cm	seitlich und oben 0,8 cm, unten 1,9 cm
Weitere Ausstattung	USB-3-Hub (3 Ports), Fußlautsprecher mit USB-A-C-Y-Kabel	USB-3-Hub (2 Ports)	Firmware-Update-Buchse
Lieferumfang	Kabel: HDMI, DisplayPort, USB-C-A Y-Kabel Netz; Netzadapter; Kurzanleitung, CD (Treiber)	Kabel: HDMI, DisplayPort, USB-C-A Y-Kabel Netz; Netzadapter; Kurzanleitung, CD (Treiber)	Kabel: DisplayPort, Netz; Netzadapter; Handbuch auf CD, Kurzanleitung, CD (Treiber)
Maße (B × H × T) / Gewicht	61,4 cm × 43,5 – 56,5 cm × 28,4 cm / 7,7 kg	61,3 cm × 46,3 – 57,3 cm × 24 cm / 6,1 kg	61,7 cm × 47,5 cm × 25 cm / 6,6 kg
<b>Messwerte</b>			
gemittelte Schaltzeiten in bester Overdrive-Stufe (grey-to-grey)	3,3 ms (OD-Stufe „Normal“)	5,3 ms (OD-Stufe „Normal“)	6,3 ms (OD-Stufe „Fastest“)
Leistungsaufnahme Stand-by / Betrieb <sup>1</sup> / maximale Helligkeit	0,3 W <sup>2</sup> / 34,4 W / 53,6 W	0,3 W / 22,5 W / 45 W	0,3 W / 22 W / 30 W
Leuchtdichtheitbereich <sup>3</sup>	48 ... 433 cd/m <sup>2</sup>	55 ... 332 cd/m <sup>2</sup>	57 ... 295 cd/m <sup>2</sup>
<b>Kontrast</b>			
Minimales Sichtfeld <sup>4</sup>	793:1 / 20,9 %	769:1 / 19,9 %	2225:1 / 42,2 %
Erweitertes Sichtfeld <sup>4</sup>	522:1 / 45 %	490:1 / 55,1 %	1106:1 / 85,5 %
<p>Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rottliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten, im Idealfall wäre das gesamte Bild pink.</p> 			
<b>Bewertung</b>			
Blickwinkelabhängigkeit	○	⊕	⊕
Kontrasthöhe	⊕	⊕	⊕⊕
Farbwiedergabe	⊕	⊕⊕	⊕
Graustufenauflösung	⊕	⊕⊕	⊕
Ausleuchtung	○	○	⊖
subjektiver Bildeindruck	⊕	⊕⊕	○
Spieldetauglichkeit (Schaltzeiten)	⊕⊕	⊕	○
Gehäuseverarbeitung, Mechanik	⊕	⊕	○
Bedienung, OSM	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Garantie LCD / Backlight [Jahre]	36 Monate (Bring-In)	24 Monate (Bring-In)	24 Monate (vor Ort)
Straßenpreis (ca.)	1000 €	580 €	365 €

<sup>1</sup> gemessen bei ruhendem Windows-Desktop in der nativen Panel-Auflösung bei 60 Hz und einer Displayhelligkeit von 120 cd/m<sup>2</sup>

<sup>2</sup> zuvor 20 Minuten lang 26 Watt

<sup>3</sup> für komplett weißes Bild

<sup>4</sup> Mittelwert und Standardabweichung des Kontrasts im minimalen beziehungsweise erweiterten Sichtfeld. Das minimale Sichtfeld umfasst alle Einblickwinkel, unter denen ein Betrachter das Bild sieht, wenn er aus 60 cm Entfernung frontal auf die Schirmmitte schaut; die Bildecken sieht er dabei unter dem größten Winkel. Im erweiterten Sichtfeld bewegt er den Kopf parallel zur Schirmfläche bis zu den Displaykanten; der Einblickwinkel auf die gegenüberliegenden Bildränder nimmt zu, der mittlere Kontrast sinkt.

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ✓ vorhanden – nicht vorhanden



# Gib mir Spielspaß!

## Bauvorschlag für einen günstigen Spiele-PC für Full HD

**Viel Spielspaß für wenig Geld:  
Unser Bauvorschlag für einen 500-Euro-PC stellt aktuelle Spiele in Full-HD-Auflösung ohne Ruckler dar.**

**Von Benjamin Kraft**

Die Talfahrt der SSD- und Speicherpreise, der Druck auf Intel durch AMDs neue Prozessoren und der Preis-kampf im Grafikkartenmarkt machen es möglich: Obwohl wir ihn weiter verfeinert haben, liegen die Teilekosten unseres Bauvorschlags für preisbewusste Spieler bei etwas über 500 Euro – das sind gut 100 Euro weniger als letztes Jahr [1]. Dafür bekommt man einen Quad-Core-

Prozessor, 8 GByte RAM, eine schnelle NVMe-SSD mit 500 GByte und eine Radeon RX 570. Hinzu kommen eine Versandkostenpauschale von 25 Euro sowie gegebenenfalls der Preis für eine Windows-Lizenz, die man beim nächsten Lebensmitteleinkauf für 40 Euro mitnehmen kann [2].

Bei der Komponentenwahl gab es dieses Mal gleich mehrere erfreuliche Überraschungen. Die erste betraf die CPU: Beim Durchforsten des Preisvergleichs fanden wir den günstigen i3-9100F. Dass er als F-Version keine Grafikeinheit hat, stört nicht weiter, da wir ohnehin eine spieletaugliche Grafikkarte einstecken.

### Spar-Turbo-CPU

Dieser Vierkern-Prozessor taktet nominal mit 3,6 GHz ebenso schnell wie der i3-

8100 aus dem Budget-Bauvorschlag von 2018 [2]. Allerdings bricht Intel mit der Tradition, dem i3 den Turbo vorzuenthalten. So schafft es der Neue mit einem Kern auf bis zu 4,2 GHz, mit allen vier auf 4 GHz. Damit steigt die Rechenleistung im Single-Core-Durchlauf des Cinebench R20 von 375 auf 434 Punkte, das Multi-threading-Ergebnis verbessert sich von 1453 auf 1604 Punkte.

Doch der eigentliche Knaller ist der Preis, denn den i3-9100F gibt es bereits ab 85 Euro. Da kommen selbst AMDs günstigste APUs nicht mit, die zudem auch in der Ryzen-3000-Inkarnation noch mit dem Zen+-Innenleben der 2000-Generation antreten. Aufgrund der geringeren Pro-MHz-Rechenleistung kommen sie in Spielen nicht an Intel-CPUs heran. Die Idee, auf einen günstigen Sechskerner umzusteigen, verworfen wir rasch wieder, weil keines unserer Spiele von den zusätzlichen Rechenkernen profitierte.

Wegen der Herstellergarantie raten wir zwar dazu, die Boxed-Version von Prozessoren zu kaufen, zeigen dem mitgelieferten Kühler aber die kalte Schulter. Statt dessen greifen wir zum Tower-Kühler EKL Alpenföhn Ben Nevis. Er bietet mit seinen drei Heatpipes in Verbindung mit dem 120-Millimeter-Lüfter viel Kühlleistung für wenig Geld und bleibt auch unter CPU-

Vollast sehr leise – seine 0,4 Sone hört man nur in sehr ruhiger Umgebung.

Die Mainboard-Wahl fiel uns dieses Jahr schwer, weil die günstigen Modelle mit Intels B360-Chipsatz allmählich auslaufen. Letztlich landeten wir beim MSI B365M-Pro VDH für rund 80 Euro, einem Board mit B365-Chipsatz. Dem verweht Intel den SuperSpeedPlus-Controller für USB-Transfers mit 10 GBit/s. Dafür ist die restliche Ausstattung ein wenig besser als im vergangenen Jahr: So hat das neue Board den Realtek-Soundchip ALC892 anstelle des ALC887, eine USB-C-Buchse mit SuperSpeed-Geschwindigkeit (5 GBit/s) und vier statt zwei DIMM-Slots an Bord. Allerdings hat es eine Marotte: Mit Standardeinstellungen stellt es die TDP des i3-9100F mit 115 Watt viel zu hoch ein. Das führte im Test zu einer höheren Leistungsaufnahme verbunden mit mehr Abwärme, die die Lüfter nur mit höherer Drehzahl und mehr Lärm abführen konnten. Außerdem betreibt man die CPU dann außerhalb der von Intel vorgesehenen Spezifikationen, was im Garantiefall Probleme bereiten kann. Mit korrigierten Werten, die wir auf der Projektseite ct.de/y1dr zusammengetragen haben, benahm sich der Prozessor wie erwartet.

## Speicher und SSD

Aus Rücksicht aufs Budget sieht unser Bauvorschlag 8 GByte RAM in Form zweier 4-GByte-DIMMs vor; das reicht für die meisten Spiele in Full HD noch. Wer später mehr Speicher braucht, steckt ihn nach, doch wer gleich mit mehr RAM starten möchte, sollte zwei 8-GByte-Module nehmen. Da der Speichercontroller des Core i3-9100F eh nur DDR4-2400 beherrscht, begnügen wir uns mit dem günstigen Crucial-Kit für rund 40 Euro.

Vom Sparfuchs-Plan, mit einem 8-GByte-Modul zu starten und später ein zweites dazuzukaufen, raten wir ab: Bei Assassin's Creed: Odyssey etwa sank die Frame-Rate trotz nominell gleicher Speichermenge mit nur einem Modul im Single-Channel-Mode um knapp 20 Prozent. Shadow of the Tomb Raider und Far Cry 5 zeigten sich hingegen völlig unbeeindruckt von der Anzahl der Module.

Sehr überrascht waren wir, als wir auf der Suche nach der passenden SSD im Preisvergleich die neue Kingston A2000 entdeckten. Bislang hatten wir NVMe-SSDs aufgrund des höheren Preises nicht in Betracht gezogen, zumal sich ihr Geschwindigkeitsvorteil im Alltag nicht spür-

bar auswirkt [3]. 500 GByte für 65 Euro sind allerdings eine Kampfansage – und günstiger als die meisten SATA-SSDs im 2,5"-Format anderer namhafter Hersteller. Weiterer Vorteil des M.2-Formats: Es kommen zwei Kabel weniger zum Einsatz.

Ihre hohen Lese- und Schreibgeschwindigkeiten von 2,3 und 2 GByte/s sind also nicht der Kaufgrund, aber ein willkommener Nebeneffekt. Wie andere TLC-SSDs (Triple Level Cell) nutzt sie einen Teil ihrer Kapazität als schnellen Cache mit dynamischer Größe; ist dieser vollgelaufen, schreibt sie nur noch mit knapp 600 MByte/s – also knapp über SATA-Niveau. Das passiert aber erst beim Schreiben von mehr als 60 GByte am Stück. Außerdem steht die volle Geschwindigkeit nach einer Erholungsphase wieder zur Verfügung.

## Grafikkarten

Geht es ums Preis-Leistungs-Verhältnis, ist die Radeon RX 570 mit 8 GByte aktuell kaum zu schlagen. Zwar findet man derzeit auch die GeForce GTX 1060 mit 6 GByte oder gar die Radeon RX Vega 56 hier und da superbillig im Angebot. Doch wie lange es die noch gibt, steht in den Sternen. Die neuere GeForce GTX 1650 ist keine Alternative. Sie ist zwar gleich teuer und effizienter, in Spielen aber langsamer und hat nur 4 GByte Speicher.

Dass die RX 570 inzwischen zwei Jahre auf dem Buckel hat – drei, wenn man die RX 470 mitzählt –, ist kein Makel. Mit DirectX 12 und 8 GByte RAM zählt sie noch nicht zum alten Eisen und bringt

Spiele in Full HD ruckelfrei auf den Schirm. In neueren Spielen muss man sich allerdings häufig mit der zweithöchsten statt der höchsten Detailstufe begnügen, bei Metro reicht es noch für die Qualitätsstufe „Medium“. Da uns die MSI Radeon RX 570 Armor 8 GByte OC schon vergangenes Jahr mit Stille im Leerlauf und ausreichender Laufruhe von rund 1 Sone unter Spielbelastung überzeugt hatte, behält sie ihren Platz in der Budget-Aufstellung. Erfreulicherweise ist sie inzwischen schon für unter 150 Euro zu finden.

Wer in Full HD mit allen Schikanen oder auch ab und zu in QHD (2560 × 1440 Pixel) spielen will, muss etwas tiefer in die Tasche greifen. Die Radeon RX 580 oder gar RX 590 schieden für uns trotz der attraktiven Preise ab 180 Euro aus, weil sie mit ihrer hohen Abwärme das Gehäuse zu stark aufheizten und das System damit deutlich lauter machten. Stattdessen entschieden wir uns für Nvidias GeForce GTX 1660 [4] in Gestalt der Zotac Gaming GeForce GTX 1660. Anders als die teureren RTX-Geschwister enthält diese Turing-GPU weder Ray-Tracing- noch Tensor-Cores. In dieser Leistungsklasse ist das allerdings egal. Auch, dass sie nur 6 GByte Speicher mitbringt, spielt in den allermeisten Spielen (noch) keine Rolle.

Die GeForce GTX 1660 erzielt in etwa dieselbe 3D-Performance wie eine Radeon RX 590, unterbietet aber in puncto 3D-Leistungsaufnahme selbst die Radeon RX 570 um gut 40 Watt. Weil ihre etwas brummigen Lüfter nie stillstehen, ist sie im Leerlauf indes etwas lauter und

## Genau so, nur anders

Per Telefon, E-Mail oder übers Forum erreichen uns immer wieder Anfragen mit der Bitte um Hilfe bei einem der Bauvorschläge. Mal ist die Leistungsaufnahme zu hoch, mal wird der Prozessor zu heiß oder das System zu laut. Auf die Frage „Haben Sie denn die Komponenten von der Teileliste genommen?“ kommt dann oft die Antwort „Ja, ich habe das genau so nachgebaut, nur ein wenig anders!“

Die Sache ist die: Ein anderes Prozessormodell aus derselben Baureihe und TDP-Klasse kann deutlich mehr Leistung aufnehmen. Dann wird der

Chip wärmer und der CPU-Lüfter dreht schneller und lauter. Eine andere Grafikkarte mit der gleichen GPU mag die selbe Performance liefern, dabei aber lauter werden – oder auch leiser. Das gleich teure Mainboard eines anderen Herstellers hat vielleicht eine vergurkte Lüftersteuerung oder stellt die CPU falsch ein.

Was wir sagen wollen: Natürlich können Sie den Bauvorschlag nach Ihrem Gusto anpassen. Die Messwerte und Einstellungen gelten allerdings nur für die von uns vorgestellten Kombinationen.

## Benchmarks und Messwerte

Variante	Benchmarks				Messwerte	
	Cinebench R 20 1 / 4 Threads [Punkte]	3DMark Firestrike [Punkte]	Far Cry 5 Preset Hoch, SMAA WQHD / FHD [fps]	Rise of the Tomb Raider Preset Hoch, SMAA WQHD / FHD [fps]	Geräuschenwicklung Leerlauf <sup>1</sup> / 3D <sup>2</sup> / Volllast <sup>3</sup> [Sone]	Leistungsaufnahme Leerlauf <sup>1</sup> / 3D <sup>2</sup> / Volllast <sup>3</sup> [W]
Basiskonfiguration	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser
+GeForce GTX 1660	434/1604	10378	49/69	43/64	<0,1/0,9/2	26,7/197/278

Testsystem: Intel Core i3-9100F, 8 GByte DDR4-2400, Windows 10 (1903), Vsync off<sup>1</sup> bei ruhendem Windows-Desktop <sup>2</sup>Rise of the Tomb Raider, Preset Hoch, Full HD, SMAA <sup>3</sup> Prime95 Torture Test plus Furmark

mit etwa 230 Euro auch fast 90 Euro teurer als diese.

## Gehäuse und Netzteil

Als Hardware-Behausung dient uns das schlicht-funktionale Sharkoon V1000 aus unseren Office-Bauvorschlägen. Es hat zwei 120-Millimeter-Lüfter, von denen wir nur den hinteren anschließen. Außerdem bietet es einem optischen Laufwerk Platz. Im Inneren lassen sich an der Rückseite des Mainboardträgers zwei 2,5"-HDDs oder -SSDs montieren. Der Laufwerkskäfig unter dem im Zwischenboden versteckten Netzteil fasst zwei 3,5"-Festplatten.

Die Energieversorgung übernimmt das beQuiet System Power 9. Sein geregelter Lüfter bleibt jederzeit leise, und mit 400 Watt hat es selbst für die Lastspitzen unserer Grafikkarten genug Reserven. Der zweite PCIe-Stromstecker mit kombiniertem 6- und 8-Pol-Anschluss ermöglicht es, später auf eine dickere GPU umzusteigen.

## Leistungsaufnahme und Lautstärke

In der Basisvariante mit Radeon RX 570 nimmt der Günstig-Gamer knapp 27 Watt im Leerlauf auf und bleibt praktisch unhörbar. Im Spielebetrieb sind es 195 Watt und noch leise 0,9 Sone. Den Worst Case haben wir mit der Kombination Furmark und Prime95 ermittelt: Das Leistungsmessgerät zeigte dann 278 Watt an, die Mikrofone im schallarmen Raum maßen nach einer halben Stunde 2 Sone. Das hört man in einer normal lauten Wohnung deutlich.

Das Upgrade auf die GeForce GTX 1660 schlägt sich deutlich in der Effizienz nieder: Im Leerlauf nahm der Bauvorschlag nur noch 21 Watt auf, im Spiel 156 Watt und unter kombinierter Volllast 222 Watt. Die Lautstärkebilanz ist nicht ganz so positiv, denn im Leerlauf brummelt die Zotac-Karte bereits leise hörbar mit 0,3 Sone. Das ist eigentlich noch sehr gut, doch solaut wird die Radeon-Variante des Budget-Gamers erst unter CPU-Volllast.

Im Spiel herrscht mit 1,1 Sone praktisch Gleichstand, mit Prime-Furmark-Vollstress blieb die Nvidia-Version mit 1,6 Sone leiser, aber ebenfalls deutlich hörbar.

## Montage und Nacharbeiten

Den Zusammenbau sollten Sie in Ruhe und mit ein wenig Zeit angehen: Erfahrungsgemäß klappt nicht alles im ersten Anlauf; das ist auch bei uns nicht anders. Suchen Sie sich eine Arbeitsfläche mit genug Platz und legen sich als Werkzeug je einen großen und einen kleinen Kreuzschlitzschraubendreher und eine Zange bereit. Eine Schüssel leistet gute Dienste als Zwischenlager für lose Kleinteile, etwa die Gehäuseschräubchen fürs Mainboard. Die Einbauschritte zeigen die Bilder auf S. 107.

Ist die Schraubarbeit erledigt, steht der erste Start an, bei dem Sie die Entf-Taste auf der Tastatur drücken, um gleich einige Einstellungen im BIOS-Setup anzupassen. Beispielsweise wird der Rechner nur mit der angepassten Lüfterkurve so leise wie gemessen, und die Leeraufnahmen erreichen Sie erst, wenn Sie die Package-C-States auf C8 setzen. Soll der Rechner per Wake on LAN (WoL) aufwachen, müssen Sie auch dies im BIOS-Setup aktivieren. Können Sie darauf verzichten, aktivieren Sie die Option ErP Ready; das spart noch einmal 0,6 Watt, wenn der Rechner heruntergefahren ist. Alle Einstellungen finden Sie zusammen mit der angepassten Lüfterkurve für CPU- und Gehäuselüfter auf der Projektseite über ct.de/y1dr.

Nachdem Sie die geänderten Einstellungen gespeichert haben, können Sie das Betriebssystem ihrer Wahl installieren. Erfreulicherweise bringt Windows Update fast alle Treiber mit; nur beim LAN-Chip sollten Sie über den Geräte-Manager per Rechtsklick manuell die Treibersuche im Internet über den Punkt „Treiber aktualisieren/Automatisch nach aktualisierter Treibersoftware suchen“ anstoßen, da er sonst nur mit 690 statt

940 MBit/s arbeitet. Den aktuellen GeForce- oder Radeon-Treiber müssen Sie sich direkt beim jeweiligen GPU-Hersteller besorgen (ct.de/y1dr). Zudem empfehlen wir, einen aktuellen Soundtreiber von Realtek herunterzuladen, um alle Fähigkeiten des Codecs nutzen und über die nachinstallierte Oberfläche einstellen zu können. Auch die automatische Erkennung angeschlossener Geräte funktioniert nur damit korrekt. (bkr@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Sei mein Spielkamerad, Bauvorschlag für einen günstigen Spiele-PC für Full HD, c't 26/2018, S. 88
- [2] Peter Schüler, Klare Verhältnisse, Einwandfreie Microsoft-Schnäppchen aus dem Supermarkt, c't 21/2019, S. 21
- [3] Benjamin Kraft, Vorteile in der Nische, Wo PCIe-SSDs in der Praxis schneller sind, c't 19, 2017, S. 84
- [4] Mittelklasse-Zocker, Spiele-Grafikkarten von 240 bis 370 Euro, c't 9/2019, S. 128

**Teileliste, BIOS-Einstellungen und Projektseite:** [ct.de/y1dr](http://ct.de/y1dr)

## Teile Budget-Gamer

Komponenten	Bezeichnung	Preis
Prozessor	Core i3-9100F, 4 Kerne, 3,6 GHz (Turbo: 4,2 GHz), boxed (BX80684139100F)	85 €
CPU-Kühler	EKL Alpenföhn Ben Nevis (84000000119)	23 €
Mainboard	MSI B365M PRO-VDH (7C39-001R)	80 €
RAM	Crucial DIMM Kit 8 GB, DDR4-2400, CL17 (CT2K4G4DFS824A)	40 €
Grafikkarte	MSI Radeon RX 570 Armor 8G OC (V341-236R)	140 €
SSD	Kingston A2000 NVMe SSD 500 GB, M.2 (SA2000M8/500G)	64 €
Gehäuse	Sharkoon V1000	40 €
Netzteil	be quiet! System Power 9 400W ATX 2.4 (BN245)	40 €
Pauschale	Versand	25 €
		<b>Zwischensumme Hardware</b> <b>537 €</b>
Betriebssystem	Windows 10 Home	40 €
		<b>Summe</b> <b>577 €</b>
Option		
Grafikkarte	Zotac GeForce GTX 1660 (ZTF16600F-10L)	230 €

# Schritt-für-Schritt-Anleitung



**1** Bauen Sie das Netzteil mit dem Lüfter nach unten ein und führen Sie die Kabelstränge wie im Bild gezeigt von hinten durch die Ausschnitte im Mainboardträger. Die dünnen Kabel für die Gehäusefrontanschlüsse leiten Sie erst unten Richtung Laufwerkskäfig und schieben sie dann durch das rechteckige Loch vorm Netzteil nach oben. Klemmen Sie die I/O-Blende ins Gehäuse und versetzen Sie mit einer Zange die rechte Schraubenbhülse in der untersten Reihe ein Loch nach unten.



**3** Legen Sie die Konterplatte des Kühlers unters Mainboard, sodass die Aussparungen über den Schrauben des Sockels liegen, und rüsten Sie den Kühler auf Intel-CPUs um (Anleitung liegt bei). Danach geben Sie einen erbsengroßen Klecks Wärmeleitpaste auf den Prozessordeckel, setzen den Kühler mit Lüfter zum RAM hin auf und drehen die Schrauben schrittweise über Kreuz fest.

**2** Setzen Sie die CPU vorsichtig in den geöffneten Prozessorsockel des Mainboards, sodass die zwei seitlichen Kerben zu den Nasen im Sockel passen. Beim Schließen der Halterung springt die schwarze Schutzkappe von allein ab. Die RAM-Riegel kommen in den ersten und dritten Slot von außen. Versetzen Sie dann das Gewinde für die M.2-SSD um eine Position nach innen, bevor Sie das Kärtchen mit der dem Mainboard beiliegenden Schraube befestigen.



**4** Schließen sie alle Lüfter- und Stromkabel an. Vergessen Sie nicht die beiden 4-poligen CPU-Stromstecker oben links. Erst dann schieben Sie das Mainboard leicht angewinkelt in Richtung Rückwand und achten darauf, dass keine der Laschen an der I/O-Blende in die Mainboard-Anschlüsse gerät. Nachdem das Mainboard festgeschraubt ist, bauen Sie die Grafikkarte ein und stecken das achtpolige Stromkabel an.



# Server-Roadmap

**Das planen Server-Hersteller bis 2022**

**Kommende Servergenerationen bekommen nicht nur mehr CPU-Kerne, sondern auch neue KI-Befehle, schnelleres RAM, flexibleres PCI Express, modularen Aufbau und mehr offene Standards.**

**Von Christof Windeck**

**V**on allem immer mehr, das scheint der vorherrschende Trend bei Servern zu sein: mehr Prozessorkerne, mehr RAM, mehr Kapazität bei SSDs und Festplatten, mehr Transferleistung bei PCI Express und Ethernet. Ein zweiter Blick zeigt viele weitere Neuerungen: höhere Effizienz, Befehlssatzverweiterungen für KI-Algorithmen, verbesserte Standards zur Anbindung von Rechenbeschleunigern sowie Innovationen zur Stärkung der Sicherheit. Wir schauen auf die Roadmaps

von AMD und Intel und ordnen die geplanten Neuerungen ein.

## Treiber Cloud

Zwar gibt es immer mehr spezialisierte Serverbauformen, etwa NAS für Privatleute, hyperkonvergente Maschinen [1] oder auch Edge-Server für kleine Vor-Ort-Rechenzentren. Neue Funktionen entwickeln die großen Serverhersteller jedoch vor allem für den wichtigsten Wachstumsmarkt, die sogenannten Hyperscale-Rechenzentren von Cloud-Giganten wie Amazon, Google, Facebook, Microsoft, Apple und Alibaba. Laut Intel kaufen solche Kunden mehr als die Hälfte aller Xeon-Prozessoren, die derzeit wiederum in mehr als 90 Prozent aller Server stecken.

Die Hyperscaler sind aber nicht bloß mächtige Einkäufer, sondern setzen AMD und Intel auch mit eigenen Chips unter Druck: Google und Microsoft entwickeln beispielsweise Rechenbeschleuniger für künstliche Intelligenz (KI) sowie eigene Sicherheitschips, Amazon und Alibaba arbeiten an Serverprozessoren mit ARM-Rechenkernen. Facebooks Open Compute Project (OCP) definiert offene Standards für Cloud-Server ohne proprietäre Zusatzfunktionen, die Geld und Strom schlucken. Diese OCP-Server kauft Facebook dann nicht bei etablierten Branchenriesen wie HPE und Dell, sondern lässt sie von deren Zulieferern billiger produzieren: Mitac, Quanta, Wiwynn/Wistron.

Die Cloud-Giganten drängen auf kompatible Komponenten, um nicht auf einzelne Zulieferer angewiesen zu sein. Dabei geht es außer um mechanische Bauformen, Stromversorgung und Kühlung auch um offene Treiber und Firmware, dazu unten mehr. Die „Cloudifizierung“ hat auch andere große Serverkäufer erfasst, darunter Betreiber von Supercomputern und Telekommunikationsdienstleister, die für kommende 5G-Netze gewaltigen Rechenbedarf erwarten.

## Mehr Wumms

Bei den Cloud-Dienstleistern sind es vor allem KI-Algorithmen, die Rechenleistung und Speicher geradezu verschlingen. Von zentraler Bedeutung ist dabei energetische Effizienz, um bestehende Rechenzentren mit beschränkter Stromversorgung und Kühlung weiter nutzen zu können. Zudem liefern viele Cloud-Geschäftsmodelle nur relativ geringe Umsätze pro Nutzer und Jahr – und wer

mehr Dienste pro Euro anbieten kann, ist im Vorteil.

Offensichtliche Leistungssteigerung versprechen mehr Kerne pro physischem Prozessor; im Branchenjargon spricht man auch von Kernen pro CPU-Fassung (Socket/Sockel). Bei ähnlichen Anforderungen an Stromversorgung und Kühlung – gekennzeichnet durch die Thermal Design Power (TDP) – rechnet eine CPU mit mehr Kernen meistens effizienter als eine mit weniger Kernen. Dabei geht es nicht unbedingt um Rechenleistung pro Watt: Mancher Betreiber braucht mehr virtuelle Maschinen pro Server, andere wollen die Anzahl der physischen Prozessoren reduzieren, um Lizenzkosten einzusparen. Das betrifft Software, bei der man pro CPU bezahlt, etwa den Hypervisor VMware. Daher wirbt etwa AMD beim neuen Epyc 7002 „Rome“ damit, dass er dank 64 Kernen und bis zu 4 TByte RAM pro CPU ältere Dual-Socket-Systeme ersetzen kann.

Intels Xeons dominieren bisher zwar den Servermarkt, doch wegen jahrelanger Verzögerungen beim Umstieg von der 14-Nanometer-Fertigungstechnik auf 10-Nanometer-Strukturen geriet Intel ins Hintertreffen: Die aktuelle zweite Generation des Xeon Scalable Processor (Xeon-SP) „Cascade Lake“ hat pro Socket höchstens 28 Kerne, wenn man die noch kaum lieferbare Spezialversion Xeon Platinum 9200 (56 Kerne) außen vor lässt. Erst 2020 soll „Cooper Lake“ mit 56 Kernen kommen, aber weiterhin mit 14-Nanometer-Technik und möglicherweise mit mehr als 250 Watt TDP.

Auch bei PCI Express (PCIe) hinkt Intel hinterher: Ein Epyc 7002 hat 128 PCIe-4.0-Lanes, ein aktueller Xeon-SP nur 48 PCIe-3.0-Lanes. Erst Mitte 2020 soll die vierte Xeon-SP-Generation Ice Lake mit 10-Nanometer-Strukturen den Sprung auf PCIe 4.0 schaffen.

PCIe 4.0 verdoppelt im Vergleich zu PCIe 3.0 die Datentransferrate auf 16 GBit/s (2 GByte) pro Lane, eine x16-Karte schafft also maximal 32 statt 16 GByte/s pro Richtung. Das ist für Server weitaus wichtiger als für Desktop-PCs und Notebooks. Die einzelnen Cluster-Knoten von Supercomputern sind per Infiniband oder Ethernet mit Transferraten von derzeit bis zu 100 GBit/s verknüpft (circa 12 GByte/s), 200 GBit/s stehen vor der Tür. Derartige Adapterkarten kommen auch für verteilte Storage-Systeme zum Einsatz. Auch SSDs und KI-Rechenbeschleuniger setzen bereits auf PCIe 4.0. Doch Intels Verspätung bremst die Entwicklung: Wenn PCIe-4.0-Karten ihre volle Leistung in lediglich 5 Prozent aller Server entfalten, lassen sich nur wenige davon verkaufen.

Schnellere Schnittstellen arbeiten oft potenziell effizienter. Bei manchen Rechensystemen übertrifft der Energieaufwand für den Transport der Daten schon jenen für die eigentlichen Berechnungen. Für die ab 2021 erwarteten „Exascale“-Supercomputer mit Rechenleistungen jenseits von 1 Exaflops sind erhebliche Effizienzsteigerungen nötig; der schnellste Supercomputer der aktuellen Top500-Liste liegt bei knapp 150 Petaflops.

## Beschleuniger

Prozessoren rechnen nicht nur schneller, weil sie immer mehr Kerne enthalten, sondern weil jeder einzelne davon auch mächtiger wird: Er schafft dann pro Takt-Schritt mehr Berechnungen (Instructions per Cycle, IPC). Beispielsweise konnte AMD bei Zen 2 im Vergleich zu Zen 1 die Anzahl der Gleitkommarechenwerke verdoppeln, also im Verbund mit der verdoppelten Anzahl der Kerne die Rechenleistung pro CPU vervierfachen.

Intel wiederum baut in jeden Kern der teuersten Xeons zwei Einheiten zur Verarbeitung von je 512 Bit langen Vektoren

ein und verbessert diese AVX-512-Einheiten mit jeder CPU-Generation. Die erste 10-Nanometer-Xeon-Generation nutzt eine Mikroarchitektur namens Sunny Cove, die rund 18 Prozent mehr IPC liefern soll als die aktuellen 14-Nanometer-Kerne. Willow Cove und Golden Cove sollen die IPC-Werte weiter steigern. Um die breiten Rechenwerke besser auszunutzen, führt Intel zudem das Datenformat Bfloat16 ein. Es stellt Zahlen über einen weiteren Wertebereich dar als das etablierte Gleitkomma-(Floating-Point-)Format FP16 – ist aber kompakter als FP32. Auch ARM plant den Bfloat16-Einsatz.

Rechenbeschleuniger verarbeiten bestimmte KI-Algorithmen viel schneller als flexibel programmierbare Allzweckprozessoren. Recht bekannt dafür sind die Tesla-Karten von Nvidia, die vor allem dank ihrer seit Jahren optimierten Programmierschnittstelle CUDA bei KI- und HPC-Entwicklern beliebt sind. Auch programmierbare Logikchips, sogenannte Field Programmable Gate Arrays (FPGAs), werden als KI-Beschleuniger verwendet. Viele FPGA-Karten bringen schnelle Ethernet-Ports mit und verarbeiten deren Datenströme mit kurzer Latenz.

Noch effizienter als die von 3D-Grafikchips abgeleiteten Teslas oder FPGAs sind spezialisierte KI-Beschleuniger, die derzeit wie Pilze aus dem Boden schießen: von Intels Sparten Nervana und Movidius, von Google, Microsoft, Huawei, Alibaba, Tesla und einigen kleineren Firmen. Die meisten dieser Tensor Processing Units (TPUs) oder auch Neural Processing Units (NPUs) sind für die Programmierung mit offenen KI-Frameworks wie TensorFlow und Caffe ausgelegt.

Rechenbeschleuniger kommunizieren üblicherweise via PCI Express mit den Hauptprozessoren. Dabei geht es genauer betrachtet um Direct Memory Access (DMA): Beschleuniger und CPU tauschen

## Prozessoren von AMD und Intel für Server

**Epyc 7002 (Rome)**  
64C/128-Thread Zen 2, 7 nm/Chiplet  
Fassung SP3, PCIe 4.0, 8 × DDR4

**Xeon-SP Gen 2 (Cascade Lake)**  
28C/56-Thread, 14 nm  
Fassung LGA3647, PCIe 3.0, 6 × DDR4

**Milan**  
Zen 3, 7 nm+/Chiplet  
Fassung SP3, PCIe 4.0, 8 × DDR4

**Ice Lake-SP**  
10 nm, Sunny Cove  
Fassung LGA4189, PCIe 4.0, 8 × DDR4

**CooperLake-SP**  
56C/112-Thread, 14 nm  
Fassung LGA4189, PCIe 3.0, 8 × DDR4

**Genoa**  
Zen 4, vermutlich 5 nm, neue Fassung  
evtl. PCIe 5.0, CXL & DDR5

**Sapphire Rapids**  
10 nm, Willow Cove  
neue Fassung, PCIe 5.0, CXL, DDR5

vermutlich Zen 5

**Granite Rapids**  
7 oder 10 nm, Golden Cove  
PCIe 5.0, CXL, DDR5

AMD  
Intel

Daten über gemeinsam genutzte Adressbereiche im Hauptspeicher aus. Dabei müssen CPU und Beschleuniger veränderte Daten mit dem Zustand ihrer internen Caches abgleichen. Das wiederum kostet Zeit, steigert also die Latenz und drosselt die praktisch nutzbare Transferrate. Cache-kohärente Schnittstellen beschleunigen die Kommunikation.

Viele Hersteller pflegen proprietäre kohärente Schnittstellen: AMD Infinity-Fabric, Intel QPI, Nvidia NVlink. IBM hingegen hat mit OpenCAPI ein offenes kohärentes Interface vorgestellt und es gibt weitere Initiativen wie CCIX. Doch die IT-Branche scheint sich derzeit auf Compute Express Link (CXL) zu einigen, das Intel zunächst als Intel Accelerator Link (IAL) auf der Basis von PCIe 5.0 mit 32 GBit/s (4 GByte/s) pro Lane entwickelt hat. Nun ist CXL ein offener Industriestandard, der ab 2021 in Serverprozessoren von AMD und Intel debütieren könnte. Intel erwartet, dass relativ schnell CXL-Beschleuniger mit PCIe 6.0 folgen werden.

## DDR5-SDRAM

Damit sich die Rechenleistung vieler Prozessorkerne entfalten kann, müssen Daten schnell genug fließen. Mit jeder CPU-Generation wachsen deshalb die Pufferspeicher, ein Epyc 7002 enthält bis zu 256 MByte Cache. Die Datentransferraten des Arbeitsspeichers steigen einerseits durch höhere Taktfrequenzen, andererseits durch mehr RAM-Kanäle pro CPU. Um die vielen dazu nötigen Signalleitungen aufs Mainboard zu führen, besitzen die größten Fassungen für Serverprozessoren über 4000 Kontakte.

Der Epyc 7002 hat wie sein Vorgänger acht RAM-Kanäle, die nun aber auch DDR4-3200 vertragen. Ein solcher Kanal taktet mit 1600 MHz und liefert dank Double Data Rate (DDR) pro Sekunde bis zu 25,6 GByte (8 Byte × 3,2 Milliarden Transfers); insgesamt sind folglich über 200 GByte/s nutzbar. Selbst das reicht nicht ganz, um sämtliche 128 PCIe-4.0-Lanes gleichzeitig mit voller Transferrate zu betreiben – was aber praktisch auch kaum jemals passiert. Intel Xeon-SP „Cascade Lake“ muss sich mit sechs DDR4-Speicherkanälen begnügen, aber auch Intel ermöglicht 2020 mit der neuen CPU-Fassung LGA4189 acht Kanäle pro CPU.

Vermutlich ab 2021 werden AMD und Intel Prozessoren mit DDR5-Speichercontrollern verkaufen. DDR5-5200 verspricht über 60 Prozent mehr Daten pro Sekunde als DDR4-3200. Damit das bei ungefähr gleichbleibender Leistungsaufnahme klappt, sinkt die Betriebsspannung bei DDR5 auf 1,1 Volt; bei DDR4 sind es 1,2 Volt. Ein verbessertes differenzielles Taktsignal und Fehlerkorrektur (Error Correction Code, ECC) mit 2 Byte pro 8 Byte (bisher 1 pro 8 Byte) tragen zu zuverlässigerem Betrieb bei hohen Frequenzen bei.

DDR5-SDRAM schafft auch die Voraussetzungen für mehr Kapazität pro DIM-Modul: Bisher – also bei DDR4 – gibt es Einzelchips mit maximal 16 Milliarden Bit (16 GBit) Kapazität, aus denen sich Servermodule mit bis zu 256 GByte fertigen lassen. Bisher gut lieferbar sind allerdings höchstens 128-GByte-DIMMs; acht Kanäle mit je zwei solcher Riegel ergeben 2 TByte pro CPU. Intels neuer Speichertyp

Optane DC Memory ist zwar langsamer als DDR4-SDRAM, fasst aber bis zu 512 GByte pro Modul – und künftig ebenfalls mehr.

## Verteilter Massenspeicher

Viele Cloud-Anwendungen brauchen verteilten Massenspeicher, etwa weil dieselben Daten in mehreren über die Welt verstreuten Rechenzentren bereitstehen müssen. Dabei kommen auch noch klassische Magnetfestplatten zum Einsatz, aber nur als billiger Langzeitspeicher (Cold Storage). „Heiße“ Daten, die schnell bereitstehen müssen, liegen auf Flash-Speicher, also SSDs.

SSDs gibt es weiterhin auch mit SATA- oder SAS-(12G-)Schnittstellen, aber in Servern setzt sich das Protokoll Non-Volatile Memory Express (NVMe) durch, das für viele parallele Anfragen und niedrige Latenz optimiert ist. NVMe nutzt PCIe als Transportschicht; hier läuft derzeit der Übergang von PCIe 3.0 auf PCIe 4.0. Die gängigen NVMe-SSD-Bauformen M.2 und U.2 nutzen je vier Lanes (x4), bei PCIe 4.0 sind damit knapp 8 GByte/s beziehungsweise 1,8 Millionen 4K-IOPS möglich. Die ersten PCIe-4.0-SSDs schöpfen das aber noch längst nicht aus.

Mittlerweile lässt sich knapp 1 Petabyte (PByte) Flash-Speicher auf einer Rack-Höheneinheit unterbringen, nämlich in Form von 32 SSDs mit je 30 TByte. Bei 8000 Euro pro SSD kostet ein solcher Einschub rund 260.000 Euro.

Die „größten“ 3,5-Zoll-Festplatten fassen derzeit 18 TByte, verteilt auf neun Scheiben. Um 2 TByte auf jede Scheibe zu quetschen, kommen Tricks wie punktförmige Aufheizung der Schreibzone mit Mikrowellen zum Einsatz (Microwave Assisted Magnetic Recording, MAMR) sowie das Aufzeichnungsverfahren Shingled Magnetic Recording (SMR) mit teilweise überlappenden Datenspuren. Zudem sind solche Festplatten mit Helium gefüllt. Für 2020 sind 20-TByte-Laufwerke angekündigt.

Mit Storage-Servern, die jeweils über 100 Festplatten aufnehmen, sind über 1000 Platten in einem (tonnenschweren) Rack mit insgesamt über 15 Petabyte Speicherplatz möglich. Für derartige Systeme sind alte Verfahren wie RAID-5 oder RAID-6 als Schutz vor Datenverlust nicht mehr sinnvoll; stattdessen kommen Konzepte wie Forward Error Correction zum Einsatz.



Bild: HPE

**Die „Composable Infrastructure“ HPE Synergy ist ein modulares Serversystem.**

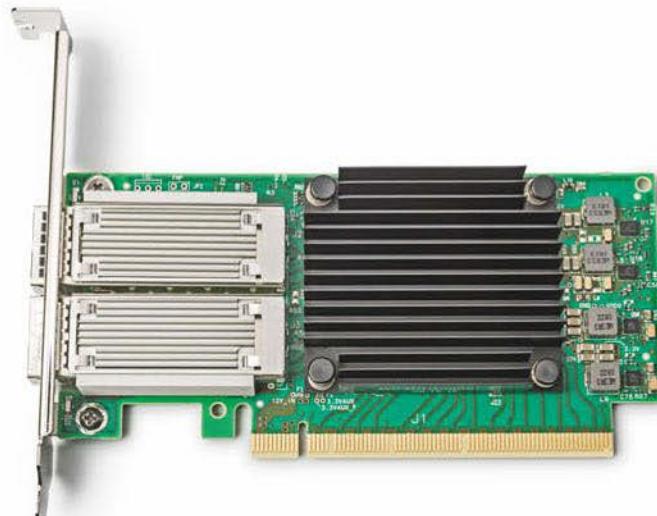
Zurzeit kommen erste SSD-Speichersysteme mit NVMe over Fabrics (NVMeoF) auf den Markt. Letztlich sind das Storage-Boxen mit NVMe-SSDs und schnellen Infiniband- oder Ethernet-Karten, etwa für 25-, 50- oder gar 100-GBit/s-Ethernet. Typische Funktionen solcher Storage-Systeme sind Redundanz zum Schutz vor Datenverlust, Deduplikation und Kompression zur Reduktion der Datenmengen sowie Verschlüsselung als Datenschutz. NVMeoF-Speichersysteme können aus gewöhnlichen Servern mit AMD- oder Intel-Prozessoren aufgebaut sein, die Storage-Software ausführen. Spezielle Storage-Prozessoren sowie FPGA-Karten versprechen kürzere Latenzen.

Computational Storage verlagert Aufgaben auf das Speicher-Subsystem, was die eigentlichen Server entlastet und Latenzen reduziert. Beispielsweise müsste zum Durchsuchen eines Speichermediums dessen Inhalt nicht erst blockweise ins RAM des Host geladen werden, sondern die SSD sucht selbst und liefert dann nur die eigentlich gewünschten Daten.

## Modulare Maschinen

Die Automatisierung von Konfiguration und Verwaltung von Servern soll Admins die Arbeit erleichtern beziehungsweise teure Fachkräfte einsparen. Ein Internet-Dienstleister kann etwa die Bereitstellung eines Standard-Hostingpaketes weitgehend automatisieren: Sobald der Kunde bezahlt hat, richten Skripte die vereinbarten Ressourcen für die jeweilige virtuelle Maschine (VM) ein: CPU-Kerne, RAM, Netzwerkports sowie ein Massenspeicher-Kontingent, das mit dem Image eines Betriebssystems provisioniert wird. Als Hardware-Infrastruktur für eine große Anzahl einander ähnlicher VMs sind so genannte hyperkonvergente Server [1] gedacht, die sich als System aus gleich ausgestatteten Maschinen inklusive Massenspeicher einfach erweitern lassen, wenn der Bedarf wächst.

Diese Scale-out-Methode passt jedoch nicht zu Anwendungen, die etwa spezielle Rechenbeschleuniger oder extrem schnellen Massenspeicher benötigen. Hier sind flexiblere Systeme als Unterbau nötig, die HPE Composable Infrastructure nennt. Bei der HPE Synergy, bei Dells PowerEdge MX7000 und Ciscos Unified Computing System (UCS) lassen sich Rechen-, Massenspeicher- und Netzwerkmodule mischen, um sie über eine



Schnelle Server-Hostadapter mit PCIe 4.0 sind bereits lieferbar, etwa der Mellanox ConnectX 5 für Ethernet mit 100 GBit/s.

zentrale Fernwartungssoftware als VM-Ressourcen bereitzustellen.

Eher für Cloud-Rechenzentren sind disaggregierte Systeme gedacht, bei denen man Massenspeicher, Beschleuniger und Netzwerkressourcen flexibler mit Servern im gleichen Rack kombiniert. Intels Rack Scale Design (RSD) ist eine Spezifikation für solche modularen Systeme, deren einzelne Komponenten PCIe verknüpft.

## Höhere Sicherheit

Die Sicherheitslücken Spectre und Meltdown haben der IT-Branche vor Augen geführt, wie verwundbar ihre Systeme im Kern sind. In der aktuellen Xeon-Generation hat Intel viele Lücken geschlossen, aber das Grundproblem noch nicht gelöst. Bei künftigen Prozessoren soll die Angriffsfläche dank Control Flow Enforcement Technology (CET) schrumpfen.

Speziell auf Cloud-Server zielen Intels Software Guard Extensions (SGX), mit denen Programmierer sichere Enklaven im RAM einrichten können. Diese Trusted Execution Environments (TEE) sind für parallel laufende Prozesse und sogar lokale Admins nicht einsehbar und verschlüsselt. In die CPU „eingebrannte“ Zertifikate und der Austausch von Hashes mit Intel-Servern sichern die Integrität eines SGX-TEE. Dessen Nutzer muss dann nicht mehr dem Betreiber des vielleicht tausende Kilometer entfernten Rechenzentrums vertrauen, sondern nur noch Intel – das ist jedenfalls die Theorie.

Auch AMDs RAM-Verschlüsselung Secure Encrypted Virtualization (SEV)

schützt Daten vor dem Zugriff eines lokalen Administrators oder vor Angriffen aus einer parallel laufenden VM. Bei SEV verschlüsselt der Speicher-Controller wählbare RAM-Adressbereiche per AES und mit unterschiedlichen Geheimnissen, die der in der CPU eingebettete „Secure Processor“ (früher Platform Security Processor/PSP genannt) verwaltet.

Für „ruhende Daten“ auf Massenspeichern (Data at Rest) ist Datenschutz durch Verschlüsselung längst Standard. Eine selbstverschlüsselnde Festplatte oder SSD (Self-Encrypting Drive/SED) schreibt ausschließlich zuvor verschlüsselte Daten auf ihre Magnetscheiben beziehungsweise in ihre Flash-Chips. Datenträger lassen sich blitzschnell sicher löschen, indem man schlichtweg den geheimen Schlüssel löscht. Und defekte Festplatten stellen kein Datenschutzrisiko mehr dar.

## Cloud, KI und 5G

Derzeit treiben Cloud-Rechenzentren und KI-Anwendungen wie Spracherkennung und Bildersuche die Entwicklung der Server an. Zudem rüstet sich die Branche für 5G-Netze mit gewaltigem Bedarf an Rechenleistung und Speicherplatz. Die anstehende Datenflut verlangt auch immer schnellere Schnittstellen. Hardware für Rechenzentren muss aber nicht bloß schneller werden, sondern vor allem auch effizienter und sicherer. (ciw@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Christof Windeck, Hyper-Pakete, Das steckt in hyperkonvergenten Servern, c't 7/2017, S. 112



# iPhones mit Übersicht

## Neue iPhones mit besseren Kameras und längeren Laufzeiten

**Eine abgeschnittene Person nachträglich doch noch ganz aufs Foto zu kriegen klingt nach Science Fiction oder KI. Apples 2019er Smartphones iPhone 11, 11 Pro und 11 Pro Max erledigen das mit einem zusätzlichen Weitwinkelobjektiv und etwas Software. Auch sonst bieten sie viele Detailverbesserungen, etwa bei der Laufzeit.**

**Von Robin Brand, Johannes Schuster und Jörg Wirtgen**

**S**ind sie es, die neuen iPhones? Erst beim Blick auf die Rückseite verraten sich die drei Apple-Smartphones der 11er-Reihe. Durch mehr Kameras und neue Farben unterscheiden sie sich äußerlich von ihren Vorgängern. Doch auch im Inneren hat sich etwas getan, die Smartphones sind schneller und ausdauernder geworden – und teuer geblieben.

Nach der kompletten Umstellung der neuen Modelle auf ein randloses Design im vergangenen Herbst hat sich Apple dieses Mal auf Detailverbesserungen konzentriert. Den Einstieg bildet das iPhone 11 als Nachfolger des iPhone XR (siehe c't 24/2018, S. 52) ab 800 Euro (64 GByte). Die Pro-Reihe beginnt mit Preisen ab 1150 Euro für das kleinere Modell in der kleinen Speicherausstattung (5,8 Zoll, 64 GByte) und endet erst beim 1650-Euro-Preisschild des technisch identisch ausgestatteten großen Bruders iPhone 11 Pro Max mit dem größten Speicher (6,5 Zoll, 512 GByte Flash).

### Edle Gehäuse

Während die spiegelglatte Glasrückseite des iPhone 11 von einem mattierten Aluminiumrahmen eingefasst ist, zieren ein glänzender Edelstahlrahmen und ein matter Glasrücken die Pro-Modelle. Markant prangt ein quadratisches Kameramodul mit zwei (iPhone 11) respektive drei (iPhone 11 Pro & Pro Max) Objektiven darauf. Und in genau diese hat Apple besonders viel Arbeit investiert, um zur ein wenig enteilten Android-Konkurrenz aufzuschließen. Aufpassen sollte man, wo man das Handy ablegt – denn die Einfassung der Kameraobjektive ist sehr scharfkantig. Aufeinander gelegt zerkratzen die Objektive unseres einen iPhone-Testgeräts das Display des anderen. Flach auf den Tisch gelegt, kippeln die iPhones beim Tippen auf der oberen Hälfte.

In den beiden Pro-Modellen sitzen erstmals Kameras mit drei Brennweiten – in der von vielen Android-Highend-Smartphones bekannten Kombination aus

Ultra-Weitwinkel, Weitwinkel und Telekamera. Besitzer eines iPhone 11 müssen auf das zweifache optische Tele verzichten. Gewohnt aufgeräumt ist die Kamera-App gestaltet. Einen manuellen Modus sucht man weiterhin vergeblich (wer nicht darauf verzichten möchte, findet etliche brauchbare Dritthersteller-Apps), viele Funktionen arbeiten als Automatik, etwa HDR – oder der neu hinzugekommene Nachtmodus für Fotos im Dunkeln.

Der Ultra-Weitwinkel erfasst einen Bildwinkel von 120 Grad, kommt mit Blende f/2,4 und nimmt wie die lichtstärkere Hauptkamera (f/1,8) 12-Megapixel-Fotos auf. Das den Pro-Modellen vorbehaltene optisch stabilisierte Tele (f/2) ist laut Apple rund 40 Prozent lichtdurchlässiger als jenes des XS – wird im Nachtmodus gezoomt, vertraut die Software aber lieber auf den Digitalzoom der Hauptkamera.

## Fotos auf Spitzenniveau

Die Fotos der Hauptkamera sind auf den ersten Blick kaum von jenen des Vorgängers iPhone XS zu unterscheiden. Es bleiben die im Vergleich zum iPhone X etwas kühleren, aber kräftigen Farben und viele Details in der Bildmitte. Allerdings bewahren die Fotos der iPhones 11 mehr Details an den Rändern – das war noch eine Schwäche der Vorgänger gewesen [1]. Auch den Vergleich mit Spitzen-Androiden (siehe Kasten) bestehen die neuen iPhones. Im Vergleich etwa zum Samsung Galaxy Note 10 (c't 20/2019, S. 108) löst das iPhone etwas feiner an den Rändern auf, glättet weniger, zeigt aber mehr Schärfungsartefakte. All das sind aber Dinge, die man nur in der Detailansicht wahrnimmt, kaum aber auf dem Smartphone-Display – und die auch dann nur Nuancen sind.

Die Smartphone-üblichen Schwächen zeigt der Ultra-Weitwinkel der iPhones:



Beim Fotografieren sieht man im Rahmen die Bildinhalte der nächst weitwinkligeren Kamera und kann diese mit aufnehmen.

Viele Details wahrt er nicht im Foto. Zur kreativen Bildgestaltung lädt der 120-Grad-Bildwinkel dennoch ein. Praktisch: Optional ist der Ultra-Weitwinkel auch dann aktiv, wenn Fotos mit der Hauptkamera geschossen werden. Analog dazu funktioniert das auch mit Haupt- und Telekamera. Dann erscheint im schwarzen Rahmen neben dem eigentlichen Bildausschnitt eine erweiterte Vorschau von Bildteilen, die das nächst weitwinklige Objektiv steuert. Dank dieser zusätzlichen Informationen kann man etwa abgeschnittene Personen auf Gruppenfotos hervorzaubern oder Fotos begradigen, ohne sie verkleinern zu müssen. Bleibt das Foto nach der Aufnahme 30 Tage lang unbearbeitet, werden die zusätzlichen Bildinformationen gelöscht.

Auf Topniveau fotografiert die Telekamera, knackig scharf mit kräftigen Farben. Wackelfrei platziert, bleibt das Tele ungewöhnlich lange auch bei weniger Licht aktiv. Im Labor war das bis hinab zu 5 Lux der Fall – erst bei 0,5 Lux im Nachtmodus übernahm die Hauptkamera. Das im Vergleich zum Vorgänger XS (f/2,4) lichtstärkere Teleobjektiv des iPhone 11 Pro (f/2) macht sich positiv bemerkbar. iPhone-11-Nutzer müssen auf den digitalen Zoom zurückgreifen.

## Nachtmodus & Video

Einen Schwachpunkt hat Apple mit den 11er-iPhones beseitigt: die Fotografie bei wenig Licht. Der neue Nachtmodus funktioniert wie bei der Konkurrenz, die Software kombiniert mehrere Fotos mit verschiedenen Belichtungen zu einem Bild. In dunkler Umgebung springt der Nachtmodus automatisch an und lichtet Szenarien ab, wo die Vorgänger-iPhones nur Schwarz sehen. Bei 5 Lux ist das iPhone auf Augenhöhe mit den besten Android-Smartphones, liefert meist stimmige Farben und zeigt in manchen Situationen sogar mehr Details als die besten Androiden – vor allem aber bleibt die Abendstimmung erhalten. Erst bei 0,5 Lux setzen sich Huawei P30 Pro und Samsung Galaxy Note 10 leicht ab.

In Sachen Video bleibt das iPhone die Referenz. Alle Kameras nehmen 4K mit bis zu 60 fps auf. Schwenks werden flüssig dargestellt, Erschütterungen fängt die Bildstabilisierung souverän ab. Der Wechsel zwischen den Kameras während des Filmens funktioniert geschmeidig, Farbverschiebungen sind kaum wahrnehmbar.

12-Megapixel-Fotos nimmt die Frontkamera auf. Für Porträt-Selfies sind 7 MP voreingestellt. Für künstliche Unschärfeeffekte greifen die iPhones auf Tiefen-

## Benchmarks

Modell	Geekbench Single-Core	Geekbench Multi-Core	3DMark Ice Storm Unlimited	3DMark Slingshot Extreme	Video (normale Helligkeit)	3D-Spiel (normale Helligkeit)	WLAN-Surfen (normale Helligkeit)	Video-Streaming (normale Helligkeit)	Ladezeit auf 50 % / 100 %
Apple iPhone 11	[Punkte] besser ►	[Punkte] besser ►	[Punkte] besser ►	[Punkte] besser ►	[i] besser ►	[i] besser ►	[i] besser ►	[i] besser ►	
Apple iPhone 11 Pro	5481	13862	95824	4866	14,6	11,2	14,6	11,3	88 min / 208 min
Apple iPhone 11 Pro Max	5469	13941	97063	5381	18,3	12,2	13,5	14,5	25 min / 91 min
Apple iPhone XS Max	5483	13920	97093	5200	21,1	13,6	14,6	16	31 min / 119 min
Google Pixel 3 XL	4805	11574	77250	3556	12,9	9,9	8,8	13,4	88 min / 144 min
Huawei P30 Pro	2394	8158	60996	4554	12,8	8,8	9,8	11,5	34 min / 201 min
OnePlus 7T	3304	10020	55618	4356	15,8	10,5	16,5	17,1	18 min / 57 min
Samsung Galaxy Note 10+	3681	11287	75399	6251	16,3	11,8	13,4	17,1	21 min / 48 min
	4556	10471	55065	5036	17,9	-	14	16,4	23 min / 67 min

informationen der ebenfalls im Notch sitzenden Infrarotkamera zurück - Fehler beim Freistellen feiner Strukturen blieben dennoch nicht aus.

## Display, Notch & Akku

Auch die Displays der Pro-Generation hat Apple überarbeitet: Sie sollen 15 Prozent weniger Energie verbrauchen und heller strahlen - wir haben im regulären Betrieb bis zu 800 cd/m<sup>2</sup> gemessen, ein sehr guter Wert (iPhone XS: 680 cd/m<sup>2</sup>). Bei HDR-Fotos sind mitunter mehr als 1000 cd/m<sup>2</sup> möglich. Damit sind die iPhones Pro auch bei direkter Sonneneinstrahlung problemlos ablesbar. Die Farben zeigen die OLEDs kräftig und kontraststark an, auch den erhöhten Dolby-Vision-Kontrast stellen sie

dar - im Unterschied zum LCD des iPhone 11, das ähnliche Messergebnisse wie das des XR liefert. Auch an dessen Helligkeit (600 cd/<sup>2</sup>) und Farbdarstellung gibt es nichts auszusetzen - allerdings sollte für einen Preis von 800 Euro auch ein OLED drin sein. Vor allem die niedrige Auflösung von 1792 × 828 Pixel und eine damit einhergehende klassische iPhone-Pixel-dichte von 326 dpi lässt zu wünschen übrig.

Allen iPhones gemein ist die Aussparung im Display. In der schnelllebigen Smartphone-Branche mag der verhältnismäßig große Notch unmodern wirken, er hat aber Vorteile. So bietet die Aussparung genügend Platz für Frontkamera und Hörmuschel. Diese wird nicht ins Display oder

an den oberen Rand gequetscht, was das Telefonieren unangenehmer machen würde.

Neben einer besseren Kamera verspricht Apple vor allem längere Laufzeiten - und löst das Versprechen ein. In der Videodauerschleife kommt das 11 Pro Max auf beachtliche 21,1 Stunden (XS Max: 12,9 Stunden), das kleinere Pro auf 18,3 Stunden (XS: 11,6 Stunden) und das iPhone 11 immerhin noch auf gute 13,1 Stunden (XR: 11,1 Stunden). Auch bei intensiver Nutzung überstehen die Geräte einen Tag locker. Zum schnelleren Aufladen legt Apple den Pro-Geräten ein 18-Watt-Netzteil bei, die ersten 50 Prozent sind in einer halben Stunde gefüllt, eine volle Ladung dauert damit rund anderthalb Stunden. Das iPhone 11 kommt nur mit 5-Watt-Netzteil, eine volle Ladung dauert quälend lang, mehr als drei Stunden im Test.

## Die Android-Konkurrenz: Eine Auswahl

Bis zu 1650 Euro für ein Smartphone: Solch eine Kaufentscheidung will wohl überlegt sein, und auch Apple-Fans dürfen einen Blick ins Android-Lager riskieren.

Konkurrenten fürs **iPhone 11 Pro Max** mit großem Display und Triple-Kamera gibt es reichlich, auch wenn keiner davon so schnell ist wie das iPhone. Mit noch mehr Display trumpft das Samsung Galaxy Note 10+ auf, trotz 6,8 statt 6,5 Zoll Diagonale ist es praktisch gleich groß und sogar 30 Gramm leichter als das 11 Pro Max. Vergleichbar ist auch die Kameraausstattung. Den Stift hat das Note dem iPhone voraus. Die 256-GByte-Variante kostet rund 1000 Euro. Verzichtet man auf den Stift, kommt das Galaxy S10+ mit 6,4-Zoll-Display infrage, das noch mal 20 Gramm und 250 Euro spart. Der nicht mehr unangefochtene König der Nachtfotografie ist das Huawei P30 Pro mit optischem Fünffachtele: 6,5 Zoll, Gewicht und Gehäusegröße wie das Note 10+, um 700 Euro. Ähnlich groß und schwer ist auch das Google Pixel 3XL; es hat allerdings nur 6,3 Zoll und weder Weitwinkel noch Tele - die Hauptkamera gehört aber zur Spitzensklasse. Das Xiaomi 9T Pro (450 Euro) kommt mit Qualcomms Spitzenchip Snapdragon 855 und brillantem OLED, die Kamera fotografiert nicht auf dem Niveau der Klassenbesten. Verhältnismäßig viel fürs Geld bekommt man auch bei OnePlus,

das 7T mit Triplecam punktet mit 90-Hz-OLED und Snapdragon 855 Plus - der genaue Preis war bei Redaktionsschluss noch nicht bekannt, dürfte aber um die 600 Euro liegen. Ebenfalls bei Redaktionsschluss noch nicht vorgestellt waren die neuen Pixel 4 von Google.

Schwieriger wird es, einen Konkurrenten für das **iPhone 11 Pro** zu finden: Mit ähnlicher Dreifach-Kamera und Top-Ausstattung punkten das Samsung Note 10, Galaxy S10, Huawei P30 und Sony Xperia 5; alle vier wiegen sogar weniger und haben größere Displays als das Pro - sie sind aber auch merklich größer, etwa einen Zentimeter höher und etwas breiter. Sollen es die Maße des Pro sein, kommen das Galaxy S10e und das Pixel 3 infrage, doch denen wiederum fehlen die Tele-Kamera, dem Pixel auch das Weitwinkel. Ge spannt sein darf man hier auf das Pixel 4. Die ehemalige Kompakt-Empfehlung Sony Xperia Z2 Compact ist zwar noch kleiner und leichter als das iPhone 11 Pro, inzwischen aber in puncto Kamera, Prozessor und Display abgehängt.

Das **iPhone 11** wiederum gewinnt im Android-Umfeld keinen Blumentopf. Fürs gleiche Geld bekommt man bessere Geräte mit größerem Display (Note 10, S10+, P30 Pro), bei gleichem Maß und Gewicht bekommt man mehr Ausstattung für weniger Geld (S10), und eine vergleichbare Ausstattung kostet viel weniger (S10e).

(jow@ct.de)

## Prozessor, Hardware

Den Prozessor samt Grafikeinheit hat Apple nochmals beschleunigt; weiter handelt es sich um ein 64-Bit-ARM-SoC mit zwei schnellen und vier Stromspar-Kernen, den Apple entwirft und bei TSMC fertigen lässt. In allen Rechen- und Grafik-Benchmarks liegt er um 15 bis 40 Prozent vor dem Vorgänger-SoC im iPhone XR/XS. Die Android-Spitzenreiter Kirin 980, Exynos 9825 und Qualcomm 855 sind deutlich abgehängt, und selbst den nagelneuen 855+ bläst Apples A13 Bionic weg. Hierzu profitiert im Alltag beispielsweise die Kamera, die 4K/60Hz-Videos digital butterweich stabilisiert. Auch dürfte genügend Leistungsreserve für die nächsten Jahre vorhanden sein.

Weniger zukunftssicher ist das Funkmodem hinsichtlich 5G - der neue Funkstandard fehlt. Das ist derzeit und in den nächsten zwei, drei Jahren in Europa kein Nachteil. Aber gerade weil die Nutzungs dauer bei iPhones dank Apples langjähriger Updateversorgung und der großzügi gen Rechenpower so hoch ist, schmerzt es, dass Apple keine 5G-Variante des iPhone 11 anbietet - anders als es beispielsweise Samsung beim Galaxy Note 10 und S10 macht. Hinsichtlich LTE, WLAN und Bluetooth entspricht das iPhone dem Stand der Technik.

Als Ladebuchse kommt weiterhin Lightning zum Einsatz, sodass bisheriges Zubehör passt. Die Vorzüge der USB-C-Buchse der iPad Pro fehlen, vor allem die

Möglichkeit, direkt ein USB-C-Display anzuschließen. Auch unterstützten die iPhone Pro anders als die iPad Pro keinen Stift.

Die drei iPhones gibt es in jeweils drei unterschiedlichen Speicherausstattungen, beginnend ab 64 GByte Flash. Diese sind mit Videos, Fotos, Musik und Apps schnell ausgeschöpft. Da sich der interne Speicher nicht erweitern lässt, ist der Kauf der nächstgrößeren Variante ratsam. Entsperrt wird wie gehabt per Face-ID. Im Test klappte das meist gut, wenn auch nicht ganz so zügig und zuverlässig wie mit klassischem Fingerabdrucksensor. Weiterhin lassen sich die iPhones mit zwei SIMs betreiben, allerdings nehmen die Geräte nur eine physische nanoSIM auf – Dual-SIM-fähig sind sie per eSIM, womit man auf bestimmte Provider beschränkt ist. Zu gefallen wissen die laut aufspielenden Stereo-Lautsprecher der iPhones, man meint sogar leichte Bässe erahnen zu können. Bei maximaler Lautstärke beginnen sie aber hörbar zu schrappen.

## Fazit

Die neuen iPhones sind Spitzensmartphones ohne wirkliche Schwächen – aber auch ohne bahnbrechende Innovationen. Im Vergleich zu den beiden vorigen Generationen hat Apple vor allem die Kamera und die Akkulaufzeit verbessert. Ist man mit Fotos und Durchhaltevermögen zufrieden, kann man also auch auf die nächste iPhone-Generation warten. Android-Smartphones findet man mit vergleichbaren Leistungen ohnehin günstiger (siehe Kasten).

Wer sich für ein iPhone 11 entscheidet, erhält ein überragend verarbeitetes Gerät und das aktuell schnellste Smartphone auf dem Markt, dessen Kamera als Gesamtpaket betrachtet mit den besten Androiden mithält und hier und da die Linse vorn hat (Stichwort Video!) – und an dem man dank zuverlässigem Support noch lange Jahre seine Freude haben wird. Das kleinste (aber immer noch große) Loch in den Geldbeutel reißt das iPhone 11. Die Pro-Varianten haben ihm das brillante Display und das optische Tele voraus.

(rbr@ct.de) ct

## Literatur

[1] Robin Brand, Jörg Wirtgen und Sophia Zimmermann, Smartphones mit Spitzenkamera, iPhone und sieben Android-Handys im Foto-Vergleich, c't 16/2019, S. 70

**Das iPhone 11 siedelt sich größtmäßig zwischen dem 11 Pro und dem 11 Pro Max (hinten in Nachtgrün) an.**



## Die neuen iPhones

Modell	iPhone 11	iPhone 11 Pro	iPhone 11 Pro Max
Hersteller	Apple	Apple	Apple
Betriebssystem	iOS 13.1.2	iOS 13.1.2	iOS 13.1.2
Prozessor / Keme / Takt	Apple A13 Bionic / 6 / 2,66 GHz	Apple A13 Bionic / 6 / 2,66 GHz	Apple A13 Bionic / 6 / 2,66 GHz
Grafik	Apple A13	Apple A13	Apple A13
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	4 GByte / 256 GByte (248 GByte) / –	4 GByte / 512 GByte (499 GByte) / –	4 GByte / 512 GByte (499 GByte) / –
WLAN / 5 GHz / Dual-Band	Wi-Fi 6 / ✓ / ✓	Wi-Fi 6 / ✓ / ✓	Wi-Fi 6 / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 / ✓ / GPS, GNSS	5.0 / ✓ / GPS, GNSS	5.0 / ✓ / GPS, GNSS
Fingerabdrucksensor	–	–	–
mobile Datenverbindung / SAR-Wert (Head, EU)	LTE-A / 0,95 W/kg	LTE-A / 0,95 W/kg	LTE-A / 0,95 W/kg
Dual-SIM / microSD zusätzlich / eSIM	✓ (nur per eSIM) / – / ✓	✓ (nur per eSIM) / – / ✓	✓ (nur per eSIM) / – / ✓
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3110 mAh / – / ✓	3046 mAh / – / ✓	3969 mAh / – / ✓
USB-Anschluss / Kopfhörerbuchse	Lightning / –	Lightning / –	Lightning / –
Abmessungen (H × B × T)	15,1 × 7,6 × 1 cm	14,4 × 7,1 × 1 cm	15,8 × 7,8 × 1 cm
Gewicht / Schutzart	194 g / IP68	188 g / IP68	226 g / IP68
Farbvarianten	Schwarz, Grün, Gelb, Violett, Rot, Weiß	Gold, Grau, Silber, Grün	Gold, Grau, Silber, Grün
<b>Kamera</b>			
Kameraauflösung / Blende / OIS	12 MP / f/1.8 / ✓	12 MP / f/1.8 / ✓	12 MP / f/1.8 / ✓
Zweitkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f/2.4 / – (Ultra-Weitwinkel)	12 MP / f/2.4 / – (Ultra-Weitwinkel)	12 MP / f/2.4 / – (Ultra-Weitwinkel)
Drittakamera Auflösung / Blende / OIS	–	12 MP / f/2 / ✓ (Zweifach-Tele)	12 MP / f/2 / ✓ (Zweifach-Tele)
Frontkamera Auflösung / Blende	12 MP / f/2.2	12 MP / f/2.2	12 MP / f/2.2
<b>Display</b>			
Technik	6,1 Zoll LCD (IPS)	5,8 Zoll (OLED)	6,5 Zoll (OLED)
Auflösung (Pixeldichte)	1792 × 828 Pixel (326 dpi)	2436 × 1125 Pixel (458 dpi)	2688 × 1242 Pixel (458 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	1,9 ... 600 cd/m² / 90 %	1,7 ... 796 cd/m² / 95 %	1,7 ... 810 cd/m² / 93 %
<b>Bewertung</b>			
Bedienung / Performance	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
Display / Laufzeit	⊕ / +	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Kamera Fotos / Videos	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Preis	800 € (64 GByte), 850 € (128 GByte), 970 € (256 GByte)	1150 € (64 GByte), 1320 € (256 GByte), 1550 € (512 GByte)	1250 € (64 GByte), 1420 € (256 GByte), 1650 € (512 GByte)
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut

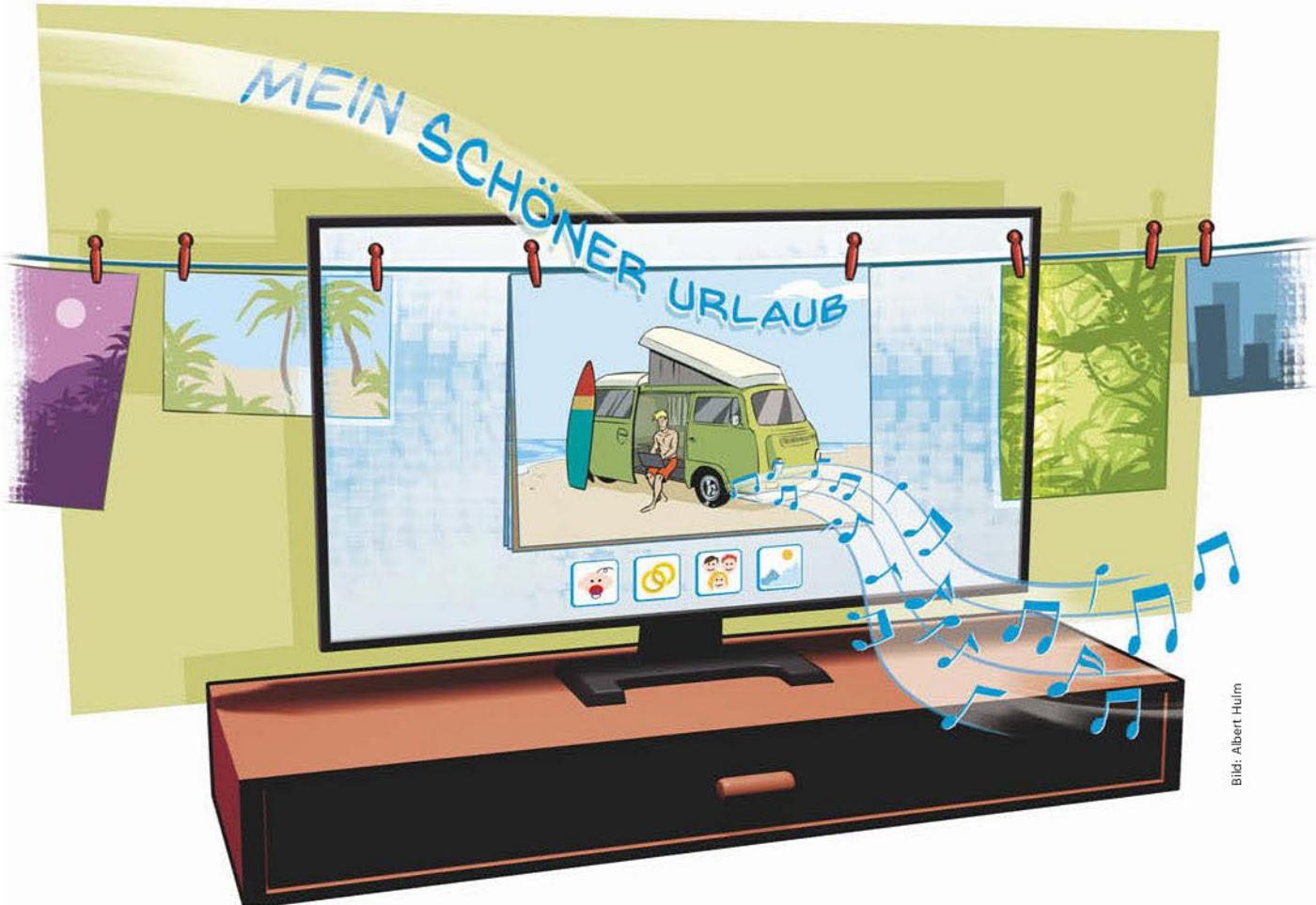


Bild: Albert Huim

# Bewegende Diashows

## Fotoshow-Programme für Windows und macOS

**Etliche Raw-Entwickler und Bildbetrachter spielen Fotos im Vollbild ab, zu einer gelungenen Fotoshow gehört aber mehr: Hintergrundmusik und ansprechende Übergänge zum Beispiel. Nur wenige spezialisierte Programme ergänzen Bewegungseffekte und exportieren ruckelfreie Videodateien.**

Von André Kramer

**D**as Licht geht aus, alle Augen richten sich auf die weiße Leinwand, die sich unter dem getäfelten Dachgeschoss spannt. Etwas klackert im Projektor und, wo vorher nichts als Weiß war, erheben sich nun schroffe Klippen über türkisfarbenem Wasser – fast so, als wären meine Schwester und ich wieder am Gardasee. Die Technik hat sich seit diesem Spätsommerabend in den 80er-Jahren geändert. Die Magie einer Diashow entfaltet sich noch heute. Fotoshow-Software und Laptop ersetzen den Projektor, um die Fotos aus dem letzten Urlaub oder von der Familienfeier bestmöglich in Szene zu setzen.

Voraussetzung für die Teilnahme am Test war, dass das Programm Fotoshows mit Bildübergängen sowie Bewegungseffekten animiert und das Resultat mindestens in Full HD als Videodatei ausgibt. Die meisten Programme unterstützen 4K-Auflösung oder mehr. So qualifizierten sich die Windows-Programme DiaShow Ultimate von AquaSoft, Magix Fotostory Deluxe, PhotoStage von NCH Software und Slideshow Studio HD von Ashampoo. Boinx FotoMagico läuft ausschließlich unter macOS, Movavi Slideshow Maker unter Windows und macOS. 4K Slideshow Maker auch unter Ubuntu.

### Import und Export

Das Fotoshow-Projekt sollte mit der Bildauswahl beginnen. Die Bilder exportieren Sie am besten als JPEG-Dateien in einen Projektordner. Alle Programme außer dem kostenlosen 4K Slideshow Maker binden auch Bilddateien anderer Formate ein. Die meisten können Videos integrieren (siehe Tabelle). Einzig das Mac-Programm FotoMagico konnte im Test ICC-Farbprofile interpretieren. Grundsätzlich sollten Sie die Fotos daher im Farbraum sRGB exportieren.

Kleinster gemeinsamer Nenner beim Export ist das MP4-Video in Full HD.

Wünschenswert ist jedoch 4K-Auflösung, die alle Testkandidaten außer Magix Fotostory unterstützen. AquaSoft DiaShow und Magix Fotostory brennen zudem Blu-ray Discs und bringen passende Menüvorlagen mit. Etliche Programme exportieren die Videos direkt auf Vimeo, YouTube oder andere Webportale. Mit einem ausführbaren Player kann man Fotoshows direkt abspielen, ohne dass eine Wiedergabesoftware auf dem Abspielcomputer installiert sein muss. Im Live-Präsentationsmodus von FotoMagico 5 Pro und Fotostory 2020 Deluxe kann man Bilder manuell zeigen, also innehalten und erzählen, statt von der Geschwindigkeit des Videos abhängig zu sein. AquaSoft hat dafür das Programm Stages im Angebot, eine erweiterte Version von DiaShow.

### Blende und Bewegung

Der US-amerikanische Dokumentarfilmer Kenneth Burns prägte noch zu analogen Zeiten eine Technik, bei der er Kamerabewegungen und Zoom einsetzte, um Fotos auf eindringliche Weise zu präsentieren. Mit einem Ken-Burns-Effekt setzt sich ein Diashow-Programm von Software

mit simpler Vollbildfunktion ab. Es sollte Vorlagen anbieten oder den Effekt anderweitig sinnvoll automatisieren, denn beim Basteln nach Feierabend möchte niemand die Schwenks über Keyframes manuell bearbeiten. Wichtiger als alles andere ist, dass die Bewegung im exportierten Video nicht ruckelt.

Übergangseffekte sind ein weiteres kreatives Betätigungsfeld. Die Klassiker heißen Kreuzblende und Schwarzblende und wirken am wenigsten aufdringlich. Daneben gibt es Wischer (oder Wipes) von allen vier Seiten, Umblättern und kompliziertere Übergänge mit umdrehenden Rechtecken oder dreidimensionale Animationen, die Wellenbewegungen im Wasser simulieren. Im Zweifelsfall ist weniger mehr: Je dezenter die Übergänge, desto besser wirken die Fotos.

### Text und Musik

Ein Textwerkzeug kann für verschiedene Zwecke genutzt werden, beispielsweise für Haupttitel, Bildunterschrift und Abspann. Mindestens Schriftart, Größe, Farbe, Schnitt und Position sollte man einstellen können. Für Rolltitel reichen bereits einfache

Animationen. DiaShow, Fotostory und Movavi bieten komplexere Vorlagen an, um ansprechende Titel zu gestalten.

Hintergrundmusik kann ein mächtiges Werkzeug sein, um Emotionen hervorzurufen oder zu unterstützen, beispielsweise bei dramatischen Landschaftsaufnahmen. Im Netz gibt es Seiten, die GEMA-freie Musik anbieten – nur diese dürfen Sie öffentlich ohne Gebührenzahlung aufführen (siehe c't 3/2019, S. 116). Evermusic, Jamendo, Terrasound und andere Dienste bieten GEMA-freie Tracks zum Download an. Das Free Music Archive hat viel Auswahl. Etliche Programme bringen GEMA-freie Musik mit, bieten welche zum Download an oder unterstützen mit Web-Tipps.

### Reiserouten und anderes

Ein beliebtes Gimmick sind animierte Reiserouten. Eine berühmte Vorlage dafür stammt aus den Indiana-Jones-Filmen. Magix legt seinem Programm Fotostory 2020 das Hilfsprogramm „Travel Maps“ bei, mit dem man auf einfache Weise Karten auswählen, Bewegungspfade darlegen und Grafiken für Schiff, Auto, Flug-

## Weitere Programme für Diashows

Viele Programme geben Fotosammlungen im Vollbild wieder, zum Beispiel **Bildbetrachter**. Fast Stone Image Viewer 7.4, IrfanView 4.53 und XnView 2.49 sind allesamt kostenlos für Windows erhältlich und zeigen Bilder verschiedener Formate an. Auch die mit Windows installierten Programme „Fotos“ und „Windows-Fotoanzeige“ können Bilddateien im Vollbild als Diashow wiedergeben. Gemeinsam ist ihnen, dass sie keine Bewegungseffekte anwenden, keine Hintergrundmusik abspielen und keine Übergangseffekte zur Verfügung stellen.

Der Vollbildmodus ist die natürliche Umgebung von IrfanView. Hier reicht ein Druck auf die Eingabetaste, um das geöffnete Foto monitorfüllend anzuzeigen. Mit Pfeiltasten bewegt man sich vor und zurück. Ebenso funktioniert es in der Vorschauansicht des Fast Stone Image Viewer. Bei XnView muss man zunächst im Diashow-Dialog einen Bilderordner angeben, den das Programm anschließend im Vollbild mit etwas schwerfälliger Kreuzblende abspielt.

Auch **Raw-Entwickler** zeigen Fotos im Vollbild an. Bei DxO PhotoLab 2.3 genügt ein Druck auf F11 für eine einfache Ansicht. Bei Capture One 12.1 kann man immerhin die Standdauer der Fotos und einen von 19 Übergangseffekten wählen. Lightroom Classic 8.4 enthält einen eigenen Diashow-Arbeitsbereich, in dem man Hintergrundtafel, Abstände, Text, Musik und Effekte konfigurieren kann. Strg+Eingabe startet eine Dia-



Im Diashow-Arbeitsbereich von Lightroom kann man die Fotowiedergabe detailliert konfigurieren.

show mit Standardeinstellungen; sie lässt sich als PDF oder Video exportieren.

Die **Bildbearbeitung** Photoshop Elements erstellt Diashows aufgrund einfacher Vorlagen und spielt das Ergebnis ab oder exportiert es als MP4-Datei in Full HD. Auch mit Apple Fotos lassen sich anhand von wenigen Themenvorlagen auf die Schnelle ansprechende Fotoshows erstellen.



## 4K Slideshow Maker 1.7

Der 4K Slideshow Maker steht als einziges Programm im Test für Windows, macOS und Linux zur Verfügung. Wir haben unter Windows getestet. Zunächst fügt man Bilder hinzu; das Programm unterstützt ausschließlich JPEG-Dateien. Außerdem lassen sich Fotos aus beliebigen offenen Instagram-Konten importieren.

Fotoshows versieht das Programm selbstständig mit dezenten Schwenk- und Zoom-Effekten sowie Kreuzblende. Außerdem kann man eine MP3- oder WAV-Datei als Hintergrundmusik wählen. Anschließend exportiert das Programm die Fotoshow anhand von Profilen für diverse Endgeräte, unter anderem für ältere iPhones und iPads, oder als MP4-Datei maximal in 4K-Auflösung. Es bietet die Seitenverhältnisse 4:3 und 16:9 an. Der Export dauert recht lang, das Resultat sieht aber durchaus ansprechend aus. Die Effekte drängen sich nicht auf und die Bilder ruckeln nicht.

Zeitleiste, Textwerkzeug oder Themenvorlagen bietet das Programm nicht. Kreativer Spielraum ist praktisch nicht vorhanden. Es wäre nicht schlimm, wenn dieses kostenlose Tool lediglich Fotos animieren und samt Musik als Video ausgeben würde – wenn da nicht ein Bug wäre, der Videos löscht. Der Softwarehersteller „4K Download“ behauptet gar nicht, dass das Programm Videos einbinden kann. Wenn man aber dennoch Videodateien auf die Programmoberfläche zieht, landen diese ohne eine Warnung geradewegs im Papierkorb.

- animiert Fotos automatisch
- löscht Videos beim Import



## AquaSoft DiaShow 11.5 Ultimate

An Funktionsarmut mangelt es dem Programm DiaShow vom Potsdamer Hersteller AquaSoft nicht. Es importiert Dateien etlicher Medienformate. Es brennt Blu-ray- und AVCHD-Discs sowie Video-DVDs, exportiert Videodateien H.264- oder H.265-kodiert in allen erdenklichen Formaten und erstellt unter Windows selbstausführende EXE-Dateien. Der große Bruder AquaSoft Stages 11 für 247 Euro erweitert das Paket für professionelle Live-Präsentation.

Große Schaltflächen laden zum Import von Bildern und Musik sowie zum Aufruf von Storyboard, Bilderliste oder Toolbox auf. Unten findet sich je nach Einstellung Storyboard oder Zeitleiste. Links stellt die Toolbox Werkzeuge für Bild, Video, Sound, Text, Partikel, Kapitel oder Collage bereit. Rechts legt man Eigenschaften für Bilder, Übergänge, Sound und Text fest. Das Programm erzeugt Rolltitel für Abspanne mit konturiertem Text und nimmt gesprochenen Audio-Kommentar auf. Hintergrundmusik lässt sich in einer Titelliste sammeln und sortieren.

Für Ken-Burns-Animationen, Übergänge und Textanimationen gibt es etliche Vorlagen. Partikeleffekte ergänzen Regen, Schnee oder Pollenflug. Etwas kompliziert ist der Umgang mit Bewegungspfaden gelöst. Sie lassen sich nutzen, um Bilder punktgenau landen zu lassen oder Reiserouten zu animieren – Grafiken für Auto, Boot und Flugzeug inklusive. Dazu verknüpft man eine Bilddatei mit einem Pfad und ordnet diesem Zeitmarken und Positionen zu. Video-Tutorials helfen Neulinigen auf die Sprünge; möglich ist hier einiges.

- großer Funktionsumfang
- gute Automation



## Boinx FotoMagico 5 Pro

Das Mac-Programm FotoMagico Pro schafft spielend den Spagat zwischen einfacher Bedienung und Flexibilität, zwischen Funktionen für den Dia-Abend zu Hause und der Live-Präsentation des Naturfotografen im Stadttheater.

Nach Auswahl des Seitenverhältnisses geht nahezu alles automatisch. Importierte Fotos landen unaufgefordert im Storyboard, das man in eine Zeitleiste umwandeln kann. Dort lassen sich die Fotos auf Wunsch in eine benutzerdefinierte Reihenfolge ziehen. Bewegungseffekte ergänzt das Programm selbsttätig. Fotos laufen entweder nach definierter Standzeit weiter oder wechseln bei Mausklick.

Bewegungseffekte steuert man sehr intuitiv über einen Start- und Endbildschirm. Dort stellt man mit einem Zoom- und einem Rotationsrad die gewünschten Positionen ein. Die Übergangseffekte wirken edel und lassen sich auf einzelne, ausgewählte oder alle Bilder anwenden. Professionell wirkende Designvorlagen helfen beim Ergänzen von Texttiteln. Außerdem lassen sich sowohl Fotos als auch Videos mit Rahmen versehen. Die Show kann man in Kapitel gliedern und diese zur Übersicht einklappen. zieht man ein Bild aus einer Spur heraus, ergänzt das Programm automatisch eine weitere.

Bei Anchluss eines zweiten Monitors läuft die Präsentation automatisch auf diesem ab. Außer der Live-Option exportiert das Programm Projekte auch als MOV- beziehungsweise MP4-Datei oder als auf dem Mac ausführbares Programm.

- einfache Bedienung
- Profi-Funktionsumfang



## Magix PhotoStory 2020 Deluxe

Magix Photostory 2020 hat eine Fülle an Textvorlagen, Übergängen, Bildeffekten und Grafikelementen zu bieten. Ärgerlich ist, dass der Berliner Hersteller alle möglichen Tools von PC Check & Tuning bis zu Music Maker installiert. Zweckdienlich ist hier nur Travel Maps, das mit einfach zu bedienenden Werkzeugen Reiseroutenanimationen erstellt, die leider leicht ruckeln.

Rechts neben dem Vorschaufenster kann man Medien, Übergänge, Titel und Effekte sowie Intro- und Outro-Videos auswählen. Aus dem Medienfenster zieht man Foto-, Video- und Audio-dateien auf die Zeitleiste. Jede Spur kann alle Medientypen aufnehmen. Die Übergänge sind vielseitig, die Textanimationen und Intro-Videos hollywoodreif.

Ein-Klick-Looks pepfen Fotos auf. Vertikale Aufnahmen bekommen auf Wunsch eine verwischte Kopie ihrer selbst im Hintergrund. Man kann Videos beschneiden, Deko-Elemente wie Sticker hinzufügen und Fotocollagen erstellen. Neu ist der Live-Präsentationsmodus für externe Monitore.

Das Programm bringt ein halbes Dutzend Assistenten mit. Mit dem neueren Photostory-Assistenten ist das Produkt inklusive Effekten in Nullkommanichts fertig. Allerdings zeigt er keine aussagekräftige Vorschau und ermöglicht so kaum Kontrolle über das Resultat. Der ältere Fotoshow Maker ermöglicht mehr Kontrolle über Themen wie Hochzeit, Reise oder Chill-out. Ein weiterer Assistent teilt längere Shows anhand der EXIF-Daten in Kapitel auf, die sich für Blu-ray-Menüs nutzen lassen.

- ➡ viele sinnvolle Vorlagen
- ➡ installiert Ballast



## PhotoStage 6 Pro

Der Workflow ist bei PhotoStage klar gegliedert; eingebundene Fotos lassen sich mit wenigen Klicks um Schwenk- und Zoom-Animation ergänzen. Die Pro-Version importiert Medien aller Art; die Home-Version für 50 US-Dollar unterstützt keinen Videoimport. Hintergrundtracks der Kategorien Blues, Classic, Dance, Rock und World kann man in einer Soundbibliothek auswählen, vorhören und anschließend herunterladen. Sie lassen sich bis zum Ende der Show wiederholen und ausblenden.

Die Animationen kann man entweder auf die Bilder ziehen oder konfigurieren, wohin sich die Kamera von Start bis Ende bewegen soll. Ein Assistent beschleunigt die Prozedur. Neben Bewegungseffekten kann man wenig taugliche Bildeffekte und -korrekturen auf Fotos anwenden – so etwas erleidet man besser in einem Bildbearbeitungsprogramm. Die meisten Vorlagen für Texttitel wirken schrill und wie aus animierten GIFs der 90er-Jahre importiert.

Die Rendering-Performance ist unterirdisch. Selbst bei relativ kleinen 8-Megapixel-Ausgangsfotos brauchte das Programm beim Abspielen im Vorschaufenster etwa drei Sekunden, um das nächste Bild darzustellen. Eine Vorausbewertung von Übergangseffekten und die interne Bildbearbeitung sind damit nahezu unmöglich. Wenn die Vorschau endlich erscheint, ruckelt das Bild immer noch.

Auch die Ausgabequalität überzeugt nicht. Im exportierten Diashow-Video stand jedes Bild zunächst einen Augenblick, bevor die Animation einzusetzen – und das stört den Bildeindruck.

- ➡ schwerfällige Vorschau
- ➡ schlechte Effektumsetzung



## Movavi Slideshow Maker Plus 5.4

Der Slideshow Maker steht in zwei Varianten mit unterschiedlich vielen Effekten, aber ansonsten gleichem Funktionsumfang zur Verfügung. Die kleinere Variante ohne Plus kostet gut 40, die getestete knapp 60 Euro.

Ein Assistent fragt Bildauswahl, Themenvorlage und Dauer der Show ab. Deutliche Bewegungseffekte ergänzt er automatisch. Die Standzeit für alle Bilder lässt sich nicht beeinflussen, nur die Gesamtdauer der Show. Die vorgefertigte Show kann man manuell weiterbearbeiten. Ganz oben in der Zeitleiste liegt die Spur für Text, darunter befinden sich zwei Videospuren, ganz unten die Audiospur. So ist klar, welche Elemente was verdecken.

Große Schaltflächen repräsentieren Fotofilter, Übergänge, Animation und Textvorlagen. Man zieht sie einfach in die Zeitleiste. Das Programm hat einige veraltete Fotofilter zur Ölgemälde-Simulation und Ähnliches an Bord, einige recht bunte Clip-Arts und Vorlagen für eher hektische Animationen. Die Übergangseffekte sind aber durchaus brauchbar; die Textanimationen für Titel und Abspann wirken modern und ansprechend.

Movavi spezialisiert sich auf Videosoftware, was man den detaillierteren Exporteinstellungen bis hin zu Codec und Bitrate anmerkt. Der gerätespezifische Export wirkt aber angestaubt: PlayStation 3, iPhone 6s und Samsung Galaxy S7 sind die neuesten Vorlagen. Das Programm zeigt eine flüssige Vorschau der Effekte und der in Arbeit befindlichen Show. Das fertige Video ruckelt allerdings leicht.

- ➡ gute Benutzerführung
- ➡ schlechter Export



## Ashampoo Slideshow Studio 4 HD

Slideshow Studio von Ashampoo zeigt importierte Fotos mit schwarzen Balken und ohne Bewegungseffekte an. Jedes Bild steht drei Sekunden; der Übergang dauert zwei Sekunden. Das lässt sich ändern, aber nur Bild für Bild. Ein Fotoshowprogramm sollte die Grundeinstellungen Anzeigedauer, Beschnitt auf Ausgabeseitenverhältnis und Bewegungseffekte auf das gesamte Projekt anwenden können.

Das Programm bringt 140 größtenteils mittelmäßige Übergangseffekte mit – statt zehn gute. Immerhin wendet es Kategorien von Übergangseffekten auf ausgewählte Bildwechsel zufällig an. So ist das Thema mit „Zufällig aus Überblendungen“ relativ schnell erledigt. Den „Ken-Burns-Effekt“ fügt man im gleichnamigen Dialog der Bildeinstellungen hinzu. Slideshow Studio bietet acht Vorlagen an, zwei für Zoom und sechs für Schwenken. Start- und Endbildrahmen der Animation kann man auf einfache Weise platzieren.

Die Vorlagen für Bildunterschriften wirken etwas aufdringlich; über hundert weitere Vorlagen stehen zum Download zur Verfügung, die aber wie die Übergänge eher durch Masse als durch Klasse glänzen. Immerhin realisiert das Programm Vorspann und Abspann mit Rolltiteln, für die es auf Wunsch die Hintergrundmusik ausspart.

Es ist möglich, mit Slideshow Studio eine ansehnliche Fotoshow zu gestalten, allerdings nur in langwieriger Handarbeit. Grundlegende Projekteinstellungen kann man nicht vornehmen. Auf Nebenschauplätzen wie den vielen Übergängen und Textvorlagen zeigen sich die Entwickler hingegen ungewöhnlich detailversessen.

- ✖ nicht automatisierbar
- ✖ geringer Funktionsumfang

zeug oder Fahrrad hinzufügen kann. Bei AquaSoft DiaShow muss man Karten selbst als Bilder importieren und Bewegungspfade ergänzen. Video-Tutorials erklären, wie das geht. Bewegungspfade lassen sich in DiaShow auch für Partikeleffekte nutzen. Über das Bild rieseln dabei Schneeflocken oder herbstliche Blätter.

Darüber hinaus gibt es Spezialeffekte und -funktionen, beispielsweise Vorlagen für Filmtrailer in Fotostory oder die Op-

tionen zur Steuerung im Live-Vortrag von FotoMagico.

## Fazit

Am Ende zählt das Produkt, und das überzeugt vor allem bei den Programmen für 70 bis 100 Euro. Boinx FotoMagico und Magix Fotostory exportieren astrein animierte und völlig ruckelfreie Fotoshows. Das Mac-Programm FotoMagico eignet sich sowohl für Fotoshow-Filme als auch

## Fotoshow-Software

Produkt	4K Slideshow Maker 1.7	DiaShow 11.5 Ultimate					
Hersteller	4K Download	AquaSoft					
URL	<a href="http://www.4kdownload.com">www.4kdownload.com</a>	<a href="http://www.aquasoft.de">www.aquasoft.de</a>					
Systemanforderungen	Windows, macOS ab 10.12, Ubuntu	Windows ab Vista					
Sprache	Deutsch	Deutsch					
<b>Import</b>							
Foto	JPEG	BMP, GIF, JPEG, PNG, PSD, TIF					
Video	– (löscht Videos beim Versuch)	AVI, MKV, MOV, MP4, M2TS, WMV u. a.					
Audio	MP3, M4A, Ogg Vorbis, WAV	MP3, Ogg Vorbis, WAV, WMA					
<b>Export</b>							
Blu-ray / Video-DVD	– / –	✓ / ✓					
Menüvorlagen	–	über 66 Vorlagen (für Video-DVD)					
Videodateiformate	AVI, MP4	AVI, M2TS, MKV, MOV, MP4, WebM u. a.					
maximale Auflösung	3840 × 2160 Pixel	unbegrenzt					
Export für Geräte	iPhone 3GS-5, iPad, iPad Mini, iPad Retina	Instagram-Hochformat, Standardmonitore					
Live-Ansicht	ruckelnde Vollbildvorschau	schnelle Vollbildvorschau					
Wiedergabe auf zweitem Monitor	–	– (nur in „Stages“)					
Standalone-Player	–	✓ (EXE-Datei)					
Direkt-Upload ins Web	–	Vimeo, YouTube					
<b>Gestaltung</b>							
Seitenverhältnis	4:3, 16:9	4:3, 16:9, 16:10, 21:9 u. a., eigene					
Fotos autom. beschneiden	✓	✓ (oder strecken)					
Timeline / Storyboard	– / ✓	✓ / ✓					
Standzeit	für alle Fotos wählbar	für alle Fotos wählbar					
Bild- und Tonspuren	–	beliebig viele über Kapitelobjekt					
Stilvorlagen	–	19 (teils in 4:3 und 16:9)					
Übergangseffekte	Kreuzblende (Dauer wählbar)	Blenden, Wischen, Formen, Wellen, Blättern u. a. (über 100)					
Bewegungseffekte	Automatischer Schwenk und Zoom	Kamerafahrt, Rotation, Zoom, Presets für Ken-Burns-Effekte					
Titelgenerator (Textwerkzeug)	–	Detaillierte Einstellungen, Schatten, Kontur, über 100 Animationen					
Rolltitel / Untertitel	– / –	✓ / ✓					
Musik	Audiodatei von Festplatte	Titelliste, ausblendbar, Download-Tipps					
Audio-Recorder	–	✓					
Reiserouten-Animation	–	✓ (4 Vorlagen für animierte Pfade)					
Fotos optimieren	Drehen in 90-Grad-Schritten	Beschnitt, Belichtung, Kontrast, Farbkorrektur					
Bildefekte	–	Farbver fremdung, Schwarzweiß, Vignettierung, Wz. u. a.					
Farbverwaltung	–	–					
Weitere Funktionen	Fotos von Instagram einbinden	Partikeleffekte, Masken, animierte Pfade					
<b>Bewertung</b>							
Bedienung / Funktionsumfang	⊕ / ⊖	⊖ / ⊕					
Stabilität und Geschwindigkeit	⊖	⊕					
visuelle Qualität	⊖	⊕					
Preis	kostenlos	97 €					
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	⊖ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe

für die Live-Präsentation vor Publikum mit manuellem Bildwechsel und animiertem Text – damit setzt es sich von Apple Fotos ab. Die Bedienung ist einfach gelöst und doch flexibel aufgestellt. So soll es sein.

Magix Fotostory Deluxe bringt gigabytesweise Effektvorlagen, Hintergrundmusik, Menüs und Textanimationen mit – zum guten Teil in ansprechendem Design. Allerdings ist das Produkt historisch gewachsen; mal kam der eine, Jahre später

der andere Assistent hinzu. Neueinsteiger finden sich kaum zurecht.

AquaSoft DiaShow ist ebenfalls über viele Jahre zu einem großen Paket gewachsen, daher wirken etliche Effekte etwas angestaubt. AquaSoft hat aber auf schnelle Wiedergabe und übersichtliche Integration neuer Funktionen geachtet. Bei DiaShow ruckelt nichts, aber die Ken-Burns-Animation stoppt kurz vor dem nächsten Bild, was leicht störend wirkt.

Wer gerne an Fotoshows bastelt, kann sich hier austoben.

Der kostenlose 4K Slideshow Maker animiert sauber, aber etwas eintönig. Wenn man Videodateien importieren will, landen diese im Papierkorb: ein schwerer Bug. PhotoStage disqualifiziert sich durch unbrauchbare Effektumsetzung. Das Slideshow Studio von Ashampoo verlangt zu viel Handarbeit. Die Videos bei Ashampoo und Movavi ruckeln etwas. (akr@ct.de) **ct**

FotoMagico 5 Pro	Fotostory 2020 Deluxe	PhotoStage 6 Pro	Slideshow Maker Plus 5.4	Slideshow Studio HD 4
Boinx	Magix	NCH Software	Movavi	Ashampoo
www.boinx.com	www.magix.net	www.nchsoftware.com	www.movavi.de	www.ashampoo.com
macOS ab 10.10	Windows ab 7	Windows ab Vista, macOS ab 10.5	Windows ab XP, macOS ab 10.7	Windows ab 7
Deutsch	Deutsch	Deutsch	Deutsch	Deutsch
BMP, GIF, JPEG, HEIC, PNG, PSD, TIFF, Raw	BMP, GIF, JPEG, PNG, TIF, Raw	BMP, GIF, JPEG, PNG, TIF	BMP, GIF, JPEG, HEIC, PNG, TIFF, Raw u. a.	BMP, GIF, JPEG, PNG, TIF
M4V, MOV, MPEG-2, MP4 u. a.	AVI, M2TS, MKV, MOV, MP4, WMV u. a.	AVI, M2TS, MPEG-2, MKV, MOV, MP4, WMV	AVI, M2TS, MKV, MOV, MP4, WMV u. a.	—
AIFF, M4A, MP3, WAV	AIFF, M4A, MP3, Ogg Vorbis, WAV	AIFF, MP3, Ogg Vorbis, WAV, WMA	AIFF, M4A, MP3, Ogg Vorbis, WAV	M4A, MP3, Ogg Vorbis, WAV
— / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	✓ / ✓
—	über 80 HD-Vorlagen	—	—	—
M4V, MP4, MOV (H.264 oder ProRes, AAC)	AVI, MOV, MP4 (H.264, HEVC), WMV	AVI, FLV, MKV, MOV, MP4, WMV u. a.	AVI, MKV, MOV, MP4 (H.264), WMV u. a.	AVI, M2TS, MP4, MOV, WMV, WebM u. a.
unbegrenzt	1920 × 1080 Pixel	3840 × 2160 Pixel	unbegrenzt	3840 × 2160 Pixel
Apple TV 4K, iPhone bis Xs, iPad bis Pro 2017	Smartphones und Tablets mit Android, iOS und Windows	TV-Geräte	iPhone bis 6s, iPad, Galaxy S6/S7, Nexus 6, Pixel, PS3, Xbox 360 u. a.	Geräte mit Android und iOS, Xbox One/360, PS3/PS4
Live-Präsentationsmodus	Live-Präsentationsmodus	ruckelnde Vollbildvorschau	gering aufgelöste Vollbildvorschau	Vorschau im Fenster
✓	✓	—	—	—
✓ (APP-Datei)	✓ (EXE-Datei)	—	—	—
Vimeo, YouTube	YouTube	Dropbox, OneDrive, Vimeo, YouTube u. a.	Google Drive, Vimeo, YouTube	— (Export für Faceb., Vimeo, YouTube u. a.)
4:3, 3:2, 16:9, wie Monitor, eigene	4:3, 16:9	16:9	1:1, 4:3, 16:9, 9:16, eigene	4:3, 16:9
✓	✓	✓ (oder strecken)	✓	—
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —	✓ / —	— / ✓
für alle Fotos wählbar	für alle Fotos wählbar	für alle Fotos wählbar	für einzelne Fotos wählbar	für einzelne Fotos wählbar
6 Bild-, 3 Tonspuren	bis zu 64 Spuren	je eine Spur	2 Video-, 1 Audio-, 1 Titelspur	je eine Spur
	75 (Photostory-Assistent)	—	10 (Reisen, Familie, Liebe, Geburtstag ...)	—
Blenden, Wipes, Jalousie, Würfel, Zoom, Blättern (ca.20)	Blenden, Wischen, Formen, 3D-Formen, Blättern u. a. (über 70)	Blenden, Formen, Rotation, Jalousie, Würfel, Blättern (über 40)	Blenden, Zoomen, Blättern, Drehen, Wischen, Würfel u. a. (über 200)	Blenden, Wischen, Formen, Klappen, Schließen u. a. (über 140)
Kamerafahrt, Rotation, Zoom	Ken-Burns-Effekt, drehen, bewegen, verfremden, verzerrten	Schwenk, Zoom, Drehen	Schwenk, Zoom, Vorlagen für Animation	Zoom (hinein und hinaus), Schwenk (digital, horizontal, vertikal)
Größe, Farbe, Font, Schatten, Laufweite, über 20 Vorlagen, weitere zum Download	über 100 Vorlagen für Vorspann, Abspann und Bildunterschrift	18 Texteffekte und Vorlagen für Bildunterschriften	Animationen für Titel, Vorspann, Abspann (über 300 Titel mitgeliefert)	Größe, Farbe, Font, Schnitt, 5 Vorlagen für Bildunterschriften (100 zum Download)
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —
Ducking, Fade-in und Fade-out	GEMA-freie Titel in diversen Stilen enth.	umfangreiche Soundbibliothek	über 80 Tracks mitgeliefert	Audiodatei von Festplatte
✓	✓	✓	✓	—
—	✓ (Magix Travel Maps)	—	—	—
nicht-destruktive Bildkorrektur	Helligkeit, Kontrast, Farbe, Schärfe u. a.	Drehen in 90-Grad-Schritten, spiegeln	Autom. Kontrast, Sättigung, Weißabgleich	Drehen in 90-Grad-Schritten, spiegeln
—	Mosaik, Sand, Poster, Prägen u. a.	Schwarzweiß, Sepia, Vignettierung u. a.	Alter Film, Mosaik, Öl, Pop-Art u. a.	—
✓	—	—	—	—
Taktung zur Musik, animierte Splitscreens	Store für Titelvorlagen, Sounds, Blenden	Regentropfen- und Welleneffekte	Chroma-Key, Sticker und Pfeile	Text an gebogenem Pfad (Kreistext)
⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖	⊖ / ⊖⊖
⊕⊕	⊕	○	⊖	⊖
⊕⊕	⊕⊕	⊖⊖	⊖	⊖
99,99 €	69,99 €	70 US-\$	59,95 €	29,99 €



# SPECialitäten von Xeon und Epyc

**Serverprozessoren von AMD und Intel im Test mit SPEC-CPU2017**

**Mit der zweiten Generation der Epyc-Server-Prozessoren fordert AMD Intel so stark heraus, wie seit dem Opteron-Schock im Jahre 2002 nicht mehr. Intels PR zieht im Gegenzug die Relevanz mancher der verwendeten Benchmarks in Zweifel. An den von Intel selbst maßgeblich mitgestalteten SPEC-CPU-2017-Benchmarks, die wir im c't-Labor vermessen haben, lässt sich aber kaum rütteln.**

**Von Andreas Stiller**

Die Benchmarks der Standard Performance Evaluation Corporation, kurz SPEC, haben im Benchmark-Universum eine nahezu einzigartige Position. Denn hier setzen sich die Prozessor-, System- und Compilerhersteller zusammen, um sich in einem jahrelangen, mühevollen Ringen auf einen

Satz von Benchmarks zu einigen. Das gilt insbesondere für die SPEC-CPU2017-Suite, für die über 10 Jahre, über 40 Meetings und unzählige Telefonkonferenzen nötig waren. Die Mitglieder des zuständi-

gen Subkomitees stammen unter anderem von AMD, ARM, Dell, Fujitsu, HPE, IBM, Inspur, Intel, Nvidia, Oracle ... und Intel stellte jahrelang mit Jeff Reiley auch den Vorsitzenden. Traditionell war auch Sun – jetzt Oracle – eine treibende Kraft im Team, wobei der langjährige Maintainer der SPEC-Tools und Release Manager Cloyce Spradling inzwischen von Oracle zu AMD gewechselt ist.

Anders als andere bekannte Leistungstests wie Linpack oder Cinebench besteht die CPU2017-Suite insgesamt aus 43 Einzelbenchmarks, aufgeteilt in vier Sub-Suites:

- SPECspeed2017\_int  
(Integer, weitgehend Singlethreading)
- SPECspeed2017\_fp  
(Gleitkomma, mit OpenMP)
- SPECrate2017\_int  
(Integer, parallele Prozesse)
- SPECrate2017\_fp  
(Gleitkomma, parallele Prozesse)

Während die SPECfp-Sub-Suite überwiegend gängige HPC-Applikationen umfasst, tummeln sich in SPECint allgemeinere Aufgaben wie Video- und Datenkomprimierung, gleich drei Spielalgorithmen (Schach, Go, Sudoku), sowie Routenplanung, XML-zu-HTML-Konverter, Perl-Interpreter, GNU-C-Compiler und eine Netzwerksimulation.

## Selbstbau-Benchmark

Alle Benchmarks liegen im Quellcode vor und müssen daher vom Benchmarker mit dem Compiler seiner Wahl mit genauer Dokumentation aller Optimierungs-Flags und Zusatztols kompiliert werden. Hierbei gibt es noch einen Unterschied zwischen „Base“ und „Peak“. Bei Base werden alle Benchmarks einer Sprache wie etwa C, C++ oder Fortran mit den gleichen Flags kompiliert und bei Peak darf man für jeden Benchmark individuell optimieren.

Seit kurzem gibt es auch die Version 1.1 der CPU2017-Suite. Neben ein paar Bugfixes bietet diese vor allem ein genau festgelegtes Prozedere für Energie- und Temperaturmessungen.

Denn eine weitere Besonderheit der SPEC sind die sehr strikten Lauf- und Reportregeln. Ein paar Schlupflöcher

gab es bei der Dokumentation noch, etwa bei den BIOS-Einstellungen und dem Betriebssystem-Tuning. Zwar sollten auch hier alle Einstellungen aufgelistet und in einer speziellen HTML-Datei erklärt wer-

**dt Hardcore**

den, aber die Serverhersteller geben, wenn überhaupt, zumeist nur die Änderungen zu ihrer Standardeinstellung an.

Dabei variieren die Bezeichnungen beim gleichen Prozessor für diverse Einstellungen von Hersteller zu Hersteller. Zudem sagen solche Angaben wie etwa „SMT set to auto“ bei Gigabyte nicht konkret, ob nun mit oder ohne Hyper-Threading gemessen wurde.

So konnten wir die veröffentlichten Ergebnisse für die Xeon-Platinum-8280-Systeme mit unserem Intel-S2600WF-Testsystem nicht nachvollziehen: Was wir auch probierten – etwa alle möglichen, von jedem Hersteller anders bezeichneten Prefetcher ein- und auszuschalten – wir kamen beim Integer-Rate nicht an die veröffentlichten Werte heran, das galt insbesondere bei dem (schon bei CPU2006 problematischen) Xalanx-Benchmark. Insgesamt blieben unsere Ergebnisse bei SPECrate2017\_int\_base etwa 10 Prozent unter den veröffentlichten Werten.

### Quasi nur zwei Skripte

Schaut man sich die zahlreichen Veröffentlichungen auf der SPEC-Website [www.spec.org](http://www.spec.org) an, so herrscht dort Langeweile pur – die Hersteller verwenden vornehmlich die vorkonfigurierten Skripte von Intel oder AMD. Vermutlich kompilieren sie auch häufig gar nicht selber, sondern übernehmen einfach die fertigen Kompilate der Prozessorbauer. Beim Xeon verwenden sie natürlich alle den Intel-Compiler, der inzwischen als Update 4/2019 vorliegt.

So gibt es nur marginale Unterschiede durch verschiedene Betriebssysteme und BIOS-Einstellungen. Manche verlagern gar den kompletten Benchmarklauf samt Libraries in eine RAM-Disk, um so noch den ein oder anderen Prozentpunkt herauszukitzeln (haben wir auch mal gemacht, brachte gegenüber den schnellen NVMe-SSDs aber nichts wirklich Messbares).

Bei AMD ist das nicht großartig anders, hier wird samt und sonders der noch nicht so populäre Clang-Compiler AOCC verwendet. Bis zur Version AOCC 1.3 musste man für Fortran zudem noch einen uralten GCC 4.8.2 einsetzen und diesen mit einem „Dragonegg“ impfen, einem Plug-in mit den Optimierungen und der Code-Erzeugung aus dem LLVM-Projekt. Inzwischen gibt es zum Glück die neue Version 2.0, die nicht nur ZenV2 kennt, sondern bei der solche Drachen-

## SPEC CPU 2017

SPECrate 2017 ...	Kompiler (Tester)	..._int_base	..._fp_base
2 × AMD Epyc 7742 <sup>1</sup>	aocc 2.0 (Supermicro )	674	517
2 × AMD Epyc 7742	aocc 2.0 (c't)	651	506
2 × AMD Epyc 7742	gcc9.1 (c't) <sup>2</sup>	467	407
2 × Intel Xeon Platinum 8280	Intel 2019 (Dell)	342	276
2 × Intel Xeon Platinum 8280	Intel 2019 (c't)	318	266
2 × Intel Xeon Platinum 8280	gcc9.1 (c't) <sup>3</sup>	214	214
2 × AMD Epyc 7601	aocc 1.3 (Asus mit Jemalloc)	301	282
2 × AMD Epyc 7601	aocc 1.3 (c't)	264	242
2 × AMD Epyc 7601	gcc9.1 (c't) <sup>4</sup>	197	219
SPECspeed 2017 ...	Kompiler (Tester)	..._int_base	..._fp_base
2 × AMD Epyc 7742	aocc 2.0 (Supermicro )	8,33	200
2 × AMD Epyc 7742	gcc9.1 (c't) <sup>2</sup>	6,37	1176
2 × Intel Xeon Platinum 8280	Intel 2019 (Dell)	10,4	151
2 × Intel Xeon Platinum 8280	gcc9.1 (c't) <sup>3</sup>	7,58	102
2 × AMD Epyc 7601	aocc 1.2.1 (Dell)	7,16	125
2 × AMD Epyc 7601	gcc9.1 (c't) <sup>4</sup>	4,46	100

<sup>1</sup> mit älterem BIOS 655    <sup>2</sup> 256 copies, SMT on, NPS4, gcc9.1 -O3 -march=znver2

<sup>3</sup> 112 copies, HT on, NPS2, gcc9.1 -O3 -march=cascadelake    <sup>4</sup> 128 copies, SMT on, NPS1, gcc9.1 -O3 -march=znver1

## SPEC-Übersicht

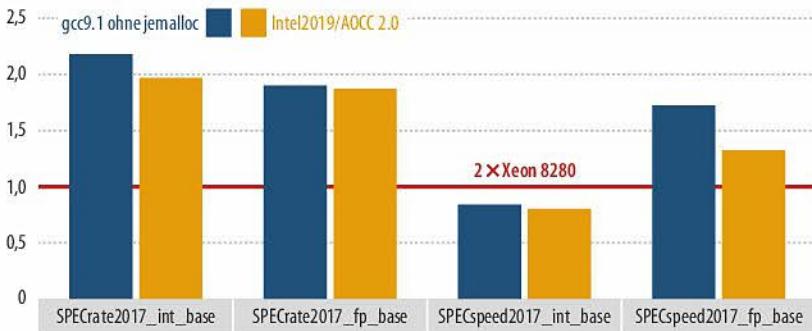
SPECrate 2017 Integer	SPECspeed 2017 Integer	Primäre Sprache <sup>1</sup> / Länge Sourcecode <sup>2</sup>	Anwendungsbereich
500.perlbench_r	600.perlbench_s	C / 326	Perl Interpreter
502.gcc_r	602.gcc_s	C / 1304	GNU C Compiler
505.mcf_r	605.mcf_s	C / 3	Routenplaner
520.omnetpp_r	620.omnetpp_s	C++ / 134	Discrete Event Simulation aus dem Gebiet der Computernetzwerke
523.xalancbmk_r	623.xalancbmk_s	C++ / 520	XML-HTML-Konversion via XSLT
525.x264_r	625.x264_s	C / 96	Videokomprimierung
531.deepsjeng_r	631.deepsjeng_s	C++ / 10	Künstliche Intelligenz: alpha-beta-Suchbaum (Schach)
541.leela_r	641.leela_s	C++ / 21	Künstliche Intelligenz: Monte-Carlo-Suchbaum (Go)
548.exchange2_r	648.exchange2_s	Fortran / 1	Künstliche Intelligenz: Rekursiver Lösungsgenerator (Sudoku)
557.xz_r	657.xz_s	C / 3 <sup>3</sup>	Allgemeine Datenkomprimierung
SPECrate 2017 Floating Point	SPECspeed 2017 Floating Point	Primäre Sprache <sup>1</sup> / Länge Sourcecode <sup>2</sup>	Anwendungsbereich
503.bwaves_r	603.bwaves_s	Fortran / 1	Explosionsmodellierung
507.cactubssn_r	607.cactubssn_s	C++, C, Fortran / 257	Relativitätsphysik
508.namd_r		C++ / 8	Molekulardynamik
510.parest_r		C++ / 427	Optische Tomographie mit finiten Elementen (biomed. Bildgebung)
511.povray_r		C++, C / 170	Raytracing
519.lbm_r	619.lbm_s	C / 1	Flüssigkeitsdynamische Berechnungen
521.wrf_r	621.wrf_s	Fortran, C / 991	Wettervorhersage
526.blender_r		C++, C / 1577	3D-Rendering und -Animation
527.cam4_r	627.cam4_s	Fortran, C / 407	Atmosphären-Modellierung
	628.pop2_s	Fortran, C / 338	Großräumige Ozeanmodellierung für die Klimaforschung
538.imagick_r	638.imagick_s	C / 259	Bildbearbeitung
544.nab_r	644.nab_s	C / 24	Molekulardynamik
549.fotonik3d_r	649.fotonik3d_s	Fortran / 14	Berechnungen aus der Elektromagnetik-Forschung
554.roms_r	654.roms_s	Fortran / 210	Regionale Ozeanmodellierung

<sup>1</sup> bei mehreren verwendeten Sprachen bestimmt die erste die Optionen für Bibliotheken und Links

<sup>2</sup> Codezeilen (in Tausend), inklusive Leer- und Kommentarzeilen

## SPEC CPU2017: AMD Epyc 7742 zur Basis Intel Xeon Platinum 8280

Die relative Leistung des Dual-Epyc-7742 im Vergleich zu zwei Xeon Platinum 8280 mit verschiedenen Compilern.



eier nicht mehr nötig sind. Allerdings spezifiziert AMD weiterhin ein großes Gewusel an Flags, um die gewünschte Performance zu erzielen. Zum Vergleich: Die SPEC CPU2006 erlaubte für Base-Läufe nur maximal 4 Flags.

Jemalloc zum Beispiel ist eine Bibliothek für eine schnellere Speicherallokation. Intel hat dafür inzwischen auch was Eigenes namens qmalloc. Wir haben unser Epyc-Testsystem mit AOCC 2.0 und mit all den gewünschten Flags und auch mit dem jemalloc 2.0 (nicht als fertiges Paket runtergeladen, sondern jeweils für die Zielarchitektur kompiliert) ausgestattet und konnten die veröffentlichten Resultate auch recht gut bis auf etwa 2 oder 3 Prozent verifizieren. Der verbleibende Unterschied liegt höchstwahrscheinlich an der BIOS-Version. Wie die sich auswirkt, kann man sehr schön an den veröffentlichten SPEC-rate-Resultaten von Supermicro ablesen. Denn hier gibt es für einen mit unserem Testsystem vergleichbaren Server mit Epyc 7742 bei komplett gleicher Konfiguration zwei Einreichungen auf spec.org: mit 655 beziehungsweise 674 SPECrate2017\_int\_base. Der einzige Unterschied: das AMI-BIOS des ersten Laufs stammt vom 19. Juli 2019, das andere vom 25. Juli. Unser Ergebnis (mit einem BIOS vom Juni) trifft mit 651 fast punktgenau das vom ersten Supermicro-Lauf.

Die überwiegende Mehrheit der C/C++-Programme auf Linux-Servern dürfte jedoch von GNU-C/C++-Compilern erzeugt worden sein, nicht von Intels Icc/Icpc und nicht vom AOCC. Und so stellt sich die Frage, ob denn irgendwer auch mal CPU2017-Ergebnisse mit diesem „Compiler-Marktführer“ unter Linux

veröffentlicht hat. Und wen wunderts, man findet ... nichts.

### Mit GCC 9.1

Diesem Leerstand wollten wir nun mit ein paar Messungen mit dem aktuellen GCC/G++ 9.1 abhelfen und zwar unter Verzicht auf die Einbindung von Speicher-optimierern wie Jemalloc. Dann bekommt man zwar insgesamt so 20 bis 40 Prozent langsameren Code aber auf beiden Architekturen gleichermaßen.

Der gcc 9.1 bietet Architekturflags sowohl für den neuen Epyc (-march=znver2) als auch für den Xeon Platinum 8280 (-march=cascadelake). Ansonsten haben wir für die Optimierung das übliche -03 ge-

wählt, das auch Autovektorisierung umfasst. Für die Speed-Messungen kommt dann noch die OpenMP-Anweisung -fopenmp hinzu. Das wars dann. SPEC empfiehlt für GCC/G++ vorsichtshalber noch ein paar weitere Flags, etwa -fno-unsafe-math-optimizations. Das ist für die neueren GCC/G++ aber nicht mehr nötig.

Fairerweise muss man sagen, dass die schöne AVX512-Einheit des Xeon bei den CPU2017-Suites nicht arg viel mithelfen kann – hier und da schafft der Compiler eine Autovektorisierung, ansonsten hält sich ihr Einfluss in Grenzen. AMD hat statt auf eine größere Vektoreinheit lieber auf mehr Allzweck-Kerne gesetzt. So können die zwei Epyc 7742 mit ihrer Phalanx von 256 logischen Kernen gegenüber den „nur“ 112 der Xeon 8280 imposant auftrumpfen, egal ob mit Spezialcompilern oder mit GNU-C/C++.

### Gut verteilt

Das klappt bei SPEC-Rate deshalb besonders gut, weil hier viele Applikationen einfach parallel nebeneinander herlaufen, ohne miteinander zu kommunizieren – so wie es allerdings auch im üblichen Multi-User-Betrieb und insbesondere auf Cloud-Servern die Regel sein dürfte. Bei HPC-Anwendungen sieht das häufig anders aus, aber nicht selten findet man auch hier Anwendungen, die viele MPI-Instanzen auf einem SMP-System anwerfen und damit mitunter schneller als alternative SMP-Lösungen mit OpenMP sind. Das gilt

Key	Value	Bios Variable Description	Value	SavedValue
Intel(R) Virtualization Technology	0x0 (Disabled)	Intel(R) Virtualization Technology allows a platform to run multiple operating systems and applications in independent partitions. Note: A change to this option requires the system to be powered off and then back on before the setting takes effect.	0x0 (Disabled)	0x0 (Disabled)
MLC Streamer	0x1 (Enabled)	MLC Streamer is a speculative prefetch unit within the processor(s). Note: Modifying this setting may affect performance.	0x1 (Enabled)	0x1 (Enabled)
MLC Spatial Prefetcher	0x1 (Enabled)	[Enabled] - Fetches adjacent cache line (128 bytes) when required. [Disabled] - Only fetches cache line with data currently in cache.	0x1 (Enabled)	0x1 (Enabled)
DCU Data Prefetcher	0x1 (Enabled)	The next cache line will be prefetched into L1 data cache from L2 or system memory during unused cycles if it sees that the processor core has accessed several bytes sequentially in a cache line as data.	0x1 (Enabled)	0x1 (Enabled)
DCU Instruction Prefetcher	0x1 (Enabled)	The next cache line will be prefetched into instruction cache from L2 or system memory during unused cycles if it sees that the processor core has accessed several bytes sequentially in a cache line as data.	0x1 (Enabled)	0x1 (Enabled)
LLC Prefetch	0x1 (Enabled)	Enable/Disable LLC Prefetch on all threads.	0x1 (Enabled)	0x1 (Enabled)

**Schönes Feature:** Bei Intel kann man die BIOS-Setup-Einstellungen bequem über die Web-Console auslesen, neu vorgeben und dann booten. Leider werden aber nicht alle Optionen angeboten.

insbesondere auch für Intels Lieblingsbenchmark Linpack, bei dem die MPI-Version deutlich zügiger ist als die SMP-Version.

OpenMP kommt allerdings bei SPEC CPU2017 bei den Speed-Benchmarks mit hinein. Bei SPECspeed2017\_int profitiert jedoch nur ein Benchmark davon (657.xz\_s), bei SPECspeed2017\_fp\_base fast alle. Ansonsten gibt es sowohl für OpenMP als auch für MPI noch eigene Suites (SPECComp2012 und SPECMPI2007).

### SMT und Cluster

Ganz wichtig bei den BIOS-Einstellungen ist die Frage, ob mit oder ohne SMT (Hyper-Threading) und welcher Clustermodus (der heißt bei Intel: Sub-NUMA Cluster, SMC). Bei AMDs Epcys kann man sogar wählen, mit wie vielen NUMA-Knoten das System fahren soll, mit einem (NPS1), zwei 2 (NPS2) oder bei den größeren mit 4 (NPS4) pro Prozessor. Es gibt sogar den Modus NPS0, bei dem gar kein Non-Uniform Memory Access aktiviert ist.

Das Betriebssystem glaubt dann, es hätte es mit einem einzigen Prozessor mit 256 logischen Kernen zu tun. Wählt man einen höheren Clustermodus, muss man sich dann penibel um die richtigen Affinitäten und Speicherzuordnungen kümmern, als Lohn bekommt man dafür zum Teil deutlich höhere Performance. So steigt etwa beim Epyc 7742 nach unseren Messungen mit AOCC 2.0 der Wert für SPECint2017\_rate\_base von 621 auf 651, und für SPECfp2017\_rate\_base von 476 auf 506.

Nicht immer bringt der Clustermode Performancezuwachs, er kann etwa bei den Speed-Messungen mit OpenMP auch nachteilig sein. Intel jedenfalls schaltet Sub-NUMA-Clustering bei Speed-Messungen grundsätzlich ab. Auf den Segen von SMT verzichten die Hersteller beider Lager üblicherweise bei den Speed-Messungen. Bei den Kunden stößt das offenbar nicht immer auf Gegenliebe. So hat etwa HPE im August circa 5 Prozent schlechtere Werte für den Betrieb mit Hyper-Threading nachgeliefert.

### Ergebnisse

Egal wie man es dreht oder wendet, ob nun mit auf den Prozessor zugeschnittenen Compilern oder mit GNU-C/C++, die Ergebnisse sind hier wie dort eindeutig. AMDs Epyc 7742 ist dank seiner mehr als doppelten Kernzahl bei SPECrate2017\_int\_base rund Faktor 2 schneller, bei SPECrate2017\_fp\_base um Faktor 1,8 bis 1,9. Bei SPECspeed2017\_int\_base, bei dem nur ein einziger Benchmark von der größeren Kernzahl profitiert, bleibt dann Epyc 7742 um 15 bis 23 Prozent hinter dem Xeon 8280 zurück. Bei SPECspeed2017\_fp\_base jedoch dreht sich der Spieß um, da hier viele Einzelbenchmarks OpenMP nutzen. Dadurch erarbeitet sich der Epyc 7742 einen Vorsprung beim GCC von über 70 Prozent.

Das ist eine Größe, bei der Serverbetreiber, die so viel Rechenleistung benötigen, schon hellhörig werden. Von der immer leistungsgierigeren Szene im High-Performance-Computing ganz zu schweigen.

(csp@ct.de) ct

## SPEC CPU 2017 Int Base mit GCC/G++/Fortran 9.1

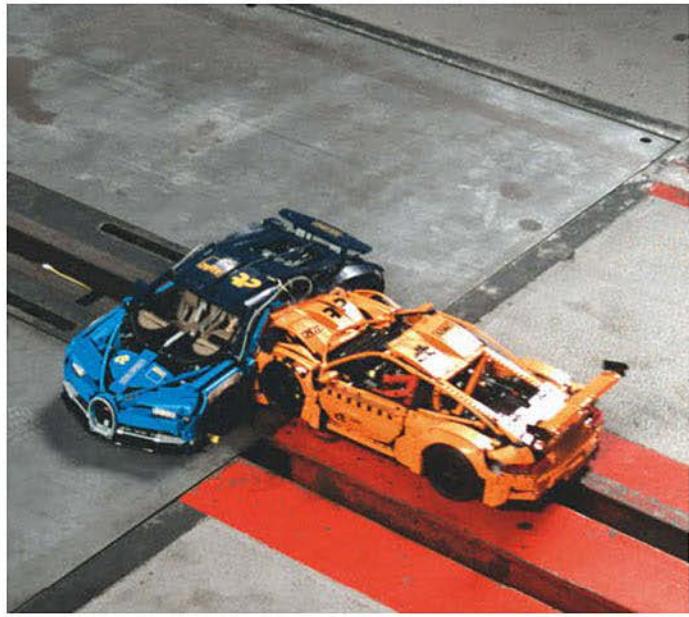
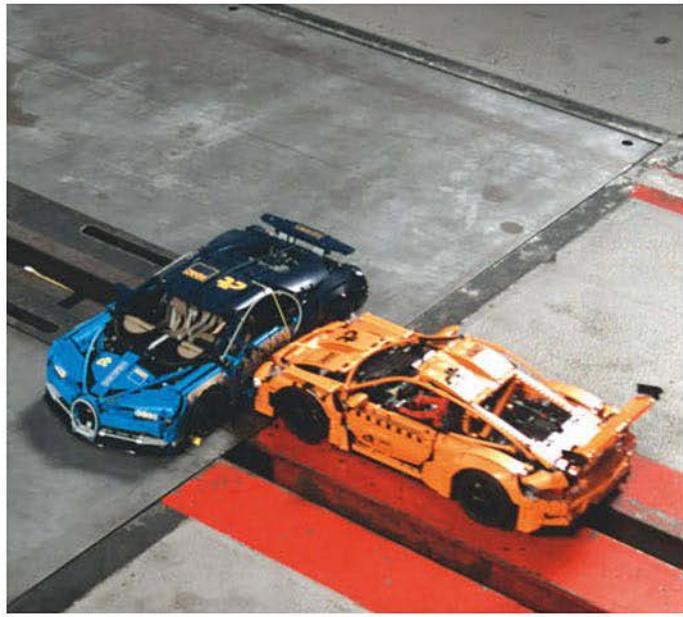
SPECrate2017_int_base	500.perfbench_r	502.gcc_r	505.mcf_r	520.omnetpp_r	523.xalancbmk_r	525.x264_r	531.deepsjeng_r	541.leela_r	548.exchange_2_r	557.xz_r
	[Punkte] besser ▶									
AMD Epyc 7742 <sup>1</sup>	527	472	284	245	338	762	496	539	1070	390
Intel Xeon Platinum 8280 <sup>2</sup>	251	199	144	130	181	339	227	215	380	188
AMD Epyc 7601 <sup>3</sup>	219	168	147	108	123	381	222	224	410	159
SPECspeed2017_int_base	600.perfbench_s	602.gcc_s	605.mcf_s	620.omnetpp_s	623.xalancbmk_s	625.x264_s	631.deepsjeng_s	641.leela_s	648.exchange_2_s	657.xz_s
	[Punkte] besser ▶									
AMD Epyc 7742 <sup>1</sup>	5,04	8,56	7,75	3,62	5,33	6,42	3,75	3,55	9,61	20,9
Intel Xeon Platinum 8280 <sup>2</sup>	6,86	9,14	7,16	5,87	6,69	7,89	4,57	3,93	10,7	23,4
AMD Epyc 7601 <sup>3</sup>	3,08	5,82	5,64	2,67	3,49	5,25	2,74	2,42	5,81	16,3

<sup>1</sup> 256 copies, SMT on, NPS4, gcc9.1 -03 -march=znver    <sup>2</sup> 2112 copies, HT on, NPS2, gcc9.1 -03 -march=cascadelake    <sup>3</sup> 128 copies, SMT on, NPS1, gcc9.1 -03 -march=znver1

## SPEC CPU 2017 FP Base mit GCC/G++/Fortran 9.1

SPECrate2017_fp_base	503.bwaves_r	507.cactubssn_r	508.namd_r	510.parest_r	511.povray_r	519.lbm_r	521.wrf_r	526.blender_r	527.cam4_r	NA <sup>4</sup>	538.imagick_r	544.nab_r	549.fotonik3d_r	554.roms_r
	[Punkte] besser ▶													
AMD Epyc 7742 <sup>1</sup>	684	391	469	445	603	77,3	480	551	715	NA <sup>4</sup>	610	599	234	198
Intel Xeon Platinum 8280 <sup>2</sup>	494	233	259	123	320	52,6	222	299	300	NA <sup>4</sup>	320	330	156	94,4
AMD Epyc 7601 <sup>3</sup>	530	267	237	132	273	59,6	257	301	279	NA <sup>4</sup>	313	351	169	87,2
SPECspeed2017_fp_base	603.bwaves_s	607.cactubssn_s	NA <sup>4</sup>	NA <sup>4</sup>	NA <sup>4</sup>	619.lbm_s	621.wrf_s	NA <sup>4</sup>	627.cam4_s	628.pop2_s	638.imagick_s	644.nab_s	649.fotonik3d_s	654.roms_s
	[Punkte] besser ▶													
AMD Epyc 7742 <sup>1</sup>	707	291	NA <sup>4</sup>	NA <sup>4</sup>	NA <sup>4</sup>	79,6	90,1	NA <sup>4</sup>	162	71,1	218	385	74,8	288
Intel Xeon Platinum 8280 <sup>2</sup>	434	175	NA <sup>4</sup>	NA <sup>4</sup>	NA <sup>4</sup>	42,1	61,5	NA <sup>4</sup>	122	34,3	96,9	198	72,1	111
AMD Epyc 7601 <sup>3</sup>	482	195	NA <sup>4</sup>	NA <sup>4</sup>	NA <sup>4</sup>	55,5	43,7	NA <sup>4</sup>	114	36,7	105	245	56,4	74,3

<sup>1</sup> 256 copies, SMT on, NPS4, gcc9.1 -03 -march=znver2    <sup>2</sup> 112 copies, HT on, NPS2, gcc9.1 -03 -march=cascadelake    <sup>3</sup> 128 copies, SMT on, NPS1, gcc9.1 -03 -march=znver1    <sup>4</sup> nicht Teil der Suite



# Virtualität vs. Wirklichkeit

## Der c't-Lego-Crash 2.0: ADAC-Prüfstand versus Crash-Simulation

**Der Lego-Porsche rast mit 60 km/h auf den stehenden Bugatti. Der Ausgang dieses ungewöhnlichen Crashtests wurde von Simulations-Profis zuvor prognostiziert. In vielen Details stimmten Simulation und Wirklichkeit überein, selbst die Abweichungen hatten interessante Hintergründe. Und dann hat glatt noch ein Teil das Raum-Zeit-Kontinuum durchbrochen.**

**Von Sven Hansen**

**H**eute schlägt die Stunde der Wahrheit. Heute stehen wir auf der Crash-Anlage des ADAC Technikzentrums in Landsberg am Lech. Mit im Gepäck sind die zwei Lego-Supercars. Gestern noch standen sie im Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart, wo uns die Simulationsprofis von DYNAmore eine Prognose für den Ausgang des heute stattfindenden Seiten-

Crashes nach Euro NCAP mit 60 km/h gegeben haben (siehe c't 21/2019, S. 124). Nach einer Präsentation in der 3D-Cave des HLRS und der detaillierten Besprechung am Rechner hatten sie das Aufreißen des Bugattis prognostiziert, die Fahrerkabine des Porsches sollte hingegen intakt bleiben.

Bevor es kracht, ist wie bei jedem großen Crash einiges an Vorbereitung nötig. In der Redaktion wurden die Fahrzeuge für ihren Auftritt aufgehübscht. Sie sind mit den für Crash-Fahrzeuge üblichen Rasterstreifen und einer offiziellen Crash-ID beklebt: SI3019PB01 steht für „Side Impact KW 30 2019 Porsche und Bugatti erster Versuch“.

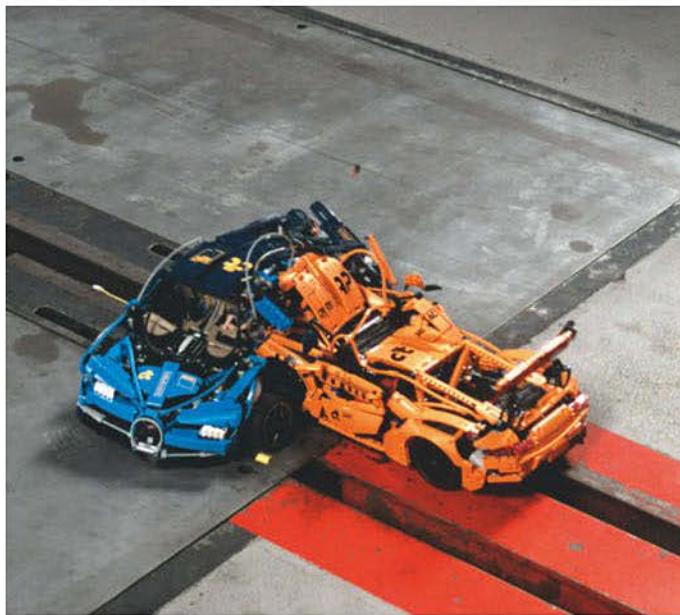
Hier im Technikzentrum des ADAC ist Testleiter Johannes Heilmaier der Chef im Ring und kümmert sich zunächst um die Positionierung der Fahrzeuge. Erste Hürde: Am zweitwärmsten Tag des Jahres haben sich die Stahlschienen der Beschleunigungsstrecke derart ausgedehnt, dass die zwei Führungsklötzte des Porsche-Modells schleifen. Sie halten das Fahrzeug in der 168 Meter langen Bodenschiene auf

Spur. In ihr verläuft die Stahltrasse, die sonst tonnenschwere Fahrzeuge in Bewegung setzt und kurz vor Erreichen der Crash-Zone gestoppt wird, damit die Fahrzeuge frei gegen das Hindernis prallen.

### Schwitzende Schienen

Nachdem die zwei Führungsklötzte minimal nachgearbeitet sind, rollt der Porsche fast widerstandslos durch die Crash-Halle, sobald man ihn anschubst. Ob er die Beschleunigung auf 60 km/h aushalten wird, ist aus meiner Sicht zweifelhaft. Ich befürchte, dass er seine Räderchen verliert und als orangene Lego-Wolke in den Crash-Bereich fliegt. „Die Vorderräder stabilisieren sich beim Fahren“ – zumindest Johannes Heilmaier gibt sich diesbezüglich optimistisch.

Die zweite Hürde kostet mehr Zeit. In der simulierten Welt gab es nur eine Schiene, die Zugschiene, die für die Berechnung des Crashes wichtig war. Das Stahlseil läuft jedoch in zwei Richtungen, also zwei Schienen, durch die Halle. Für echte Crashtests wegen der großen Spurweite und des Ach-



senabstands der Fahrzeuge kein Problem. Doch beim kleinen Lego-Modell des Bugattis landen die Vorderräder just in der rücklaufenden Schiene – mit derart tiefergelegter Frontpartie würde das Ergebnis komplett anders ausschauen als in der Simulation. Die Lösung ist dann doch ganz einfach: Wir verlagern das Geschehen ans Ende der Halle, wo von den zwei Stahl-schienen nur noch eine offen bleibt.

Danach geht es ans Einrichten der acht Highspeed-Kameras. Jede Photron-SA6 kann 2,5 Sekunden Full-HD-Material mit 1000 Bildern pro Sekunde aufzeichnen. Das Material wird zunächst in der Kamera abgelegt und dann per Netzwerk an den Leitstand in der Halle übertragen. Hinzu kommen diverse Action-Cams, die das Geschehen dokumentieren sollen. Ein auch bei großen Crashes genutzter, gelber Auslöseschalter am Bugatti sorgt dafür, dass die Kameras die Bilder rund um den Moment des ersten Kontaktes festhalten. Für das nötige Licht kommt ein Cluster aus 300 Halogenstrahlern à 1000 Watt zum Einsatz. Die Umstellung auf LEDs läuft gerade an: „Die ersten LED-Leuchten haben wir schon im Test“, erklärt Heilmair. Da handelsübliche LEDs flackern, braucht es für die High-Speed-Aufnahmen spezielle Hochleistungs-LEDs, die auf die Kameraanlage abgestimmt sein müssen.

Um 13:00 ist es endlich soweit. Alle ziehen sich aus Sicherheitsgründen in den Leitstand zurück und Heilmair gibt das Startsignal. Dank des gelben Rundumsignals und der Alarmtröte weiß nun jeder auf dem Gelände, dass es ernst wird.

## Lego-Inferno

60 km/h ist verdammt schnell – vor allem, wenn es ein Lego-Auto ist, das an einem vorbeizischt. Mit einem trockenen Geräusch schlägt das orangene Geschoss im Bugatti ein, es folgt das leise Prasseln herabregnender Legosteine. Zusammen mit den Simulationsprofis Marko Thiele und Thorsten Gerlinger von DYNAmore betreten wir nach dem Crash das Trümmerfeld. So viel ist sicher: Der Porsche ist korrekt gefahren und hat das querstehende Fahrzeug punktgenau erwischt. Durch die Verschiebung ans Streckenende finden sich die meisten Trümmerenteile nahe der Wand, hinter der sich die hydraulische Zuganlage befindet. Auf den ersten Blick weicht das Ergebnis erheblich von der Simulation ab: „Sogar der Hinterwagen hat sich aufgelöst“, stellt Thorsten Gerlinger fest.

Das Testfeld gleicht eher einem Schlachtfeld. Reste von Bugatti und Porsche liegen dicht beieinander – offensichtlich hatten unsere Fahrzeuge durch die Verlegung des Crashes nicht genug Raum zum Ausrollen. Der Bugatti ist komplett in zwei Hälften zerrissen, die Fahrgastzelle des Porsches ist zerstört. Die „Simulanten“ hatten in der Virtualität auch mit Geschwindigkeiten von 100 km/h experimentiert und eine Kernerkenntnis formuliert: „Ab einer gewissen Geschwindigkeit könnte man die Steine auch in die Luft werfen“ – ein wenig schaut es genau danach aus.

Der Zerstörungsgrad ist eindeutig größer als erwartet, der für den Bugatti prognostizierte Riss im Unterboden hat sich jedoch bei näherer Betrachtung an der

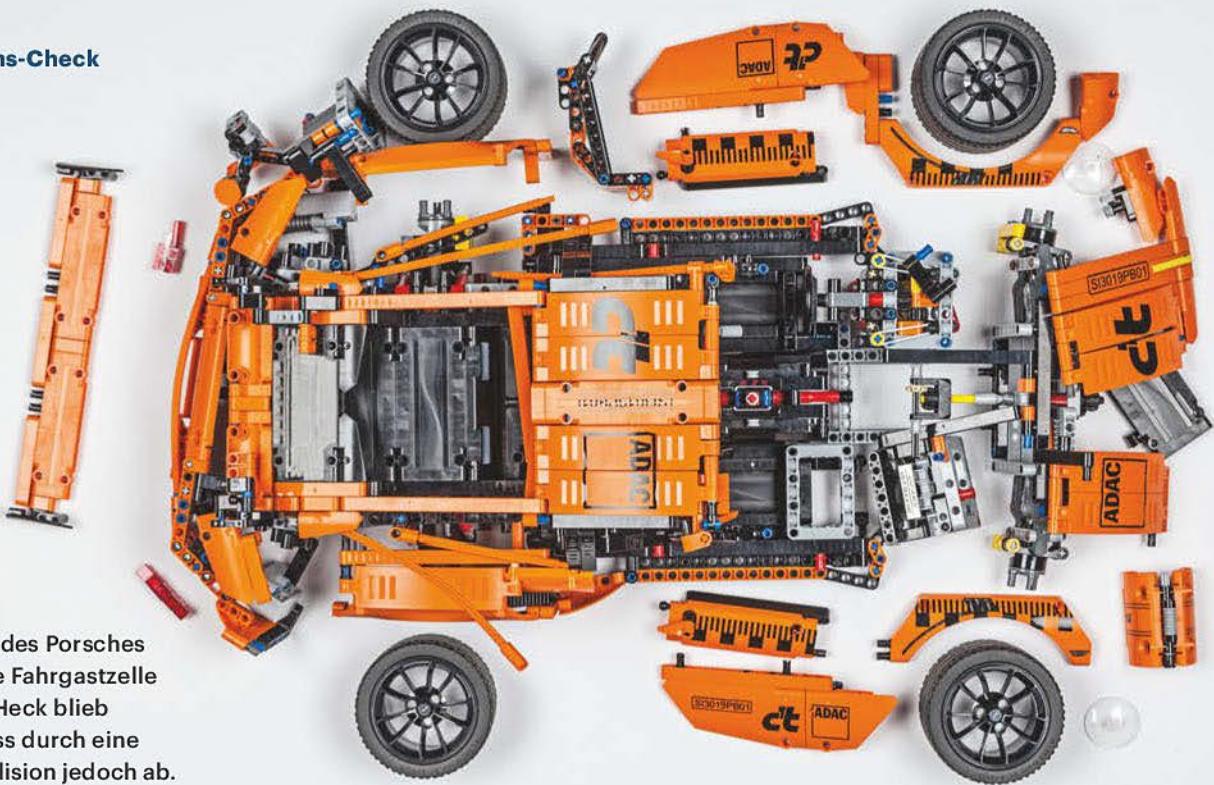
prognostizierten Stelle aufgetan, bevor das Fahrzeug zerrissen ist. Auch die besonders steife Struktur unter dem vorderen Kofferraum des Porsches ist wie vorhergesagt schwer geschädigt. Zwar ist keines der markierten Teile gebrochen, aber in einem der Steine steckt ein stark verformter Zapfen, der einen Großteil der Energie aufgenommen hat.

Die Dummies liegen unter den Trümmern begraben. Unser c't-Dummy aus dem 3D-Drucker, der „rote Horst“, hat eine Hand verloren. Überlebt hätten wohl beide nicht, denn die Fahrgastzellen beider Fahrzeuge sind weitgehend zerstört. Im Porsche ist zumindest noch der Beifahrersitz in seiner Verankerung.

Beobachtet hat den Test auch Andreas Rigling vom ADAC, der sich im Bereich Fahrzeugsicherheit auch mit Simulations-



Hier hatten die Simulations-Experten eine mögliche Bruchstelle markiert. Doch der benachbarte Zapfen scheint die Energie durch Verformung aufgenommen zu haben.



Die vordere Partie des Porsches wurde zerstört, die Fahrgastzelle ist kollabiert. Das Heck blieb zunächst intakt, riss durch eine nachgelagerte Kollision jedoch ab.

und Validierungsverfahren beschäftigt. „Die Kombination aus Simulation und realem Test nutzen wir auch bei Fahrzeugtypgenehmigungen oder bei Tests für Verbraucherschutzthemen“, erklärt er im Gespräch. „Durch diese Kombination werden wir zukünftig die Verbraucherschutz-Bewertungen noch komplexer und realistischer abbilden können – im Fachjargon Validierung genannt“, so Rigling. „Um so wichtiger ist es, die Datenmodelle anhand echter Crashtests zu überprüfen.“ In unserem abweichenden Realtest sieht Rigling eine Bestätigung für seine These: „Ohne Real-Crashes wird es in absehbarer Zeit nicht gehen.“

## Forensik

Zurück in Hannover unterziehen wir die Wrackteile einer genaueren Untersu-

chung. Zumindest ein Rätsel lässt sich schnell auflösen: das verlorene Heck unseres Lego-Porsches. Die Highspeed-Aufnahmen verraten, dass es nach der Kollision mit dem Bugatti zunächst wie prognostiziert intakt bleibt.

Sobald die Wracks den Ausleuchtungsbereich der Scheinwerferanlage verlassen, verschwinden sie zwar in der Dunkelheit, doch eine der Action-Cams hat den hinteren Bereich eingefangen: Der Porsche landet nach einer Flugphase zunächst „wohlbehalten“, verunfallt danach aber ein zweites Mal an einer Kante. Hier erst wird das Heck zerstört.

Auch das Schadensbild des Bugattis ist insgesamt zwar deutlich stärker ausgebildet, im Detail aber erstaunlich präzise getroffen. So hat uns bei der Simulation immer verwundert, dass Kühlergrill und

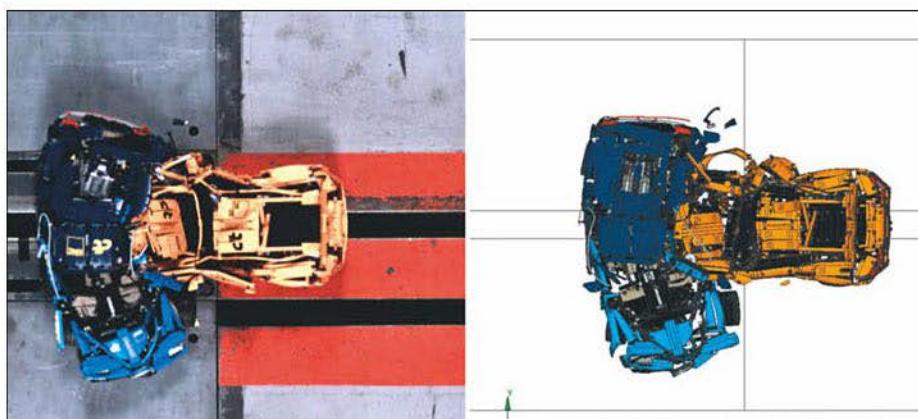
linker Vorderreifen fast in der Luft stehen bleiben. Tatsächlich schaut es im realen Video nicht viel anders aus. Die Verbindungen lösen sich beim Einschlag des Porsches und die Teile bleiben zunächst stehen, der Reifen wird erst danach durch Wrackteile mitgerissen.

Kaputte Teile gibt es wenig, die prognostizierte B-Säule des Bugattis gehört nicht dazu. Im vorderen Bereich des Porsches haben die Kräfte hingegen gewütet: Eine Bodenplatte ist angebrochen und auch eines der Karosserieelemente über dem Scheinwerfer ist gerissen. Können die Crash-Experten denn sagen, um welche Seite es sich handelt? Sie können. Die Simulation weist für den Flügel auf der rechten Seite deutlich höhere Belastungen aus als für seinen Zwilling – das ist tatsächlich das Teil, das eingerissen ist.

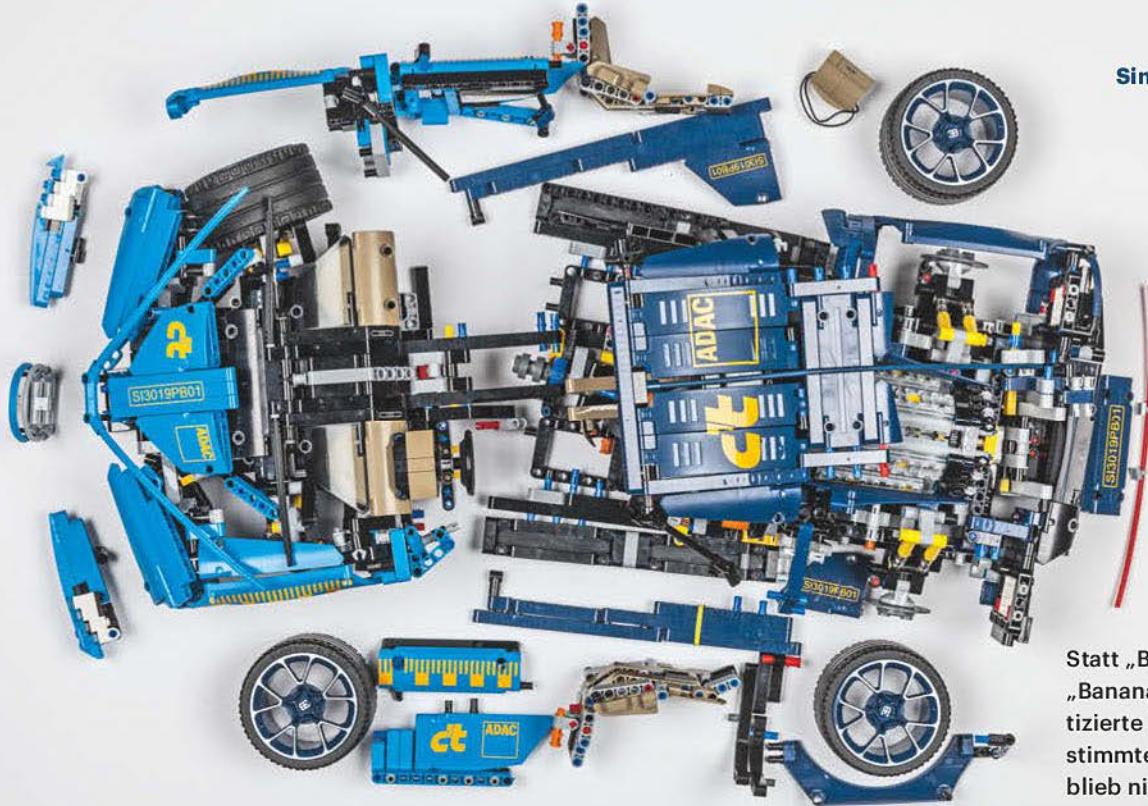
Unter den Wrackteilen findet sich auch eine gebrochene graue Lego-Technik-Stange. Doch so, wie wir sie mit dem angehängten orangenen Teil gefunden haben, lässt sie sich im Bauplan nicht zuordnen. Es gibt zwar eine ähnliche Konstruktion im Vorderbereich des Lego-Porsches, aber die entsprechenden Bauteile finden sich bereits unter den Wrackteilen. Das Gegenstück zur gebrochenen Stange bleibt unauffindbar – ein Rätsel.

## Crash-Analyse

Die Simulationsexperten nutzen das frische Material vom ADAC und wollen herausfinden, warum der reale Crash deutlich heftiger verlaufen ist als prognostiziert. Ihr Ergebnis: Zum einen hat das durch die



Gerade in der ersten Phase des Crashes gibt die Simulation den Crash-Verlauf gut wieder.



Statt „Bugatti-Banane“ nun „Banana-Split“. Die prognostizierte Position des Risses stimmte, doch das Fahrzeug blieb nicht in einem Stück.

hohe Umgebungstemperatur veränderte Materialverhalten zu einem insgesamt stärkeren Schadensbild beigetragen. Eine zentrale Rolle spielen dabei die kleinen Kunststoff-Clips, die zu hunderten in den Modellen stecken und für die Festigkeit sorgen. „Die geschlitzten Stifte verhalten sich wie kleine Federn, Material und Schlitztiefe entscheiden, wie fest sie sitzen“, erklärt Gerlinger. Erwärmt sich der ABS-Kunststoff, gibt er leichter nach und die Verbindungen lösen sich früher als erwartet.

„Wahrscheinlich haben wir zudem die Kontaktsteifigkeit zu hoch angesetzt“, meint Thorsten Gerlinger. Der Parameter

bestimmt, wie tief benachbarte finite Elemente ineinander eindringen können, bevor sie voneinander abgestoßen werden. Am Ende entscheidet er somit auch indirekt über die Elastizität der Verbindungszapfen.

Eine Schwachstelle sehen die Simulationsexperten im Nachhinein in der stark vereinfachten Materialbeschreibung, die dem virtuellen Crash zugrunde lag. „Der Faktor Material spielt auch bei den Simulationen in der Fahrzeugindustrie eine entscheidende Rolle“, erklärt Marko Thiele von DYNAmore. Die sogenannte Dehnrateabhängigkeit gibt an, wie sich ein Material in Abhängigkeit von der Schnelle der einwirkenden Belastung verändert. „Es macht einen großen Unterschied, ob man das Material einem schnellen Impuls aussetzt oder ob es unter sanftem Druck steht.“ Die zugrunde liegenden Materialgesetze werden sonst in zeitraubenden Vorabtests mit unterschiedlichsten Umgebungsparametern erhoben.

Eben diese Materialgesetze müssen auch für die Vorhersage des Materialversagens stimmig sein. In der Fahrzeugindustrie gewinnt das Thema derzeit an Bedeutung. „Normalerweise sollen Werkstoffe natürlich nicht versagen, sondern Energie durch ihre Verformung aufzunehmen“, erklärt Thiele. Um Gewicht zu sparen, kommen jedoch verstärkt hochfeste Stahlsorten zum Einsatz, die bei dünneren Blechen mehr Last abfangen können. Da diese Stahlarten spröder sind, geht es bei den Crashes auch zunehmend um das kontrollierte Materialversagen an Sollbruch-

stellen im Fahrzeug. Die Forschung zur Vorhersage des richtigen Materialverhaltens in der Crashsimulation sei Thema unzähliger Dissertationen, so Thiele.

Mit dem Ergebnis sind er und das Team DYNAmore zufrieden: „Dafür, dass es sich um ein chaotisches System handelt und derart viele Elemente im Spiel waren, kann sich die Prognose sehen lassen.“ Und doch lässt es ihm am Ende keine Ruhe, die Crashsimulation wird mithilfe der neu gewonnenen Erkenntnisse optimiert. Der Bugatti lag wegen seiner laschen Federn vier Millimeter tiefer als in ursprünglichen Simulation, der Reibungspараметer war mit dem Faktor 0,6 niedriger als die vor Ort gemessenen 0,8. All dies fließt – natürlich – in einen weiteren Simulationsdurchlauf ein. So lange, bis die neue Simulation annähernd das Ergebnis des realen Tests widerspiegelt. Es ist genau dieser Hang zum Perfektionismus, der mir bei allen Beteiligten unserer Lego-Wette begegnet ist. Aus meiner Sicht ist die Wette gewonnen.

Am Ende löst sich sogar das Rätsel der gebrochenen Lego-Stange auf – sie stammt vom Crashtest von 2017. Weil bei unserem Seitenauftprall so viele Steine in den Motorraum der Zugganlage der ADAC-Teststrecke geflogen sind, wurde nach dem Test gründlich gefegt. Dabei kamen offensichtlich auch Steine zum Vorschein, die dort seit zwei Jahren lagen. Das Gegenstück hing die ganze Zeit am alten Porsche-Wrack, das auf meinem Schreibtisch steht.

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



Eines der Bauteile wies nach dem Crash eine deutliche Verfärbung auf, was auf eine Materialschädigung hinweist. Die Schwachstelle tritt auch in der Simulation oben deutlich hervor.

Aktionsseite: [ct.de/crash](http://ct.de/crash)



Bild: Rudolf A. Blaha

# Auf Stimmenfang

## Online-Dienste für Umfragen

**Feedback zur letzten Mitarbeiterversammlung, Zufriedenheitscheck bei den Kunden, Abstimmungen unter Vereinsmitgliedern – all das geht am einfachsten mit spezialisierten Online-Diensten. Ein Überblick.**

**Von Roland Freist**

Wer von seinen Kunden, Mitarbeitern, Webseitenbesuchern oder Vereinsmitgliedern etwas wissen möchte, fragt sie am besten online. Einschlägige Dienste helfen dabei, Umfragen und Abstimmungen zu organisieren – ganz einfach per Browser. Der Organisator stellt Online-Fragebögen mit Ja/Nein-Antwor-

ten, Multiple-Choice-Fragen, Bewertungen oder freien Texteingaben zusammen, bindet sie dann auf der Firmenwebseite im Inter- oder Intranet ein oder verschickt Links zur Umfrage an alle Teilnehmer. Die nehmen bequem per Browser an der Befragung oder Abstimmung teil. Die Dienste bieten dem Organisator viele Werkzeuge, mit denen er die Umfrageergebnisse auswerten und aufbereiten kann. Das Ganze ist nicht kostenlos, aber in der Regel deutlich billiger und zeitsparender als andere Methoden. Viele Anbieter offerieren zwar auch einen kostenlosen Basisdienst; der ist aber zumeist stark eingeschränkt.

Wir haben uns zehn Online-Umfragedienste angesehen, die sich für den professionellen Einsatz eignen und deutlich flexiblere Möglichkeiten bieten als etwa das auf Terminabsprachen spezialisierte Doodle. Da die Dienste allesamt auf den

Servern der jeweiligen Anbieter laufen und möglicherweise persönliche oder sicherheitsrelevante Daten verarbeiten, haben wir uns in einem separaten Beitrag ab Seite 138 mit den Datenschutzerklärungen der Anbieter befasst.

Nicht berücksichtigt haben wir in der Auswahl das von Microsoft angebotene Forms, das wir bereits in einer früheren Ausgabe vorgestellt haben [1].

### Crowdsignal

Crowdsignal wird von Automatic bereitgestellt, dem Unternehmen, das auch Wordpress.com hostet. Daher läuft die Anmeldung standardmäßig über einen Wordpress-Account (alternativ über Google). Ein einfacher Assistent hilft beim Aufbau einer Umfrage, einer größeren Befragung, eines Quiz oder eines Ratings. Die Bedienoberfläche ist größtenteils

The screenshot shows a survey form titled "Fragebogen". It contains two sections: "1. Bewertet Sie bitte folgendes hinsichtlich Ihrer Arbeit" and "2. Wo sehen Sie Verbesserungsmöglichkeiten an Ihrem Arbeitsplatz?". Section 1 uses a matrix scale from "sehr zutreffend" to "sehr unzutreffend" for five statements. Section 2 is a multiple-choice list with checkboxes for "Möbel", "Technische Ausstattung", "Belüftung/Klima", "Beleuchtung", and "Sauberkeit".

englischsprachig, nur wenige Texte sind übersetzt. Für die Fragebögen lässt sich jedoch eine komplett deutsche Version einstellen.

Crowdignal stellt rund zwei Dutzend vorgefertigte Layouts bereit. Die Antwortformen wie freier Text, Mehrfachauswahl, Matrix oder Rang lassen sich per Drag & Drop in den Editor ziehen. Für die fertigen Umfragen wird ein Shortcode erzeugt, den Betreiber eines Wordpress-Blogs einfach in eine Seite einbauen können. Zusätzlich wird ein JavaScript-Block erzeugt, der sich auch in anderen Webseiten verwenden lässt. Dazu bietet der Dienst Links für den Versand per E-Mail und einen Mailservice an. Die Resultate lassen sich öffentlich machen oder auch per Passwort schützen – letzteres allerdings nur in der kostenpflichtigen Version für 17 US-Dollar im Monat beziehungsweise 200 US-Dollar im Jahr.

## Easyfeedback

Kleinere Umfragen erlaubt Easyfeedback kostenlos, solange sich der Ersteller mit maximal zehn Fragen an höchstens 100 Teilnehmer begnügt. Die kostenpflichtigen Varianten sind dagegen vergleichsweise teuer: Bereits die Starter-Edition für Umfragen mit bis zu 10.000 Teilnehmern kommt auf 49 Euro im Monat beziehungsweise 490 Euro bei jährlicher Zahlung.

Positiv vermerkt haben wir, dass es eine Vorschau für die Darstellung der Umfrage auf einem PC-Monitor, auf einem Tablet im Querformat und für Smartphones gibt. Ein Assistent führt durch die einzelnen Gestaltungsschritte. Der Layout-Konfigurator erlaubt es, die Farbgebung zu bestimmen und ein Logo einzubauen, um die Umfrage optisch an eine Corporate Identity anzupassen. Verschickt werden die Links zu den Umfragen entweder über

**Easyfeedback** bietet eine große Auswahl an Frageformen an, etwa offene Fragen, verschiedene Matrizen und Sternebewertungen.

Die Umfrageergebnisse kann man sich online geordnet nach Fragen oder Personen ansehen, ein optionaler Download ist im CSV-Format möglich. Die Auswertungsmöglichkeiten der Google Formulare sind vergleichsweise beschränkt.

## LimeSurvey

LimeSurvey ist eine deutsche Open-Source-Software und nimmt allein schon deshalb eine Sonderstellung ein. Man kann das Programm kostenlos herunterladen, auf dem eigenen Webserver hosten und ohne Einschränkungen nutzen. Alternativ gibt es eine beim Anbieter gehostete Pro-Version. Kostenlos ist das aber nur bis zu 25 Antworten pro Monat bei unlimitierten Umfragen und Benutzern. Außerdem muss man mit Werbeeinblendungen leben. Werbefrei und ohne Einschränkungen ist man ab knapp 30 Euro pro Monat dabei.

Der Dienst bietet einen enormen Funktionsumfang, der jedoch eine ausführliche Einarbeitung fordert. Webdesign-Kenntnisse sind dabei von Vorteil. LimeSurvey richtet sich an mittlere bis größere Unternehmen, die Marktforschung betreiben oder Mitarbeiterbefragungen durchführen wollen; auch für wissenschaftliche Zwecke ist es geeignet. Für die schnelle Feedback-Umfrage mit wenigen Fragen ist LimeSurvey zu kompliziert.

## Onlineumfragen

Die aufgeräumte Website von Onlineumfragen lässt auf den ersten Blick ein einfaches Tool im Stil von Doodle erwarten. Doch das Programm hat es in sich. Die Software beherrscht unter anderem Plausibilitätstests, 19 verschiedene Antwortmöglichkeiten und umfangreiche Layout-Optionen. Wer mit dem Layout nicht zuretkommt, kann den Anbieter zu Preisen

The screenshot shows the LimeSurvey Professional configuration interface. The left sidebar lists "Umfrage-Einstellungen" (Survey Settings) with sections like "Allgemeine Einstellungen", "Textelemente", "Einstellungen zur Datenschutzerklärung", "Designvorlage-Optionen", "Präsentation", "Teilnehmer-Einstellungen", "BEN-Benachrichtigungen & Daten", "Veröffentlichung & Zugriff", "Umfrage-Menü", and "Fragebogen-Editor". The main panel shows "Allgemeine Umfrageeinstellungen" with fields for "Basis-Sprache: Deutsch", "Gruppe: Default", "Zusätzliche Sprachen: Wählen Sie zusätzliche Sprachen", "Format: Frage für Frage", "Umfragebesitzer: Freist", "Administrator Name: ", "Administrator E-Mail-Adresse: ", and "Vorlage: vanilla".

**LimeSurvey** bietet sehr viele Einstellungsmöglichkeiten, fordert aber viel Einarbeitungszeit.

## Einfache Umfragen mit Outlook

Wenn es lediglich darum geht, sich im Kollegenkreis über das Mittagessen abzustimmen, sind sämtliche hier vorgestellten Programme viel zu umfangreich. Die einfache Umfragefunktion von Outlook ist dann zweckdienlicher. Ein Exchange-Server ist dabei nicht erforderlich. Öffnen Sie ein neues E-Mail-Formular und klicken Sie auf „Optionen“ und „Abstimmungsschaltfl. verwenden“. Dort stehen bereits drei Antwortsschemata zur Auswahl, unter „Benutzerdefiniert“ las-

sen sich eigene Antwort-Optionen definieren. Bestätigen Sie mit „Schließen“, tragen Sie die Adressen der Empfänger ein und formulieren Sie Ihre Frage.

Die Empfänger erreichen die Antwortmöglichkeiten über den Button „Abstimmen“. Nach der Abstimmung bekommt der Organisator sofort eine E-Mail mit dem Ergebnis, außerdem kann er nach dem Öffnen seiner E-Mail im Ordner „Gesendete Elemente“ mit dem Button „Status“ eine Übersicht abrufen.

32 Euro im Monat bei jährlicher Abrechnung für Einzelnutzer.

### Survio

Der tschechische Dienst Survio setzt vor allem auf das einfache Anlegen von Umfragen. Der Assistent arbeitet mit Pop-ups, die auf einzelne Funktionen hinweisen, und bietet mehr als 100 Vorlagen für typische Umfragen von Unternehmen, Schulen

und Universitäten an. Die individuellen Gestaltungsmöglichkeiten beschränken sich auf das Einfügen eines Firmenlogos an einer festgelegten Stelle (und das auch nur in den Premium-Paketen) und eine Farb- und Bildauswahl für den Hintergrund.

Um eine Umfrage zu starten, lässt man allen Teilnehmern einen Link zukommen, wahlweise auch als QR-Code. In den Premium-Paketen ist darüber hi-

naus ein eigener Mailservice enthalten. Außerdem stellt Survio HTML-Code zur Verfügung, mit dem sich die Umfrage in eine Website einbetten lässt.

Survio bietet eine Free-Version für bis zu 100 Antworten pro Monat an, die jedoch in der Funktionalität stark eingeschränkt ist. So lassen sich nur 100 Antworten auswerten und die Ergebnisse lediglich als Grafik exportieren. Auch die Gestaltungsmöglichkeiten sind wenig flexibel. Die Preise für die Premium-Pakete beginnen bei rund 12 Euro pro Monat.

### Umfrage online

Umfrage online stammt von der Schweizer Enuvo GmbH und ist ein einfaches aber für viele Zwecke ausreichendes Umfrage-Tool. Die Gestaltungsmöglichkeiten und Auswertungsfunktionen sind im Vergleich zu Diensten wie SurveyMonkey, LimeSurvey oder SoGoSurvey deutlich beschränkter. Um den Teilnehmern die ein- oder mehrseitigen Fragebögen per Mail zukommen zu lassen, greift der Dienst auf Amazon AWS SES (Simple Email Service) zurück, wo der Organisator zunächst seine Mailadresse verifizieren muss. Anders als

## Dienste für Online-Umfragen

Anbieter	Automatic	Easyfeedback	Google	LimeSurvey	onlineumfragen.com	Goldecker	SoGoSurvey
Produkt	Crowdsignal	Easyfeedback	Formulare	LimeSurvey	Onlineumfragen	Q-Set	SoGoSurvey
URL	crowdsignal.com	easy-feedback.de	docs.google.com/forms	www.limesurvey.org	www.onlineumfragen.com	www.q-set.de	www.sogosurvey.com
<b>Antwortmöglichkeiten</b>							
Freier Text	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mehrfachauswahl	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Matrix	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ranking	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓
Semantische Differenzialfrage	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Design</b>							
Vorlagen	—	41	22	3	7	Nur Farbvorlagen	4
Vorschau (PC/Smartphone/Tablet)	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/-/-	✓/-/-	-/-/-	✓/-/-	✓/✓/✓
Logo einbinden/freie Platzierung	✓/✓	✓/✓	✓/-	✓/ per CSS	✓/-	✓/ per HTML	✓/-
<b>Versand</b>							
Link	✓	✓	—	✓	✓	✓ (nur im HTML-Code)	✓
E-Mail über eigenen Mailserver	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Auswertung</b>							
Grafisch	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CSV-Format	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PDF	✓	✓	—	—	✓	—	—
<b>Kosten</b>							
Einschränkungen der Free-Version	Eingeschränkte Funktionalität	10 Fragen/100 Teilnehmer pro Umfrage	—	25 Antworten/Monat, Werbung	20 Antworten pro Umfrage	Werbung	200 Antworten/Jahr
Kostenpflichtig	Ab 29 US-\$/Monat, 200 US-\$/Jahr	Ab 49 €/Monat, 490 €/Jahr	—	Ab 29 €/Monat	Ab 5 €/Umfrage plus 2 Cent pro Antwort, Flatrates ab 49 €/Jahr	Für 9,90 € werbefrei schalten	Ab 25 US-\$/Monat

<sup>1</sup> kostenpflichtig

bei den meisten anderen Kandidaten lassen sich dabei die Empfänger-Adressen nicht importieren, sondern sind per Hand einzugeben.

Es gibt eine kostenlose Basisversion, die pro Umfrage bis zu 350 Antworten aufnimmt und Werbung einblendet. Die Umfrage darf dabei maximal einen Monat lang laufen. Die kostenpflichtigen Pakete beginnen bei 35 Euro für das Personal-Angebot mit einer Umfrage pro Monat und limitierter Teilnehmerzahl; teurere Versionen umfassen eine Umfrage-Flatrate.

## Fazit

Sowohl im Leistungsumfang als auch in der Bedienung und bei den Kosten unterscheiden sich die Angebote stark. Am leichtesten gelingt die Zusammenstellung von Umfragen und Abstimmungen mit SoGoSurvey, das auch einen großen Funktionsumfang bietet. In diesem Punkt empfiehlt sich auch SurveyMonkey. Wer ein kostenloses Umfragesystem selbst hosten möchte und bereit ist, Zeit in die Einarbeitung zu investieren, sollte LimeSurvey probieren. Google Formulare eignet sich nur für sehr einfache Umfragen. Für alle Online-Umfragen gleichermaßen sollte man besonderes Augenmerk dem Thema Datenschutz widmen. Mehr dazu im Beitrag auf Seite 138.

(swi@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Anke Poimann, Sags mir! Umfragen und Wissenstests kostenlos mit Microsoft Forms gestalten, c't 7/2019, S. 142

**Online-Umfragedienste:** [ct.de/yjvn](http://ct.de/yjvn)

	SurveyMonkey	Survio	Enovo
	SurveyMonkey	Survio	Umfrage online
	<a href="http://www.surveymonkey.de">www.surveymonkey.de</a>	<a href="http://www.survio.com">www.survio.com</a>	<a href="http://www.umfrageonline.com">www.umfrageonline.com</a>
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
18	Nur Farbvorlagen	—	
✓/✓/✓	✓/-/-	✓/-/-	
✓ <sup>1</sup> /✓	✓/-	✓/-	
	✓	✓	✓
	✓	✓ <sup>1</sup>	✓
	✓	✓	✓
	✓ <sup>1</sup>	✓	✓
	✓ <sup>1</sup>	✓	✓
Eingeschränkte Funktionalität	Eingeschränkte Funktionalität	Eingeschränkte Funktionalität, 350 Antworten/Umfrage	
Ab 39 €/Monat, 432 €/Jahr	Ab 12,42 €/Monat	Ab 35 €/Monat und Umfrage	

# Für Produktmanager

J. Noack · J. Diaz

## Das Design Sprint Handbuch

Ihr Wegbegleiter durch die Produktentwicklung

2019, 220 Seiten

€ 24,90 (D)

ISBN 978-3-86490-656-5



A. Gerling · G. Gerling

## Der Design-Thinking-Werkzeugkasten

Eine Methodensammlung für kreative Macher

2018, 160 Seiten

€ 16,95 (D)

ISBN 978-3-86490-589-6



T. Steimle · D. Wallach

## Collaborative UX Design

Lean UX und Design Thinking:  
Teambasierte Entwicklung  
menschzentrierter Produkte

2018, 240 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-532-2



T. Geis · G. Tesch

## Basiswissen Usability und User Experience

Systematisch und strukturiert  
vom Nutzungskontext zum  
gebrauchstauglichen produkt

2019, 282 Seiten

€ 34,90 (D)

ISBN 978-3-86490-599-5



D. J Anderson · A. Zheglov

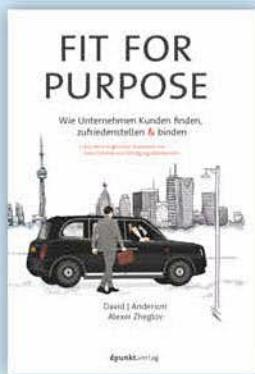
## Fit for Purpose

Wie Unternehmen Kunden finden,  
zufriedenstellen und binden

2019, 302 Seiten

€ 34,90 (D)

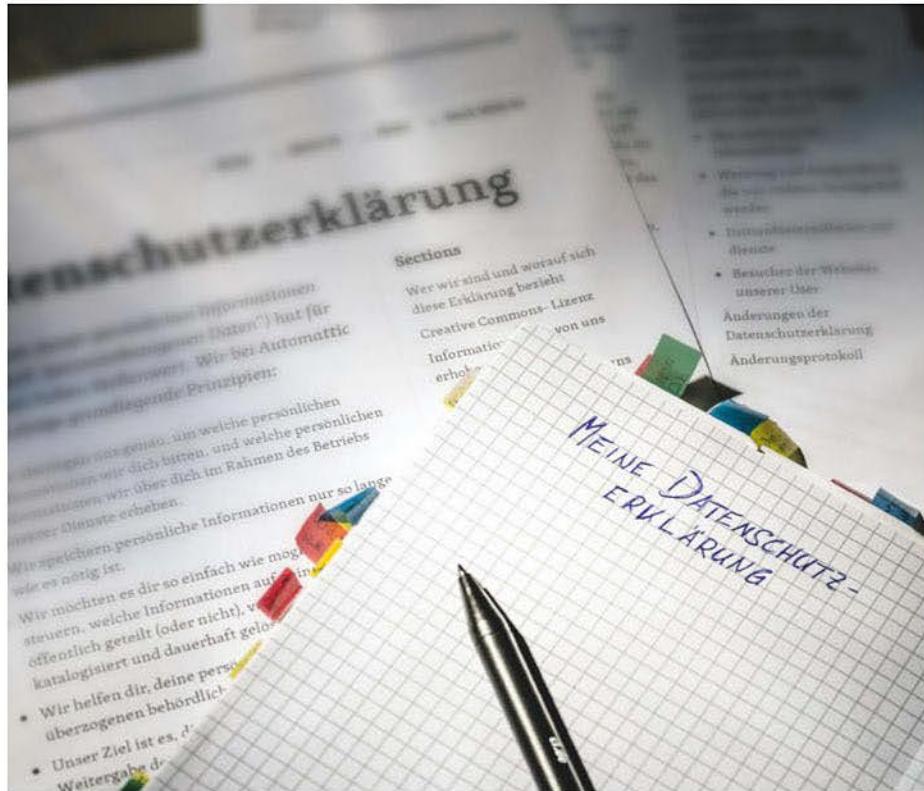
ISBN 978-3-86490-579-7



dpunkt.verlag

fon: 0 62 21 / 14 83 40





# Verantwortungsvolle Verarbeitung

## Datenschutz bei Online-Umfragen beachten

**Online-Umfragen datenschutzkonform zu gestalten kann schwierig sein. Die Anbieter der Tools sind rechtlich nicht hauptverantwortlich und manche sehen es scheinbar auch nicht als ihre Aufgabe an, die eigenen Kunden zu unterstützen – andere machen es deutlich besser.**

Von Sylvester Tremmel

Wer eine Online-Umfrage ausfüllt, kommt oft ausschließlich mit Systemen des Umfrageanbieters in Kontakt. Der Link zur Umfrage kommt per Mail, gesendet vom Anbieter, und führt zu den Servern des Anbieters. Dort wartet die Umfrage, alle Antworten werden auf den Servern des Anbieters gespeichert und aggregiert, visuell aufbereitet oder anderweitig weiterverarbeitet.

Datenschutzrechtlich verantwortlich ist dennoch nicht der Umfrageanbieter, sondern die Person oder Firma, die den Anbieter nutzt, um eine Umfrage zu erstellen. Dieser Ersteller der Umfrage muss sich Gedanken machen, ob er personenbezogene oder gar gesondert geschützte

Daten sammelt. Richtet sich seine Umfrage nicht ausschließlich ans familiäre Umfeld, muss er dementsprechend eine Datenschutzerklärung aufsetzen und eventuell dafür Sorge tragen, dass der Umfrageanbieter die Daten überhaupt haben darf, indem er mit ihm einen Vertrag zur Auftragsverarbeitung schließt. Der Anbieter der Umfrage ist nämlich datenschutzrechtlich nur ein Auftragsverarbeiter.

### Ohne Kontrolle keine Verantwortung

So sehen das auch alle in dem Artikel auf Seite 132 vorgestellten Anbieter und letztlich bleibt ihnen keine andere Wahl: Sie haben keinen Einfluss darauf, welche Fragen der Ersteller in seine Umfrage einbaut, also können sie auch nicht kontrollieren, welche Arten von Daten erfasst werden und mit welcher Rechtsgrundlage dies geschieht.

Als Umfrageersteller kommt man also nicht um den Aufwand herum, sich mit den datenschutzrechtlichen Aspekten der eigenen Fragen zu beschäftigen, die Umfrageteilnehmer entsprechend zu belehren und wo notwendig, deren Einwilligung einzuhören. Hinzu kommt, dass die Teilnehmer diverse Rechte haben, deren Ausübung der Ersteller ermöglichen muss – etwa Daten einzusehen, (selektiv) zu löschen oder zu korrigieren. Manche Anbieter erlauben zwar Umfrageteilnehmern ihre Eingaben einzusehen oder auch zu löschen, aber solche Services entbinden den Umfrageersteller nicht davon, entsprechende Anfragen ebenfalls zu bearbeiten – schließlich könnte er die Daten bereits exportiert haben oder der Teilnehmer könnte speziellere Wünsche haben. Außerdem obliegt es dem Umfrageersteller die Daten zu löschen, nachdem sie ihren Zweck erfüllt haben.

Die Anbieter unterstützen ihre Kunden in dieser Situation unterschiedlich gut und machen ihnen das Leben leichter oder schwerer, je nachdem welche Rechte sie sich selbst herausnehmen – schließlich muss man seine Umfrageteilnehmer über solche Verarbeitungsvorgänge informieren.

### Schlecht so

Die **Google Formulare** lassen den Umfrageersteller im Regen stehen. Die Datenschutzerklärung von Google ist für die zahllosen Services des Konzerns allgemein gehalten, geht kaum auf die Formulare ein und erst recht nicht auf die Besonderheit, dass dort Daten von dritten Personen erfasst werden und diese Daten

nicht hauptsächlich der Verantwortung Googles unterliegen. Ob und wie sie gesondert behandelt werden und über welche Verarbeitung der Google-Formular-Nutzer seine Umfrageteilnehmer aufklären müsste – zu nichts dergleichen konnten wir Informationen finden.

Etwas besser sieht es bei **Crowdsignal** aus, deren Datenschutzerklärung zwar auch allgemein für die Services des Anbieters Automatic ist, aber immerhin sind das weniger Services und die Erklärung geht auf die Besonderheiten des Umfrage-Tools ein. Dafür muss man sich die deutsche Übersetzung dieser Datenschutzerklärung selbst suchen, weil sie von Crowdignal aus nicht verlinkt ist. Zudem behauptet die deutsche Übersetzung, dass „im Falle von Widersprüchen [...] die englische Version Vorrang“ hat – eine Regelung, die rechtlich auf tönernen Füßen steht.

## Recht so

Immerhin bietet Crowdignal eine Übersicht, worüber der Umfrageersteller seine Teilnehmer belehren muss. Bei den meisten anderen Anbietern muss man sich das selbst zusammenpuzzeln, indem man deren Datenschutzerklärungen sorgfältig liest.

Positiv fallen **Easyfeedback** und **Onlineumfragen** auf, die versuchen, ihren Kunden die nötigen Informationen verständlich zu vermitteln. Außerdem bieten diese beiden Anbieter Mustererklärungen zum Datenschutz, die der Umfrageersteller anpassen und dann seinen Teilnehmern vorlegen kann. **LimeSurvey** macht das explizit nicht – weil die Rechtslage global zu unterschiedlich sei – weist seine Nutzer aber immerhin auf das Problem hin. Außerdem bietet LimeSurvey eine einfache Option an, um der Umfrage überhaupt eine Datenschutzerklärung vorschalten zu können.

Zusammen mit **Umfrage Online** sind die obigen drei Anbieter auch die einzigen, die einen Entwurf für einen Vertrag zur Auftragsverarbeitung (AVV) anbieten. Wie erwähnt muss man einen solchen AVV als Umfrageersteller mit dem Anbieter schließen, falls die eigene Umfrage irgendwelche datenschutzrechtlich relevanten Informationen abfragt. **Crowdsignal** und **SoGoSurvey** erwähnen immerhin, dass man mit ihnen Kontakt aufnehmen kann, um einen AVV zu schließen. Einen Sonderweg geht **Survio**, die den AVV zum Bestandteil ihrer AGB macht – kurios, aber nicht unbedingt rechtmäßig.

## Kuriositätenkabinett

Kurios ist auch die Datenschutzerklärung von **Survio**, was offenbar an der Übersetzung liegt: „Im Fall aller beliebigen Unterschiede zwischen der englischen und tschechischen Version dieser Regeln des Schutzes von personenbezogenen Daten ist die englische Version entscheidend.“ Welche Position die deutsche Übersetzung – in der dieser Satz ja steht – in dieser Dreiecksbeziehung einnimmt, ist fraglich.

Ähnliche Probleme hat **SurveyMonkey**, deren umfangreiche, aber an sich lesbaren Datenschutzinformationen teilweise geradezu sinnentstellend ins Deutsche übertragen wurden. Auch der ländliche Versuch, eine vereinfachte Kurzfassung der Datenschutzerklärung anzubieten, wird dadurch torpediert, dass diese nicht rechtsverbindliche Übersicht kaum von der eigentlichen, rechtsverbindlichen Erklärung zu unterscheiden ist.

Inhaltlich unterschieden sich die Datenschutzerklärungen der verschiedenen Anbieter vor allem darin, an wen sie Daten weitergeben wollen, was sie selbst damit machen wollen und wo die Daten überhaupt gespeichert werden. Beiletztem auf der sicheren Seite ist man mit **Easyfeedback**, **LimeSurvey** und **Onlineumfragen**, die ausschließlich Server in Deutschland (oder der Schweiz) nutzen oder das zumindest als Option anbieten.

## Keine Weitergabe, außer ...

Irgendwelche Ausnahmen zur eigenen Nutzung der Daten und zur Weitergabe an Dritte (beides teilweise in anonymisierter Form) definieren fast alle Anbieter. Oft geht es darum, die Daten für spezifische Aufgaben – wie den Versand von Einladungs-Mails – an Dienstleister weitergeben zu dürfen, aber teilweise auch darum, „die eigenen Services zu verbessern“, was immer das genau heißen mag. Außerdem gibt es Ausnahmen für staatliche Stellen

und Ermittlungsbehörden, auch wenn der Anbieter etwas anderes angibt oder impliziert. Beispielsweise schreibt **SoGoSurvey** zwar sportlich, das Unternehmen würde „unabhängig von den [Datenschutz]Standards des Landes die Informationen so behandeln wie wir es hier beschreiben“, aber auch SoGoSurvey ist an die jeweilige Gesetzgebung gebunden und lagert seine Daten unter anderem in den USA. Der Satz ist ohnehin inhaltsleer, weil weiter unten in der Datenschutzerklärung steht, dass Daten „aus legalen Gründen“ weitergegeben werden können. Der Anbieter definiert auch noch andere Ausnahmen und nimmt sich zum Beispiel das Recht, Daten an potentielle Käufer der Firma weitergeben zu dürfen – Daten zählen eben zum Kapital einer Firma. Ähnliche Regelungen haben auch **Crowdsignal** und **SurveyMonkey** – von **Google** erfährt man wie gesagt ohnehin nichts Spezifisches.

Eine seltsame Ausnahme bildet **Q-Set**. Deren Datenschutzerklärung ist extrem kurz gehalten: Ein einzelner Absatz zu Gutscheinangeboten einer Drittfirm macht über die Hälfte der Erklärung aus. Im Rest steht immerhin, dass Q-Set Daten nicht an Dritte weitergibt. Schon für die Information, dass auch Q-Set selbst die Daten nicht anderweitig verwendet, muss man aber die FAQ-Liste durchsuchen. Kurz und verständlich ist immer gut, aber Q-Set übertreibt es ein wenig.

## Licht und Schatten

Insgesamt lassen einen die meisten Anbieter mehr oder weniger alleine mit der Problematik, die eigene Umfrage datenschutzkonform zu gestalten – Probleme fallen ja eher auf den Umfrageersteller zurück. Anbieter wie Easyfeedback, Onlineumfragen und bedingt auch LimeSurvey zeigen, dass es besser geht, obwohl auch sie dem Ersteller die Arbeit nur erleichtern, aber nicht abnehmen können.

(syt@ct.de) ct

**Unsere Datenschutzerklärung**

Hier wird im Überblick beschrieben, wie SurveyMonkey personenbezogene Daten und Informationen behandelt. VOLLSTÄNDIGE INFORMATIONEN ENTNEHMEN SIE UNSERER DATENSCHUTZRICHTLINIE.

1. Wenn Sie etwas erstellen, dann gilt:

Die Daten in Ihrem Konto gehörten Ihnen. Die Standardeinrichtung für Ihre gesammelten Umfragen/Formulare/Anträge/Fragebögen und alle Beantwortungen, die Sie erhalten, ist „privat“. Dessen ausgenommen sind die Dokumente, die Sie über einen öffentlichen Link zugänglich machen. Wir verkaufen keine einzelnen Beantwortungen weiter und wir verwenden diese Beantwortungen nur für Zwecke, die an Sie geknüpft sind oder mit denen wir unsere Services weiter verbessern. Das automatische Ausarbeiten ist in der Datenschutzerklärung festgelegt.

Darauf muss man erst mal kommen, dass der Text unter „**Unsere Datenschutzerklärung**“ gar nicht die Datenschutzerklärung von SurveyMonkey ist. Die findet man – leider kein Witz – über den Link „**Unsere Datenschutzerklärung**“.

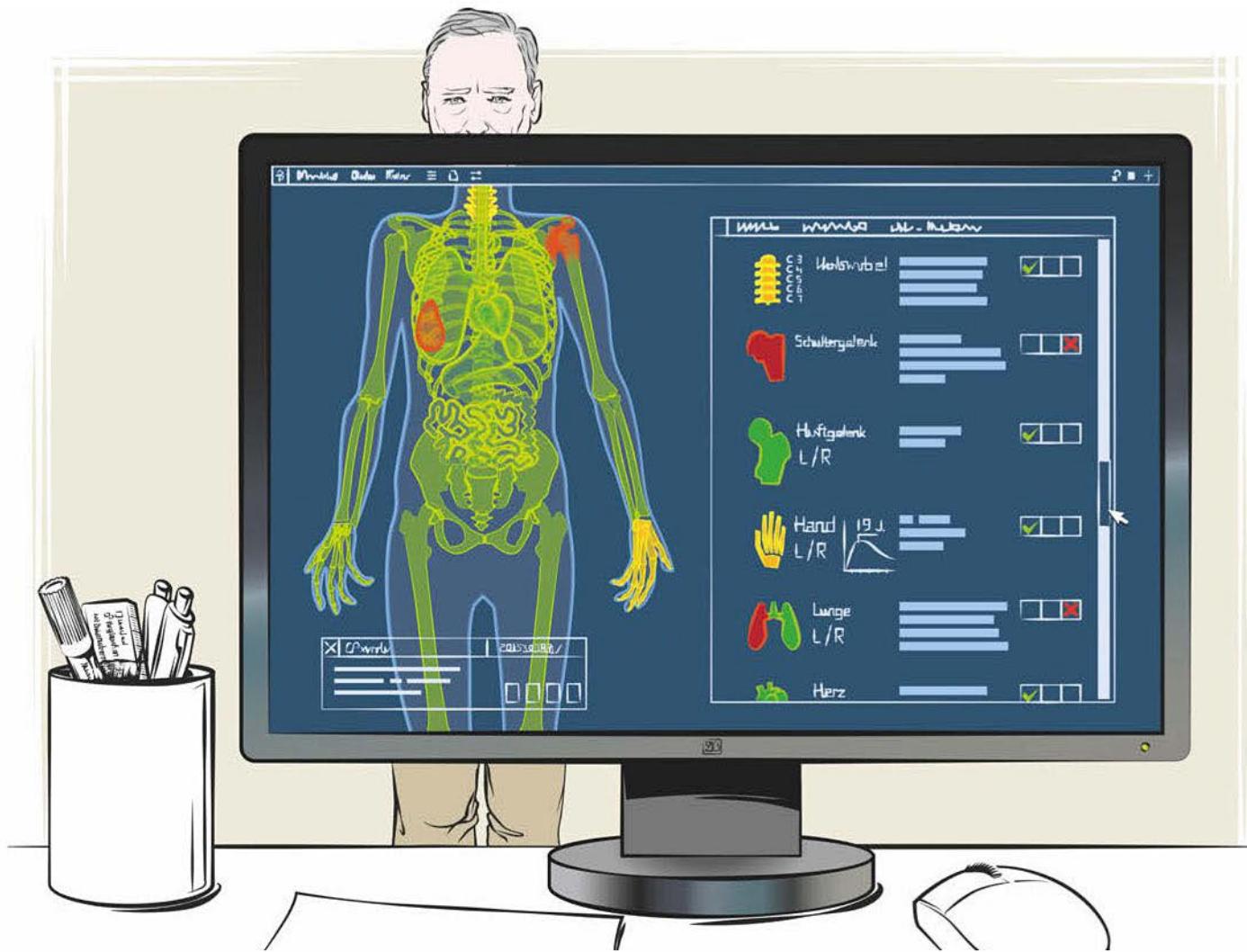


Bild: Rudolf A. Blaha

# Digitaler Arztberater

**Künstlich intelligente Diagnose dient als zweite Meinung und erkennt mehr**

**KI-Systeme können für einige medizinische Verdachtsfälle bereits eine seriöse Diagnosehilfe leisten. Jetzt hat auch Google ein Tool zum Vergleich von Tumoraufnahmen entwickelt. Ärzte fragen sich, ob man einem solchen System künftig sein Leben anvertrauen kann.**

**Von Arne Grävemeyer**

Für die Radiologie und insbesondere die Krebserkennung haben Forscher am Universitätsklinikum Essen (UKE) be-

reits eine ganze Reihe künstlich intelligenter Systeme entwickelt. Die KI klassifiziert umfangreiche Aufnahmen aus dem Computertomografen (CT) oder dem Magnetresonanztomografen (MRT) gleichbleibend schnell und sticht dabei jeden menschlichen Arzt aus. Die Systeme können mittlerweile Tumore in der Lunge oder in der Prostata erkennen. Bei Gebärmutterhalskrebs schätzt eine KI ein, ob der Tumor bereits gestreut hat. Bei Leberkrebs prognostiziert ein System, welche Erfolgschance eine Bestrahlung bietet. Allerdings werde dieses höchstens als zweite Meinung eingesetzt, die Entscheidung fälle auf absehbare Zeit in jedem Fall der Arzt, betont Professor Dr. Michael Fos-

ting, medizinischer Direktor des Instituts für diagnostische Radiologie am UKE.

„Es gibt einige Bereiche, in denen KI dem verantwortlichen Arzt sehr gute Hinweise liefern kann, beispielsweise beim Hautkrebs-Screening“, sagt Professor Dr. Andreas Stang, Präsident der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS). Das Problem bestehe derzeit in der Evaluation der Systeme, die zum Teil bereits sehr leistungsfähig arbeiteten. „Derzeit werden wir geradezu von KI überrollt“, berichtet auch der Onkologe Professor Dr. Michael Hallek am Universitätsklinikum Köln. Nach seiner Ansicht steht die KI-gestützte Erkennung von Tumoren kurz vor

dem praktischen Einsatz. Die automatisierte Altersbestimmung von Jugendlichen anhand von Knochenaufnahmen wird als unterstützendes Standard-Tool bereits im Westdeutschen Teleradiologieverbund angeboten.

### Black Box erhellen

Ein Problem ist die Qualitätssicherung bei den klassifizierenden Systemen. Die künstliche Intelligenz lässt sich bei ihren Entscheidungen nicht so leicht in die Karten schauen. Das ihr zugrunde liegende neuronale Netz ist mithilfe von hunderten oder sogar zigtausenden Beispielfällen per Deep Learning entstanden, verfeinert und getestet worden, aber seine Antworten und Empfehlungen sind im Einzelfall nicht nachvollziehbar.

Das stimme im Prinzip zwar, bestätigt Forsting, er sehe für dieses Problem aber zwei Lösungen. Die eine ist der einfache Parallelcheck: „Denken wir an Lungenscreenings. In Zukunft fehlen wahrscheinlich die Ärzte, um alle Screenings zu erledigen. Also siehtet eine KI die Aufnahmen und man lässt Bilder mitlaufen, von denen der korrekte Befund bekannt ist.“

Die zweite Möglichkeit besteht in KI-spezifischen Mechanismen zur Plausibilitätskontrolle, die die Wissenschaftler in Essen derzeit entwickeln. Dazu noch einmal ein Blick auf die Bestimmung des Knochenalters: Dabei begutachtet der Mediziner auf einer Röntgenaufnahme der Hand die Wachstumsfugen an den Gelenken. Sind alle Fugen geschlossen, so ist das Wachstum im Wesentlichen abgeschlossen. An Vergleichsgrößen lässt sich so das Alter eines Jugendlichen abschätzen. Unter Ärzten gilt die Bestimmung der Skelettreife als eine ziemlich langweilige Aufgabe und tatsächlich gibt es inzwischen sogar mehrere KI-Systeme, die diese Analyse automatisiert bewerkstelligen, etwa für die Bewertung der Handknochen oder für die der Knie. Das System aus Essen gibt allerdings nicht nur eine Zahl für das Knochenalter aus. Zusätzlich stellt es grafisch dar, welche Bildbereiche ausschlaggebend für die Einschätzung gewesen sind. Wenn sich dabei offenbart, dass die KI die entscheidenden Wachstumsfugen gar nicht berücksichtigt hat, etwa weil die betrachtete Hand verdreht war, wird der Fehler in dieser grafischen Plausibilitätsprüfung deutlich.

„In diesem Bereich wird aktuell viel geforscht“, bestätigt Professor Dr. Christoph Palm von der Ostbayrischen Techni-

schen Hochschule Regensburg. Palm entwickelt mit seinem Team eine KI, die anhand der Videoaufnahmen einer Endoskopie Speiseröhrenkrebs erkennt. Auch dieses System soll, wenn es ausgereift ist, grafisch markieren, welche Bildelemente zur Entscheidungsfindung maßgeblich relevant gewesen sind. Um zu verstehen, wie sich die Vorgänge in der Black Box erhellen lassen, muss man sich vor Augen halten, wie eine KI in Form eines neuronalen Netzes trainiert wird. Das Training besteht darin, dass ein Algorithmus Schicht für Schicht die Gewichte an den Knotenpunkten des Netzes verändert und dann die Entscheidungen des neuen Netzes bewertet. Nur die Anpassungen, die die größten Verbesserungen bringen, behält der Algorithmus bei – und wiederholt diesen Prozess, bis das neuronale Netz mit seinen Entscheidungen ein Optimum erreicht. Die Entwicklung einer Explainable AI, also einer selbsterklärenden KI in der Bildanalyse, geht im bestehenden neuronalen Netz den umgekehrten Weg: Schicht für Schicht dreht der Algorithmus an den Eingangsparametern und bewertet, ob sich dadurch die diagnostische Entscheidung am Ausgang verändert. Wenn dieses Verfahren bei der Anfangsschicht angekommen ist, nimmt es automatisch eine Analyse des Eingangsbildes vor. Die entscheidenden Pixel sind identifiziert. Damit zeigt die KI dem Arzt, welchen Bildbereichen es seine entscheidenden Informationen entnommen hat.

### Eine Lücke entscheidet

Aber Palm warnt, die Anzeige der für eine Entscheidung relevanten Bildbereiche sei allein nicht ausreichend für eine Qualitätskontrolle. Als Beispiel nennt er eine einfache KI, die gelernt hat, ein „C“ von einem „O“ zu unterscheiden. Der relevante Bild-

bereich für die Erkennung eines „C“ liegt dort, wo der Buchstabe offen ist. Die KI würde für eine Plausibilitätskontrolle also pflichtschuldig die Lücke markieren – ein Bildbereich, in dem vom Buchstaben gar nichts zu sehen ist. Was ist also, wenn eine onkologische KI einen Tumor meldet, aber gleichzeitig einen Bildbereich markiert, der keinen Tumor direkt zeigt? Vielleicht ist die Entscheidung falsch, aber möglicherweise hat die KI auch Zusammenhänge gefunden, die man bisher noch nicht beachtet hatte.

Diese Grundfragen wissenschaftlich zu klären ist eine Aufgabe der KI-Forschung. Aber die leidet unter der enormen Dynamik dieses Forschungsfeldes. Die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen zu KI weltweit steigt rasant, Experten sprechen von einer jährlichen Verdopplung. So publizieren KI-Forscher zunehmend ohne Peer Review, also ohne wissenschaftlichen Diskurs vor der Veröffentlichung. Professor Dr. Gerd Antes vom Universitätsklinikum Freiburg hat beobachtet, dass dafür einfach die Zeit zu fehlen scheint. Wer warte, bis ein seriöses Journal mit Peer Review ein Paper gedruckt hat, der investiere mehrere Monate. In dieser Zeit könnte ihn ein anderes Forschungsteam rechts überholen, indem es seine Ergebnisse ohne Prüfung „in einem Räuberjournal veröffentlicht“. Antes sieht vor allem in der KI-Forschung die Gefahr einer um sich greifenden „Fake Science“. Die könnte den Peer-Review-Prozess gerade auf diesem Feld komplett aushebeln.

Eine zweite grundlegende Kritik von Antes wendet sich gegen das Mantra, dass Big Data und damit eine möglichst hohe Anzahl von Datensätzen die Treffsicherheit der damit trainierten KI erhöht. Immer mehr ist immer besser? „Am Ende kann es auch sein, dass nur die Zahl der Heuhaufen

Blick auf immense Radiologie-Daten: Bei der Erkennung sogenannter Lungenrundherde hilft in Essen standardmäßig die KI.





Bild: OTH Regensburg

Anhand hochauflösender Weißlichtaufnahmen hilft eine KI noch während der Endoskopie bei der Früherkennung von Krebs.

steigt, in der nach der sprichwörtlichen Nadel gesucht werden muss“, warnt Antes.

Tatsächlich weiß niemand genau, wie groß die optimale Datenbasis für das Training einer konkreten KI ist. Die Forscher sind sich darin einig, dass bei einer zu kleinen Datenbasis ein sogenanntes Overfitting droht. Das System funktioniert für die Trainingsdaten ganz gut, aber es generalisiert eben nicht. Die KI muss jedoch auch bei Eingaben, die es so noch nie gesehen hat, gut funktionieren. Man braucht also für neuronale Netze eine ausreichend große Trainingsdatenmenge und zusätzlich einen davon unabhängigen Testdatensatz. Ob es auch nach oben eine Grenze gibt, ist unklar.

Und so machen immer wieder auch unsinnige Entdeckungen von medizinischen KI-Systemen die Runde. Beispielsweise ermittelte eine KI in einem Microsoft-Labor, Asthma stelle einen wirksamen Schutz gegen eine tödlich verlaufende Lungenentzündung dar. Asthma hat einen positiven gesundheitlichen Aspekt? Nur durch eine kritische Kontrolle offenbarte sich der tatsächliche Zusammenhang: Asthma-Kranke sind häufiger beim Pneumologen, eine Lungenentzündung fällt da viel schneller auf – ein gutes Beispiel für den Unterschied zwischen Kausalität und Korrelation und für die Irrungen, die eine überhastet veröffentlichte KI-Anwendung verbreiten kann. Was von KI-Systemen zu halten ist, die beispielsweise Langzeitvoraussagen zum Sterbe-

zeitpunkt eines Menschen wagen, muss letztlich jeder für sich entscheiden.

### Bildersuche klärt Tumorverdacht

Längst hat auch Google das Themenfeld der KI-Diagnosesysteme für sich entdeckt. Im Juli veröffentlichte die britische Google-Tochter DeepMind eine Studie zu einem KI-System, das bei gefährdeten Krankenhauspatienten bis zu 48 Stunden vorher ein akutes Nierenversagen voraussagen kann. Es ist trainiert mit den Gesundheitsdaten von 700.000 US-Veteranen. In der Praxis erkannte das System allerdings nur 56 Prozent der tatsächlich eingetretenen Fälle und auf jeden zutreffenden Alarm kamen zwei Fehlalarme – das ist wohl noch keine sehr gute Werbung für KI-Diagnosen.

Ein weiteres Schlaglicht auf DeepMind warf 2016 eine Kooperation mit dem britischen Krankenhausbetreiber Royal Free NHS Foundation Trust. Über diese Zusammenarbeit verschaffte sich DeepMind Zugriff auf landesweite Patientendaten und machte dafür nur geringe Zugeständnisse zum Datenschutz. Man versprach etwa, die Patientendaten nach der Zusammenarbeit zu löschen.

Mit seiner Kompetenz in umgekehrter Bildersuche hat Google im August ein KI-System veröffentlicht, das Vergleichsbilder zu Gewebeaufnahmen mit potenziellen Tumoren im Cancer Genome Atlas sucht. In diesem Projekt der US-Regierung sind

Krebs-Erscheinungsformen katalogisiert. Die besondere Herausforderung der neuen Google-Suche SMILY (Similar Medical Images Like Yours) besteht darin, dass Pathologen die Metadaten zu abgelegten Aufnahmen ganz unterschiedlich pflegen und dabei höchst selten auf relevante Bildbereiche im einzelnen eingehen. Zudem handelt es sich bei den Bilddateien in der Regel um große Aufnahmen mit über 100.000 × 100.000 Pixeln. Ratsuchende Mediziner können bei der SMILY-Anfrage interessante Bildbereiche markieren und damit ihre Suchanfrage konkretisieren.

Die ärztliche Intuition bleibt eine grundlegende Voraussetzung für den Einsatz von SMILY, wie selbst das Google-Forscherteam um Martin Stumpe in Mountain View (Kalifornien) betont. So zeigten Suchergebnisse zu Testaufnahmen mit Prostatagewebe unter den ersten fünf Treffern lediglich zu 63,9 Prozent Aufnahmen mit ähnlichem Gewebe. Blindes Vertrauen ist da keinesfalls angebracht. Gleichwohl verknüpfen viele Mediziner mit dieser Technik Hoffnungen auf ein hilfreiches Tool in der Zukunft.

Unterdessen geht die KI-Entwicklung in Essen bereits weiter. Dort hat sich bei MRT-Aufnahmen gezeigt, dass die KI auch Bilder mit geringem Kontrast sicher auswerten kann. Damit könnte die Zahl der Aufnahmen verringert werden. Die Untersuchung eines Knies nimmt dann statt 15 Minuten nur noch etwa 5 in Anspruch, wie Forsting schildert. Zudem haben die Wissenschaftler erkannt, dass sie durch die Auswertung mit KI auf den Einsatz von Kontrastmittel bei Gehirnaufnahmen im MRT verzichten können. Bei CT-Untersuchungen könnte der Kontrastmittelgehalt drastisch auf ein Zehntel gesenkt werden.

Doch nicht nur in der Radiologie und bei der Tumorerkennung verspricht KI schnelle Fortschritte. Weitere Ansätze in Essen fassen die Sturzprophylaxe im Klinikalltag ins Auge. Wenn im Krankenhaus ein Patient stürzt, ist das oft folgenreich. Eine KI könnte die Faktoren für Stürze ermitteln und die Gefahr für den einzelnen Patienten abschätzen. Generell sieht Forsting noch reiches Potenzial für neue KI-Anwendungen von der Pathologie bis zur sprechenden Medizin, etwa der Psychiatrie. Wahrscheinlich könnte eine psychiatrische KI einiges aus den Fotos ableiten, die ein Patient auf Instagram hochlädt, oder aus den Aktivitäten, die er auf Facebook offenbart.

## Digitalisierung ist der Anfang

Eine Voraussetzung für KI-Diagnosen bildet die konsequente Digitalisierung der Patientendaten und die Vereinheitlichung der Datenformate innerhalb der Klinik. Letztlich führt dieser Schritt nicht nur zu mehr Einsatz von KI. Forsting betont, dass dadurch auch die individualisierte Medizin begünstigt werde, indem KI-Systeme zu gleich sehr viele Faktoren auch genetischer und molekularbiologischer Art analysierten. Er meint sogar, dass der Arzt in Zukunft auf die Vorsortierung und Unterstützung durch die KI schlicht angewiesen sei.

In einem weiteren Schritt bietet die Diagnoseunterstützung per KI eine Chance für die Telemedizin. Viele kleine Krankenhäuser im Umland haben keine eigene radiologische Abteilung mehr, keine Pathologie, keine Virologie und auch kein eigenes Labor. „Telemedizin 2.0 ist integrierte Diagnostik, unterstützt durch KI“, sagt Forsting. Die einfache Knochenalter-

Das SMILY-System stellt eine Gewebeaufnahme (links) neben Vergleichsbilder, sortiert nach dem Gleason-Score, der die Gefährlichkeit von Tumoren kategorisiert.

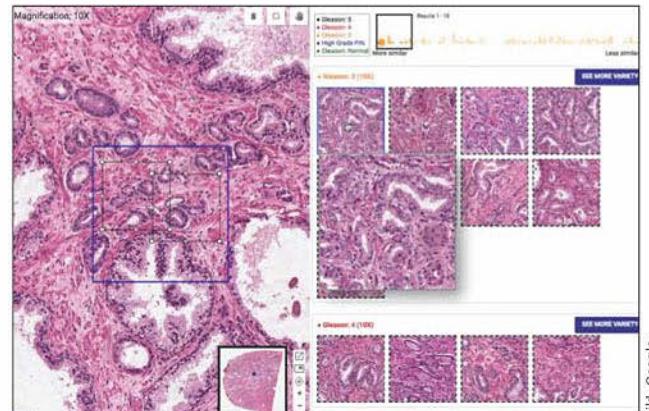


Bild: Google

bestimmung im Teleradiologieverbund zeigt, wie das aussehen kann. Zudem könnten gleich mehrere KI-Systeme parallel genutzt werden und sich in ihren Diagnosen ergänzen.

Solche Systeme haben allerdings nicht nur technische Aspekte, sondern setzen auch gesellschaftliche Entwicklungen vo-

raus. Neben der KI-Forschung muss auch das Vertrauen in diese Technik wachsen. Dasselbe gilt für die Bereitschaft der Ärzte, sich auf diese Technik einzulassen. Im Beispiel der Knochenalterbestimmung führte die Abstimmung mit den Füßen allerdings binnen weniger Monate zu einer hohen Akzeptanz.

(agr@ct.de) ct

## Künftig ins Google-Krankenhaus?

**Google hat jüngst eine Ähnlichkeitssuche für Tumoraufnahmen veröffentlicht und die Apple Watch warnt bei Herzrhythmusstörungen. Professor Dr. med. Michael Forsting vom Uniklinikum Essen erwartet steigendes Engagement der US-Konzerne im Gesundheitswesen.**

c't: Herr Professor Forsting, kann eine deutsche Klinik schon in Hinblick auf den Datenschutz in Bezug auf diagnostische KI mit großen amerikanischen Konzernen zusammenarbeiten?

**Michael Forsting:** Das wäre nur in eine Richtung möglich. Wenn wir beispielsweise per Machine Learning eine künstliche Intelligenz trainieren und damit ein Produkt entwickeln, dann gehen mit dem ja nicht die einzelnen Patientendaten raus. Eine derartige Zusammenarbeit ist aber nicht das Ziel von Google, Amazon oder Apple. Die wollen selbst Daten sammeln und damit diagnostische KIs entwickeln. Und das macht eine Kooperation schwierig, denn wir können keine Patientendaten ausliefern. Eher werden Konzerne wie Google oder Amazon also in Zukunft selbst Krankenhäuser betreiben.

c't: Krankenhäuser in den USA oder weltweit?

**Forsting:** Die werden in den USA anfangen, weil sie das dortige Gesundheitssystem einfach besser kennen. Aber warum sollten sie auf den deutschen Markt verzichten? Die deutsche Medizin ist sehr gut und hier werden auch sehr gute Daten produziert.

c't: Bereitet Ihnen das Sorgen?

**Forsting:** Wenn durch das Engagement dieser Konzerne die Medizin tatsächlich besser wird, dann wird mit den Füßen abgestimmt. Wenn ein Arzt dafür bekannt ist, dass er schneller die bessere Diagnose stellt – wo würden Sie hingehen?

Da entstehen dann einfach neue Player im Gesundheitsmarkt. Die sammeln ja schon heute reichlich Daten. Die Tatsache beispielsweise, dass die halbe



Michael Forsting sieht amerikanische Konzerne im Wettlauf um klinische Patientendaten.

Menschheit fotografiert, was sie isst, erfreut natürlich die medizinische Datensammelnden Konzerne. Wahrscheinlich kennen sie auch bereits das Gewicht ihrer User. Und die Apple Watch zeichnet ja nicht umsonst das EKG auf. Aber mit diesen Daten können sie bisher nur Prävention anbieten. Wenn sie Akutmedizin machen wollen, dann müssen sie Krankenhäuser betreiben. Ich sehe keine andere Möglichkeit, an valide Daten zu kommen.



Bild: Albert Hulm

# Geschäftlich unterwegs

## Mobilfunktarife für Business-Kunden

**Business-Kunden haben besondere Anforderungen, sie wollen günstige Preise und eine gemeinsame Verwaltung für alle Mobilfunkverträge. Die Provider schnüren dafür passende Pakete, die man allerdings genau analysieren muss. Geschäftskunden können mit dem richtigen Tarif viel Geld sparen.**

Von Urs Mansmann

**G**eschäftskunden sind bei den Mobilfunk providern beliebt. Viele Unternehmen achten weniger auf die Kosten denn auf den Leistungsumfang, und wenn ganze Firmen mit Mobilfunkverträgen und -geräten ausgestattet werden, bringt das natürlich viel Umsatz. Wer geschäftlich häufig unterwegs ist, nutzt Mobilfunkverbindungen besonders intensiv. Geschäftskunden haben deshalb eine gute Verhandlungsbasis. Unternehmen, die Mobilfunkverträge im Dutzend benötigen, dürfen sich über satte Rabatte freuen.

Selbst wenn wegen des örtlichen Netzausbau nur die Nutzung eines bestimmten Netzes infrage kommt, gibt es doch meist mehrere Anbieter dafür. Die Standardpreise gelten nur für Geschäftskunden mit einem oder wenigen An-

schlüssen; schon ab dem zweiten oder dritten Anschluss gibt es oft großzügige Rabatte.

Auf Seite 148 haben wir die wichtigsten Tarife der Netzbetreiber und der größten Service Provider in einer Tabelle zusammengestellt. Insgesamt vergleichen wir dort 25 verschiedene Business-Tarife. Um die Vergleichbarkeit zu erleichtern, führen wir alle Kosten inklusive Mehrwertsteuer (19 Prozent) auf. Die Provider hingegen weisen ihre Preise in den meisten Fällen ohne Mehrwertsteuer aus.

Individuelle Angebote mit Rabatten auf die Standardpreise der Netzbetreiber kann man beim Service-Provider Mobilcom-Debitel erhalten. Dort allerdings gibt es keine vollständigen Preislisten für Business-Kunden, sondern nur Beispiele-

gebote, weshalb die Angebote nicht in der Tabelle erfasst werden können. Unternehmen müssen die für sie geltenden Konditionen abfragen. Das Unternehmen wirbt mit 20 Prozent Rabatt auf die Standardtarife.

Alle Anbieter verlangen für den Abschluss eines Business-Vertrags den Nachweis einer gewerblichen Tätigkeit. Als Privatkunde können Sie solche Tarife nicht buchen, Sie müssen mindestens eine Gewerbeanmeldung vorlegen oder ein Unternehmen haben, das im Handelsregister registriert ist.

Prepaid-Verträge sind für Geschäftskunden nicht zu gebrauchen: Die Aufladung des Mobilfunkkontos gilt beim Finanzamt nicht als Nachweis für den Verbleib des Geldes, denn man könnte sich bei Vertragsende unverbrauchtes Guthaben ja erstatten lassen oder Guthaben auf andere Prepaid-Konten ohne Beleg umbuchen. Eine Rechnung mit einem Verbrauchsnnachweis erstellen die Anbieter für Prepaid-Kunden aber nicht automatisch, sondern nur bei Reklamationen. Unternehmen müssen deshalb schon wegen der Rechnungsstellung Laufzeitverträge abschließen.

Beim Abschluss mehrerer Mobilfunkverträge lohnt es sich, telefonisch ein Angebot zu erfragen und mit dem online angebotenen Preis zu vergleichen. Oft räumen die Mitarbeiter dem Kunden zusätzliche Rabatte ein. Dabei muss man aber aufpassen, keine unnötigen Leistungen untergeschoben zu bekommen. Bestehen Sie vor Abschluss des Vertrags auf einer schriftlichen Zusammenfassung der Konditionen, denn anders als Privatkunden haben Sie als Geschäftskunde kein Widerrufsrecht. Im Ladengeschäft sollten Sie sich nicht zur Unterschrift drängen lassen. Ein Angebot sollten Sie sorgfältig und ohne Zeitdruck prüfen.

## Der richtige Tarif

Unterschiedliche Mitarbeiter eines Unternehmens haben je nach Aufgabenbereich und Einsatzgebiet unterschiedlichen Bedarf an monatlichem Datenvolumen und Telefonminuten. Das kann man entweder so regeln, dass die Mitarbeiter unterschiedliche Verträge erhalten, oder man kauft Datenvolumen und Gesprächsminuten en gros ein. Telefónica bietet unter dem Namen O2 Unite für größere Unternehmen eine Pooling-Lösung, bei der Datenvolumen und Telefonminuten auf die Mitarbeiter verteilt und

nach tatsächlichem Verbrauch abgerechnet werden. Ob sich das für Sie wirklich lohnt, können Sie nur durchrechnen, wenn Sie den aktuellen Verbrauch für alle Verträge genau kennen.

Grundsätzlich sollte man Datenvolumen und Telefonminuten lieber zu reichlich als zu knapp bemessen, denn wenn das Freikontingent für einen Monat aufgebraucht ist, werden Nachkäufe unverhältnismäßig teuer. Die hier vorgestellten Tarife haben ein Freivolumen von mindestens 2 Gigabyte pro Monat.

Geschäftskunden werden genau wie Privatkunden in den meisten Tarifen nach Verbrauch des Freivolumens auf 32 bis 64 kBit/s gedrosselt. Das macht die Datenverbindung komplett unbrauchbar, weil die meisten Datenübertragungen bei dieser niedrigen Rate wegen einer Zeitüberschreitung abbrechen. Anders sieht es in den Free-Business-Tarifen von O2 aus. Diese werden auf 1 MBit/s gedrosselt – das reicht sogar noch für das Streaming von Videos mit reduzierter Auflösung.

Im europäischen Vergleich sind deutsche Mobilfunkangebote recht teuer. Allerdings betrifft das nur die Datenübertragung. Beim Telefonieren ist die Flatrate bei den meisten Laufzeitverträgen inzwischen

standardmäßig und ohne Aufpreis enthalten, bei einigen Angeboten umfasst sie sogar Telefonate in zahlreiche europäische Länder.

International tätige Firmen mit Niederlassungen in mehreren EU-Ländern haben hier Wahlfreiheit. Nur in Deutschland tätige Unternehmen müssen ihre Verträge auch in Deutschland abschließen. Die EU schützt die nationalen Mobilfunkmärkte vor Konkurrenz aus anderen EU-Ländern. Mobilfunkprovider verkauften deshalb grundsätzlich keine Verträge an Mobilfunkkunden in anderen EU-Ländern. Wird eine SIM-Karte durchgängig im Tarifausland eingesetzt, also im Roaming, kann der Anbieter diese missbräuchliche Nutzung berechnen oder unterbinden.

Ein Sonderfall beim Roaming ist die Schweiz: Bei Privatkundenverträgen fallen dort oft erhebliche Roaming-Kosten an, denn die Schweiz hat eine Roaming-Regelung als einziges Land in EU und EWR bislang nicht umgesetzt. Da die Schweiz als Nachbarland ein wichtiger Handelspartner Deutschlands ist, schließen viele Business-Verträge diese dennoch ins kostenlose EU-Roaming ein. Bei Vodafone wird das Roaming in der Schweiz bei Business- und Pri-

## Datenraten sind nicht so wichtig

Die Provider stellen dem Kunden sehr hohe Datenraten in Aussicht. Vodafone gibt für alle Tarife 500 MBit/s an, die Telekom 300 und Telefónica 225. Derart hohe Übertragungsraten lassen sich aber nur im Labor erreichen. In freier Wildbahn ist das Signal selten gut genug, um eine derart schnelle Übertragung zu ermöglichen. Hinzu kommt, dass man alleine in einer Funkzelle unterwegs sein müsste.

In der Praxis erreicht man die meiste Zeit nur zweistellige MBit/s-Werte. Im Allgemeinen ist das mehr als genug, nur große Downloads – etwa wenn man eine besonders umfangreiche App herunterlädt – profitieren spürbar von höheren Übertragungsraten. Jenseits der 50-MBit/s-Marke wird man am ehesten noch einen Unterschied feststellen, wenn man den mobilen Zugang für ein Notebook nutzt.

Ein Upgrade auf einen teureren Tarif mit höherer Datenrate oder die Buchung

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Flat Internet 3 GB<sup>1</sup></b> LTE 25 mit bis zu 25 Mbit/s
<input type="checkbox"/> <b>Doppelt so schnell surfen</b> LTE 50: + 3,00 EUR/Monat
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Flat Telefonie &amp; SMS</b>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>EU-Roaming inklusive<sup>2</sup></b>

Nur bei niedrigen Datenraten bringt eine Verdopplung tatsächlich eine spürbare Verbesserung. Jenseits von 50 MBit/s ist der Unterschied kaum mehr merklich.

einer Speed-Option lohnt sich deshalb in den meisten Fällen nicht. Eine der wenigen Ausnahmen ist der Klarmobil-Tarif, bei dem ein Upgrade von 25 auf 50 MBit/s mit drei Euro im Monat zu Buche schlägt. Die sind gut angelegt, wenn man eine nicht nur gefühlt flotttere Verbindung haben will.



Die Mobilfunk-Provider werben aggressiv mit 5G, obwohl das Netz gerade einmal an wenigen Stellen funktionsbereit ist und die wenigsten Geräte 5G beherrschen. Bei der langfristigen Planung sollten Sie die neue Technik aber jetzt schon berücksichtigen.

vatkunden unterschiedlich berechnet, die Privatkunden müssen zahlen, bei den Business-Kunden ist die Schweiz kostenlos.

Grundsätzlich ist die Nutzung im EU-Roaming für den Kunden zwar kostenlos, bei Flatrates gibt es jedoch Einschränkungen, die verhindern sollen, dass die Roaming-Nutzung für die Provider zum erheblichen Verlustgeschäft wird. Die Verbrauchsgrenze, ab der eine Roaming-Verbindung kostenlos wird, hängt vom Preis des Tarifpaketes ab, außerdem verschiebt sie sich von Jahr zu Jahr durch veränderte Vorgaben der EU. Derzeit sind bei einer echten Flatrate typischerweise 20 bis 30 Gigabyte Roaming-Freivolumen pro Monat enthalten. Schließt ein Tarif nur ein bestimmtes Datenvolumen ein, kann dieses wahlweise vollständig im Roaming verbraucht werden. Allerdings darf der Aufenthalt im Roaming-Land nicht von Dauer sein, weil der Anbieter das sonst sanktionieren kann.

## Multi-SIM

Bei den meisten Angeboten können Sie eine Multi-SIM bekommen. Das sind zusätzliche SIM-Karten im gleichen Vertrag, etwa für Tablets, Smartwatches, LTE-Sticks, Notebooks oder für die Mobilfunkanbindung eines Autos. Diese SIM-Karten können Sie entweder in physischer Form oder in Form einer virtuellen eSIM erhalten. SMS-Versand und Empfang funktionieren nur von der festgelegten Hauptkarte. Die Zusatzkarten sind meist reine Datenkarten, mit denen weitere Geräte des Anwenders ins Netz kommen.

Die Preispolitik für die Multi-SIM ist zwischen den Angeboten extrem unter-

schiedlich. Eine fast schon prohibitiv teure Multi-SIM findet man mit 30 Euro pro Monat beim Full-Flat-Tarif der Telekom. Ganz anders geht Vodafone damit um: Selbst bei einer Flatrate sind kostenlose SIM-Karten im Preis enthalten. Bei anderen Angeboten muss man in der Regel eine kleine einmalige oder monatliche Gebühr für zusätzliche SIM-Karten bezahlen. Wer viele davon braucht, sollte an diesem Punkt deshalb ganz genau hinschauen.

Leicht zu verwechseln sind die Begriffe Multi-SIM und die häufig besonders hervorgehobene Triple-SIM. Eine Triple-SIM ist eine SIM-Karte, die die drei Größen Mini, Micro und Nano auf einem Träger vereinigt. Die ins jeweilige Gerät passende Kartengröße kann einfach herausgebrochen werden. Die Triple-SIM ist alles andere als besonders. Sie wird schon seit Jahren standardmäßig von allen großen Anbietern eingesetzt.

## Vertragslaufzeit

Da die Preise im Mobilfunkmarkt eher sinken als steigen, sind lange Vertragslaufzeiten ausschließlich im Interesse der Anbieter. Theoretisch besteht bei kurz laufenden Verträgen zwar auch die Möglichkeit, dass der Anbieter kündigt, das aber ist die absolute Ausnahme.

Verträge mit kurzer Laufzeit bieten dem Kunden zahlreiche Vorteile. Er kann flexibel auf den sich ändernden Bedarf reagieren und jederzeit nicht mehr benötigte Verträge kündigen, ohne dass dadurch erhebliche Kosten für die Restlaufzeit entstehen. Ändern sich die Konditionen für Neukunden, kann er jederzeit die Umstufung in einen neuen Vertrag

verlangen und binnen kurzer Frist davon profitieren. Wer hingegen in Verträgen mit langer Laufzeit feststeckt, erkauf günstigere Konditionen meist mit einem Neustart der langen Mindestvertragslaufzeit. Das ist ein Teufelskreis, denn üblicherweise wird sich der Abschluss eines neuen Vertrags innerhalb dieser Zeitspanne wieder lohnen, woraufhin die Mindestvertragslaufzeit erneut beginnt. Vor Ende der Mindestvertragslaufzeit kann man nur in Tarife mit höherer Grundgebühr wechseln. Verträge mit kurzer Laufzeit sind beim Abschluss zwar etwas teurer, langfristig betrachtet hat der Kunde davon aber mehr Vorteile.

Grundsätzlich gibt es bei Geschäftskunden keine Beschränkung der maximalen Laufzeit. Dennoch bieten fast alle Anbieter auch ihren Geschäftskunden eine Laufzeit von maximal zwei Jahren an. Beim Abschluss eines Vertrags sollte man dennoch genau hinschauen, nicht womöglich doch noch längere Vertragslaufzeiten zu vereinbaren.

## 3G, 4G, 5G

Obwohl viele Anbieter in den vergangenen Monaten ihre 3G-Verträge (UMTS) auf 4G (LTE) hochgestuft haben, gibt es immer noch Geschäftskundenangebote, die nur das 3G-Netz nutzen. Zwar liefert auch das 3G-Netz mit maximal 42 MBit/s ganz ordentliche Datenraten, die Performance ist durch die hohe Latenz und die schlechte Lastfestigkeit des technisch inzwischen veralteten Netzes aber erheblich eingeschränkt.

Wer das 4G-Netz nicht nutzen kann, kämpft bei allen Netzbetreibern mit einer schlechten Netzabdeckung, denn das 3G-Netz wird schon seit vielen Jahren nicht weiter ausgebaut. In den kommenden Jahren wird es zugunsten einer verbesserten 5G-Abdeckung als erstes digitales Netz in Deutschland komplett abgeschaltet werden.

4G-Angebote erkennt man daran, dass die schnelle LTE-Verbindung explizit erwähnt wird. Fehlt ein solcher Hinweis und schwurde der Anbieter von High-Performance-Netz oder D-Netz-Qualität, handelt es sich um ein 3G-Angebot, das man auf jeden Fall meiden sollte.

Anders liegt der Fall bei 5G. Das neue Netz ist bei der Telekom und Vodafone derzeit nur punktuell verfügbar. In den Geschäftskunden-Tarifen ist der Zugang zum 5G-Netz bereits enthalten. Zuschläge, die am Anfang dafür erhoben wurden,

sind nach kurzer Zeit wieder weggefallen. Wer einen teuren Vertrag abschließt, bekommt also Zugriff auf die schnellste Technik, die verfügbar ist. Einer ist allerdings nicht dabei: Telefónica betreibt bislang nur 5G-Testnetze und wirbt in Ermangelung eines realen Dienstes damit, „5G-ready“ zu sein.

5G-fähige Geräte, mit denen man das neue Netz nutzen kann, findet man vorerst nur in der teuren Oberklasse. Der Performance-Vorteil gegenüber 4G-Verbindungen ist nach gegenwärtigem Stand selbst in den wenigen 5G-Ausbaugebieten gering. Die viel höhere Bandbreite von rund 1000 MBit/s werden nur die wenigen Anwendungen tatsächlich nutzen können. Die versprochene Latenz von 1 Millisekunde wird erst in künftigen 5G-Versionen tatsächlich kommen. Die gegenwärtigen 5G-Verbindungen liegen bei rund 10 Millisekunden und damit auf dem Niveau einer guten 4G-Verbindung.

Da es nur wenige 5G-Nutzer gibt, ist man in diesem Netz jedoch ziemlich alleine unterwegs. Dieser Performance-Vorteil wird in den kommenden Monaten mit zunehmender Nutzung aber allmählich schwinden. Je mehr Nutzer im 5G-Netz unterwegs sind, desto geringer werden die maximal erzielbaren Datenraten dort ausfallen. Die modernere Technik wird in stark belasteten Zellen künftig dennoch eine bessere Performance als 4G oder gar 3G liefern. Mit dem weiteren Ausbau der Netze und der Nutzung zusätzlicher Frequenzen wird die Übertragungskapazität in den kommenden Jahren kontinuierlich weiter ansteigen.

5G wird für geschäftliche Anwender wohl erst in ein bis zwei Jahren so richtig interessant werden. Dennoch sollte man jetzt keinen lange laufenden 4G-Vertrag mehr abschließen, denn der lief ja erst gegen Ende 2021 aus – bis dahin wird 5G

erheblich wichtiger geworden sein. Wir gehen davon aus, dass dann auch Smartphones der Mittelklasse 5G beherrschen werden.

## Günstige Telefonate

In den meisten Angeboten ist Wifi-Calling enthalten. Dabei laufen die Gespräche nicht über das Mobilfunknetz, sondern über das WLAN, sie werden also wie VoIP-Gespräche geroutet und nicht wie Mobilfunkgespräche. Die Anbieter nutzen diese Funktion gerne, weil sie ihre Netze entlastet und ihnen Roamingkosten erspart, die sie innerhalb der EU nicht mehr auf die Kunden abwälzen können.

Auch der Kunde hat davon Vorteile: In Gebäuden, die Signale aus dem Mobilfunknetz oft stark abschirmen, dafür aber mit einem guten WLAN-Signal versorgt werden, verbessert sich die Versorgung und die Sprachqualität von Telefonaten deutlich spürbar.

Wifi-Calls werden stets berechnet, als ob der Kunde im deutschen Mobilfunknetz eingebucht wäre. Der Standort spielt dann keine Rolle mehr. Bei Reisen außerhalb der EU, wo oft hohe Roamingkosten für Telefonate berechnet werden, ist diese Funktion besonders interessant.

Um Wifi-Calling nutzen zu können, muss der Tarif das erlauben und das Gerät die Funktion beherrschen und dafür konfiguriert sein. Üblicherweise findet man die Einstellung dafür in der Dialer-App des Smartphones. Bei einigen Geräten, etwa dem OnePlus 5, muss der Menüpunkt erst über das Servicemenü freigeschaltet werden.

Wer im Ausland unterwegs ist und sicherstellen will, dass ein Telefonat nicht versehentlich über das Mobilfunknetz geführt wird, sollte das Smartphone vor dem Telefonat in den Flugzeugmodus versetzen und anschließend nur WLAN

 Ab 6 Verträgen 30 % Rabatt auf den mtl. Grundpreis<sup>1</sup>

Ab 6 Verträgen

17,-<sup>50</sup>

monatlich, sonst 25,00

[Rabatt ermitteln >](#)

Die Mobilfunkanbieter locken mit kräftigen Rabatten, wenn der Kunde mehrere Verträge abschließt.

aktivieren. Kommt dann ein Telefonat zustande, läuft es garantiert über Wifi-Calling.

## Fazit

Gerade für Geschäftskunden lohnt sich eine genaue Analyse des Bedarfs und ein sorgfältiger Vergleich aller infrage kommenden Angebote. Anders als Privatkunden sind sie jedoch schlecht geschützt, beispielsweise genießen sie kein Widerufsrecht.

Meist ist es sinnvoll, alle Verträge bei einem Anbieter abzuschließen und dafür die maximal möglichen Rabatte herauszuholen. Anders als Privatkunden sollten Geschäftskunden nicht online abschließen, sondern sich telefonisch beraten und sich anschließend schriftliche, individuelle Angebote unterbreiten lassen.

Lange laufende Verträge bieten nur wenige Vorteile, aber viele Nachteile. Schon um die eigene Verhandlungsposition bei der nächsten Tarifrunde zu verbessern, sollte man Verträge mit kurzen Laufzeiten abschließen, wenn der gewählte Provider diese Option bietet.

Wer seit Jahren unveränderte Altverträge nutzt, sollte diese möglichst bald einmal überprüfen und bei Bedarf auf günstigere neue Angebote umstellen oder zu einem Provider wechseln, der ein besseres Angebot hat. Wer immer noch Altverträge ohne 4G (LTE) nutzt, sollte diese baldmöglichst upgraden, das 3G-Netz wird nämlich bald abgeschaltet – und dafür kommt dann 5G.

Besonders praktisch für Business-Kunden ist, dass die Verträge unter einer Kundennummer zusammengefasst werden, sich bei Bedarf zentral administrieren lassen und einen schnellen Überblick über zurückliegende und laufende Kosten ermöglichen.

(uma@ct.de) 

## Nachweis des Geschäftskundenstatus

Wir benötigen einen Nachweis Ihres Geschäftskundenstatus, damit Sie von den Konditionen für Business-Kunden profitieren können.

Nachweisart wählen

- Nachweis durch Handelsregistereintrag
- Nachweis durch Gewerbeschein
- Nachweis wird nachgereicht

Mobilfunkprovider verlangen vor dem Abschluss eines Vertrags einen Nachweis über die geschäftliche Tätigkeit. Privatkunden können keinen Business-Vertrag schließen.

## Mobilfunk-Business-Tarife (Auswahl)

Anbieter	1&1	1&1	1&1	Klarmobil	02
Tarif	LTE M	LTE L	LTE XL	Allnet Flat 3 GB LTE (mit LTE-50-Option)	Free Business S
URL	mobile.1und1.de	mobile.1und1.de	mobile.1und1.de	klarmobil.de/business	o2online.de/business
Netz / Mobilfunktechnologie	Telefónica / 4G	Telefónica / 4G	Telefónica / 4G	Telekom / 4G	Telefónica / 4G
<b>Grundkonditionen</b>					
max. Datenrate Download / Upload	225 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s	25 / 5 (50 / 25) MBit/s	225 / 11,2 MBit/s
Drosselung Download / Upload nach Verbrauch Inklusivvolumen	64 / 64 kBit/s	64 / 64 kBit/s	64 / 64 kBit/s	32 / 32 kBit/s	1000 / 1000 kBit/s
Grundvolumen ohne Aufpreis	10 GByte	18 GByte	20 GByte	3 GByte	2 GByte/Monat
Grundpreis Telefonminute / SMS	– / – (Flat)	– / – (Flat)			
Grundpreis Daten	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)
Wifi-Calling verfügbar	✓	✓	✓	–	✓
<b>Optionen und Erweiterungen</b>					
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	–	–	–	–	–
Optionen SMS Deutschland	–	–	–	–	–
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	–	–	–	–	✓
Zusätzliche SIM (Multi-SIM)	1 für 6,99 €/Monat	1 für 6,99 €/Monat	1 für 6,99 €/Monat	–	1 enthalten, 4 weitere für je 25,59 € einmalig
Zusätzliche Leistungen	10 GByte Online-Speicher	10 GByte Online-Speicher	10 GByte Online-Speicher	–	Festnetznummer, 1,79 €/Monat
Voraussetzungen	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>					
Mindestvertragslaufz. / Verläng./Kündigungsfrist	keine / 1 Monat / 14 Tage	keine / 1 Monat / 14 Tage	keine / 1 Monat / 14 Tage	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	24 / 12 / 3 Monate
Einmalige Gebühren <sup>1</sup> , inkl. Mwst.	29,90 €	29,90 €	29,90 €	19,99 €	–
Monatliche Kosten <sup>2</sup> , inkl. Mwst.	24,99 €	29,99 €	34,99 €	19,99 (22,99) €	29,75 €

## Mobilfunk-Business-Tarife (Auswahl)

Anbieter	Telekom	Telekom	Telekom	Telekom	Telekom
Tarif	Data Comfort M Business	Data Comfort L Business	Data Comfort Premium Business	Business Mobil S	Business Mobil M
URL	geschaeftskunden.telekom.de	geschaeftskunden.telekom.de	geschaeftskunden.telekom.de	geschaeftskunden.telekom.de	geschaeftskunden.telekom.de
Netz / Mobilfunktechnologie	Telekom / 4G	Telekom / 4G	Telekom / 4G	Telekom / 5G	Telekom / 5G
<b>Grundkonditionen</b>					
max. Datenrate Download / Upload	300 / 50 MBit/s				
Drosselung Download / Upload nach Verbrauch Inklusivvolumen	64 / 16 kBit/s				
Grundvolumen ohne Aufpreis	4 GByte/Monat	10 GByte/Monat	40 GByte/Monat	6 GByte/Monat	12 GByte/Monat
Grundpreis Telefonminute / SMS	14,3 Cent/Min., nur netzintern / 20,2 Cent/SMS	14,3 Cent/Min., nur netzintern / 20,2 Cent/SMS	14,3 Cent/Min., nur netzintern / 20,2 Cent/SMS	– / – (Flat)	– / – (Flat)
Grundpreis Daten	– (Pauschaltarif)				
Wifi-Calling verfügbar	–	–	–	✓	✓
<b>Optionen und Erweiterungen</b>					
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	–	–	–	–	–
Optionen SMS Deutschland	–	–	–	–	–
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	–	–	–	✓	✓
Zusätzliche SIM (Multi-SIM)	–	–	–	bis zu 10 für je 4,95 €/Monat	1 enthalten, 9 weitere für je 4,95 €/Monat
Zusätzliche Leistungen	Flatrate für Hotspot-Netz der Telekom				
Voraussetzungen	Abschluss eines individuellen Rahmenvertrages TM214				
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>					
Mindestvertragslaufz. / Verläng./Kündigungsfrist	24 / 12 / 3 Monate				
Einmalige Gebühren <sup>1</sup> , inkl. Mwst.	29,95 €	29,95 €	29,95 €	37,75 € Gutschrift	95,32 € Gutschrift
Monatliche Kosten <sup>2</sup> , inkl. Mwst.	19,95 €	29,95 €	79,95 € <sup>1</sup>	37,75 €	47,66 €

✓ vorhanden – nicht vorhanden <sup>1</sup>abzüglich Rabatte und Guthaben <sup>2</sup>ohne Rabatte, bei Online-Bestellung

02	02	02	02	Telekom	Telekom
Free Business M	Free Business L	Free Business Unlimited National	LTE Data Pack 10 / 25 / 50 GB	Data Comfort XS Business	Data Comfort S Business
o2online.de/business	o2online.de/business	o2online.de/business	o2online.de/business	geschaeftkunden.telekom.de	geschaeftkunden.telekom.de
Telefónica / 4G	Telefónica / 4G	Telefónica / 4G	Telefónica / 4G	Telekom / 4G	Telekom / 4G
225 / 11,2 MBit/s	225 / 11,2 MBit/s	225 / 32 MBit/s	50 / 32 MBit/s	50 / 10 MBit/s	300 / 50 MBit/s
1000 / 1000 kBit/s	1000 / 1000 kBit/s	– (Flatrate)	32 / 32 kBit/s	Verbindung beendet	64 / 16 kBit/s
15 GByte/Monat	30 GByte/Monat	Flatrate	10 / 25 / 50 GByte	–	2 GByte/Monat
– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	50 / 10 Cent	–	14,3 Cent/Min., nur netzintern / 20,2 Cent/SMS
– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	–	– (Pauschaltarif)
✓	✓	✓	–	–	–
–	–	–	–	Pakete 1 bis 100 GByte/Mon., 7,95 – 89,95 € Tages-Flatr. 14,95 €	–
–	–	–	–	–	–
✓	✓	✓	–	–	–
1 enthalten, 4 weitere für je 25,59 € einmalig	2 enthalten, 3 weitere für je 25,59 € einmalig	2 enthalten, 3 weitere für je 25,59 € einmalig	–	–	–
Festnetznummer, 1,79 €/Monat	Festnetznummer, 1,79 €/Monat	Festnetznummer, 1,79 €/Monat	–	–	Nutzung des Hotspot-Netzes der Telekom
Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Abschluss eines individuellen Rahmenvertrages TM214	Abschluss eines individuellen Rahmenvertrages TM214
24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate
–	–	–	–	39,95 €	29,95 €
35,70 €	47,60 €	71,40 €	17,85 / 29,75 / 35,70 €	keine	14,95 €

Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	Vodafone	Vodafone
Business Mobil L	Business Mobil XL Plus	Red Business Prime Go	Red Business Prime	Red Business Prime Plus	Red Business Prime Unlimited
geschaeftkunden.telekom.de	geschaeftkunden.telekom.de	vodafone.de/business	vodafone.de/business	vodafone.de/business	vodafone.de/business
Telekom / 5G	Telekom / 5G	Vodafone / 5G	Vodafone / 5G	Vodafone / 5G	Vodafone / 5G
300 / 50 MBit/s	300 / 50 MBit/s	500 / 100 MBit/s	500 / 100 MBit/s	500 / 100 MBit/s	500 / 100 MBit/s
64 / 16 kBit/s	– (Flatrate)	64 / 64 kBit/s	64 / 64 kBit/s	64 / 64 kBit/s	– (Flatrate)
24 GByte/Monat	Flatrate	5 GByte/Monat	15 GByte/Monat	25 GByte/Monat	Flatrate
– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)
– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)	– (Pauschaltarif)
✓	✓	✓	✓	✓	✓
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 enthalten, 8 weitere für je 4,95 €/Monat	bis zu 10 für je 29,95 €/Monat	2 enthalten	2 enthalten	2 enthalten	2 enthalten
Flatrate für Hotspot-Netz der Telekom	Flatrate für Hotspot-Netz der Telekom	–	–	–	–
Abschluss eines individuellen Rahmenvertrages TM214	Abschluss eines individuellen Rahmenvertrages TM214	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde	Nachweis, dass Geschäftskunde
24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate
169,98 € Gutschrift	29,95 €	59,50 € Gutschrift	119,00 € Gutschrift	142,80 € Gutschrift	–
56,66 €	87,95 €	34,51 €	46,41 €	58,31 €	94,01 €



# Die irren Vier auf Achse

**Borderlands 3: Koop-Shooter mit Humor**

**Die dritte Runde des wilden Action-Spektakels bietet viel Wahnwitz, ohne zu überraschen.**

**Von Andreas Müller**

Ballern, sammeln, derbe Witze reißen – mit dieser Erfolgsformel schuf das texanische Entwicklerstudio Gearbox eine der erfolgreichsten Videospielmarken der letzten Jahre: Borderlands. Nach einigen Remakes feiert nun endlich der dritte Teil seine Premiere und wirft sich mit Millionen Waffen und einer gewohnt aberwitzigen Story in den hart umkämpften Markt der Loot-Shooter.

## Irrsinn in Serie

Wieder geht es um geheimnisvolle Kammern, die eine große Macht bergen, und wieder müssen die Kammerjäger sich durch unendliche Massen von Mutanten, Monstern und diesmal sogar mutierten Dinosauriern ballern. Als Bösewichte halten die Livestreamer Tyreen und Troy her, die sich die Macht der Kammer unter den Nagel reißen wollen. Alte und neue Helden schultern ihre Waffen und machen sich auf die Jagd nach den irren Zwillingen. Diesmal ist ein Planet aber nicht genug: Es geht mit dem Raumschiff durch die halbe Galaxis.

Auf den ersten Blick hat sich bei diesem temporeichen Egoschooter-Spektakel nichts verändert: Allein oder zu viert im Koop-Modus schlüpfen die Spieler in die Rollen unterschiedlicher Jäger. Da gibt es den Beastmaster und sein Schoßtierchen, die Waffenexpertin mit ihrem Mech-roboter, den trickreichen Agenten und die energiestrahlschwingende Sirene. Wie gewohnt ist der Einstieg unkompliziert und hetzt die Helden von einem Chaos ins Nächste.

Entwickler Gearbox hat dem Spiel erneut ein unendliches Arsenal an zufalls-generierten Waffen spendiert, die alle unterschiedliche Effekte haben. So gibt es Waffen mit Elementarschaden wie Feuer oder einfach nur dicke Wummen, die gleich mit mehreren Raketen die Feinde malträtieren. Das alles ist nicht nur purer Waffenfetischismus, sondern wirkt sich auf das Spiel aus: Erst wenn die Jäger mit ihren Waffen feindliche Rüstungen zum Schmelzen bringen, sie durch Eisstrahlen verlangsamen oder andere Schwachpunkte ausnutzen, haben sie eine Erfolgsschance. Munition ist nämlich chronisch knapp und wer einfach drauflosballert, kommt schnell an seine Grenzen.

Dazu kommt noch eine ordentliche Portion Rollenspiel. Jede Mission und jeder besiegte Feind bringen Erfahrungspunkte, die einen Jäger stärker machen.

Mit sogenannten Action-Skills können sie den Feinden zusätzlich einheizen und sich an drei Fähigkeitsbäumen austoben, die mehr Gesundheit oder Schadensboni bringen. Auch hier gilt: Die richtige Kombination der Fähigkeiten garantiert besonders zusammen im Team mit anderen Spielern den Erfolg.

Das Konzept funktioniert auch diesmal. Vor allem, wenn man mit ein paar Freunden in den Kampf zieht und sich nach Herzenslust in den riesigen Arealen austobt. Besonders im letzten Drittel der rund 30-stündigen Kampagne ist eine Actionszene spektakulärer als die andere: Da müssen die Spieler eine fahrende Festung verfolgen, einen riesigen Kammerwächter besiegen oder in einer Live-TV-Show um ihr Leben kämpfen. Garniert wird dieser Aberwitz mit dem typischen Humor der Serie, der gekonnt den Pathos herkömmlicher Military-Shooter parodiert und gierige Weltkonzerne oder narzisstische Live-Streamer durch den Kakao zieht.

Allerdings müssen selbst Fans zweimal hingucken, um irgendwelche Unterschiede zum Vorgänger zu entdecken; neu sind zum Beispiel die vier neuen Jäger. In den Koop-Kämpfen können Anfänger mit hochleveligen Spielern kämpfen, weil der Schwierigkeitsgrad automatisch angepasst wird. Gefundene Waffen werden im Gegensatz zu den Vorgängern für den jeweiligen Spieler reserviert. Dass die verrückte Schatzjagd jetzt nicht nur auf einen Planeten beschränkt ist, sondern sich durch die halbe Galaxis zieht, merkt man kaum – unterschiedliche und abwechslungsreiche Spielorte gab es auch in den Vorgängern.

Deshalb bleibt am Ende ein etwas fader Beigeschmack, weil der einst frischen Borderlands-Marke die Ideen ausgehen. Wenn die Spieler aber ein Auge zu drücken, erwartet sie eine enorm umfangreiche und spaßige Storykampagne, die dank der bewährten Comic-Grafik zeitlos gut aussieht. Ein weiterer Pluspunkt ist bisher der Verzicht auf die für das Genre typischen Lootboxen oder sonstige Pay-to-Win-Mechaniken, die den Fans das Echtgeld aus der Tasche ziehen. Der Rest ist Irrsinn mit Routine. (lmd@ct.de) **ct**

## Borderlands 3

### Action-Shooter

Vertrieb 2K, <https://borderlands.com/de-DE/>

Systeme Windows ab 7  
(zeitexklusiv im Epic Games Store), PS4, Xbox One

Preis 60 €



Bild: Albert Hutm

# Layout-Magie

## InDesign automatisiert mit Inhalten befüllen

**Adobe InDesign ist der Standard für professionelles Layout – egal ob für Visitenkarten, Kataloge oder Magazine. Wer immer wieder die gleichen Vorlagen mit Inhalten füllt, macht sich mit unseren Tipps und automatischem XML-Import das Leben leichter und entlastet die Layouter.**

**Von Jan Mahn**

Die Trennung von Layout und Inhalt ist keine ganz neue Idee mehr und vor allem in der Webentwicklung seit Jahrzehnten guter Stil. Bei der Zusammenarbeit mit Layoutern ist es aber noch immer gängige Praxis, die Inhalte für Flyer, Plaka-

te oder Grußkarten in eine Word- oder Textdatei zu tippen oder direkt per Mail zu verschicken. Die Layouter puzzeln die Bestandteile dann per Hand zusammen, wenden Absatz- und Zeichenstile an und schicken Entwürfe zur Korrektur als PDF-Datei zurück. Alle Änderungswünsche nehmen wieder den Weg über E-Mails oder PDF-Anmerkungen. Das Layoutprogramm ist für denjenigen, der die Daten anliefert, eine undurchsichtige Kiste und der Layouter die einzige Schnittstelle hinein.

Dabei bringt InDesign eine mächtige Schnittstelle für die Automation mit. Der Arbeitsablauf für wiederkehrende Aufgaben ist einfach: Man erstellt eine Vorlage, baut dort alle Bestandteile ein und versieht sie mit Stilen und definiert, welche Elemente des Dokuments automatisch befüllt werden sollen. Anschließend exportiert man die Hülle als XML-Datei. Diese kann

man mit Inhalten füllen – oder besser von einem anderen Programm oder Skript füllen lassen und später in InDesign importieren. Datenquelle kann zum Beispiel eine Produktdatenbank oder ein Content-Management-System sein. Ist die XML-Struktur vorbereitet, fließen Inhalte mit einem Klick in die layoutete Vorlage.

Als Beispiel dient im ersten Schritt eine einfache Visitenkarte mit einem Namen und einigen Kontaktdataen. Im zweiten Beispiel landet ein komplexerer Magazinartikel – vergleichbar mit dem, den Sie gerade in der Hand halten – aus einer XML-Struktur automatisch in einem Layout. Um die Beispiele nachvollziehen zu können, sollten Sie mit der grundlegenden Bedienung von InDesign vertraut sein. Alle vorgestellten Beispiele zum Nachvollziehen finden Sie zum Download über ct.de/ykfn.

## Vor-Vorbereitungen

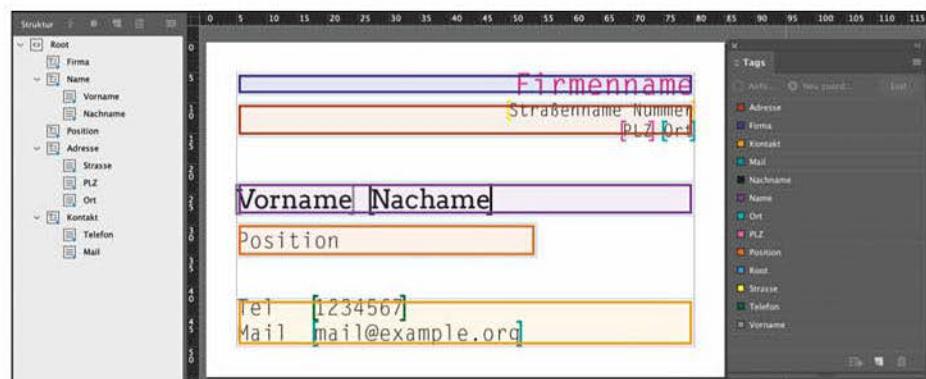
Öffnen Sie die Datei `business_card_empty.indd`, die eine Visitenkarte mit typischen Elementen enthält. Sie arbeitet mit einigen Zeichenstilen, die bereits zugeteilt sind.

Zum Einrichten von automatischen Importen brauchen Sie einige Fenster, die gewöhnlich nicht aktiv sind. Öffnen Sie über Fenster/Hilfsprogramme das Fenster „Tags“. Aktivieren Sie dann über „Ansicht/Struktur/Struktur einblenden“ die XML-Struktur, die am linken Rand auftaucht. Beide Fenster sind noch leer.

Damit InDesign versteht, welche Elemente im Dokument eine Entsprechung in der XML-Struktur haben, braucht man Tags. Diese können an Textabschnitte, Textkästen aber auch an Bilder und Tabellen angeheftet werden – vorher müssen sie jedoch im Fenster „Tags“ angelegt werden. Das passiert InDesign-typisch über das Dokument-Symbol am unteren Rand des Tag-Fensters. Für jedes Datenelement, das aus XML importiert werden soll, brauchen Sie ein Tag – bei der Benennung ist es wichtig, auf Umlaute und Sonderzeichen zu verzichten, da die Tags später zu XML-Tags werden. Für eine saubere Datenstruktur brauchen Sie im Visitenkarten-Beispiel zunächst Tags für alle Textkästen: „Adresse“, „Name“, „Kontakt“. Außerdem brauchen Sie Tags für „Strasse“, „PLZ“, „Ort“, „Vorname“, „Nachname“, „Telefon“, „Mail“.

Das Zuweisen der Tags ist schnell erledigt. Klicken Sie erst einen Textkasten an und wählen dann das passende Tag aus. Markieren Sie dann mit dem Textwerkzeug das Wort „Vorname“ und klicken auf das zugehörige Tag. Damit Sie die vergebenen Tags auf den ersten Blick erkennen können, navigieren Sie im Menü zu „Ansicht/Struktur/Tag-Marken einblenden“. Jetzt bekommen die vertagten Textabschnitte farbige eckige Klammern (die Farben entsprechen denen der Tags in der Liste). Mit der Option „Rahmen mit Tags einblenden“ im gleichen Menüpunkt bekommen auch Textkästen bunte Rahmen. Bei der Zuweisung muss man etwas aufpassen. Ist irgendein Element markiert, reicht ja ein Klick auf ein Tag, um dieses zuzuweisen. Um beispielsweise Tags umbenennen, sollten Sie sich angewöhnen, vorher mit dem Auswahlwerkzeug auf eine leere Stelle zu klicken.

Links im Strukturfenster hat sich jetzt einiges getan – was Sie erst sehen können, nachdem Sie den Strukturbau unter



Beim Einrichten der Vorlage wird jeder Abschnitt mit einem Tag versehen, der sich in der XML-Struktur wiederfindet.

„Root“ ausgeklappt haben. Die Hierarchie der Visitenkarte ist sehr flach, bei komplizierteren Dokumenten können die Tags auch beliebig weit ineinander verschachtelt werden. Im Screenshot auf dieser Seite sehen Sie das Ergebnis der Zuordnung für die Visitenkarte. Wenn Sie die Fleißarbeit, alle Tags zuzuweisen, überspringen möchten, können Sie mit der Datei `business_card_ready.indd` aus dem Projektordner weiterarbeiten.

Damit Sie feststellen können, ob die Objekte den richtigen Tags zugewiesen wurden, hat Adobe eine sehr subtile Darstellung eingebaut: Klicken Sie auf ein getaggtes Objekt im Dokument, wird das zugehörige Element links in der XML-Struktur zart unterstrichen. Ist die Zuweisung aller Tags erledigt, ist es Zeit für einen Blick auf das XML-Dokument.

## Struktur-Export

Rechts oben im Struktur-Fenster verbirgt sich hinter den drei waagerechten Strichen ein Menü und dort der Punkt „XML exportieren“. Speichern Sie die Datei mit den Standardeinstellungen ab und öffnen Sie diese mit einem Texteditor Ihres Vertrauens.

Die XML-Datei entspricht dem Baum, den Sie auch in InDesign sehen könnten. Um den Import auszuprobieren, füllen Sie Platzhalter im Editor mit realistischen Werten, zum Beispiel Ihren eigenen Kontaktdaten. Speichern Sie die XML-Datei ab und wechseln Sie wieder zu InDesign. Über „Datei/XML importieren“ starten Sie den Import – auch hier können Sie es vorerst bei allen Voreinstellungen belassen. Fast wie von Zauberhand landen die Daten in der Visitenkarte.

Wie die Daten jetzt in die XML-Datei kommen, hängt von Ihrer Umgebung ab.

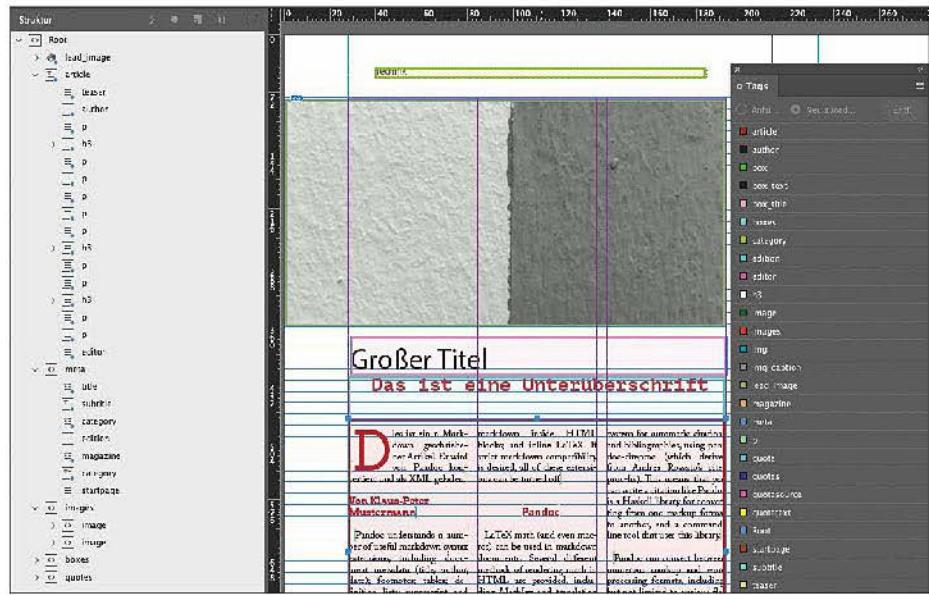
Mit wenig Programmierarbeit könnte man sich einen Automatismus bauen, der das digitale Visitenkartenformat vCard in ein passendes XML-Dokument verwandelt. Oder man baut eine kleine Webseite mit wenigen Formularfeldern, die das passende XML generiert. Firmen, die einen LDAP-Server betreiben, können das XML-Objekt mit wenig Scripting-Aufwand aus LDAP-Daten erzeugen. Damit könnten Mitarbeiter auf Knopfdruck Visitenkarten auf Auftrag geben.

Damit die InDesign-Vorlage nicht immer überschrieben wird, sollten Sie diese im leeren Zustand über „Datei/Speichern unter“ als „InDesign-Vorlage“ speichern. Die Dateiendung ist dann „.indt“. Wenn Sie eine solche Vorlage mit InDesign öffnen, erzeugt das Programm daraus eine neue Datei („Unbenannt.indd“), die Sie mit Daten füllen und speichern können. Bei Änderungen an der Vorlage muss man immer wieder den Weg über „Speichern unter“ gehen.

## Alles im Fluss

Die Visitenkarte war ein einfaches Beispiel, da alle Elemente einen festen Platz haben und schon in der Vorlage mit Zeichenstilen versehen wurden. Bei einem Magazinartikel ist es beim Anlegen der Vorlage dagegen nicht absehbar, an welchen Stellen zum Beispiel Zwischenüberschriften auftauchen und wie lang der Text genau ist. Aber auch für dieses Szenario ist InDesigns XML-Import flexibel genug – ganz ohne Scripting oder Plug-ins.

Im Ordner `templates/magazine_article` finden Sie die Datei `article.indt`. Diese Vorlage enthält einen Artikel, dessen Elemente in etwa denen in einem c't-Artikel entsprechen. Hier ist schon viel Vorausbereitung erledigt. In der Tag-Liste finden Sie sämt-



Auch ein komplizierter Magazinartikel kann über die XML-Schnittstelle in das Layout fließen. Voraussetzung ist, dass die Tags sorgfältig zugewiesen wurden.

liche Tags, die man in InDesign leider nicht in Ordner einsortieren kann – daher ist die Liste etwas unübersichtlich. Auch die XML-Struktur ist bereits befüllt und alle Elemente sind mit Tags versorgt. Bei der Benennung der Tags kommen einige Begriffe zum Einsatz, die man aus HTML kennt: `p` für Absätze, `img` für Bilder. Das macht den Import später komfortabler. Links auf der Montagefläche finden Sie bereits Textkästen, Bilder mit Bildunterschriften und Zitate.

Damit Elemente dynamisch mit den richtigen Zeichen- und Absatzstilen versorgt werden, bedarf es noch einer weiteren Zuordnung: Tags sollen an Formate gebunden werden. Der Dialog dafür ist gut versteckt: Das Fenster „Tags“ hat oben rechts hinter der Schaltfläche mit den drei waagerechten Balken ein Menü. Dort gibt es den Punkt „Tags zu Formaten zuordnen“. Diese Fleißarbeit ist in der Vorlage bereits erledigt. Jeder Stil hat ein zugehöriges Tag.

Sie können die XML-Struktur jetzt wie oben beschrieben exportieren und im Texteditor öffnen. Fügen Sie zum Test ein paar Inhalte in die Struktur ein und importieren Sie das XML-Dokument wieder. Im Beispielprojekt finden Sie mit der Datei `artikel_mit_inhalt.xml` die XML-Struktur für einen mehrseitigen Beispielartikel, den Sie über „Datei/XML importieren“ einlaufen lassen können.

Die Aufgabe des Layouters besteht jetzt darin, die gefüllten Elemente von der

Zeichenfläche ins Dokument zu verschieben und so anzutragen, dass die Seiten optisch ansprechend sind. Diese Aufgabe kann und soll die Automation nicht übernehmen. Hat man alle Elemente im Dokument verteilt, ist es meist nötig, ein paar Zeilen Text anzufügen oder zu kürzen, damit der Artikel genau ins Layout passt. Für solche Arbeiten gibt es eine komfortable Ansicht, in der man auch erkennen kann, innerhalb welcher Tags man sich gerade bewegt. Klicken Sie mit dem Textwerkzeug auf den Textrahmen, den Sie bearbeiten möchten, öffnen Sie das Kontextmenü mit einem Rechtsklick und wählen Sie „Im Textmodus bearbeiten“.

Alternativ können Sie Änderungen auch jederzeit außerhalb von InDesign im XML erledigen und wieder neu importieren. Die Anordnung von Bildern und anderen Elementen auf der Arbeitsfläche bleibt bei einem Import erhalten – es ändern sich nur die Inhalte, die im XML definiert sind.

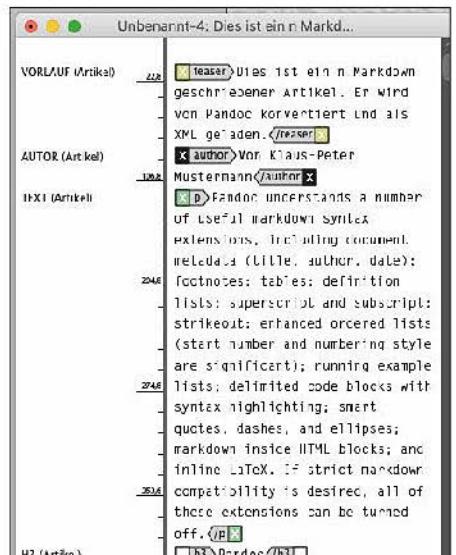
Auch hier können Sie sich das Leben noch etwas leichter machen: Beim Import erscheint ein Fenster, in dem Sie weitere Einstellungen vornehmen können. Wenn Sie hier „Verknüpfung erstellen“ aktivieren, finden Sie die XML-Datei im Fenster „Verknüpfungen“. Diese Verknüpfung verhält sich wie ein eingebettetes Bild. Hat sich die Datei geändert, wird sie mit einem Ausrufezeichen markiert. Mit dem Aktualisieren-Symbol können Sie die aktuellen Inhalte laden.

InDesign beherrscht auch den Weg von Daten zurück in das XML-Dokument. Das ist dann interessant, wenn man die Inhalte nicht nur in InDesign für den Druck vorbereiten möchte, sondern später auf Basis der XML-Struktur zum Beispiel eine Webseite generieren möchte. Wünschenswert wäre es, dass inhaltliche Änderungen in die Datei zurückfließen. Hat man in InDesign einen Tippfehler korrigiert oder ein Wort ergänzt, kann man jederzeit die XML-Datei exportieren und diese weiterverarbeiten.

Sobald sich im Layout aber strukturelle Änderungen ergeben – man etwa in InDesign eine Zwischenüberschrift hinzugefügt hat – fehlen die richtigen Tags. Diese per Hand einzufügen, ist mühsam und fehleranfällig. Aber auch für diese Aufgabe hat InDesign eine elegante Lösung, die nur einmalig etwas Klickarbeit bedeutet: Öffnen Sie dafür das Hamburger-Menü im Fenster „Tags“. Hier finden Sie den Punkt „Formate zu Tags hinzufügen“, das Fenster ist selbsterklärend.

## Datenhaltung

Ist der XML-Import fertig eingerichtet, bleibt ein Problem: Niemand möchte einen Artikel in der XML-Datenstruktur per Hand verfassen – XML ist für Maschinen gut lesbar, für Menschen aber nicht gerade leicht zu schreiben. Schöner wäre es, wenn man die Artikel in einer menschenfreundlichen Sprache verfassen und in XML wandeln könnte. Eine leicht zu schreibende Auszeichnungssprache ist Markdown und ein nützliches Werkzeug



Im Textmodus kann man erkennen, in welchem Text man sich gerade bewegt.

für die Formatierung ist das Open-Source-Programm Pandoc, das wir bereits ausführlich vorgestellt haben[1] (den Artikel finden Sie kostenlos zum Download über ct.de/ykfn). Im Beispielprojekt finden Sie die Datei artikel.md. Sie beginnt mit einem Block Metadaten im YAML-Format:

```
--  
title: Großer Titel  
subtitle: Das ist ein Beispiel  
magazine_title: InDesign-Beispiel  
category: Technik  
edition: 01/2019
```

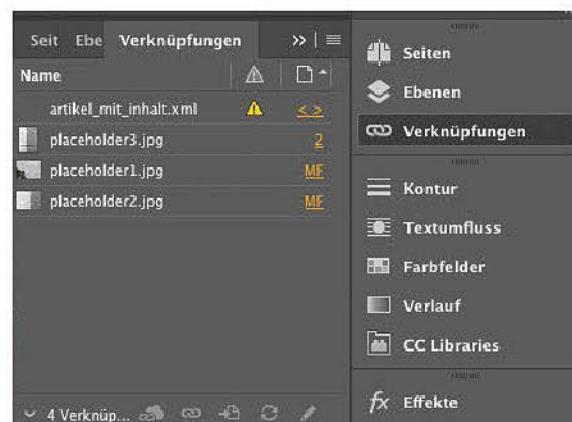
Nach einer Zeile mit dem Inhalt ... folgt der eigentliche Artikel in Markdown. Zwischenüberschriften beginnen mit ###, Absätze werden durch eine Leerzeile erzeugt. Für die Umwandlung nach XML braucht es eine Vorlage, damit Pandoc weiß, wie es die Inhalte verpacken soll. Eine solche finden Sie unter dem Namen artikel\_template.xml.

Grundlage für diese Vorlage war ein Export der XML-Struktur aus InDesign. Alle Metadaten aus dem YAML-Block kann man in ein Template einbetten, indem man den Variablennamen in \$ einrahmt, also zum Beispiel \${title\$} und \${subtitle\$}. Der Artikel selbst liegt in der Variable \${body\$}. Pandoc soll den Markdown-Inhalt in HTML umwandeln (Zwischenüberschriften zum Beispiel in <h3> einpacken). Da die Tags in InDesign schon zu Beginn wie HTML-Elemente benannt wurden, muss man nach der Umwandlung keine Stile mehr per Hand anwenden.

Um die Umwandlung zu starten, müssen Sie Pandoc installiert haben. Navigieren Sie auf der Kommandozeile in den Ordner mit dem Beispielprojekt und starten Sie Pandoc mit folgendem Befehl:

```
pandoc -o output.xml -t html  
-template artikel_template.xml  
artikel.md
```

In der Datei output.xml liegt jetzt ein für InDesign vorbereiteter Artikel, den Sie



Aktiviert man die Verknüpfung beim XML-Import, kann man Änderungen an der XML-Datei direkt in InDesign übernehmen.

wie oben beschrieben laden können. Diesen Workflow kann man je nach Anforderungen in die eigene Infrastruktur einbauen und die Rohdaten zum Beispiel in einer Datenbank ablegen. Mit Pandoc und einer weiteren Vorlage könnte man aus dem gleichen Markdown-Dokument zum Beispiel eine passende Webseite mit den Inhalten generieren.

## Noch besser mit Skript

Nicht jedes erdenklische Problem kann man mit der XML-Importfunktion direkt lösen. Manchmal ist es sinnvoll, Werte aus dem geladenen XML zu verarbeiten, um Einstellungen von InDesign zu ändern. Im Beispiel eines Artikels, der in einem Heft wie diesem erscheint, soll die Zählung der Seitenzahlen nicht bei jedem Artikel bei „1“ beginnen. Stattdessen wäre es wünschenswert, die Startseitenzahl aus dem XML zu ziehen. Damit das klappt, muss man die Skript-Umgebung von InDesign einsetzen. Solche Skripte kann man in verschiedenen Sprachen verfassen: JavaScript, VBScript oder AppleScript. Die beste Wahl ist JavaScript, da man solche Skripte sowohl unter Windows als auch unter macOS einsetzen kann.

Im Projektordner finden Sie die Datei Seitenzahlen.js, die genau dieses Problem löst. Um auf das geladene XML zuzugreifen, kommt die Funktion evaluateXPath-

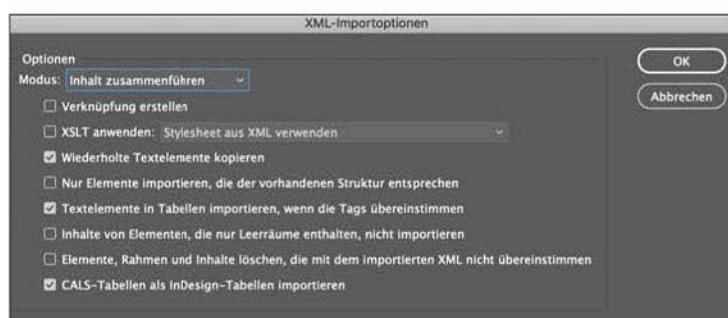
Expression() zum Einsatz. Sie sucht nach einem XML-Eintrag im Pfad meta/startPage. Der gefundene Wert wird in einen Integer umgewandelt und in der Variable startPage abgelegt. Anschließend setzt das Skript zwei InDesign-Einstellungen. Es schaltet die automatische Nummerierung ab, die bei 1 beginnt und setzt den neuen Startwert:

```
app.activeDocument.sections[0].  
continueNumbering = false;  
app.activeDocument.sections[0].  
pageNumberStart = startPage;
```

Um das Skript einzusetzen, müssen Sie es erst an die Stelle legen, an der InDesign Skripte erwartet. Öffnen Sie über „Skripte“ über Fenster/Hilfsprogramme/Fenster. Klicken Sie dort mit der rechten Maustaste auf den Ordner „Benutzer“ und öffnen Sie den Menüpunkt. Es öffnet sich der richtige Ordner im Explorer (unter Windows) oder im Finder (unter macOS). Kopieren Sie das Skript Seitenzahlen.js in den Unterordner „Scripts Panel“. Zurück in InDesign starten Sie das Skript mit einem Doppelklick. Die Seitenzahlen beginnen jetzt mit dem Wert, der im Meta-Tag in der XML-Datei angegeben ist.

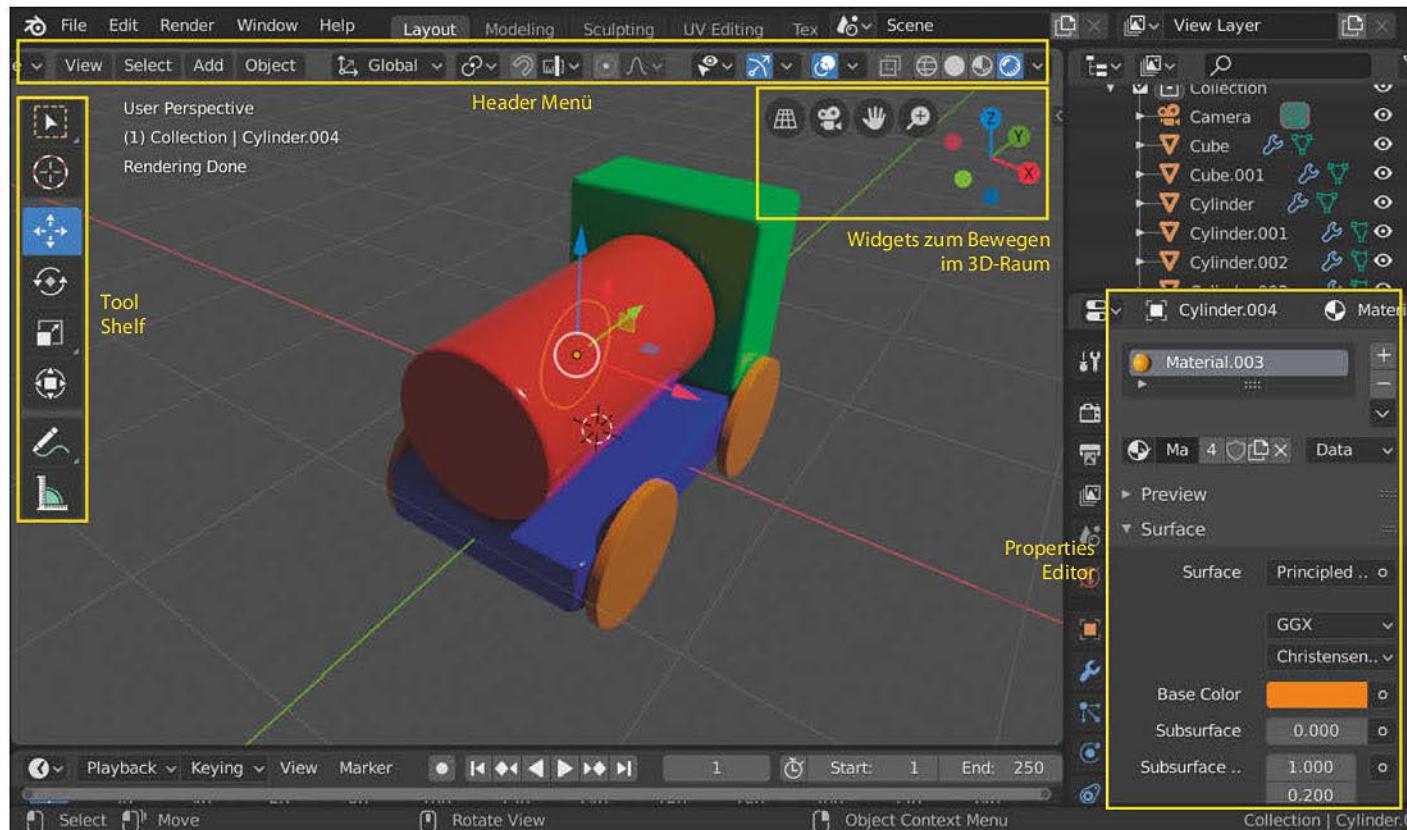
Wenn Sie eigene Skripte bauen möchten, die mit XML-Werten das Programm fernsteuern, müssen Sie sich durch die sehr ausführliche Dokumentation (zu finden über ct.de/ykfn) arbeiten oder bei Skripten aus dem Netz inspirieren lassen, die in der aktiven Nutzergemeinschaft ausgetauscht werden. Wenn Sie eigene Ideen mit und ohne Scripting über die XML-Schnittstelle umgesetzt haben, können Sie auch das Artikelforum zu diesem Artikel (ct.de/ykfn) für den Austausch nutzen.

(jam@ct.de) ct



**Beim Import aus XML können Sie die Verknüpfung aktivieren. Dann gelangen Änderungen direkt ins Dokument.**

**Beispielprojekt: ct.de/ykfn**



# 3D-Modellierung spielend lernen

**Blender-Workshop: Vom einfachen 3D-Objekt zum fotorealistischen Rendering**

**Frische Oberfläche, leicht bedienbare Werkzeuge: Die kostenlose Modeling- und Animationssoftware Blender 2.8 weckt jetzt richtig Lust auf 3D. Mit unserem mehrteiligen Workshop gelingt der Einstieg in den computergestützten Modellbau ganz geschmeidig.**

**Von Gottfried Hofmann**

**M**it 3D-Software kann man die Welt einfach nachbauen, ein wenig schöner oder schauriger gestalten oder ganz neu erschaffen. Wie das geht, lernen Sie in unserem mehrteiligen Workshop, der

sanft in die komplexe Materie einführt: von ersten Gehversuchen und der Konstruktion simpler Objekte aus virtuellen Bauklötzen bis hin zur fotorealistischen Kaffeetisch-Szene. Als Arbeitsumgebung haben wir die kostenlose Open-Source-Software Blender gewählt, die mittlerweile nicht nur in professionellen Filmproduktionen eingesetzt wird, sondern in der neuen Version 2.8 auch extrem einsteigerfreundlich geworden ist.

Unser erstes Tutorial beschränkt sich auf einfaches Bearbeiten und Platzieren von Standard-Objekten, was immerhin schon für eine Spielzeugeisenbahn reicht. Im zweiten Teil lernen Sie, aus solchen Grundformen beliebige Werkstücke zu fertigen – also digitales Schnitzen, Kneten, Fräsen und Schleifen. Weitere Folgen widmen sich dem, was Objekte realistisch

wirken lässt: der Oberflächengestaltung mit diversen Materialien und der passenden Ausleuchtung. Am Ende steht das Rendering, bei dem aus der virtuellen Szene ein Bild generiert wird. Der Ablauf entspricht dabei grob dem einer professionellen 3D-Produktion – allerdings mit einigen Abkürzungen, um die Grundlagen zu festigen. Hier und da werden wir etwas detaillierter vorgehen, um ein Gefühl für die Tiefe der Materie zu vermitteln.

Am Ende halten Sie nicht nur das fotorealistische Bild einer Kaffeetisch-Szene in der Hand. Sie beherrschen auch die wichtigsten Grundtechniken und kennen die Abläufe im 3D-Workflow, sodass Sie sich eigenständig an fortgeschrittene Blender-Tutorials heranwagen können.

## Starthilfe

Blender steht für Windows, macOS und Linux unter [blender.org](https://blender.org) zum Download, die Installer sind nur 100 MByte groß. Für Windows gibt es sogar eine portable Version als ZIP-Archiv, die vom USB-Stick aus startet. Die Linux-Version sollte auf allen gängigen Distributionen funktionieren. Korrekt gebaute, aktuelle Builds bekommt man nicht nur auf [blender.org](https://blender.org), sondern auch über den Snap Store sowie Steam ([ct.de/yevx](https://ct.de/yevx)). Bei anderen externen Linux-Repositories ist die Qualität der Builds hingegen nicht gewährleistet.

Beim ersten Start erscheint ein Splash-Screen, den Sie einfach wegklicken.

cken. Dahinter öffnet sich die 3D-Welt, angedeutet durch einen Gitterboden und einen Würfel. Dieser Bereich heißt 3D-Viewport, hier wird die hauptsächliche Arbeit stattfinden. Drumherum gruppieren sich weitere Fenster, rechts oben zum Beispiel der Outliner, der die 3D-Szene in einer Baumstruktur ähnlich wie ein Dateibrowser anzeigt. Darunter befindet sich der Properties Editor, in dem man alle möglichen Eigenschaften festlegt: von allgemeinen Einstellungen wie der Größe des finalen Bildes bis hin zu sehr speziellen wie der Physik einzelner Objekte. Ganz unten findet sich eine Timeline, die Sie im Workshop aber nicht benötigen, da das Ziel ein Standbild und keine Animation ist.

Die Fenster in Blender 2.8 sind angeordnet wie Kacheln, sprich sie überlappen sich nicht gegenseitig. Interface-Elemente, die andere überlagern – etwa Dropdown-Menüs – verschwinden, sobald man die Maus weg bewegt. Das ist gewöhnungsbedürftig, stellt aber sicher, dass kein Element den Arbeitsfluss blockiert.

Die Oberfläche von Blender kann man zwar per Edit/Preferences/Interface/Translation auf Deutsch umstellen. Empfehlenswert ist es aber nicht, da sich viele Begriffe aus der Computergrafik nur schwer ins Deutsche übersetzen lassen. So verwundert es nicht, dass nahezu alle Tutorials – egal in welcher Sprache – die englische Bedienoberfläche verwenden. Für diese haben auch wir uns entschieden, um Ihnen verwirrende Begriffe wie Formschlüssel, massive Anzeigen, Durchgangsindices et cetera zu ersparen.

## Erste Schritte im Raum

In Blender liegen alle Funktionen, die man für die Bewegung im Raum benötigt, auf der mittleren Maustaste beziehungsweise dem Mausrad. Ähnlich wie man in 2D-Programmen – Bildbearbeitung, Vektorgrafik et cetera – die Arbeitsfläche hin und her schiebt, lässt sich der 3D-Viewport im Raum rotieren, sodass man das Modell aus der günstigsten Perspektive betrachten und bearbeiten kann. Dazu drücken Sie die mittlere Maustaste und bewegen die Maus. Möchte man sich in Blender hingegen nur hin und her oder auf und nieder bewegen (Panning), drückt man die Umschalt-Taste und die mittlere Maustaste. Mit dem Mausrad zoomt man in die Szene hinein und hinaus (Alternativ: Strg + mittlere Maustaste).

**Bewegung im Raum:**  
Per Druck auf die mittlere Maustaste (Mausrad) oder via Navigations-Widget betrachtet man die Szene aus allen möglichen Perspektiven.



Bei der Arbeit mit Geräten ohne dritte Taste wie Notebook oder Trackpad behilft man sich mit dem neuen Navigations-Widget im 3D View oben rechts. Das Hand-Symbol bewegt die Ansicht nach links, rechts, oben und unten; das Vergrößerungsglas-Symbol führt vor und zurück. Und wenn Sie auf das bunte Widget klicken und die Maus ziehen, können Sie frei rotieren.

Es kann passieren, dass man im 3D-Raum bewegungsunfähig „stecken bleibt“. Zur Befreiung drückt man einfach die Taste Home oder Pos1, woraufhin Blender die gesamte Szene anzeigt und man sich wieder bewegen kann. Alternativ zentriert die Komma-Taste auf dem Ziffernblock den Viewport auf das aktuell ausgewählte Objekt, was die Blockade ebenfalls löst.

Aber warum kann man überhaupt stecken bleiben? Die Schrittweite, mit der man sich vor oder zurück bewegt, passt sich dynamisch an. Denn ansonsten könnte man leicht über ein Millimeter großes Objekt drübersteigen, wenn die Schrittweite etwa einen Meter beträgt. Daher wird in Blender automatisch jeder Schritt, den man vor oder zurück geht, etwas kleiner als der vorherige. Auf diese Weise nähert man sich weich an Objekte an, ohne sie zu überspringen. Es kann aber auch passieren, dass die Schritte irgendwann zu klein werden. Home und „,

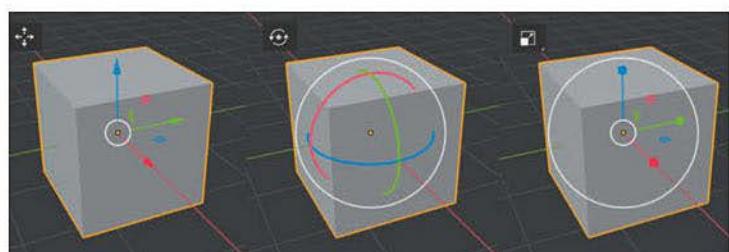
auf dem Ziffernblock setzen die Schrittweite zurück.

## Objekte bewegen

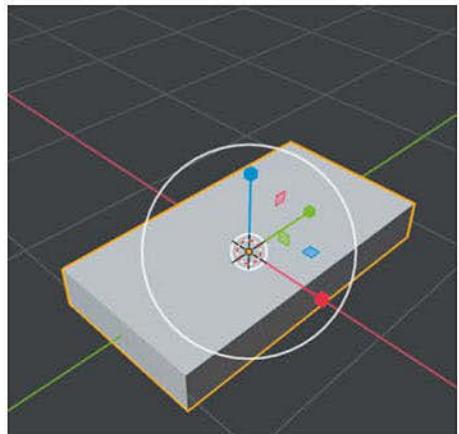
Die zweite Grundfertigkeit bei der Arbeit im Dreidimensionalen besteht darin, Dinge beziehungsweise Objekte im Raum zu bewegen. Um ein Objekt zu bewegen oder anderweitig zu verändern, muss man es zunächst auswählen und anschließend mit dem geeigneten Werkzeug behandeln. Auswählen funktioniert seit der aktuellen Blender-Version 2.8 per Klick mit der linken Maustaste auf das Objekt – wie in anderen (Grafik-)Programmen auch. Selektierte Objekte kennzeichnet Blender mit einem orangen Rahmen.

Die Werkzeuge finden Sie auf der linken Seite des 3D View im sogenannten Tool Shelf. Ein Klick auf das Symbol mit den vier Pfeilen aktiviert das Move-Werkzeug. Im 3D Viewport erscheinen daraufhin an dem ausgewählten Objekt dreidimensionale Anfasser in den Farben Rot, Grün, Blau und Weiß. Diese Anfasser heißen in Blender Widgets oder Gizmos und werden mit der linken Maustaste bedient.

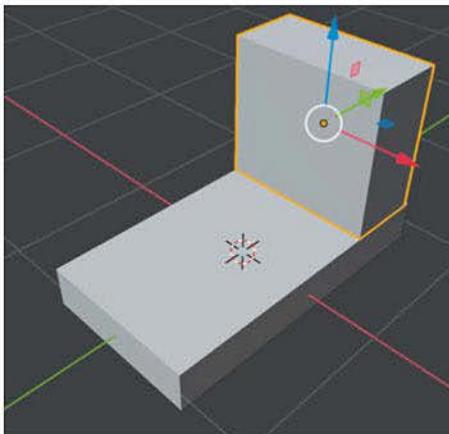
Klicken Sie auf einen der Pfeile, halten Sie die Maustaste gedrückt und bewegen Sie die Maus. Das Objekt wandert entlang der Achse, die der Pfeil markiert. Rot entspricht dabei der X-Achse beziehungsweise vorne-hinten, Grün der Y-Achse (links-rechts) und Blau der Z-Achse (oben-unten).



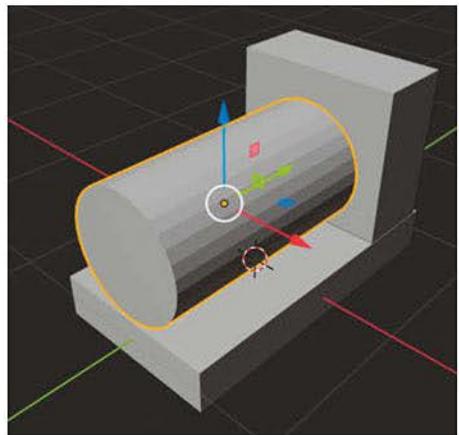
**Objekte bewegen:** Werkzeuge zum Bewegen (links), Rotieren (Mitte) und Skalieren finden Sie im Tool Shelf. Die farbkodierten Anfasser führen die Transformationen entlang einer Achse aus, die Vierecke entlang zweier Achsen.



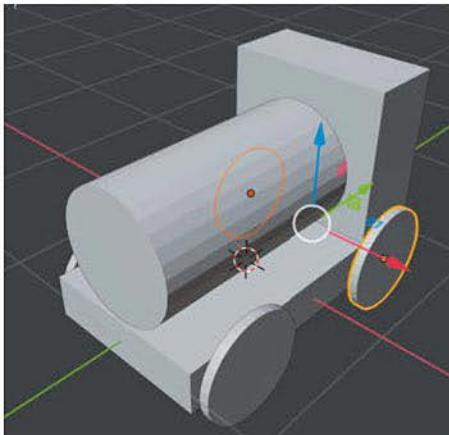
**Bodenplatte:** Quadrat mit dem Skalieren-Werkzeug zum Rechteck formen. Zuerst den blauen, dann den roten Anfasser ziehen.



**Führerhaus:** Quadrat hinzufügen, mit dem Skalieren-Werkzeug zum Rechteck formen, mit dem Bewegen-Werkzeug verschieben.



**Kessel:** Zylinder hinzufügen, mit Strg+Rotieren-Werkzeug um 90 Grad drehen, mit dem grünen viereckigen Anfasser des Skalieren-Werkzeugs verkleinern.



**Vordere Räder:** Zylinder hinzufügen, um 90 Grad drehen, Skalieren, duplizieren, verschieben. **Hinterne Räder:** vordere Räder duplizieren und verschieben.

unten). Wenn Sie in eines der Vierecke klicken und ziehen, so bewegt sich das Objekt entlang zweier Achsen, was man sich wie eine virtuelle Ebene vorstellen kann. Über den weißen Kreis in der Mitte können Sie das Objekt frei entlang der Blickachse bewegen. Die Widgets für Rotation und Skalierung funktionieren identisch.

## Objekte einfügen

Neue Elemente fügen Sie über das Add-Menü im Header des 3D Viewports hinzu – also ganz oben im Editorfenster. Wählen Sie dort „Mesh“ und dann ein beliebiges Objekt. Wer gleich von Anfang an effizient arbeiten möchte, lernt das passende Tastenkürzel Alt+A.

Vermutlich ist das Objekt exakt mittig erschienen. Das muss aber nicht so sein, denn Sie können deren Position vor dem

Einfügen beliebig festlegen. Wählen Sie dazu den 3D-Cursor über das Fadenkreuz-Symbol im Tool Shelf aus, klicken anschließend irgendwo in die Szene und ergänzen ein weiteres Objekt. Wie ein Cursor in einem Textverarbeitungsprogramm die Stelle markiert, an der der nächste Buchstabe erscheint, markiert der 3D-Cursor in Blender also die Position, an der neue Objekte auftauchen. Und auch wenn man im Viewport von Blender einen Bezugspunkt benötigt, leistet der Cursor wertvolle Dienste.

Um ein Objekt zu löschen, selektieren Sie es, blenden mit der rechten Maustaste das Kontextmenü ein und wählen ganz unten Delete. Alternativ verwenden Sie die Tastenkürzel Entf oder X.

An dieser Stelle empfiehlt sich, kurz innezuhalten und ausgiebig zu üben.

Fügen Sie verschiedene Objekte hinzu, bewegen, rotieren und skalieren Sie sie. Denn das Bewegen und Orientieren im 3D-Raum ist die wichtigste Übung für den Einstieg in die komplexe Materie. Versierte Computergrafiker beherrschen diese Handgriffe ohne nachzudenken.

## Erstes Projekt aus Grundformen

Das erste eigene Projekt starten Sie mit einer leeren Szene per File/New/General. In diesem Fall soll darin eine Spielzeugeisenbahn aus Holzklötzen entstehen. Als Fahrgestell beziehungsweise Bodenplatte dient der in der Szene enthaltene Standardwürfel, den man dafür nur leicht modifizieren muss. Formen Sie ihn per Skalierenwerkzeug zum flachen Quader, indem Sie ihn mit dem blauen Anfasser platt drücken und mit dem roten schmäler machen.

Um das Führerhäuschen aufzusetzen, fügen Sie per Add/Mesh/Cube einen weiteren Würfel hinzu. Wenn Sie bis dahin den 3D-Cursor nicht verschoben haben, sollte der Würfel die Bodenplatte komplett umschließen. Skalieren Sie ihn zunächst mit dem grünen Anfasser entlang der Y-Achse, anschließend mit dem roten auf die Breite des Fahrgestells und zuletzt mit dem blauen. Das fertige Führerhäuschen gelangt via Move-Werkzeug ans Ende der Bodenplatte.

Für den Kessel kann man ebenfalls eines der im Add-Menü enthaltenen Mesh Primitives verwenden: den Zylinder. Weil dieser nach dem Hinzufügen aufrecht steht, muss er um 90 Grad gedreht werden. Wählen Sie dazu das Rotationswerkzeug und drehen Sie den Zylinder entlang der X-Achse. Halten Sie währenddessen die Strg-Taste gedrückt, springt er in 5-Grad-Schritten – der aktuelle Winkel erscheint in weißer Schrift oben links im 3D Viewport. Damit ist eine exakte 90-Grad-Drehung ein Leichtes.

An dieser Stelle kommt häufig die Frage auf, ob dieses Einrasten nicht auch helfen könnte, zwei Objekte exakt aufeinander zu platzieren. Dazu dienen das Hufeisen-Icon im Header sowie die Optionen im Drop-down-Feld rechts daneben. Die Option Face bewirkt beim Einsatz der Transformationswerkzeuge, dass die Objekte auf Flächen einrasten, sobald Sie Strg drücken.

Sie sollten die Objekte dennoch von Hand platzieren – nicht nur zu Übungszwecken. Denn in der realen Welt sitzen

die Dinge nie perfekt aufeinander, es gibt immer einen winzigen Spalt. Aufgrund der kleinen Ungenauigkeiten, die durch das Platzieren von Hand entstehen, wirkt das Modell also realistischer. Den Zylinder sollten Sie trotzdem mithilfe der oben beschriebenen Snapping-Funktion drehen. Bei der Rotation wirken sich kleine Änderungen viel stärker aus und eine schief zusammenmontierte Lok sieht nicht realistisch, sondern dilettantisch aus.

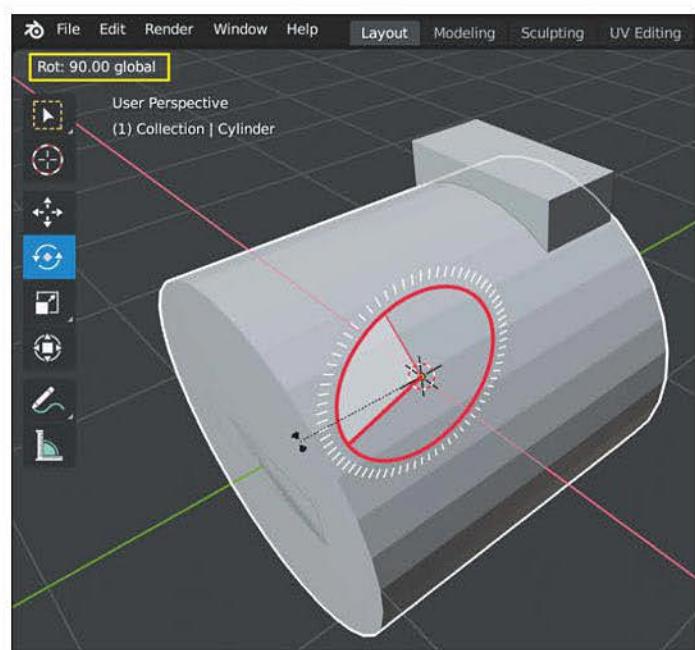
### Operation entlang zweier Achsen

Der Kessel ist noch viel zu dick. Eine Möglichkeit, seinen Umfang zu verringern, ist die gleichzeitige Skalierung entlang zweier Achsen. Wählen Sie das Scale-Werkzeug und klicken Sie in das grüne Viereck. Dadurch skalieren Sie entlang der X- und Z-Achse, aber nicht entlang der Y-Achse. Den deutlich verschlankten Zylinder verkürzen Sie nun noch mit dem grünen Anfasser. Die richtige Wahl der Achsen ist essenziell beim Arbeiten in 3D. Aufmerksame Beobachter werden an dieser Stelle sicher bemerkt haben, dass man dasselbe Ergebnis erzielt, indem man den Zylinder zunächst entlang aller drei Achsen verkleinert und dann entlang einer Achse wieder langzieht. In 3D führen meist mehrere Wege ans Ziel.

### Effizient: Kopien und Shortcuts

Für die Räder bietet sich ein entlang der Z-Achse flach gedrückter und um 90

Grad rotierter Zylinder an. Allerdings benötigt man vier davon an unterschiedlichen Stellen, was mit Duplikaten und Shortcuts rasch erledigt ist. Platzieren Sie das erste Rad vorne links, blenden per Rechtsklick das Kontextmenü ein und wählen „Duplicate Objects“. Wenn Sie jetzt die Maus bewegen, folgt Ihrem Cursor eine Kopie des Rades mit weißer Kontur: Sie befinden sich im Bewegungsmodus. Wenn Sie nun die Taste X drücken (nur kurz drücken, nicht gedrückt halten), bewegt sich das Rad nur noch entlang der roten X-Achse und Sie können es auf der



gegenüberliegenden Seite der Lok platzieren.

Immer wenn Sie in Blender etwas bewegen, rotieren oder skalieren, können Sie die Operation auf einzelne Achsen beschränken, indem Sie zuvor die entsprechend benannte Taste drücken. Wer sich allein diese essenziellen Tastenkürzel merkt, spart im Alltag eine Menge Klicks und Zeit – auch wenn man seit Blender 2.8 prinzipiell ohne sie auskommt.

Wählen Sie nun beide Räder aus, indem Sie beim Selektieren die Umschalt-Taste gedrückt halten. Duplizieren Sie sie



# Kulturwandel Digital 2020 für NRW

Die Smarte Verwaltung 4.0 an der Schwelle des neuen Jahrzehnts

**e-nrw**

Zukünftige IT-Strategien  
in Nordrhein-Westfalen

7. November 2019 in Düsseldorf / Neuss

**Prof. Dr. Andreas Pinkwart**



Der Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen eröffnet den Kongress mit der NRW-Digitalisierungsstrategie im

**Sabine Noll**



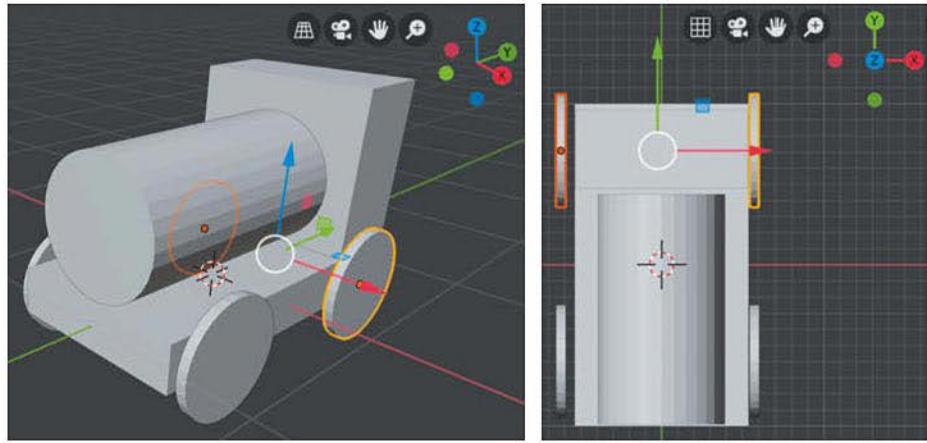
Die Kämmerin der Stadt Monheim am Rhein beschreibt Vision, Strategie und innovative Projekte einer Mittelstadt an der JahrzehntsSchwelle.

**Hartmut Beuß**



Der Beauftragte der Landesregierung Nordrhein-Westfalens für Informationstechnik (CIO) reflektiert das OZG als „Turbo“ für die Verwaltung 4.0

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



**Perspektivwechsel offenbare verborgene Konstruktionsfehler:** In diesem Fall haben die Räder auf einer Seite zu viel Abstand, was in der orthografischen Draufsicht auffällt.

und drücken Sie diesmal die Taste Y während der Bewegung. Damit sind alle vier Räder rasch montiert.

## Kontrolle

Aber befinden sich auch wirklich alle Objekte am richtigen Platz? Ein Monitor ist auf zweidimensionale Darstellung reduziert, die Tiefeninformationen fehlen. So kann es immer wieder zu Überraschungen kommen: Was von vorne betrachtet korrekt wirkt, entpuppt sich von unten möglicherweise als windschief.

Deshalb sollte man die Szene immer wieder aus unterschiedlichen Perspektiven kontrollieren. Besonders leicht geht dies via Navigations-Widget: Ein Klick auf eine der Achsen, und der Standpunkt des

Betrachters wechselt nach oben, vorne, rechts oder links. Außerdem wechselt Blender dabei von der Perspektiv- in die orthografische Anzeige, die man sich wie eine Reißbrettansicht vorstellen kann. So lassen sich verborgene Konstruktionsfehler rasch aufspüren.

Wenn man Videoanleitungen von fortgeschrittenen Nutzern ansieht, fällt auf, dass sie sich während des Konstruierens permanent um die Objekte herumbewegen, um sie aus möglichst vielen Perspektiven betrachten zu können. Eine An gewohnheit, die sich auszahlt.

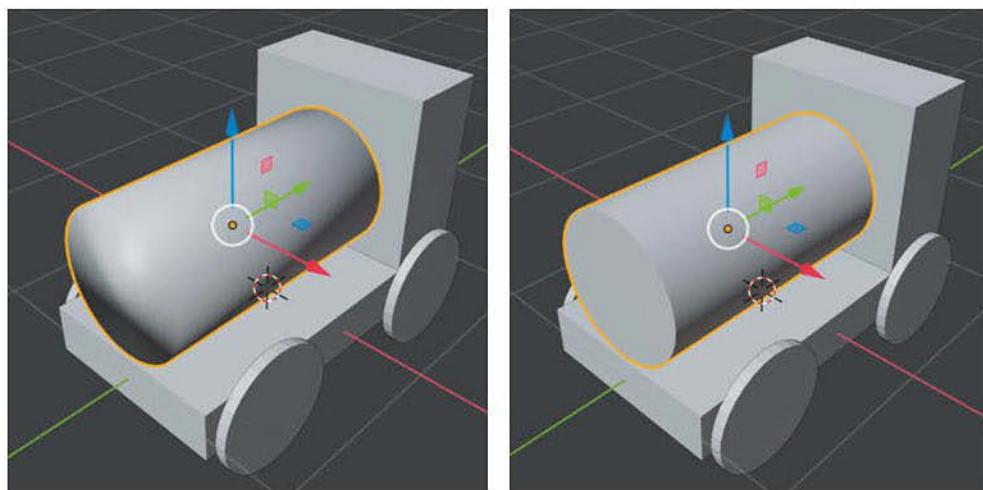
## Organische Formen

Der Zug sieht momentan noch arg computergeneriert aus, da man vor allem beim

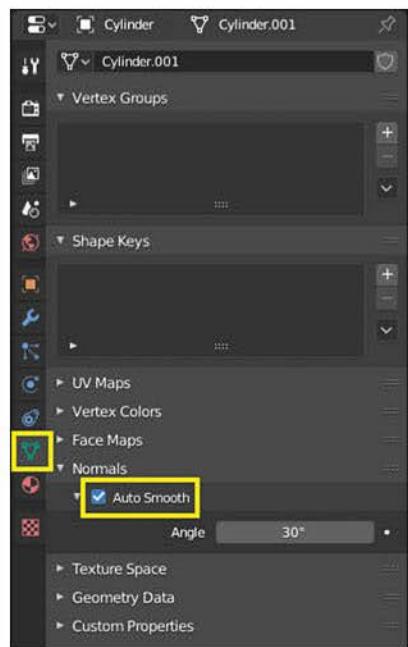
Kessel und bei den Rädern die einzelnen Flächen erkennen kann, aus denen die Objekte aufgebaut sind. Abhilfe schafft das sogenannte Smooth Shading, das versucht, die Formen leicht abzurunden. Selektieren Sie dazu den Kessel-Zylinder, blenden mit der rechten Maustaste das Kontextmenü ein und wählen „Shade Smooth“. Der Zylinder sieht nun allerdings ziemlich merkwürdig aus, da die Funktion auch den harten Übergang an den Seitenflächen stark abrundet.

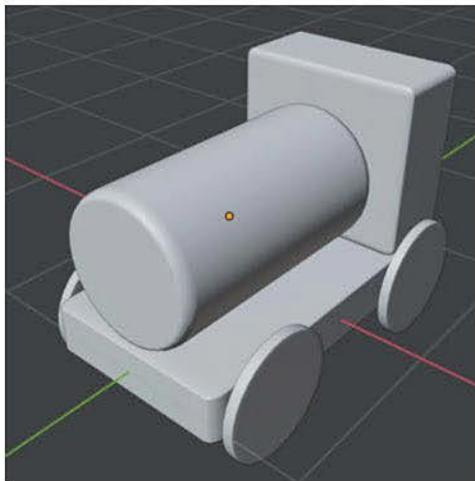
In Blender 2.8 gibt es eine neue Funktion, die genau dieses Problem löst. Sie wölbt nur diejenigen Flächen, die in einem relativ flachen Winkel an die Nachbarflächen anschließen. Diese Funktion ist noch neu und liegt ein wenig versteckt im „Properties Editor“ im „Object Data Tab“. Der Properties Editor ist das Fenster unten rechts und den Object Data Tab erkennt man am grünen Symbol. Es stellt ein aus Punkten, Kanten und Flächen bestehendes Dreieck dar. Das sind die Grundelemente oder Daten, aus denen 3D-Objekte aufgebaut sind. In Blender werden diese Mesh genannt, was man als Drahtgitter oder Punktenetz übersetzen kann. Andere Objekte wie die Kamera oder das Licht in der Szene zeigen in diesem Tab andere Eigenschaften an wie zum Beispiel Brennweite oder Leuchtkraft.

Klappen Sie die Sektion Normals auf und setzen Sie ein Häkchen bei „Auto Smooth“. Jetzt sieht der Zylinder wirklich rund aus, während die scharfe Kante erhalten geblieben ist. Intern nutzt Blender für



Durch „Smooth Shading“ (links) werden eigentlich eckige Übergänge wie hier beim Zylinder zu stark abgerundet. „Auto Smooth“ (Mitte und rechts) erhält die scharfen Kanten und glättet nur die Rundungen des Zylinders.





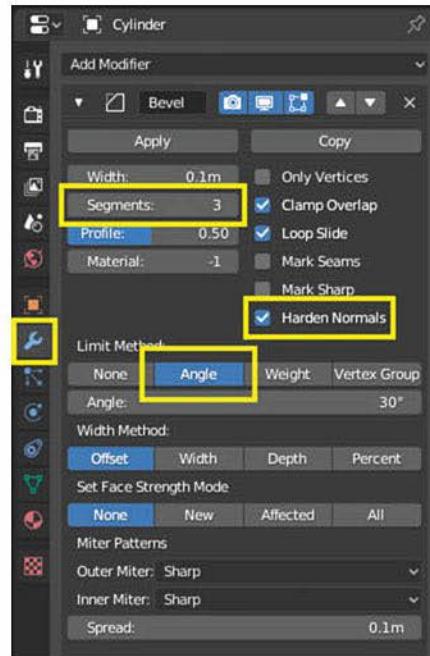
Mit den richtigen Einstellungen erhalten auch simple Objekte sauber abgerundete Kanten.

das Objekt inzwischen sogenannte Custom Normals. Über die Normalen(-vektoren) wird in der Computergrafik die Richtung bestimmt, in die eine Fläche zeigt. Dank dieser Einstellung können Sie darauf Einfluss nehmen. Schalten Sie auch für alle anderen Objekte „Smooth Shading“ und „Auto Smooth“ ein. Sie können dabei alle Objekte auf einmal auswählen und mit dem Kontextmenü arbeiten. Um bei allen Objekten gleichzeitig Auto Smooth zu aktivieren, halten Sie die Alt-Taste gedrückt, während Sie das Häkchen setzen.

Warum ist Smooth Shading so leicht über das Kontextmenü zu erreichen, Auto Smooth hingegen versteckt in einem Untermenü in einem Tab des Properties Panel? Ersteres ist ein seit Jahren etabliertes, essenzielles Feature, Letzteres wird noch nicht allzu lange unterstützt, nicht ganz so häufig benötigt und muss erst noch seinen Platz in der Bedienoberfläche finden. Diskutiert wird in Entwicklerkreisen unter anderem die Idee, Auto Smooth bei jedem neu hinzugefügten Objekt automatisch zu aktivieren. Im nächsten Teil unseres Workshops lernen Sie eine Modellierungstechnik kennen, die ohne Auto Smooth auskommt.

### Kantenschleifer

Die scharfen Kanten sind aber nach wie vor ein Problem, da ein solch präziser Verlauf in der Realität – insbesondere bei Kinderspielzeug – so gut wie gar nicht vorkommt. Für den digitalen Kantenschliff ist in Blender der „Bevel Modifier“ zuständig.



Selektieren Sie wieder den Kessel-Zylinder und begeben Sie sich ins Modifier-Tab des Properties Editor. Wählen Sie im Drop-down-Menü „Bevel“. Jetzt erscheinen die Kanten des Zylinders abgeflacht, aber die vielen kleinen Flächen sind wieder aufgetaucht. Stellen Sie Limit Method auf „Angle“ und das Problem ist gelöst.

Die abgeflachte Kante wirkt immer noch zu hart, die Option „Harden Normals“ lässt sie weich und abgerundet erscheinen. Unter Segments stellen Sie den Wert 3 ein, um die Abrundung zu vollenden. Selektieren Sie wieder alle Objekte und anschließend den Modifier. Drücken Sie Strg+L für „Make Links“ und wählen Sie Modifiers. Dadurch wird der Modifier vom Kessel auf alle anderen Objekte kopiert.

### Echtes Modellieren

Sie sind jetzt in der Lage, in Blender aus Grundformen einfache Modelle zu bauen, zu verändern und abzurunden. Und ganz nebenbei beherrschen Sie fast alle Möglichkeiten, mehrere Objekte gleichzeitig zu bearbeiten. Weil die Gestaltungsmöglichkeiten mit Bauklötzen aber doch etwas beschränkt sind, zeigen wir im nächsten Teil, wie man aus einem Zylinder eine Kaffeetasse formt und mit alternativen Methoden abrundet. (atr@ct.de) **ct**

**Kostenlose Downloads:** [ct.de/yevx](http://ct.de/yevx)

## Das Örtliche

Ohne Ö fehlt Dir was

### Die Reiseführer-App für den Harz.

Entdecke Deinen Urlaubsort und gewinne!



1. Platz: 1.000,- Euro  
Reisegutschein

2. – 5. Platz: Präsentkorb  
„Harzer Köstlichkeiten“

Jetzt die App über den QR-Code laden und teilnehmen!

[www.harz-gewinnspiel.de](http://www.harz-gewinnspiel.de)



Teilnahmeschluss: 31.10.2019

# Verbraucherschutz oder Pranger?

## Ergebnisse von Lebensmittelkontrollen im Netz

**Überalterte Hummerkrabben in der Tiefkühlung, Mäusekot im Lagerschrank: Wenn lebensmittelrechtliche Kontrollen Alarmierendes aufdecken, möchten Verbraucher gern informiert werden. Aber inwieweit dürfen Behörden oder gar private Spürnasen dergleichen Ergebnisse ins Internet stellen? Für Lokale oder Märkte steht dabei einiges auf dem Spiel.**

Von Harald Büring

Die Website des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg hält unter dem Stichwort „Lebensmittelkontrolle“ allerlei Schockierendes bereit: Die nach Regionen geordneten Ergebnisse amtlicher Lebensmittelkontrollen können Verbrauchern durchaus den Appetit verderben.

So fielen dem Landratsamt des Schwarzwald-Baar-Kreises bei der Betriebsbesichtigung eines Landgasthofs am 15. April 2019 unter anderem „schwarz verschimmelte Innenräume diverser Schubladen und Kühlmöbel, Mäusekot in einem ungenutzten Schrank im Lagerraum, stinkende und gärende Flüssigkeit unter einem Schneidebrett, tropfendes Fett von der Dunstabzugshaube und von der Decke“ auf. Zudem war „teilweise schwarzer Schimmel an Decken- und Wandflächen“ festzustellen.

In Bayern beanstandete das Amt für Veterinärwesen und gesundheitlichen Verbraucherschutz der Stadt Erlangen am 23. Mai 2019 in der Küche eines Krankenhauses: „Mängel bei der Betriebshygiene ...; Mängel bei der Schädlingsbekämp-

fung; Inverkehrbringen von unter unhygienischen ... Bedingungen hergestellten/behandelten Lebensmitteln“.

In Hessen hat das Veterinäramt der Stadt Wiesbaden bei der Besichtigung eines Restaurants am 25. April 2019 „Schweinefleisch, welches grünliche Verfärbungen und stark abweichenden Geruch aufwies und damit zum Verzehr durch den Menschen nicht mehr geeignet war, sowie zahlreiche überlagerte Lebensmittel vorgefunden.“ [1]

### Spitze eines Eisbergs

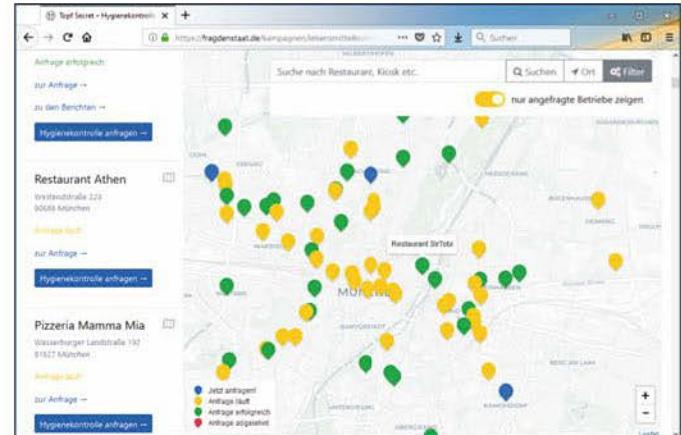
Derlei Meldungen bringen nur besonders extreme Fälle ans Tageslicht. Auf den amtlichen Webseiten vieler Bundesländer finden sich nur wenige, in vier Ländern gar keine Einträge. Behörden unterliegen, was die Veröffentlichung von Ergebnissen der Lebensmittelüberwachung betrifft, strengen rechtlichen Vorgaben. Die ergeben sich aus § 40 Abs. 1a Satz 1 Nr. 3 des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuchs (LFGB). Danach besteht eine Veröffentlichungspflicht nur bei schweren oder wiederholten Verstößen gegen Hygienevorschriften respektive Bestimmungen zum Schutz der Gesund-

heit. Diese müssen mindestens ein Bußgeld von 350 Euro wert sein. Erst dann muss die jeweilige Behörde „unverzüglich“ die Öffentlichkeit informieren. Ein solcher Eintrag auf amtlichen Webseiten muss zudem nach sechs Monaten wieder entfernt werden (§ 40 Abs. 4a LFGB).

Zwei Arten von festgestellten Mängeln dürfen nicht veröffentlicht werden: Verstöße gegen bauliche Anforderungen und die Verletzung von Aufzeichnungs- oder Mitteilungspflichten – beides unter der Voraussetzung, dass die Verstöße keine Gefahr einer nachteiligen Beeinflussung von Lebensmitteln mit sich bringen.

Verbraucherschützer empfinden diese Situation als unbefriedigend. Der Verein Foodwatch e.V. betreibt gemeinsam mit der Transparenzinitiative „FragDenStaat“ seit Januar 2019 die Web-Plattform „Topf Secret“. Das Konzept: Nutzer stellen auf Grundlage des Verbraucherinformationsgesetzes (VIG) bei der zuständigen Lebensmittelaufsicht eine Anfrage nach den amtlichen Kontrollergebnissen eines bestimmten Betriebs – etwa eines Restaurants, eines Supermarkts oder einer Bäckerei. Diese Anfrage lässt sich mithilfe eines vorformulierten Schreibens, das der

„Topf Secret“ sammelt mit Unterstützung der Nutzer Ergebnisse von Lebensmittelkontrollen. Selbst wenn die Behörden den Anfragenden geantwortet haben, sind längst nicht immer verwertbare Informationen herausgekommen.



Absender durch seine persönlichen Daten ergänzt, direkt über das Portal erledigen.

Der Plattformnutzer fragt dabei: „Wann haben die beiden letzten lebensmittelrechtlichen Betriebspflichten im folgenden Betrieb stattgefunden?“ Darauf aufbauend heißt es dann: „Kam es hierbei zu Beanstandungen? Falls ja, beantrage ich hiermit die Herausgabe des entsprechenden Kontrollberichts an mich.“

Kontrollberichte, die sie zugeschickt bekommen haben, sollen die Nutzer dann durch Hochladen auf das Portal veröffentlichen. Laut Foodwatch werden solche Einträge nach fünf Jahren gelöscht. Punkt 2.6 der „Nutzungsbedingungen der Archivplattform“ sagt allerdings, dass sich die Betreiber nach der unwiderruflichen Freigabe die zeitlich unbegrenzte Veröffentlichung der Inhalte vorbehalten.

## Auskunftsanspruch missbraucht?

Seit „Topf Secret“ online ist, haben Bürger nach Angaben von Foodwatch deutschlandweit bereits über 37.000 der beschriebenen Anfragen gestellt [2]. Längst nicht in jedem Fall haben die Behördenantworten verwertbare Informationen geliefert. Mancherorts wurden Auskunftsersuchen rundweg abgelehnt, etwa mit der Begründung, es sei ja eine Veröffentlichung zu befürchten, zu der der Anfragende nicht berechtigt sei. Beliebt ist auch die Taktik, die Bestimmtheit des Auskunftsersuchens zu bestreiten und zunächst einen besonderen individuellen Grund vom Anfragenden zu verlangen. Besonders einfallreiche Behörden übersandten zwar keine Berichte, boten den Anfragenden aber stattdessen eine persönliche Akteneinsicht vor Ort an, um damit Veröffentlichungsabsichten zu durchkreuzen. Die Behörden der Berliner Stadtteile Spandau und Neukölln schließlich zeigen „Topf Secret“-Anfragern bislang mit dem Argument „Rechtsmissbrauch“ kategorisch die kalte Schulter. Daher haben Foodwatch und „FragDen-Staat“ nun Klage gegen das Land Berlin vor dem dortigen VG erhoben [3].

Selbst wenn die zuständigen Behörden auf Anfrage Kontrollberichte herausrücken, müssen sie die betroffenen Unternehmen zuvor darüber informieren. Um nicht an den Online-Pranger gestellt zu werden, haben viele davon der Herausgabe widersprochen und sind gerichtlich dagegen vorgegangen – mit Unterlassungsklagen und Anträgen auf einstweilige Verfügungen.

Die Gerichte haben hierzu unterschiedliche Auffassungen vertreten. So wies das Verwaltungsgericht (VG) Augsburg Ende April die Klage eines Wirtes ab [4]: Der anfragende Bürger habe nach § 2 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 VIG einen Anspruch auf Erteilung der gewünschten Informationen. Hierzu reicht dem Gericht zufolge bereits jede unzulässige Abweichung von lebensmittelrechtlichen Bestimmungen aus. Das ergebe sich aus dem Wortlaut sowie dem Sinn dieser Vorschrift, wonach Bürger einen umfassenden Informationsanspruch haben. Dem stehe nicht entgegen, dass der Bürger die Ergebnisse seiner Anfrage auf einem privaten Internetportal veröffentlichen wolle. Diese Absicht führe nicht dazu, dass der Antrag als rechtsmissbräuchlich im Sinne von § 4 Abs. 4 Satz 1 VIG anzusehen sei. Gegen diese Entscheidung des VG Augsburg ist ein Berufungsverfahren vor dem bayerischen Verwaltungsgerichtshof (VGH) anhängig (Az. 5 BV 19.1231).

Eine andere Linie vertritt das VG Ansbach. Es entschied im Juni, dass ein Bürger gegenüber einem Landratsamt keinen Anspruch auf Auskunft bezüglich der lebensmittelrechtlichen Kontrollen einer Metzgerei im Landkreis habe [5]. Begründung: In diesem Fall kämen lediglich geringfügige Verstöße gegen Vorschriften aus dem Lebensmittelrecht in Betracht. Eine Veröffentlichung hätte aber verherrrende Konsequenzen für den betroffenen Unternehmer. Da diese Auswirkungen ebenso weit gingen wie bei der Veröffentlichung durch die Behörde selbst, müsse für das Onlinestellen auf einer privaten Plattform der gleiche strenge Maßstab gelten. Die Bestimmung des § 2 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 VIG sei „verfassungsmäßig“ auszulegen. Angesichts der drohenden Folgen gebiete das der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit, wie sich aus einer Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts (BVerfG) vom März 2018 ergebe [6]. Danach ist gerade auch das zeitlich unbefristete Veröffentlichen eines Kontrollberichts rechtlich bedenklich. Eine Herausgabe, so das VG Ansbach, sei hier jedenfalls deshalb unzulässig, weil die Behörde im Kontrollbericht gar nicht die konkreten Rechtsnormen aufgeführt habe, gegen die der geprüfte Betrieb durch die aufgeführten Mängel verstoßen haben soll.

In einem anderen Fall geht es um ein Unternehmen in Bayern, das Hühner schlachtet und verarbeitet. Der Inhaber dieses Betriebs klagte gegen die vorgese-

hene Herausgabe des Kontrollberichts durch das Landratsamt in Straubing-Bogen. Der Kläger wollte verhindern, dass der Anfrager die Informationen an die Tierrechteorganisation Peta weitergibt. Damit hatte er allerdings keinen Erfolg – weder beim VG Regensburg [7] noch beim bayerischen VGH [8] oder letztinstanzlich beim Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) [9]. Die Gerichte sahen in der Weitergabeabsicht keinen Rechtsmissbrauch. Das BVerwG stellte zudem klar, dass der Informationsanspruch von Bürgern nach § 2 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 VIG sich entgegen der Ansicht des Klägers auch auf nicht direkt produktbezogene Informationen erstreckt, die etwa die Hygiene in einem Schlachtbetrieb betreffen.

## Gratwanderung

Insgesamt wird man, wenn es um die Rechtmäßigkeit beabsichtigter Veröffentlichungen geht, den Grundsatz der Verhältnismäßigkeit nicht unter den Tisch fallen lassen können. Steht Verbrauchern wirklich bereits bei trivialen lebensmittelrechtlichen Verstößen von Betrieben ein Anspruch auf Herausgabe der Kontrollberichte zu – etwa dann, wenn es lediglich um Verstöße gegen die Aufzeichnungspflichten geht? Rechtlich bedenklich ist es, wenn private Portale sich vorbehalten, Kontrollergebnisse ohne zeitliche Begrenzung zu veröffentlichen. Wünschenswert wäre auf jeden Fall, dass die für Lebensmittelaufsicht zuständigen Behörden zumindest ihrer Veröffentlichungspflicht für erhebliche Verstöße nach § 40 Abs. 1a Satz 1 Nr. 3 LFGB konsequent auf ihren Webseiten nachkommen. (psz@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Online-Quellen für die aufgeführten Beispiele finden sich unter ct.de/yahg
- [2] Hygieneberichte bleiben geheim, Nachricht bei Foodwatch vom 27.9.2019
- [3] Verwaltungsstreitsache Arne Semsrott und Open Knowledge Foundation e.V. gegen Land Berlin, Az. VG 14 K 336.19, Klageschrift vom 23.9.2019
- [4] VG Augsburg, Urteil vom 30.4.2019, Az. Au 1 K 19.242
- [5] VG Ansbach, Urteil vom 12.6.2019, Az. AN 14 K 19.00773
- [6] BVerfG, Beschluss vom 21.3.2018, Az. 1 BvF 1/13
- [7] VG Regensburg, Urteil vom 9.7.2015, Az. RN 5 K 14.1110
- [8] Bayerischer VGH, Urteil vom 16.2.2017, Az. 20 BV 15.2208
- [9] BVerwG, Urteil vom 29.8.2019, Az. 7 C 29.17

## Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

### Windows zeigt alte Hardware

**?** Ich habe an meinen Windows-10-PC neue Hardware angeschlossen. Das hat auch funktioniert, doch manche Dialoge zeigen immer noch das längst nicht mehr vorhandene Vorgängergerät. Unter „Geräte und Drucker“ finde ich es aber ebenso wenig wie im Gerät-Manager. Wie werde ich es los?

**!** Der Gerät-Manager kennt Ihre alte Hardware noch, zeigt sie aber standardmäßig nicht an. Mit einem Trick überreden Sie ihn dazu: Drücken Sie Windows+X und wählen Sie „PowerShell (Administrator)“ beziehungsweise „Eingabeaufforderung (Administrator)“. Dort tippen Sie nacheinander zwei Befehle ein:

```
set devmgr_show_nonpresent_devices=1
start devmgmt.msc
```

Nun startet der Gerätetmanager. Darin klicken Sie unter „Ansicht“ auf „Ausgeblendete Geräte“. Alle bekannten, aber nicht mehr angeschlossenen Geräte zeigt der Gerätetmanager nun mit einem ausgegrauten Symbol an. Los werden Sie solche Geräte wie üblich in deren Kontextmenü, wenn Sie darin auf „Gerät deinstallieren“ klicken.

(axv@ct.de)

etwas denkt man als Erstes an einen Neustart, aber auch das hat in unserem Fall nicht geholfen. Wir haben das iPhone dann an einen Computer angeschlossen und die Aktualisierung via iTunes angestoßen. Erst so konnten wir das Smartphone zu einer Aktualisierung überreden.

(des@ct.de)

### Facebook-Formatierung

**?** In meinem Facebook-Feed sehe ich immer öfter Beiträge, die mit Überschriften, Aufzählungspunkten und so weiter formatiert sind. Wie geht das?

**!** Vorweg: Die Formatierungsmöglichkeiten gibt es für Gruppenbeiträge, aber nicht für den privaten Feed. Die Gruppenbeiträge erscheinen zwar formatiert in der App beziehungsweise auf dem Smartphone-Browser, aber sie lassen sich nicht auf Mobilgeräten anlegen.

Um Beiträge zu formatieren, klickt man am Computer ins Fenster zum Erstellen eines Beitrags. Links vom Cursor erscheint dann eine Absatzmarke. Klickt man sie an, kann man für den betreffenden Absatz Formate wie H1, H2 sowie Aufzählungspunkte, Listen und Zitatformate wählen. Markiert man beim Schreiben Wörter, lassen sie sich fett und kursiv formatieren. Mit Return erzeugt man einen neuen Absatz und kann dafür die Formatierung anpassen.

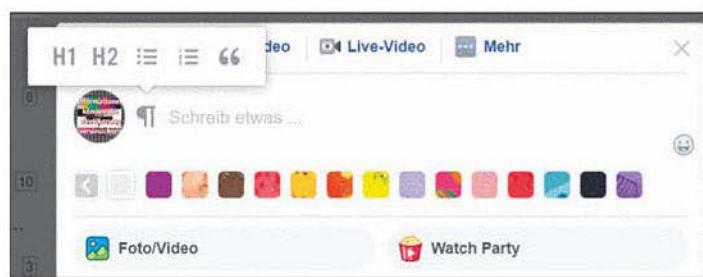
(mil@ct.de)

### iPhone-Update hängt

**?** Ich wollte gerade mein iPhone XS Max auf iOS 13 aktualisieren. Nun steckt das Update aber offensichtlich fest und die Meldung „Verbleibende Zeit berechnen“ ist schon seit Stunden zu sehen. Was kann ich machen, damit das Update trotzdem funktioniert?

**!** Was sich da festgefahrt hat, wissen wir nicht. Ein Gerät in der Redaktion hat sich aber ähnlich verhalten. Bei so

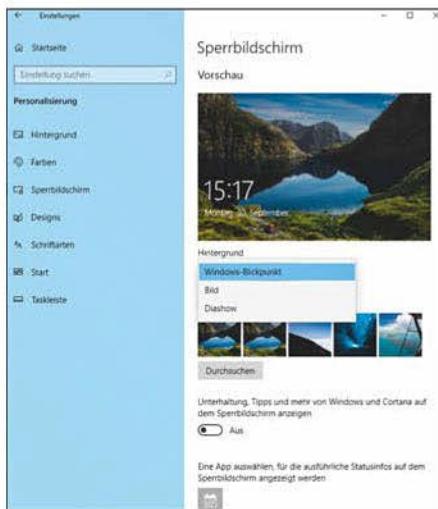
Nach Anklicken der Absatzmarkierung werden Optionen zur Formatierung angeboten – aber nur für Gruppenbeiträge.



### Install.wim größer 4 GByte

**!** Wenn man Windows von einem USB-Laufwerk aus installieren will, steht man gelegentlich vor einem Problem: Ist die Datei Install.wim, die im Ordner Sources liegt, größer als 4 GByte, passt sie nicht auf ein FAT32-formatiertes USB-Laufwerk. Von einem NTFS-formatierten Laufwerk booten PCs im UEFI-Modus üblicherweise nicht. Wir haben dafür schon mehrfach Lösungsvorschläge gemacht, etwa in c't 24/2015 auf Seite 154 und in c't 2/2018 auf Seite 174, die unter anderem das Aufsplitten der Datei oder das Umpartitionieren inklusive Anpassen des Bootloaders vorschlugen. Was uns bislang entgangen war: Es geht auch ohne Splitten und Bootmanager-Anpassungen. Das Windows-Setup sucht nämlich keineswegs nur auf der Bootpartition nach der Datei Install.wim, sondern auch auf den anderen Partitionen des USB-Laufwerks.

Das Einrichten des USB-Laufwerks ist daher vergleichsweise trivial: Erzeugen Sie am Anfang eine 1 GByte große, primäre und aktive Partition, die Sie mit FAT32 formatieren. Dort hinein kopieren Sie den kompletten Installationsdatensatz mit Ausnahme des Ordners „Sources“. Erzeugen Sie den Ordner „Sources“ anschließend von Hand und kopieren Sie aus dem gleichnamigen Ordner des Installationsdatensatzes die Datei Boot.wim dort hinein. Anschließend erzeugen Sie hinter der FAT32-Partition eine große NTFS-Partition und kopieren den Ordner „Sources“ kurzerhand komplett dorthin – fertig.



**Mit der Personalisierungsfunktion „Windows-Blickpunkt“ gibt es mehr Abwechslung auf dem Sperrbildschirm.**

Der Trick klappt mit allen aktuellen Windows-Versionen. Als USB-Laufwerke kommen USB-Platten und -SSDs in Frage. Ab Windows 10 Version 1709 können Sie auch Sticks verwenden, denn erst seit dieser Version kann Windows mit Sticks umgehen, die mehr als nur eine Partition enthalten. (axv@ct.de)

## Hintergrundbild des Sperrbildschirms ändern

Auf unserem Windows-10-Rechner gibt es zwei Konten: Mein Frau bekommt immer wieder neue tolle Bilder beim Anmelden angezeigt, der Sperrbildschirm meines Kontos zeigt hingegen immer dasselbe Bild. Wie komme ich auch bei meinem Konto zu mehr Abwechslung?

Den nötigen Schalter finden Sie in den Einstellungen, und zwar unter „Personalisierung/Sperrbildschirm“. Stellen dort unter „Hintergrund“ um auf „Windows-Blickpunkt“. (axv@ct.de)

## DS-Lite-Einführung bei 1&1-DSL

Ich habe im Internet gelesen, dass der Provider 1&1 jetzt alle seine Kunden auf das Zugangsverfahren DS-Lite umstellt. Damit würde meine öffentliche IPv4-Adresse verloren gehen und ich

könnte meinen Heimserver aus dem Internet nicht mehr per IPv4 erreichen. Stimmt das?

Laut 1&1 gibt es keine konzertierte Umstellung, die alle Kunden auf DS-Lite zwingen soll. Ob umgestellt wird, hängt vom DSL-Vordienstleister ab, denn 1&1 betreibt keine eigene deutschlandweite DSL-Infrastruktur. Es werden also nicht alle Kunden umgestellt. Von denen trifft es nur jene, wo eine automatische Konfigurationsprüfung über das TR-069-Protokoll im von 1&1 gemieteten Router ergeben hat, dass keine IPv4-Portweiterleitung existiert. Wer diese später einrichten will und dann an DS-Lite scheitert, hat drei Optionen: bei 1&1 auf einen Geschäftskundentarif umstellen, zu einem anderen Provider wechseln, der noch IPv4 mit öffentlichen Adressen anbietet, oder sich einen Tunnel zu einem eigenen Root-Server bauen, der IPv4- und IPv6-Adressen hat (c't 2/2018, S. 138, ct.de/-3930006). (ea@ct.de)

## PCIe-SSD sicher löschen

Nach der Aufrüstung meines PCs habe ich eine ältere PCIe-SSD mit 250 GByte übrig. Die würde ich nun gerne weitergeben oder verkaufen, aber natürlich ohne meine Daten. Der Hersteller bietet jedoch kein Tool zum sicheren Löschen (Secure Erase) an. Gibt es einen anderen Weg?

Einige moderne BIOSe können auch PCIe-SSDs löschen – bitte schauen Sie zunächst im BIOS-Setup nach. Falls es keine solche Funktion bietet, bleibt der Weg über ein Live-Linux wie Ubuntu (siehe ct.de/yuqd), das Sie von einem USB-Stick starten.

Zunächst müssen Sie ein Paket nachinstallieren, das für die Verwaltung von NVMe-SSDs gebraucht wird:

```
sudo apt install nvme-cli
```

Öffnen Sie nun ein Terminal-Fenster und tippen Sie den Befehl

```
sudo nvme list
```

ein. Daraufhin gibt das System eine Liste der installierten NVMe-SSDs aus. Diese werden in der Linux-Nomenklatur als /dev/nvme0n1 oder ähnlich bezeichnet, die Modellbezeichnung wird daneben jedoch ebenfalls ausgegeben.

Prüfen Sie nun, ob die SSD das sichere Löschen unterstützt:

```
sudo nvme id-ctrl -H /dev/nvme0n1
```

Suchen Sie in der Ausgabe dieses Befehls nach dem Bereich „fna“. Sollte hier die Angabe „Crypto Erase Supported as part of Secure Erase“ stehen, dann unterstützt die SSD sicheres Löschen. Durch den Befehl

```
sudo nvme format /dev/nvme0 --ses=1
```

tauscht die SSD den Kryptoschlüssel aus; dies dauert nur wenige Sekunden. Damit sind ihre Daten zwar nicht weg, sie lassen sich jedoch nach heutigem Kenntnisstand nicht mehr entschlüsseln.

Einige PCIe-SSDs unterstützen das sichere Löschen nicht. Für solche bleibt nur, sie komplett mit Datenmüll zu überschreiben, unter Windows etwa mit

```
diskpart clean all
```

Damit sind ihre persönlichen Daten wahrscheinlich weg, zu 100 Prozent sicher ist dies aber nicht. Hinweise zum sicheren Löschen einer SATA-SSD finden Sie unter ct.de/-1427587. (ll@ct.de)

**Download Live-Ubuntu: ct.de/yuqd**

## Riesen-Word-Dokument

Eines meiner Word-Dokumente ist auf mehr als 500 MByte angewachsen, nun lässt es sich nicht mehr öffnen. Was kann ich tun, um doch noch an den Inhalt zu kommen?

Es gibt in Word tatsächlich schon lange Größenbeschränkungen für Dokumente. Eine Word-Datei darf nicht mehr als 32 MByte Text enthalten und die gesamte Datei darf nicht größer als 512

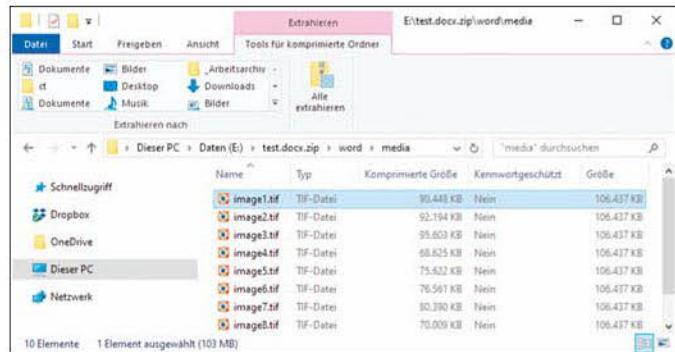
Fragen richten Sie bitte an

**ct 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).



Sie können als Notbehelf auch einzelne Bilder aus der Ordnerstruktur einer DOCX-Datei löschen. Dazu öffnen Sie das File als Archiv oder benennen es zunächst in eine ZIP-Datei um.

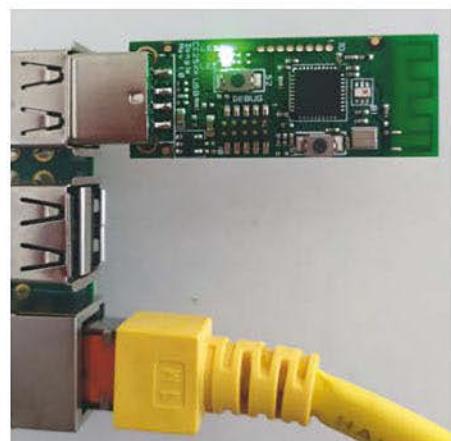
MByte sein. Zweiteres passiert normalerweise nur dann, wenn Sie viele Bilder in das Dokument direkt eingebunden haben. Word erlaubt bei Überschreiten der 512-MByte-Grenze tatsächlich noch das Speichern, nicht aber das Laden der Datei. Die Größenbeschränkung lässt sich nicht umgehen, aber mit folgenden Tricks kommen Sie wieder an den Inhalt heran, zumindest wenn Sie im DOCX-Format gespeichert haben.

Legen Sie vorsichtshalber zuerst eine Sicherheitskopie des Dokuments an. Benennen Sie die DOCX-Datei um und geben Sie ihr die Endung .ZIP. Öffnen Sie nun die ZIP-Datei; in Windows 10 reicht ein Doppelklick im Explorer, Sie können aber auch ein Packprogramm wie 7-Zip verwenden. Innerhalb der ZIP-Datei gibt es eine Ordnerstruktur. Wechseln Sie in \word\media. Hier finden Sie alle eingebundenen Bilder. Verschieben Sie ein paar besonders große in einen anderen Ordner außerhalb der ZIP-Datei oder lö-

schen Sie sie. Benennen Sie die Datei wieder in DOCX um und versuchen, sie in Word zu öffnen. Fehlermeldungen zu den fehlenden Bildern klicken Sie einfach weg.

Es empfiehlt sich, künftig keine Bilder (zumindest bei so großen Dokumenten) mehr direkt in die Datei einzubinden, sondern stattdessen Verweise auf externe Bilddateien zu verwenden. Sie können das auch in Ihrem Dokument nachträglich machen. Klicken Sie dazu das jeweilige Bild (oder den Platzhalter, der anstelle der bereits entfernten Bilder angezeigt wird) mit der rechten Maustaste an, wählen „Bild ändern“/„Aus Datei“, navigieren zum jeweiligen Bild auf der Platte und klappen unten im Dateidialog den mit „Einfügen“ beschrifteten Button aus und wählen „Mit Datei verknüpfen“. So landet nur ein Link zur externen Bilddatei im Dokument. Wiederholen Sie das für alle Bilder.

(swi@ct.de)



Die nervige LED des MQTT-Sticks im c't Smart Home lässt sich zum Glück deaktivieren.

## LED vom MQTT-Stick nervt

Ich habe das c't Smart Home nachgebaut und habe mir dafür einen MQTT-Stick mit dem in c't empfohlenen CC2531-Chip besorgt. Aber seine ständig grellgrün leuchtende LED nervt tierisch! Kann ich die irgendwie abschalten?

Das geht in der Konfigurationsdatei von zigbee2mqtt. Die finden Sie innerhalb des Smart-Home-Ordners auf Ihrem Raspi unter zigbee2mqtt/data/configuration.yaml. Öffnen Sie diese mit einem Editor, etwa sudo nano configuration.yaml, und suchen darin nach der Zeile disable\_led: false. Stellen Sie den Wert auf true, speichern und starten Sie den entsprechenden Docker-Container oder den Raspi neu.

(acb@ct.de)

## Outdoor-Navi mit kurzer Laufzeit

Ich habe mir jüngst ein neues Outdoor-Navi zugelegt und war restlos enttäuscht über die kurze Laufzeit von nur einem Tag. Mein altes hielt viel länger. Sind die wirklich so viel schlechter geworden?

Viele neuere Outdoor-Navis nutzen zusätzlich zu GPS standardmäßig weitere Ortungssysteme. Das führt zwar zu einer besseren Standortbestimmung, aber auch zu deutlich kürzeren Laufzeiten. Auf mehrtägigen Wandertouren ohne Stromversorgung lohnt es sich daher, nur GPS zu benutzen – das ist in der Regel völlig ausreichend. Bei Garmin-Geräten geht das unter Einstellungen/System/Satellitensystem.

Strom sparen können Sie außerdem, wenn das Display nicht so lange anbleibt (bei Garmin unter „Einstellungen/Anzeige“ den Energiemodus einschalten) und beim Aufzeichnen von Tracks möglichst selten Punkte gesetzt werden (bei Garmin unter Einstellungen/Tracks den Intervall auf „am seltensten“ umstellen). In unseren Praxistests kamen wir mit diesen drei Änderungen mitunter bis auf die dreifache Laufzeit.

(acb@ct.de)



Das Deaktivieren von GLONASS bei Garmin-Geräten spart ordentlich Strom.

# FAQ

# Passwort-Nachfolger FIDO2

**Das neue Login-Verfahren FIDO2 hat das Zeug, das Passwort abzulösen. In c't 18/2019 haben wir es ausführlich vorgestellt. Das Thema ist bei unseren Lesern auf großes Interesse gestoßen, und wir haben zahlreiche Rückfragen hierzu erhalten. Diese möchten wir an dieser Stelle gesammelt beantworten.**

**Von Jürgen Schmidt und  
Ronald Eikenberg**

## Das ist FIDO2

❓ FIDO2 klingt interessant, aber auch kompliziert. Können Sie noch mal kurz und knackig erklären, was es damit auf sich hat?

❗ FIDO2 ist ein neues Verfahren, mit dem Sie sich bei Webdiensten registrieren und einloggen können. Es kann entweder anstelle eines Passworts zum Einsatz kommen oder zusätzlich, als zweiter Faktor. Sie benötigen dafür einen so genannten Authenticator: Solche gibt es zum Beispiel in Format eines USB-Sticks, den Sie am Schlüsselbund befestigen können.

Beim Login stecken Sie den Stick einfach in den Rechner und drücken die Taste auf dem Stick, um sich gegenüber dem Dienst zu authentifizieren. Unter Windows, Android und eingeschränkt auch unter macOS klappt es sogar ohne Zusatz-Hardware, da die Betriebssysteme selbst als virtuelle Authenticatoren arbeiten.

Je nachdem, wie der Dienst FIDO2 implementiert hat, genügt der Stick zum Einloggen (Ein-Faktor-Authentifizierung) oder Sie müssen zusätzlich noch eine PIN oder ein Passwort eingeben (zwei Faktoren). Beide Varianten sind erheblich sicherer, als sich allein auf das Passwort zu verlassen.

Der FIDO2-Stick arbeitet als externer Authenticator. Darüber hinaus gibt es interne Authenticatoren. Damit ist eine Software gemeint, die den Krypto-Chip Ihres PCs, Smartphones oder Tablets für FIDO2 nutzt. Den Kauf eines externen FIDO2-Sticks können Sie sich damit sparen. Als internen Authenticator können Windows 10 und Android ab Version 7 arbeiten, unter macOS klappt es in Kombination mit Google Chrome.

Der geheime Krypto-Schlüssel ist das Geheimnis, das in Ihrem Token gespeichert ist. Sie können es sich wie eine zufällige Zeichenfolge vorstellen, die nur Ihr Token kennt. Dieses Geheimnis lässt sich nicht auslesen oder kopieren.

## Begriffsklärung

❓ FIDO2-Stick, Authenticator, Token, Sicherheitsschlüssel, geheimer Schlüssel: Was hat es damit auf sich?

❗ Der FIDO2-Stick hat viele Namen. Wenn man vom Authenticator, Token oder Sicherheitsschlüssel spricht, ist das Gerät gemeint, mit dem Sie sich gegenüber den Diensten authentifizieren. Es kann sich dabei um ein externes Gerät handeln, das Sie per USB, NFC, Bluetooth oder Lightning mit Ihrem PC oder Smartphone verbinden. Diese Geräte haben meist den Formfaktor eines USB-Sticks oder Schlüsselanhängers.

## In der Praxis

❓ Wo kann ich FIDO2 jetzt schon nutzen?

❗ Das Einloggen ohne Passwort funktioniert bereits bei Microsoft.com und den daran angeschlossenen Diensten wie Outlook.com, Office 365 und OneDrive, sofern Sie Edge nutzen. Bei vielen weiteren Diensten können Sie FIDO2 als zweiten Faktor einrichten. Dann profitieren Sie von dem Schutz gegen Phishing & Co., müssen jedoch weiterhin Ihr Passwort eingeben. Das klappt etwa bei Google, GitHub, Dropbox, Twitter und BoxCryptor. Ausprobieren können Sie das Ganze zum Beispiel auf der Demo-Seite WebAuthn.io.



FIDO-Sicherheitsschlüssel gibt es in allen Formen und Farben. Hier zu sehen (von links nach rechts): Digipass SecureClick, Feitian Multipass FIDO U2F Security Key, Yubico Security Key (Version 2), SoloKeys Solo USB-C und YubiKey 5C Nano.

## Mehrfachnutzung

❓ Kann ich bei einem Dienst auch mehrere solcher Sicherheitsschlüssel registrieren?

❗ Ja, das ist möglich und sogar sehr empfehlenswert. Denn falls Sie einen

davon verlieren, haben Sie immer noch einen zweiten, mit dem Sie sich anmelden und den verlorenen Sicherheitsschlüssel sperren können.

## Diebstahl

Kann man mir so einen USB-Sicherheitsschlüssel nicht einfach klauen?

Ja, das ist prinzipiell möglich. Genau so wie jemand Ihren Auto- oder Wohnungsschlüssel klauen könnte. Dann gilt es, möglichst schnell den Zugang zu den damit verwendeten Accounts zu sperren. Ein entscheidender Vorteil gegenüber Passwörtern ist, dass ein Diebstahl nicht mehr virtuell möglich ist.

Es reicht nicht mehr, wenn die Cybermafia mit einem Trojaner oder durch Einbruch auf einem Server Millionen von Passwörtern ergattert. Es muss jemand direkt vor Ort einen Sicherheitsschlüssel klauen und dann auch missbrauchen. Letztlich ist das für Cybercrime unattraktiv.

## Zusätzliche Sicherheit

Kann ich mich irgendwie vor dem Diebstahl meines Sicherheitsschlüssels und einer anschließenden Übernahme meiner Accounts schützen?

Ja, das ist im FIDO2-Standard explizit vorgesehen. So sind die eingebauten virtuellen Schlüssel in Windows und Android immer durch einen zweiten Faktor, also etwa einen Fingerabdruck oder eine PIN geschützt, die eine Nutzung durch Fremde verhindern.

Es gibt auch USB-Tokens, die einen solchen zweiten Faktor erfordern. So kann man die Yubikeys von Yubico mit einer zusätzlichen PIN sperren, die man eingeben muss, um den Sicherheitsschlüssel zu verwenden. Und von Feitian gibt es USB-Tokens mit eingebautem Fingerabdruck-Scanner.

## Wiederherstellung

Wie komme ich an meine Konten, wenn ich meinen Stick verliere oder er geklaut wurde?

Sie haben den Schwachpunkt des aktuellen Konzepts erkannt. In diesem Bereich sind noch viele Fragen offen. Ins-

besondere hängt viel davon ab, wie die Dienste das konkret umsetzen. Es kristallisieren sich zwei Varianten heraus.

1) Accounts für hohe Sicherheitsanforderungen (Payment, E-Mail usw.): Hier müssen Sie sich beim Verlust des Sticks anderweitig sicher „ausweisen“. Also entweder mit einem zweiten Schlüssel, den Sie vorsorglich registriert haben, mit einem Backup-Code, über einen Code an die hinterlegte Handynummer eventuell in Kombination mit einer E-Mail-Autorisierung oder ähnlichem.

2) Accounts mit nicht so hohen Ansprüchen (Foren, Shops & Co.): Da wird dann wohl ein einfacher Reset über eine hinterlegte E-Mail-Adresse oder Handynummer möglich sein. Das ist auch durchaus vernünftig, denn man muss ja nicht jeden Foren-Account wie Fort Knox absichern. Da steht dann eher der Komfort und der niedrige Wartungsaufwand des Betreibers im Vordergrund.

## Mechanische Probleme

Diese Token sehen mir nicht sonderlich stabil aus. Gehen die nicht schnell kaputt?

Die Token sind für das Tragen am Schlüsselbund ausgelegt. Wir haben etwa mit den Yubikeys diesbezüglich bereits sehr gute Erfahrungen gemacht. Die überleben auch mehrere Jahre rauen Einsatz am Schlüsselbund und zeigen danach zwar deutliche Abnutzungsspuren, funktionieren aber immer noch problemlos.

## Backup

Kann ich ein Backup meines Tokens erstellen?

Nein, das ist explizit nicht möglich – und das ist auch gut so. Die FIDO2-Tokens sind nicht kopierbar und der darauf gespeicherte geheime Krypto-Schlüssel lässt sich auch nicht auslesen. Ein FIDO2-Sicherheitsschlüssel ist immer ein Unikat. Das ist auch der Grundgedanke der FIDO-Alliance hinter FIDO2.

Dadurch sind die Token viel sicherer als Passwörter: Ein Trojaner kann zwar Ihr Passwort abgreifen, jedoch nicht den geheimen Krypto-Schlüssel Ihres FIDO2-Tokens. Damit Sie im Fall eines Verlusts

## Option für Sicherheitsschlüssel auswählen

Sicherheitsschlüssel funktionieren mit Bluetooth, NFC und USB. Wähle aus, wie der Schlüssel verwendet werden soll.

- Sicherheitsschlüssel mit Bluetooth verwenden
- Sicherheitsschlüssel mit NFC verwenden
- Sicherheitsschlüssel mit USB verwenden
- Sicherheitsschlüssel mit Fingerabdruck verwenden

Mit der untersten Option kann man FIDO2 unter Android ohne Zusatz-Hardware nutzen. Ist kein Google-Account eingerichtet, fehlt diese Funktion möglicherweise.

oder Hardware-Defekts weiter auf Ihre Accounts zugreifen können, müssen Sie eine zweite Authentifizierungsmöglichkeit einstellen, zum Beispiel, indem Sie ein zweites Token anlernen oder Backup-Codes ausdrucken.

## Android-Geräte

Ich möchte FIDO2 auf meinem Android-Smartphone nutzen, allerdings fehlt mir die dafür benötigte Option „Sicherheitsschlüssel mit Fingerabdruck verwenden“. Ich kann nur externe Schlüssel nutzen. Was läuft da falsch?

Sie benötigen Android 7 oder höher. Zudem müssen die Google-Play-Dienste auf dem aktuellen Stand sein, da Google die gewünschte Funktion über ein Update der Dienste auf die Geräte verteilt. Damit Sie das Update erhalten und die Dienste ordnungsgemäß arbeiten, müssen Sie einen Google-Account eingerichtet haben. Falls es dennoch nicht klappt, fehlt Ihrem Android-Gerät womöglich ein „Secure Element“, das den für FIDO2 genutzten Krypto-Schlüssel verwalten würde.

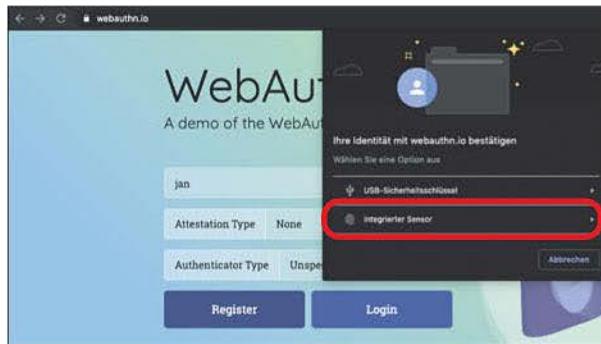
## Smartphone als Schlüssel

**?** Kann ich das Smartphone auch als Sicherheitsschlüssel für den PC hernehmen?

**!** Theoretisch ja, praktisch derzeit nein.

Aus technischer Sicht können nahezu beliebige Geräte über Bluetooth, NFC oder USB als FIDO2-Token fungieren, solange sie sich um die sichere Aufbewahrung des geheimen Schlüssels kümmern. Ein Smartphone wäre dafür ideal, da es meist nicht nur mit Bluetooth, sondern auch mit einem Secure Element für die Krypto-Operationen ausgestattet ist. Auch Smartwatches wären gut geeignet. Bislang mangelt es jedoch an der passenden Software.

Google experimentiert bereits mit dieser Idee. Wenn man den Google-Account entsprechend konfiguriert, verbindet sich die auf dem PC geöffnete Google-Site beim Login über Bluetooth mit dem Smartphone. Die Krypto-Operationen finden anschließend auf dem Smartphone statt. Langfristig ist es denkbar, dass Google diese Funktion in Android einbaut und das Smartphone auch für andere Dienste als externer Authenticator nutzbar wird.



Dank Google Chrome kann man Touch ID unter macOS auch als FIDO2-Authenticator nutzen.

Stick für WebAuthn nutzen. Einen Test des YubiKey 5 Ci finden Sie in c't 20/2019 auf Seite 84.

## Linux-Nutzer

**?** Und wie sieht es mit Linux aus?

**!** Unter Linux können Sie Ihren FIDO2-Stick genauso wie unter allen anderen Betriebssystemen verwenden. Entscheidend ist, dass der Browser das Webauthn-API unterstützt. Die meisten aktuellen Browser wie Firefox und Google Chrome sind bereits FIDO2-tauglich. Falls es nicht klappt, sollten Sie überprüfen, ob Sie die aktuelle Browserversion installiert haben.

Es gibt bereits erste Versuche, auch unter Linux das TPM-Modul des Rechners als internen Authenticator nutzbar zu machen. Damit könnten Sie dann auf den Einsatz eines externen FIDO2-Tokens verzichten. Derzeit gibt es allerdings noch keine stabile Implementierung.

der Server dann den Schlüssel bittet, zusätzlich seine Seriennummer zu übermitteln. Der Nutzer muss dieser Bitte aber in einem separaten Dialog zustimmen. Heimliches Tracking ist damit also nicht möglich. Die Funktion ist etwa fürs Unternehmensumfeld gedacht, wenn zum Beispiel nur Sicherheitsschlüssel eines bestimmten Herstellers eingesetzt werden sollen.

## Fingerabdrücke

**?** Es ist praktisch, dass man sich per Fingerabdruck-Scan anmelden kann, aber wird dabei nicht mein Fingerabdruck an Google & Co. übertragen?

**!** Nein, das passiert nicht. Weder PIN, noch Fingerabdruck oder Gesichts-Scan werden für die eigentliche Anmeldung bei einem Dienst benutzt. Diese Daten bleiben strikt lokal auf dem Sicherheitsschlüssel. Man beweist damit lediglich dem Sicherheitsschlüssel, dass man tatsächlich der richtige Anwender ist (User Verification).

## Tracking

**?** Kann man mich nicht leicht tracken, wenn ich überall den gleichen Sicherheitsschlüssel verwende?

**!** Bei der Entwicklung des Standards wurde darauf geachtet, dass genau das nicht möglich ist. Der Sicherheitsschlüssel generiert für jeden Dienst ein eigenes Schlüsselpaar, basierend auf der Domain des Gegenübers. Somit können etwa Ebay und Google nicht feststellen, welche ihrer Nutzer den gleichen Sicherheitsschlüssel einsetzen.

Es gibt zwar einen optionalen Mechanismus zum Wiedererkennen, bei dem

## Apple-Nutzer

**?** Wie ist da der Stand bei Apple? Kann ich FIDO2 inzwischen mit macOS und iPhone nutzen?

**!** Als Nutzer von macOS können Sie FIDO2-Sticks mit Chrome oder Firefox problemlos einsetzen. Safari unterstützt den Webstandard nur mit rudimentärer FIDO2-Funktionalität. Die Sticks funktionieren damit zwar, es fehlen in der Bedienoberfläche jedoch noch die dazugehörigen Dialoge. Google Chrome ist da unter macOS schon weiter: Wer ein MacBook mit Fingerabdrucksensor (Touch ID) hat, kann darüber sogar den Rechner als Sicherheitsschlüssel einsetzen.

Unter iOS gibt es bisher nur den Umweg über den FIDO2-Stick YubiKey 5 Ci von Yubico. Er hat einen USB-C- und einen Lightning-Anschluss. Die Auswahl der Browser ist aber extrem eingeschränkt: Aktuell kann nur der Browser „Brave“ (Open-Source-Software) den

## Eigenbau

**?** Ich betreibe eine Website. Wie kann ich meinen Nutzern das Einloggen über FIDO2 anbieten?

**!** Das klappt mit überschaubarem Aufwand und ohne Investitionen. Es gibt zahlreiche Open-Source-Implementierungen von WebAuthn, die Sie mit etwas Geschick in Ihren Webdienst einbauen können. Als Grundlage können Sie zum Beispiel unser in Go geschriebenes Projekt nehmen, das Sie unter <https://github.com/jamct/webauthn-start> finden (siehe c't 18/2019, S. 26). (rei@ct.de) **ct**



Kai Spichale

**API-Design**Praxishandbuch für Java- und  
Webservice-Entwickler

dpunkt, Heidelberg 2019  
(2. Aufl., der Buchverlag gehört  
wie c't zu heise Medien)  
ISBN 978-3-8649-0611-4  
382 Seiten, 37 €  
(PDF-/Epub-/Mobi-/E-Book: 30 €)

## Brückenbauer

**Wer seinen Anwendungen komfortable Programmierschnittstellen spendiert, macht andere Softwareentwickler glücklich. Insbesondere die Verzahnung webgestützter Dienste und lokaler Applikationen profitiert von vorausschauender Schnittstellendefinition.**

Weil sich die Anforderungen im API-Bereich (Application Programming Interface) schnell ändern, hat Kai Spichale nach nicht einmal drei Jahren genug Anlass gefunden, sein Standardwerk über das Entwerfen von Software-Schnittstellen in einer überarbeiteten Neuauflage herauszubringen.

Wie bereits in der 2016er-Ausgabe öffnet er das ganze Repertoire moderner Java-Entwicklung, berücksichtigt beispielsweise Fluent APIs sowie interne und externe DSLs (Domain Specific Languages). Wichtige Neuerungen wie Java-Module kommen ebenso zum Einsatz wie bewährte Entwurfsmuster.

Spichale lenkt den Blick auf wichtige Aspekte wie die Unveränderlichkeit von Daten (Immutability) und Thread-Sicherheit. Das Wissen, das er vermittelt, ist allerdings sehr weitgehend nicht in konkreten Code gegossen, sondern will vom Leser erst in solchen umgesetzt werden.

Fast noch wichtiger als lokale APIs sind heute Schnittstellen von Webdiensten. Die nutzen bevorzugt den Architekturstil REST (Representational State Transfer). Diese Technik stellt Spichale im Sinne der reinen Lehre vor: Er legt den Schwerpunkt auf selbstbeschreibende APIs und den sauberen Einsatz von HTTP. Mit Bedacht entwirft er URLs und Nutzlasten und hat dabei auch ein Auge auf eine mögliche Versionierung.

GraphQL und OData entwickeln sich zu interessanten REST-Alternativen. Der Autor erklärt kurz, wie sie funktionieren. Knapp behandelt er zudem SOAP, das sich eher auf dem absteigenden Ast befindet.

Da asynchrone Kommunikation gegenüber der vordringlich behandelten synchronen gelegentlich Vorteile bietet, widmet Spichale auch dem Thema Messaging ein Kapitel. Er stellt verschiedene Middleware-Konzepte und Protokolle vor und zeigt ihren Einsatz am Beispiel einer Logistikanwendung.

Den Rest des Buchs widmet er diversen Querschnittsthemen. Unter anderem stellt er verschiedene Möglichkeiten zur Dokumentation von APIs vor, gibt Tipps zur Steigerung des Durchsatzes mittels Caching und zeigt, wie sich die Skalierbarkeit von Anwendungen verbessern lässt. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Offiziersmesser für Datenfriseure

**Allerorten jongliert man in Unternehmen mit Daten – Berichte, Statistiken, Präsentationen und kein Ende. Wachsende Datenmenge und -komplexität machen es Mitarbeitern schwer, die gestellten Aufgaben ohne laufende Unterstützung durch IT-Profis zu lösen. Trickreiche Excel-Anwendungen können dabei helfen.**

Microsoft hat den Trend zur „Self-Service Business Intelligence“ (SSBI) früh erkannt und das Tabellenkalkulationsprogramm Excel schrittweise mit neuen Funktionen zur Analyse und Präsentation von Daten ausgestattet. Stephan Nelles leistet Orientierungshilfe bei deren Nutzung.

Daten aus heterogenen Quellen müssen oft zunächst in Standardformate gewandelt werden, damit man sie miteinander kombinieren und sinnvoll verarbeiten kann. Nelles erklärt, wie man mit PowerQuery verschiedene Datenquellen anzapft und Inhalte auf vielfältige Weise transformiert.

Anschließend gilt es, die Datenstruktur zu verbessern. Der Autor zeigt, wie man Tabellen mit möglichst wenig Mühe umformt und Daten schnell „entpivotisiert“. Wo mal keine der vielen Excel-Menüoptionen weiterhilft, greift er auf die funktionale Programmiersprache M zurück, die mehr Disziplin vom Anwender verlangt als ihr Vorgänger VBA.

Die Basis für diejenigen Schritte, die über PowerQuery hinausführen, bildet PowerPivot. Hier geht es richtig ans Eingemachte; einschlägige Vorkenntnisse sind für die Lektüre hilfreich. Das gilt insbesondere für Themen wie die zeitliche Datenanalyse, Prognosen sowie fortgeschrittene Konzepte wie DAX-Ausdrücke (Data Analysis Expressions).

Die besten Analysen nutzen nichts, wenn sie sich dem Management am Ende nicht vermitteln lassen. Mithilfe von Power BI Desktop erzeugt der Autor ansprechende Diagramme und Berichte auf Grundlage der zuvor aufbereiteten Daten.

Die Ich-Erzählperspektive und der persönliche Stil des Texts geben dem Leser das Gefühl, dem Autor bei dessen eigenem Lernprozess über die Schulter zu gucken. Dabei steuert Nelles bewusst zunächst auf manchen Irrweg, um die schließlich gefundene Lösung umso einleuchtender zu machen.

Alle Beispiele stehen als ZIP-Archiv auf der Rheinwerk-Website zum Download bereit. Es empfiehlt sich, sie parallel zur Buchlektüre auszuprobieren. (Maik Schmidt/psz@ct.de)



Stephan Nelles

**Power BI mit Excel**

Das umfassende Handbuch

Rheinwerk Computing, Bonn 2018

ISBN 978-3-8362-6008-4

741 Seiten, 50 €

(PDF-/Epub-/Mobi-/E-Book: 45 €)

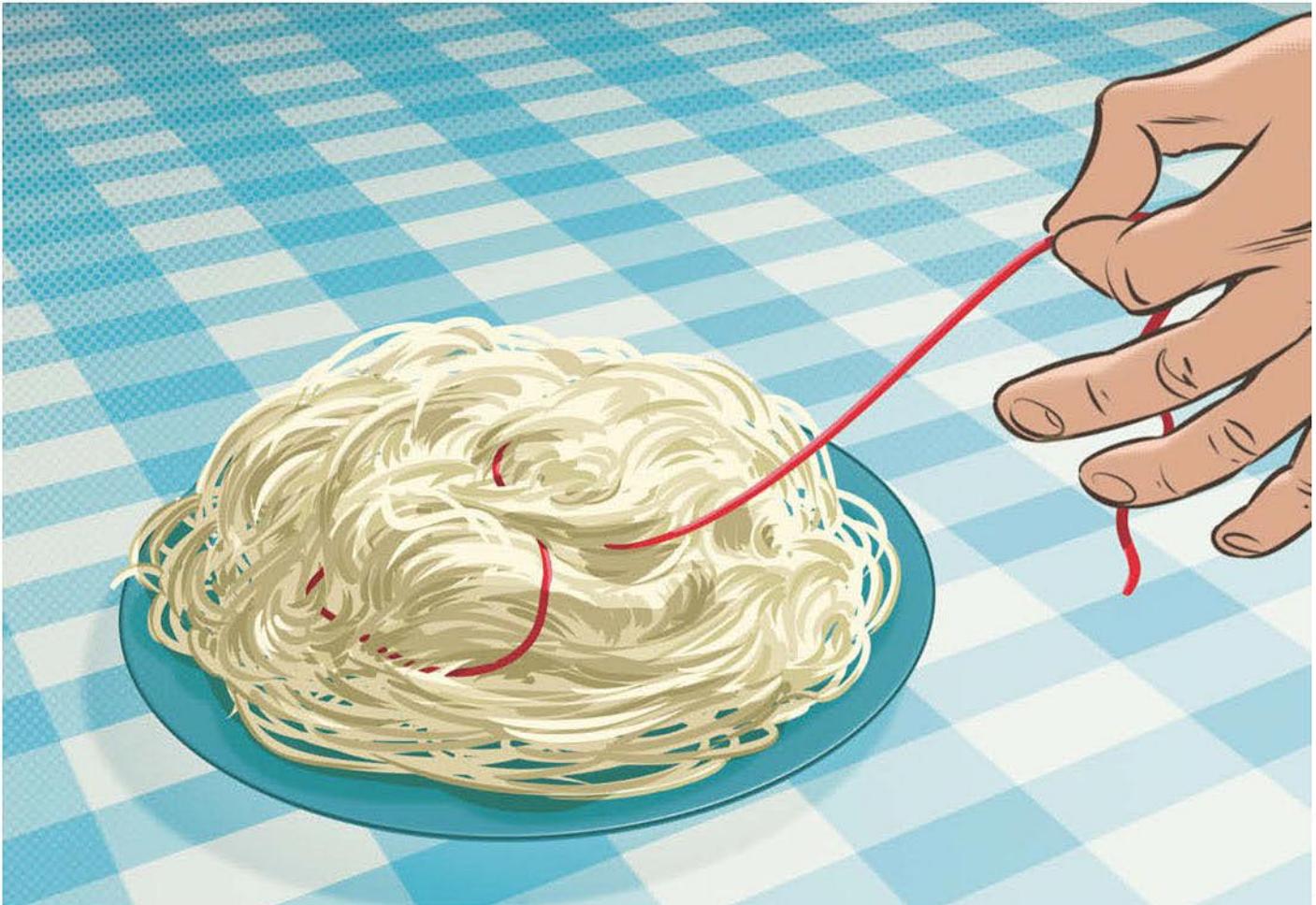


Bild: Albert Hutm

# Aufgedröselt

## Wie TCP-Reassembly in Wireshark funktioniert

**Wer Netzwerkverkehr in Wireshark analysiert, muss früher oder später auch Nutzdaten wie komplette Downloads untersuchen. Dafür fügt die Software-Suite automatisch alle Nutzlastpakete zum ursprünglichen Objekt zusammen und zeigt sie am Stück an. Mit etwas Know-how lassen sich so letztlich auch bestimmte Attacken aus dem Netzwerk aufdecken.**

Von Jasper Bongertz

**U**m in Wireshark Nutzdaten darzustellen, braucht man Aufzeichnungen, die alle IP-Pakete der zugehörigen Über-

tragungen enthalten. Außerdem sind für die Analyse einige Vorkenntnisse erforderlich. Einzelheiten dazu finden Sie ab dem Abschnitt „Reassembly in Aktion“. Dabei können Sie eigene Mitschnitte verwenden oder eine von zwei Beispielaufzeichnungen, die wir zum Download via ct.de/ybc3 bereitgestellt haben.

Gelegentlich kommt aber keine Übertragung zustande, sodass man zunächst dieser Ursache auf den Grund gehen muss. Schließen Sie zunächst allgemeine Netzwerk- sowie Server- und Client-

Probleme aus. Stellen Sie also sicher, dass der Internet-Anschluss funktioniert, dass Arbeits- und Massenspeicher ausreichend freien Platz haben und der Client-Prozess

Schreibrechte auf dem Zielmedium hat. Falls dennoch keine oder nur eine unerwartet langsame Übertragung zustande kommt, empfiehlt es sich, den Fehler auf Protokollebene zu suchen. Dabei spielt das Transport Control Protocol (TCP) die Hauptrolle, denn ein Großteil der Downloads läuft darüber ab.

Eine häufige Fehlerquelle bei Datenübertragungen übers Internet röhrt daher, dass je nach Übertragungsstrecke und den daran beteiligten Routern die Größe der IP-Pakete variieren kann. Normalerweise einigen sich Sender und Empfänger auf die passende Größe. Diese Aushandlung kann aber scheitern, was je nach Situation unterschiedliche Folgen hat. Darauf

**ct Hardcore**



No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	66	50272 → 80 [SYN] Seq=419451623 Win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
2	81.209.179.69	192.168.124.100	TCP	66	80 → 50272 [SYN, ACK] Seq=978444122 Ack=419451624 Win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1

Weil die maximale Paketgröße je nach Router unterschiedlich sein kann, teilen sich TCP-Client und -Server die für die aktuelle Übertragungsstrecke passende Größe mit. Diesen MSS genannten Wert findet man in jedem SYN- und SYN/ACK-Paket.

gehen wir im Weiteren ein. Generell gilt aber: Sind Pakete größer als die Maximum Transmission Unit (MTU) eines Routers, verwirft er sie. Sind sie kleiner als erlaubt, bleiben Kapazitäten ungenutzt – Downloads sind langsamer als möglich.

Normalerweise ermittelt der TCP-Sender die Obergrenze mittels der Path MTU Detection. Dafür schickt er TCP-Testpakete zum Empfänger. Weil dabei das Dont-Fragment-Bit gesetzt ist, können zu große Pakete nicht gestückelt weitergereicht werden. Wenn ein Testpaket für einen Router auf der Strecke zu groß ist, verwirft er es, meldet dem Absender per Internet Control Message Protocol (ICMP) einen Fehler und gibt an, welche Größe er akzeptiert. Der Sender stellt sich dann darauf ein. Weil sich der Wert ändern kann, setzt er die Path MTU Detection periodisch ein.

Die MTU Detection kann aber scheitern, weil manche Router zu große Pakete

stillschweigend verwerfen (Black Hole Router). Der Grund dafür ist meist, dass Admins einen Router vor DoS-Attacken schützen wollen. Viele Router-CPPUs sind nicht für höhere Paketfehlerraten ausgelegt, sodass man sie leicht ins Schwitzen bringen kann, indem man vorsätzlich Tausende von übergroßen Paketen pro Sekunde schickt. Je nach Wucht der Paket-Lawine kommt dann früher oder später jeder Router mit dem Generieren der Fehlermeldungen nicht nach und kann dann auch Pakete von regulären Übertragungen nicht mehr weiterleiten.

Eine Router-Überlastung, egal ob durch DoS-Attacken oder durch reguläres, aber zu hohes Verkehrsaufkommen, erkennt man daran, dass IP-Pakete beliebiger Größe auf der Strecke bleiben. Wenn aber nur kleine Frames beim Empfänger ankommen und große nicht, steht auf der Strecke vermutlich ein Black-Hole-Router,

der zu große Pakete ohne ICMP-Meldung verwirft. In solchen Fällen kann man sich behelfen, indem man die MTU Schritt für Schritt senkt.

Falls Sie keine oder nur geringe Paketverluste beobachten, aber unerwartet langsame Downloads: Auch das kann Folge einer gescheiterten MTU Detection sein. Denn viele IP-Stacks stellen dann selbstständig eine MTU von 576 Bytes ein. Dabei bleibt rund ein Drittel der üblichen Kapazität von IP-Paketen ungenutzt.

Im lokalen Netz kommen manche Übertragungen nicht zustande, wenn ein Sender anstatt der üblichen Ethernetpaketgröße (1518 Bytes) Jumbo-Frames verwendet (max. 9000 Bytes), der Empfänger damit aber nichts anfangen kann. Jumbo-Frames sind nicht standardisiert, sodass nicht jedes Netzwerkelement dafür ausgelegt sein muss. Ob ein PC Jumbo-Frames verwendet, finden Sie in der Konfiguration der Netzwerkkarte.

Frame	Segment	Offset	Length	Content
11	1	0-1459	1460 bytes	[Frame: 5, payload: 0-1459 (1460 bytes)]
11	2	1459-2919	1460 bytes	[Frame: 6, payload: 1459-2919 (1460 bytes)]
11	3	2919-4379	1460 bytes	[Frame: 7, payload: 2919-4379 (1460 bytes)]
11	4	4379-5839	1460 bytes	[Frame: 8, payload: 4379-5839 (1460 bytes)]
11	5	5839-6382	543 bytes	[Frame: 9, payload: 5839-6382 (543 bytes)]

Wireshark bringt zusammengehörige TCP-Pakete anhand der Sequenznummer in die richtige Reihenfolge, sodass man etwa den Inhalt von abgerufenen HTTP-Seiten betrachten kann.

HTTP Sample (with missing frame for Reassembly Test).pcapng

Frame 10: 597 bytes on wire (4776 bits), 597 bytes captured (4776 bits) on interface 0  
 Ethernet II, Src: PC:Engenie\_21:95:18 (00:0d:b9:21:95:18), Dst: AsusTek\_C\_16:7c:cc (c8:66:00:16:7c:cc)  
 Internet Protocol Version 4, Src: Bl\_209.179.69, Dst: 192.168.124.100  
 Transmission Control Protocol, Src Port: 80, Dst Port: 50272, Seq: 978449963, Ack: 419452122, Len: 543

No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info	Delta Time	Relative Time
1	192.168.124.100.80	209.179.69.1	TCP	66	66.80 -> 80 [SYN] Seq=419451623 Win=1460 Len=4 SACK_PERM+1	0.000000	0.000000
2	81.209.179.69.1	192.168.124.100.1	TCP	66	80 -> 50272 [SYN] Seq=978444122 Ack=419451624 Win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM+1	0.017430	0.017430
3	192.168.124.100.1	209.179.69.1	TCP	54	50272 -> 80 [ACK] Seq=419451624 Ack=978444123 Win=65700 Len=0	0.000026	0.017456
4	192.168.124.100.1	209.179.69.1	HTTP	552	GET / HTTP/1.1	0.000120	0.025576
5	81.209.179.69.1	192.168.124.100.1	TCP	1514	80 -> 50272 [ACK] Seq=978444123 Ack=419452122 Win=131328 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU] 0.013121	0.038697	
6	81.209.179.69.1	192.168.124.100.1	TCP	1514	80 -> 50272 [ACK] Seq=978445583 Ack=419452122 Win=131328 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU] 0.005113	0.043818	
7	192.168.124.100.1	209.179.69.1	TCP	54	50272 -> 80 [ACK] Seq=419452122 Ack=978445043 Win=65700 Len=0	0.000008	0.043818
8	81.209.179.69.1	192.168.124.100.1	TCP	1514	[TCP Previous segment not captured] 80 -> 50272 [ACK] Seq=978444508 Ack=419452122 Win=131328 Len=0	0.000142	0.051960
9	192.168.124.100.1	209.179.69.1	HTTP	54	[TCP ACKed unseen segment] 50272 -> 80 [ACK] Seq=419452122 Ack=978445063 Win=65700 Len=0	0.000000	0.051960
10	81.209.179.69.1	192.168.124.100.1	TCP	597	80 -> 50272 [PSH, ACK] Seq=978449963 Ack=419452122 Win=131328 Len=543 [TCP segment of a reassembled PDU] 0.000254	0.052220	
11	192.168.124.100.1	209.179.69.1	TCP	54	50272 -> 80 [ACK] Seq=419452122 Ack=978450506 Win=65156 Len=0	0.206076	0.258296
12	192.168.124.100.1	209.179.69.1	HTTP	391	GET /favicon.ico HTTP/1.1	0.414722	0.673018

Frame 10: 597 bytes on wire (4776 bits), 597 bytes captured (4776 bits) on interface 0  
 Ethernet II, Src: PC:Engenie\_21:95:18 (00:0d:b9:21:95:18), Dst: AsusTek\_C\_16:7c:cc (c8:66:00:16:7c:cc)  
 Internet Protocol Version 4, Src: Bl\_209.179.69, Dst: 192.168.124.100  
 Transmission Control Protocol, Src Port: 80, Dst Port: 50272, Seq: 978449963, Ack: 419452122, Len: 543

Wenn der Empfänger ein Segment quittiert hat (ACK), das in der Aufzeichnung fehlt (unseen), war das Mitschnittgerät schlicht zu langsam.

Falls eine VPN-Strecke unerwartet langsam ist, kann das ebenfalls an unpassenden Paketgrößen liegen. Ein Indiz dafür ist, dass TCP-Pakete mit dem VPN-Inhalt abwechselnd voll und fast leer sind. Das deutet auf eine zu hohe MTU-Einstellung in der VPN-Software hin, sodass ein volles VPN-Paket nicht mehr in das TCP-Paket passt und vom lokalen IP-Stack fragmentiert wird.

Diesen und ähnlichen Fehlern kommt man leicht auf die Spur, wenn man in Wireshark prüft, welche Paketgröße ein PC für die fragliche Übertragungsstrecke ausgehandelt hat. Dieser Parameter heißt Maximum Segment Size (MSS) und die zugehörigen Pakete findet man mindestens beim Aufbau einer Verbindung. Alle halbwegs aktuellen Betriebssysteme führen die MSS in jedem SYN- und SYN/ACK-Packet auf.

Wenn TCP-Client und -Server auf verschiedene MSS eingestellt sind, eignen sie sich vor der Übertragung sinnvollerweise auf den kleineren Wert. Andernfalls werden größere Pakete sehr wahrscheinlich nicht zugestellt. Die MSS leitet sich unmittelbar aus der MTU ab und signalisiert somit indirekt deren Größe.

Dazu drei Beispiele: Wenn die MSS 1460 Byte beträgt, addiert man 20 Byte an TCP-Header sowie 20 Byte IPv4-Header hinzu und kommt dann auf eine MTU von 1500 Byte. Das gesamte Ethernet-Paket besteht aus 1518 Byte.

Bei älteren DSL-Anschlüssen, die noch das PPPoE-Einwahlverfahren nutzen, muss man 8 Byte für den PPPoE-Frame abziehen. Deshalb sollte die MTU an solchen Anschlüssen 1492 Byte nicht übersteigen.

IPv6 verwendet meist eine MSS von 1440 Byte, weil der IPv6-Header doppelt

so groß ist wie der von IPv4. Daher beträgt die MSS bei IPv6-Paketen in der Regel 1440 Byte.

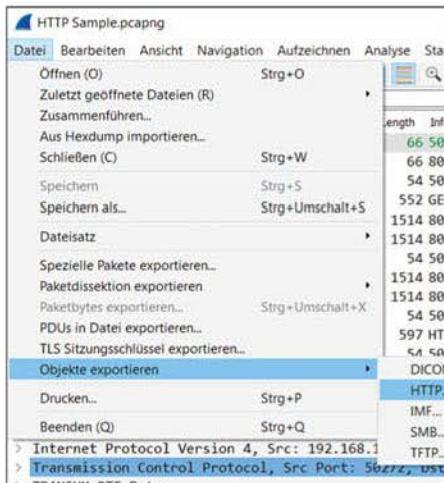
## Reassembly in Aktion

In allen Fällen sortiert der TCP-Stack des Empfängers die eingehenden Pakete nach Sequenznummern, entfernt die Header, fügt die Nutzdaten zusammen und gibt sie an die Applikation weiter, sodass diese nichts von der zwischenzeitlichen Zerstörung mitbekommt.

Bei Wireshark ist das nicht so. Die Aufzeichnungen enthalten oft sehr viele Pakete, aber sie sind zunächst nur zeitlich sortiert. Das genügt zwar, um etwa das Verhalten von Protokollen wie TCP oder IP zu untersuchen. Wenn man sich jedoch für die Nutzlast interessiert, hat man nur Paket-Konfetti vor sich. An dieser Stelle setzt die Reassembly-Funktion an: Sie

Frame 5036: 1114 bytes on wire (8912 bits), 1114 bytes captured (8912 bits) on interface 0  
 Ethernet II, Src: Intel\_c8:e9:56 (00:04:23:c8:e9:56), Dst: VMware\_a6:00:1b (00:50:56:a6:00:1b)  
 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, DEI: 0, ID: 12  
 Internet Protocol Version 4, Src: 173.194.45.88, Dst: 81.209.179.11  
 Transmission Control Protocol, Src Port: 443, Dst Port: 56402, Seq: 2617053638, Ack: 1811104849, Len: 1044  
 [3] Reassembled TCP Segments (3619 bytes): #5034(1319), #5035(1418), #5036(882)  
 Transport Layer Security  
 TLSv1.2 Record Layer: Handshake Protocol: Certificate  
 Content Type: Handshake (22)  
 Version: TLS 1.2 (0x0303)  
 Length: 3614  
 Handshake Protocol: Certificate  
 Handshake Type: Certificate (11)  
 Length: 3610  
 Certificates Length: 3607  
 Certificates (3607 bytes)  
 Certificate Length: 1669  
 Certificate: 3082068130820569a00302010202081f65453cd8dbfe030... (id-at-commonName=\*.google.com,id-at-organizationName=Google Inc,id-at-localityName=Mountain View,id-at-stateOrProvinceName=California,id-at-postalCode=94014,id-at-countryName=US)  
 Certificate Length: 1032  
 Certificate: 30820464308202eca0030201020203023a69300d06092a86... (id-at-commonName=Google Internet Authority G2,id-at-organizationName=Google Inc,id-at-countryName=US)  
 Certificate Length: 897  
 Certificate: 3082037d308202e6a003020102020312bbe6300d06092a86... (id-at-commonName=GeoTrust Global CA,id-at-organizationName=GeoTrust Inc.,id-at-countryName=US)  
 Transport Layer Security  
 TLSv1.2 Record Layer: Handshake Protocol: Certificate

Auch die Dissektoren höherer Protokollschichten setzen die TCP-Reassembly voraus. Zum Beispiel hat Wireshark hier Nutzdaten dreier IP-Pakete assembliert, sodass ein TLS-Zertifikat ersichtlich wird.



**Wenn die Reassembly eines Nutzdatenstroms geklappt hat, lassen sich Downloads als Dateien exportieren.** Dazu bietet Wireshark eine Übersicht aller identifizierten Objekte eines Mitschnitts.

führt die gleichen Operationen durch wie der TCP-Stack des Empfängers und sortiert die Pakete, bevor sie diese als Gesamtkunstwerk präsentiert.

In Wireshark erkennt man die Aktivitäten der Reassembly an mehreren Elementen: In der Info-Spalte sind Teilesegmente einer größeren Nutzlast mit dem Hinweis „TCP segment of a reassembled PDU“ versehen. PDU steht für „Protocol Data Unit“, also eine Dateneinheit des TCP-Protokolls. Zudem enthält das jeweils letzte Paket einer Nutzlastserie einen Pseudoabschnitt im Paketdekodierungsbereich namens „Reassembled TCP Segments“, der die einbezogenen Pakete samt Offsets und Segmentlänge auflistet.

Und zu guter Letzt erscheint beim gleichen Paket ganz unten unter der Hexadezimal-Ansicht der Reiter „Reassembled TCP“. Dariüber lässt sich die gesamte Nutzlast als zusammenhängender Block betrachten, anstatt nur den Nutzlastanteil eines Pakets anzuzeigen.

## Voraussetzungen und Fallstricke

Die Reassembly gelingt nur, wenn die Aufzeichnung alle Pakete einer Übertragung enthält. Bis vor Kurzem setzte Wireshark die korrekte Reihenfolge im Mitschnitt voraus. Seit der Version 3.0 lassen sich auch Pakete mit vertauschter Reihenfolge zusammensetzen (Out-of-Order).

Diese Option ist aber anders als das Reassembly aus gutem Grund standardmäßig inaktiv. Die Ursache liegt darin, dass das Internet keine vollständigen Übertragungen garantiert. Zum Beispiel treten Übertragungsfehler durch überlastete Router oder Funkstörungen im WLAN auf. Der TCP-Sender erkennt das zwar anhand ausbleibender Quittungspakete (Acknowledge, ACK) und gibt fehlende Pakete erneut auf den Weg (TCP Retransmission). Daher könnte man auch bei Wireshark-Traces spekulieren, dass ein zunächst fehlendes Paket weiter hinten in der Aufzeichnung steckt. Doch je größer die Nutzlast und je länger ein bestimmtes Paket ausbleibt, desto mehr Arbeitsspeicher braucht Wireshark, denn es muss für jede Verbindung den bereits erhaltenen Payload im RAM halten, bis der Rest eintrifft. Reicht der Arbeitsspeicher dafür nicht, stürzt Wireshark ab.

Das führt zugleich zum größten Problem der Reassembly mit Wireshark: Wenn Pakete gar nicht in der Messung enthalten sind, ist keine Reassembly möglich, auch nicht teilweise (Stand September 2019).

Gründe dafür können sein: starke Störungen oder anhaltende Überlastungen der Übertragungsstrecke oder ein zu langsames Aufzeichnungsgerät. Server, PCs oder Notebooks schneiden den Verkehr nur nebenbei mit, sodass solche Geräte leicht unvollständige Mitschnitte liefern. Gleicher gilt für Firewalls am Anschlag oder Heim-Router wie die Fritzbox.

Die Folgen sind unterschiedlich. Wenn Pakete auf der Strecke zum Empfänger verloren gegangen sind, wieder-

holt der TCP-Sender die Aussendungen normalerweise, bis er die erwarteten ACK-Pakete bekommt. Falls aber zu viele Fehler auftreten, kann die Übertragung abbrechen. In Wireshark erkennt man das daran, dass der Server die Verbindung nach vielen erfolglosen Retransmission-Versuchen mit einem Reset-Paket beendet.

Wenn Wireshark hingegen meldet „TCP ACKed unseen segment“, dann liegt das in aller Regel an unvollständigen Messdaten. Auf Deutsch heißt das: „Der TCP-Empfänger hat ein Paket quittiert, das nicht in der Aufzeichnung steckt“. Das ist ein Indiz dafür, dass das Aufzeichnungsgerät überfordert war.

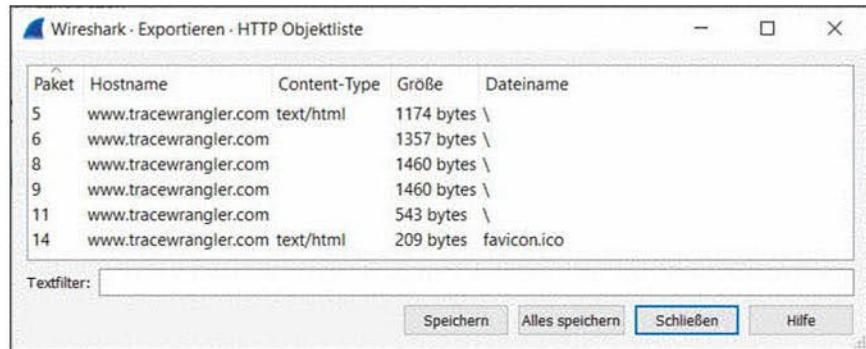
Freilich gibt es Ausnahmen, etwa wenn im Netzwerk asymmetrisches Routing verwendet wird, sodass nicht alle Pakete über den Aufzeichnungspunkt geleitet werden. Das sollte aber leicht an einer Vielzahl von quittierten, aber fehlenden Segmenten ersichtlich sein.

## Wo Licht ist ...

Wireshark braucht die TCP-Reassembly nicht nur zur Darstellung zusammenhängender Nutzdaten, sondern auch für die Dekodierung höherer Protokollschichten. Zum Beispiel können Header-Informationen mancher Protokolle auf mehrere IP-Pakete verteilt sein. Ohne Reassembly würden die Wireshark-Dissektoren für das nächsthöhere Protokoll nur unvollständige Informationen erhalten und daher nur den Inhalt des ersten Pakets einer Serie anzeigen. Ein gängiges Beispiel in Mitschnitten sind TLS-Zertifikate – sie sind meist größer als ein IP-Paket.

Paket	Hostname	Content-Type	Größe	Dateiname
5602	responder.wt.heise.de	text/javascript	147 kB	288689636920174?url=https%3A%2F%2Fwww.heise.de%2F&v=5
5554	1.fix.de	image/png	91 kB	NX_1885_NUTANIX_W-3-5dc1556af36a271d.png
1674	www.heise.de	text/css	89 kB	akwa.css?bcc1d88f7c90638ff39e
2961	www.heise.de	text/css	89 kB	akwa.css?bcc1d88f7c90638ff39e
5195	www.heise.de	text/css	89 kB	akwa.css?bcc1d88f7c90638ff39e
2070	1.fix.de	image/jpeg	46 kB	42004_NDLS_2019_Heise_300x250px_190911-5027a86770bf4a74j
3334	1.fix.de	image/jpeg	46 kB	42004_NDLS_2019_Heise_300x250px_190911-5027a86770bf4a74j
5505	1.fix.de	image/jpeg	38 kB	2019-09-16_purevpn_banner-klein-ect762602ce072102.jpg
2114	www.heise.de	font/woff2	24 kB	sourcesanspro-regular-webfont.woff2
3230	www.heise.de	font/woff2	24 kB	sourcesanspro-regular-webfont.woff2
5345	www.heise.de	font/woff2	24 kB	sourcesanspro-regular-webfont.woff2
2140	www.heise.de	font/woff2	24 kB	sourcesanspro-semibold-webfont.woff2
3209	www.heise.de	font/woff2	24 kB	sourcesanspro-semibold-webfont.woff2
5370	www.heise.de	font/woff2	24 kB	sourcesanspro-semibold-webfont.woff2
4610	www.heise.de	image/svg+xml	10 kB	TechStage.c43573c293face6ea694ab6749955d37.svg
6047	www.heise.de	image/svg+xml	10 kB	TechStage.c43573c293face6ea694ab6749955d37.svg

Nach erfolgreicher Reassembly lassen sich komplett Dateien extrahieren. Im Beispiel sind diverse Dateien des Webservers von heise.de zu sehen.



Wenn man das Menü „Datei/Objekte exportieren“ öffnet und dann sehr viele kleine gleichnamige Objekte vorfindet, liegt das an abgeschalteter TCP-Reassembly.

Ohne Reassembly klappt auch das Entschlüsseln nicht, selbst wenn man das Schlüsselmaterial besitzt – Wireshark braucht einfach die vollständigen Informationen im Mitschnitt, man kann sie nicht importieren.

Außerdem kann man bei erfolgreicher Reassembly Dateien aus dem Datenstrom extrahieren – sofern das keine Verschlüsselung verhindert. Dazu gibt es den Menüpunkt „Datei/Objekte exportieren“, mittels dem sich Objekte aus HTTP, SMB und anderen Protokollen speichern lassen.

Schaltet man die Reassembly-Ansicht aus, präsentiert Wireshark nur Einzelteile. Das ist meist gut erkennbar anhand vieler Objekte gleichen Namens und Objektgrößen von weniger als 1500 Bytes.

## Leider auch Schatten

Generell sollte man beachten, dass sich nicht nur der Inhalt der Paketliste ändert, wenn man Reassembly ausschaltet, sondern auch Statistiken. Am ehesten sieht man das bei HTTP-Verbindungen. Zunächst fällt auf, dass die Request- und Response-Pakete zeitlich deutlich dichter beieinander liegen als mit eingeschalteter Reassembly.

Wenn man auf die Spalte „relative Time“ schaut, sieht es mit Reassembly aus, als würde der Response-Code „200 OK“ nach 52 Millisekunden eintreffen. Tatsächlich geht er aber schon nach 38 Millisekunden ein.

Das mag undramatisch klingen, kann sich aber je nach Länge der Nutzlast drastisch ändern – denn je länger die Über-

mittlung der gesamten Antwort dauert, desto später erscheint der Returncode in der Paketliste. Noch deutlicher wird das Problem in einigen Statistiken, zum Beispiel der Protokollverteilung.

Mit Reassembly beträgt der HTTP-Anteil aller Pakete im Beispiel 42,1 Prozent, ohne jedoch nur 21,1 Prozent. Das liegt daran, dass Wireshark mit eingeschalteter Reassembly alle Elemente einer HTTP-Antwort unter einem Hauptpaket zusammenfasst, nämlich dem letzten in der Kette.

Hingegen zählt bei ausgeschalteter Reassembly jedes Paket einzeln, wodurch der Gesamtanteil höher erscheint. Wenn man also wissen möchte, wie groß der HTTP-Anteil am IP-Verkehr in einer Aufzeichnung ist, sollte man die Reassembly abschalten. Wenn man wissen will, wie groß die Menge an HTTP-Anfragen und -Antworten ist, schaltet man sie ein.

## Versteckspiele

Die Reassembly-Funktion ist auch aus Security-Sicht bedeutsam, nämlich bei Überlappungen oder Neuübertragungen von inhaltlich unterschiedlichen Segmenten, die aber gleiche Sequenznummern haben. Ein Beispiel dazu finden Sie über ct.de/ybc3.

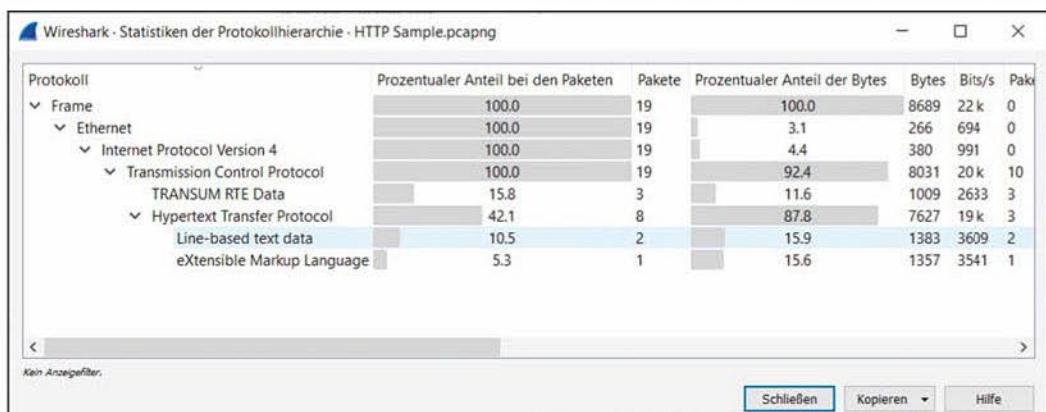
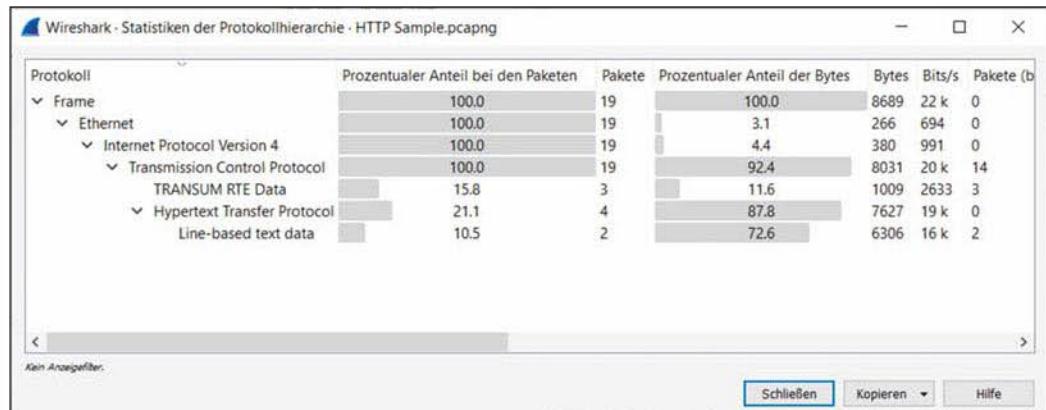
Manche Angreifer versuchen damit, ihre Angriffe zu verschleiern. Dabei überlagern sie zuvor übertragene kritische Daten mit harmlosen. Wireshark zeigt in diesem Fall nur die neuesten Daten und verbirgt die älteren – doch auf der Emp-

No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info	Delta Time	Relative Time
1	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	66	50272 → 80 [SYN] Seq=419451623 Win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1	0.000000	0.000000
2	81.209.179.69	192.168.124.100	TCP	66	80 → 50272 [SYN, ACK] Seq=978444122 Ack=419451624 Win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1	0.017430	0.017430
3	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	54	50272 → 80 [ACK] Seq=419451624 Ack=978444123 Win=65700 Len=0	0.000026	0.017456
4	192.168.124.100	81.209.179.69	HTTP	552	GET / HTTP/1.1	0.008120	0.025576
5	81.209.179.69	192.168.124.100	TCP	1514	80 → 50272 [ACK] Seq=978444123 Ack=419452122 Win=131328 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]	0.013121	0.038697
6	81.209.179.69	192.168.124.100	TCP	1514	80 → 50272 [ACK] Seq=978445583 Ack=419452122 Win=131328 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]	0.005113	0.043810
7	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	54	50272 → 80 [ACK] Seq=419452122 Ack=978447043 Win=65700 Len=0	0.000008	0.043818
8	81.209.179.69	192.168.124.100	TCP	1514	80 → 50272 [ACK] Seq=978447043 Ack=419452122 Win=131328 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]	0.007754	0.051572
9	81.209.179.69	192.168.124.100	TCP	1514	80 → 50272 [ACK] Seq=978448503 Ack=419452122 Win=131328 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]	0.000388	0.051960
10	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	54	50272 → 80 [ACK] Seq=419452122 Ack=978449963 Win=65700 Len=0	0.000006	0.051966
11	81.209.179.69	192.168.124.100	HTTP	597	HTTP/1.1 200 OK (text/html)	0.000254	0.052220
12	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	54	50272 → 80 [ACK] Seq=419452122 Ack=978450506 Win=65156 Len=0	0.206076	0.258296
13	192.168.124.100	81.209.179.69	HTTP	391	GET /favicon.ico HTTP/1.1	0.414722	0.673018

No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info	Delta Time	Relative Time
1	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	66	50272 → 80 [SYN] Seq=419451623 Win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1	0.000000	0.000000
2	81.209.179.69	192.168.124.100	TCP	66	80 → 50272 [SYN, ACK] Seq=978444122 Ack=419451624 Win=8192 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1	0.017430	0.017430
3	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	54	50272 → 80 [ACK] Seq=419451624 Ack=978444123 Win=65700 Len=0	0.000026	0.017456
4	192.168.124.100	81.209.179.69	HTTP	552	GET / HTTP/1.1	0.008120	0.025576
5	81.209.179.69	192.168.124.100	TCP	1514	HTTP/1.1 200 OK (text/html)	0.013121	0.038697
6	81.209.179.69	192.168.124.100	HTTP	1514	Continuation	0.005113	0.043810
7	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	54	50272 → 80 [ACK] Seq=419452122 Ack=978447043 Win=65700 Len=0	0.000008	0.043818
8	81.209.179.69	192.168.124.100	HTTP	1514	Continuation	0.007754	0.051572
9	81.209.179.69	192.168.124.100	HTTP	1514	Continuation	0.000388	0.051960
10	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	54	50272 → 80 [ACK] Seq=419452122 Ack=978449963 Win=65700 Len=0	0.000006	0.051966
11	81.209.179.69	192.168.124.100	HTTP	597	Continuation	0.000254	0.052220
12	192.168.124.100	81.209.179.69	TCP	54	50272 → 80 [ACK] Seq=419452122 Ack=978450506 Win=65156 Len=0	0.206076	0.258296
13	192.168.124.100	81.209.179.69	HTTP	391	GET /favicon.ico HTTP/1.1	0.414722	0.673018

Ob die Reassembly ein- oder ausgeschaltet ist, wirkt sich auch auf den dargestellten zeitlichen Abstand von Request- und Response-Paketen aus.

Die Reassembly wirkt sich auch auf die Paketstatistik aus. Schaltet man sie ein, fasst Wireshark alle Pakete einer HTTP-Antwort zusammen und zählt sie nur einfach. Ohne Reassembly summiert Wireshark alle HTTP-Pakete.



fängerseite entscheidet das Betriebssystem, welche Bytes es verwertet und welche nicht. Beispielsweise nutzt Windows 10 die älteren, während CentOS 7 die neuen nimmt.

Das kann forensische Analysen erschweren. Nutzt man in Wireshark die Funktion „Follow TCP Stream“, die auf dem Reassembly aufsetzt, kann es vorkommen, dass man zunächst nur eine

harmlose Webseite sieht. Erst bei abgeschaltetem Reassembly wird sichtbar, was außerdem passiert ist. In einem Fall, dessen Einzelheiten wir aus Datenschutzgründen nicht veröffentlichen können, hat ein kompromittierter Server zunächst eine passwd-Datei verschickt und anschließend mittels überlappender Segmente Website-Daten versendet, um die verratene passwd-Datei zu überdecken.

Eine Reihe von Beispielen für solche Packet Injection Attacks finden Sie über ct.de/ybc3.

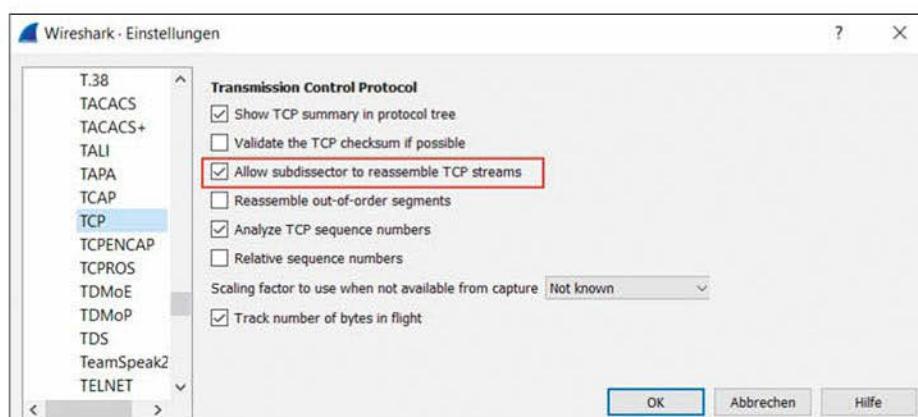
Allerdings kommen überlappende Segmente selten vor. Und wenn, dann handelt es sich meist um eine Zusammenfassung mehrerer kleiner Segmente im Rahmen einer üblichen Retransmission, die wegen Paketverlust erforderlich ist.

## Quo vadis, Reassembly?

Die Reassembly-Funktion sollte man sehr gezielt verwenden, um nicht von Wireshark in die Irre geführt zu werden. Grundsätzlich sollte man sie nur einschalten, wenn man die Funktion wirklich braucht, also etwa, wenn man Objekte extrahieren oder HTTPS entschlüsseln will.

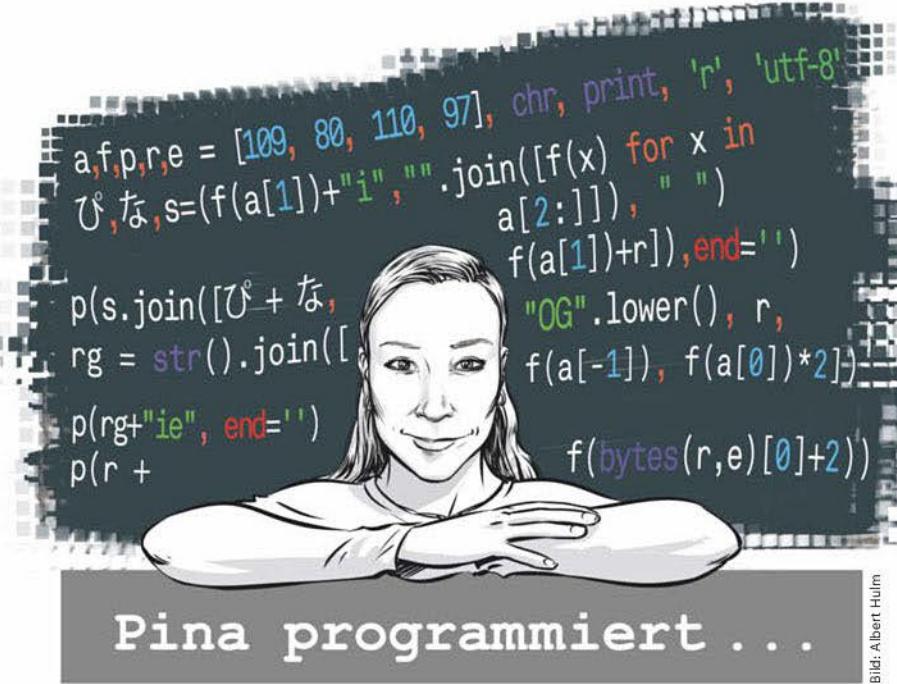
Für alle Arten von Troubleshooting auf TCP-Ebene sollte sie dagegen besser ausgeschaltet bleiben, um in der Paketliste möglichst genau das zu sehen, was auf dem Kabel wirklich los war. Um sich das Umschalten über das Einstellungsmenü zu ersparen, kann man einfach rechts unten in der Statuszeile zwei Profile anlegen: eines mit Reassembly und eines ohne.

(dz@ct.de) ct



Die TCP-Reassembly sollte man für alle Arten von Troubleshooting ausgeschaltet lassen, um möglichst genau das zu sehen, was auf dem Kabel wirklich los war.

Reassembly-Beispiele: ct.de/ybc3



Package-Index (PyPI) geht das ziemlich einfach.

### Exif lesen

Ein einfaches `pip install exif` lädt die `exif`-Bibliothek auf die Platte. Anaconda-Nutzer ersetzen wie üblich `pip` durch `conda: conda install -c zegami exif`.

Alle Funktionen stellt die `Image`-Klasse bereit, die man einfach mit einem File-Handle der geöffneten Binärdatei füttert:

```
from exif import Image
with open(filename, 'rb') as file:
    image_obj = Image(file)
```

Ein `dir(image_obj)` enthüllt anschließend, auf welch vielfältige Bild-Metainformationen man mit der `exif`-Bibliothek zugreifen könnte. Fürs Aufnahmedatum reicht `image_obj.datetime`.

### Datum konvertieren

Das per `image_obj.datetime` gelesene Datum ist leider nur ein String, mit dem sich nicht so bequem rechnen lässt wie mit Pythons `datetime`-Objekten. Mit `datetime.strptime()` ist der String aber in einem Wimpernschlag konvertiert:

```
from datetime import datetime
image_time = datetime.strptime(
    image_obj.datetime,
    "%Y:%m:%d %H:%M:%S")
```

`datetime` formatiert den Zeitstempel mit `strptime()`. Um beispielsweise einen String mit „Jahr\_Monat\_Tag-Wochentag“ zu erzeugen, reicht die folgende Zeile:

```
day_str = image_time.strftime(
    "%Y-%m-%d-%A")
```

Mein Skript verwendet das für die Namen der Unterordner für die Tage, weil dann bei alphabetischer Sortierung im Dateimanager alle Ordner in der richtigen Reihenfolge stehen.

Dem gleichen Gedanken folgend erzeugt `image_time.strftime("%H%M%S_")` ein Präfix für die Dateinamen der Bilder, sodass diese innerhalb der Tages-Ordner nach Uhrzeit sortiert stehen.

### Sammeln und kopieren

Pythons integriertes `os`-Modul listet mit `os.listdir()` den Inhalt von Ordnern auf und bastelt mit `os.path.join()` plattformübergreifend Pfadnamen zusammen. Zwei Schleifen lesen damit ohne Mühe alle Dateinamen der ursprünglichen Urlaubsbilder aus dem Dateisystem:

# Fototagebuch

## Urlaubsbilder automatisch per Python-Skript ordnen

**Alle Digitalkameras speichern das Aufnahmedatum in den EXIF-Daten der Bilddateien. Mit einem kleinen selbst geschriebenen Python-Skript sind die Urlaubsbilder ruckzuck nach Tagen in Ordner sortiert und aussagekräftig umbenannt.**

Von Pina Merkert

der in zeitlicher Reihenfolge zeigen – und zwar mit je einem Ordner pro Tag, damit ich den langweiligen Regentag leicht überspringen kann, wenn Oma während der Show erste Anzeichen von Müdigkeit zeigt.

Das Änderungsdatum der Dateien enthält nicht das Datum, wann die Bilder entstanden sind, sondern nur, wann ich sie kopiert habe. Glücklicherweise speichern Kameras aber mit jedem Bild auch Metadaten (EXIF-Daten) wie Aufnahmestandort, Belichtungszeit, Linse und den Aufnahmepunkt. Während ich nur von Fotos aus Kameras mit GPS-Empfänger erwarten kann, dass sie den Aufnahmestandort enthalten, findet sich in den EXIF-Daten aller Fotos ein genauer Zeitstempel der Aufnahme. Um die Bilder nach Tagen zu ordnen, muss ein Programm also nur diesen Zeitstempel auslesen. Mit der `exif`-Bibliothek aus dem Python-

Bei meiner letzten Reise hatten wir zu dritt fünf Kameras dabei: drei Smartphones und zwei Digitalkameras. Die Bilder landeten am Abfahrtstag jeweils in eigenen Ordnern für jedes Gerät. Daran erkenne ich zwar, wer ein Bild geschossen hat, für die Diashow bei den Großeltern würde ich aber lieber alle Bil-

```
import os
for sfld in os.listdir(image_folder):
    for im in os.listdir(
        os.path.join(image_folder, sfld)):
```

os legt auch Ordner an, allerdings nur ohne Fehler, falls es den Ordner nicht schon bereit gibt:

```
if not os.path.exists(os.path.join(
    output_folder, day_str)):
    os.makedirs(os.path.join(
        output_folder, day_str))
```

Kopieren kann os aber nicht. Das übernimmt shutil, ebenfalls eines von Pythons Standardmodulen. Dessen Kopierfunktion copy2() erhält beim Kopieren einer Datei die ursprünglichen Änderungszeiten, sodass es aussieht, als hätte man das Bild von der SD-Karte der Kamera direkt in die neue Ordnerstruktur kopiert:

```
import shutil
shutil.copy2(
    os.path.join(image_folder, sfld, im),
    os.path.join(output_folder, day_str,
        image_time.strftime("%H%M%S_") +
        sfld + "_" + filename + "." +
        extension.lower()))
```

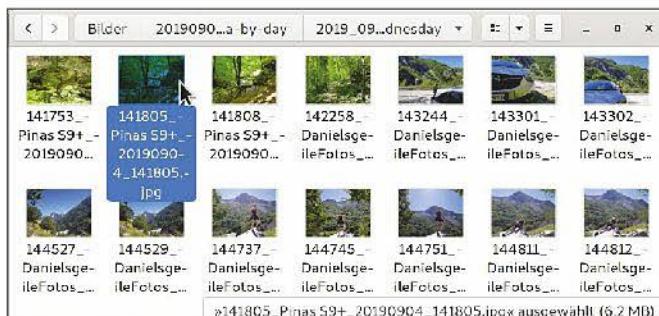
Die Variablen `filename` und `extension` pult mein Skript per Regex (re-Modul) aus dem Dateinamen und prüft dabei auch gleich das Namensformat. Das Skript finden Sie in Gänze über [ct.de/ymax](https://github.com/ctde/ymax) im GitHub-Repository.

Es nutzt zusätzlich noch sys für eine textbasierte Fortschrittsanzeige, da es einige Dutzend Sekunden dauert, gigabyteweise Bilder zu kopieren. Da ich für die Bequemlichkeit alles in einem Jupyter-Notebook programmiert habe, kommt dort auch noch from IPython.display import clear\_output für die Anzeige des Fortschrittsbalkens zum Einsatz.

Wenn Sie mein Skript verwenden wollen, passen Sie zuerst die Variablen `image_folder` und `output_folder` an die Pfade an, wo Ihre Urlaubsbilder liegen und geordnet hinkopiert werden sollen. Danach führen Sie das Skript nur noch mit `python imagesbyday.py` aus.

(pmk@ct.de) ct

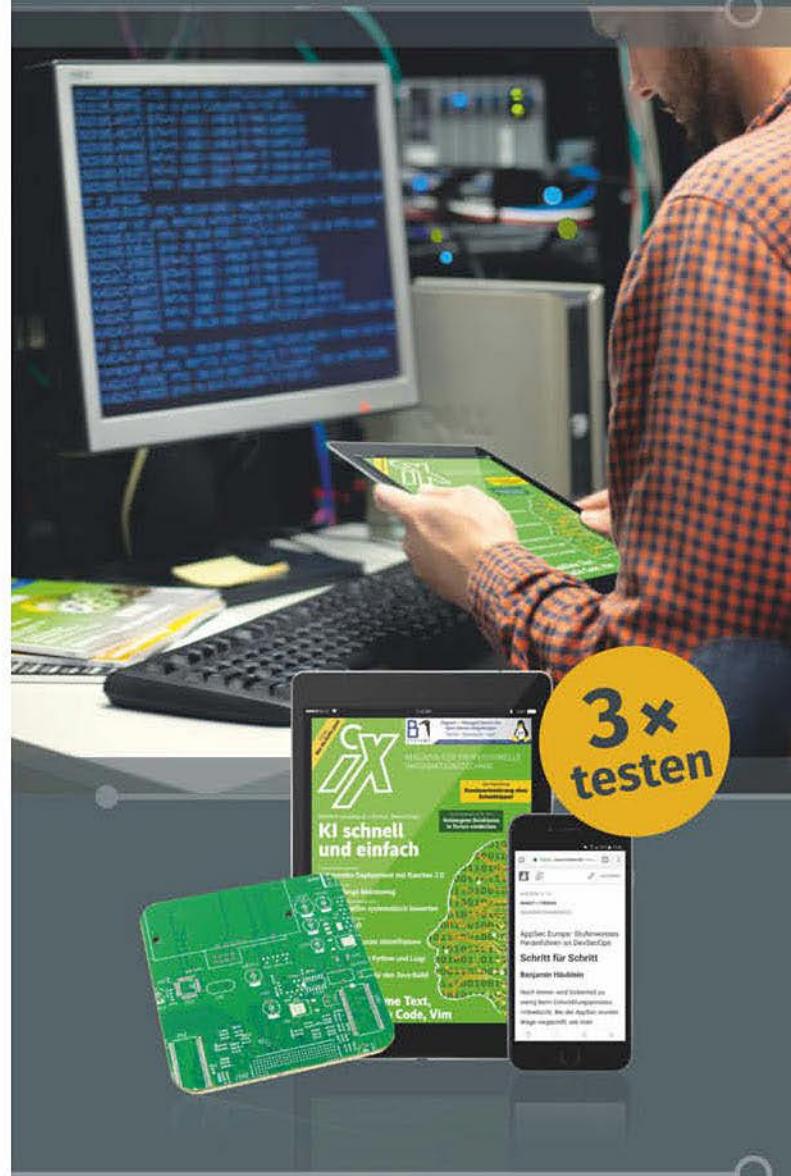
**Skript bei GitHub:** [ct.de/ymax](https://github.com/ctde/ymax)



Das Skript schiebt die Bilder nicht nur in einen Ordner pro Tag, sondern benennt sie auch so um, dass sie in der zeitlich richtigen Reihenfolge erscheinen.

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:  
3 digitale Ausgaben + Leiterplatten-Untersetzer nur 16,50 €

[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

 MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

 [www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

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

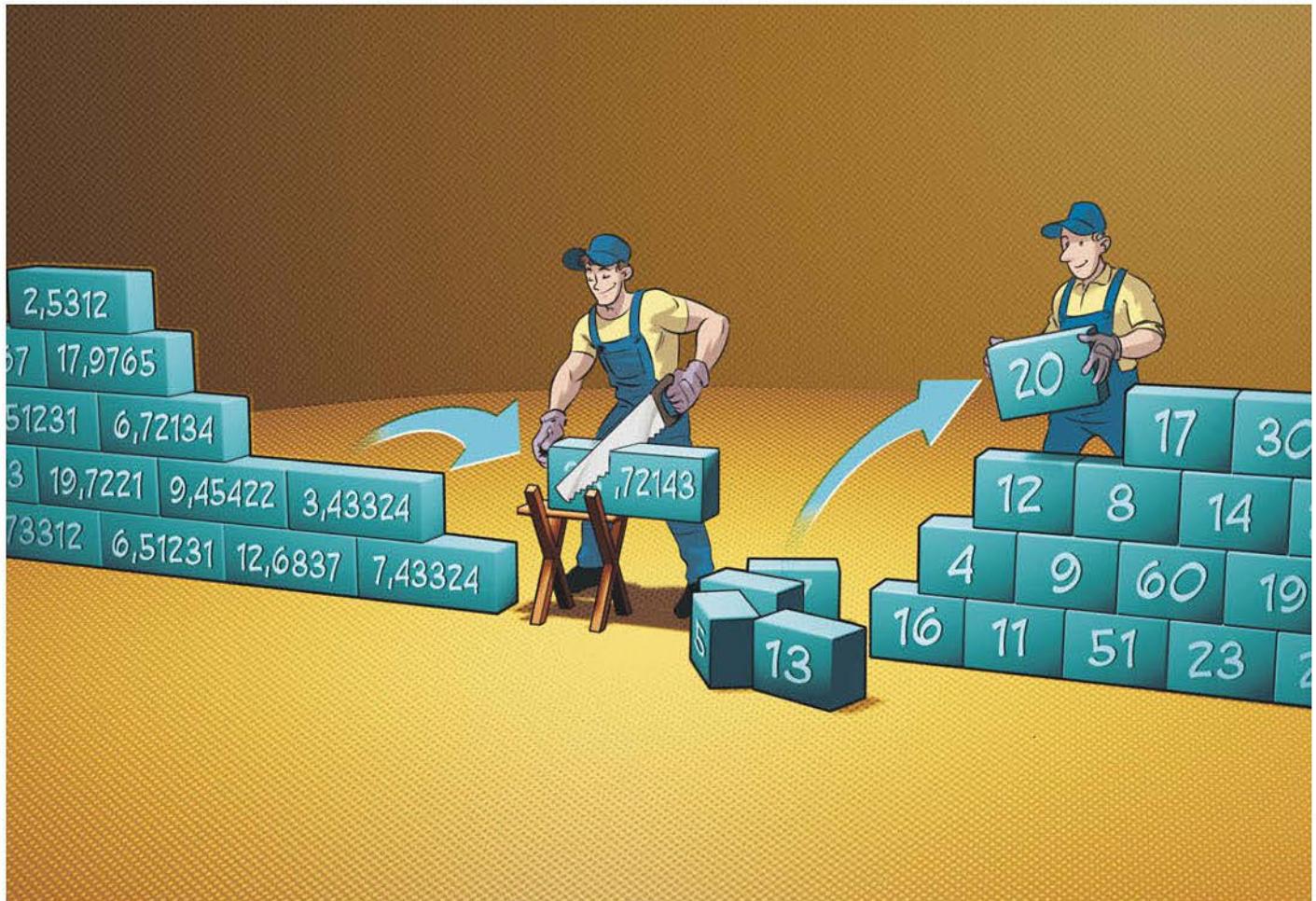


Bild: Albert Huim

# Byte-Intelligenz

## Neuronale Netze für TensorFlow-Lite auf 8-Bit-Integer umrechnen

**Neuronale Netze rechnen mit Millionen von 32 Bit langen Zahlen. Baut man sie so um, dass sie stattdessen mit 8-Bit-Zahlen rechnen, spart das drei Viertel des Speicherplatzes und sie begnügen sich mit kleineren Rechenwerken im Chip. Mit den richtigen Parametern erledigt Googles Framework TensorFlow diesen Umbau vollautomatisch.**

**Von Pina Merkert**

**N**euronale Netze rechnen üblicherweise in Gleitkommazahlen mit 32 Bit. Die Gewichte der Synapsen, mit denen das neuronale Netz Schicht für Schicht seine Eingabedaten multipliziert, nehmen dabei oft sehr kleine positive und negative Werte an, die eine Gleitkommazahl dank ihres Exponenten mit hoher Genauigkeit kodiert. Zu Beginn des Trainings initialisieren viele KI-Forscher ihre Netze bewusst mit Zufallszahlen nahe 0. Der Trainingsalgorithmus passt dann diese Zahlen so an, dass die Ausgaben des Netzes besser zu den Trainingsdaten passen, geht dabei aber in sehr kleinen Schritten vor. Sollte ein sol-

cher Schritt kleiner ausfallen, als die Gleitkommazahl für dieses Gewicht kodieren kann, lernt das Netz an dieser Stelle nichts.

Mit diesem Wissen überrascht es, dass KI-Beschleuniger-Chips wie der Myriad in Intels Neural Compute Stick oder Googles Coral gar nicht mit Gleitkommazahlen rechnen können. Sie bringen nur Rechenwerke für Integer mit lediglich 8 Bit mit. Integer-Rechenwerke brauchen

wesentlich weniger Transistoren, sodass die Hersteller mehr davon auf gleicher Fläche unterbringen. Das spart nicht nur bei den Produktionskosten, sondern vor allem beim Stromverbrauch: Die kleinen

**ct Hardcore**

KI-Chips begnügen sich mit weniger als zwei Watt, sollen aber so viele Daten wie eine Grafikkarte verarbeiten.

Damit ein neuronales Netz auf einer solch effizienten Hardware läuft, muss es eine Transformation durchlaufen, bei der aus langen Gleitkommazahlen mit unterschiedlicher Genauigkeit über den darstellbaren Wertebereich (Gleitkommazahlen bilden den Zahlenbereich um den Nullpunkt viel feiner ab als sehr große oder kleine Werte) kurze Ganzzahlen mit gleichbleibender Genauigkeit in einem begrenzten Wertebereich werden. Dieses Runden der bereits trainierten Gewichte eines neuronalen Netzes nennt man „Quantisieren“. Dieser Artikel erklärt, wie Sie ein Keras-Modell für TensorFlow-Lite quantisieren.

## Mehr Rechnen für weniger Bit

Mit einfachem Runden ist es beim Quantisieren nicht getan. Neuronen üblicher Netze mit Gleitkommazahlen berechnen meist Aktivierungen im Bereich zwischen -1 und 1. Frameworks wie TensorFlow multiplizieren die Werte beispielsweise mit dem Faktor 128, um den Wertebereich von -1 bis 1 auf -128 bis 127 zu strecken und damit die Genauigkeit eines Integers mit 8 Bit voll auszunutzen. Statt einer linearen Transformation kann das Framework aber auch eine logarithmische Skala verwenden.

Fällt Tensorflow dabei auf, dass es nach einer Neuronenschicht eine Transformation rückgängig macht, die es für die nächste Schicht gleich wieder anwendet, kürzt es die beiden eingefügten Berechnungsschritte kurzerhand wieder aus dem Berechnungsgraphen.

Diese komplexen Optimierungen nimmt das Framework vollautomatisch vor. Anwender legen lediglich fest, ob das erzeugte Netz nur die Gewichte mit 8 Bit darstellt oder auch für Ein- und Ausgaben mit kurzen Zahlen rechnet. Für die KI-Chips muss das Framework das komplette Netz quantisieren.

Damit TensorFlow dabei die begrenzten Wertebereiche der kurzen Zahlen effizient nutzt, will es fürs Quantisieren mit einigen typischen Eingabedaten gefüttert werden. Es braucht aber nur wenige hundert Beispiele dafür und keinen so großen Datensatz wie fürs Training. Außerdem nutzt es nur Eingabedaten, sodass die passenden Labels fehlen dürfen.

## TensorFlow 2.0 einrichten

TensorFlow 2.0 vereinfacht die Arbeit mit neuronalen Netzen durch zwei Neuerungen: Zum einen ist es nun nicht mehr nötig, den Berechnungsgraphen völlig abstrakt zu definieren und dann dessen Variablen in einer Session mit Werten zu befüllen und auszuführen. Stattdessen rechnet TensorFlow jetzt sofort Werte aus, sobald man sie benutzt. Das Framework verhält sich damit mehr wie ganz normaler Python-Code und Entwickler müssen weniger umdenken.

Zum anderen implementiert TensorFlow das Keras-API nun selbst und unterstützt das High-Level-Framework als Standardschnittstelle, um neuronale Netze zu definieren. Deswegen ist es bei TensorFlow 2.0 nicht mehr nötig, die Keras-Referenzimplementierung als eigenes Paket zu installieren. Stattdessen kommt man mit tensorflow.keras an alles, was die Keras-Dokumentation aufliest, einschließlich vorgeeinrichteter Netze wie InceptionV3.

Wie immer bietet es sich an, TensorFlow in eine virtuelle Umgebung zu installieren. Folgende zwei Befehle legen

eine solche Umgebung in einer Shell an und aktivieren sie:

```
python3 -m venv env
```

```
source env/bin/activate
```

Im Prinzip funktioniert das auch unter Windows. In der Praxis ist es dort aber leichter, auf Anaconda zu setzen und im Anaconda-Navigator grafisch eine frische virtuelle Umgebung einzurichten. In der installieren Sie mit conda install pip den Python-Paketmanager, mit dem die folgenden Befehle funktionieren.

Überprüfen Sie auf allen Betriebssystemen zuerst, dass pip und wheel auf dem aktuellen Stand sind:

```
pip install -U pip wheel
```

Danach installieren Sie TensorFlow 2.0 zusammen mit einer etwas aktuelleren Version von setuptools:

```
pip install setuptools==41.2.0
pip install tensorflow==2.0.0
```

Für den Zugriff auf die Webcam fehlt dann nur noch OpenCV:

```
pip install opencv-python
```

Wir zeigen an einem Giganten der Bilderkennung, wie das Quantisieren mit TensorFlow 2.0 in der Praxis funktioniert. Unser Beispiel lädt ein sehr tiefes Convolutional Network namens „InceptionV3“ aus den bei Keras mitgelieferten Beispielen. TensorFlow setzt seit Version 2 das Keras-API in eigenem Code um, sodass man Keras nicht extra installieren muss.

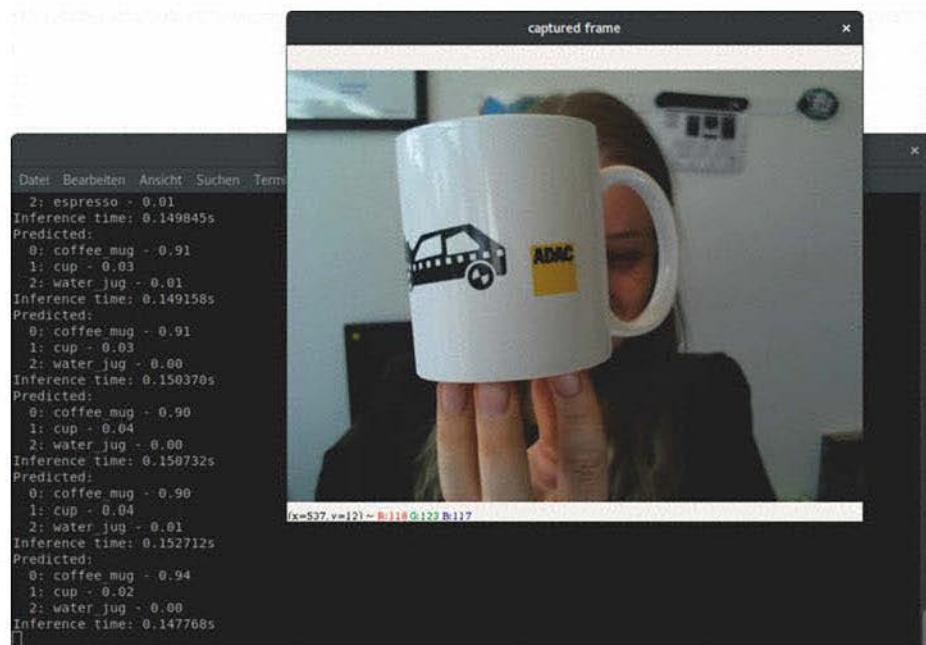
### InceptionV3

Mit InceptionV3 gewannen Christian Szegedy, Vincent Vanhoucke, Sergey Ioffe und Jonathon Shlens von Google sowie Zbigniew Wojna vom University College London 2015 die ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) [1]. Bei dem Wettbewerb trainieren die Teilnehmer ihre KIs mit einem Datensatz namens ImageNet. ImageNet enthält inzwischen 14 Millionen Bilder und für jedes Bild eine Information, was dort zu sehen ist. Die KIs ordnen ein Bild einer von 1000 möglichen Klassen zu und werden daran gemessen, wie oft sie mit dieser Klassifikation richtig

liegen. InceptionV3 gibt für 78 Prozent der Bilder die richtige Antwort.

Um InceptionV3 selbst zu trainieren, müssten Sie gigabyteweise Bilder herunterladen und wochenlang den Rechner durcharbeiten lassen. Und das geht auch nur so schnell, wenn Sie eine mächtige Grafikkarte mit CUDA-Unterstützung haben. Auf einer normalen CPU dauert es noch mindestens zehnmal länger. Aber glücklicherweise bringt Keras die Zahlen eines fertig trainierten Netzwerks gleich mit. Das Framework erzeugt dafür ein Keras-Modell und lädt seine 23.851.784 Parameter komplett automatisch. Einen niederschwelligen Einstieg, wie man mit einem solchen Keras-Modell umgeht, bietet [2]. Um die Parameter zu laden, müssen Sie nur den Parameter `weights='imagenet'` angeben:

```
from tensorflow.keras.applications import inception_v3
model = InceptionV3(weights='imagenet')
```



Test mit Webcam: InceptionV3 ist sich zu mehr als 90 % sicher, dass hier eine Kaffeetasse zu sehen ist.

`include_top=True` sorgt dafür, dass das Netzwerk mitsamt seiner obersten Schicht im Speicher landet. Mit der obersten Schicht schätzt es Wahrscheinlichkeiten, welche der 1000 Klassen im Eingabebild zu sehen sind.

Ein anschaulicher Test für das so geladene Netzwerk besteht darin, mit OpenCV von einer Webcam ein Bild abzugreifen, die Bilddaten für das Netzwerk ins richtige Format zu bringen und die KI auf die Daten loszulassen:

```

from tensorflow.keras.applications import InceptionV3
from tensorflow.keras.preprocessing import image
import numpy as np
import cv2
capture_device = cv2.VideoCapture(0)
_, i = self.capture_device.read()
i = cv2.resize(image, dsiz=(299, 299),
               interpolation=cv2.INTER_AREA)
i = np.expand_dims(i, axis=0)
i = preprocess_input(i)
predictions = model.predict(i)

```

`cv2.VideoCapture(0)` erlaubt den Zugriff auf die erste Webcam. In Notebooks ist das üblicherweise die eingebaute Kamera. Die Methode `read()` liest ein Bild von der Kamera und legt es in einem Format im Speicher ab, das Numpy direkt weiterverarbeiten kann. Das gut optimierte Framework Numpy ist der Quasi-Standard in der Python-Welt, um mit großen Vektoren, Matrizen und Arrays zu rechnen.

InceptionV3 verarbeitet nur Bilder mit einer festen Größe von  $299 \times 299$  Pixeln. `cv2.resize()` verkleinert das Bild auf diese Größe. Da das beim Training viel Zeit spart, berechnet das Netz immer einen ganzen Schwung Bilder („Batch“) auf einmal. Es erwartet daher als Eingabe ein Array mit den Dimensionen Batchgröße  $\times$  Bildbreite  $\times$  Bildhöhe  $\times$  Farbkäne. Da die Webcam nur ein einzelnes Bild liefert, fügt `np.expand_dims(i, axis=0)` dieses in einen Batch aus einem Bild ein.

Bei `preprocess_input()` hilft Keras noch einmal mit, die Eingabedaten tatsächlich ins richtige Format zu bringen: InceptionV3 erwartet nämlich Farbwerte der Pixel als 32-Bit-Gleitkommazahlen, die auf einen Wertebereich von -1 bis 1 normiert sind, wobei die durchschnittliche Helligkeit der Pixel auf dem Nullpunkt liegen soll. Da solche Rahmenbedingungen zwischen verschiedenen Netzwerkstrukturen variieren, bringt das Modul `keras.applications` für jedes der vortrainierten Netze auch jeweils eine `preprocess_input()`-Funktion mit.

Die eigentliche Arbeit des neuronalen Netzes passiert in `model.predict()`. In der Variable `predictions` landet danach ein Array aus 1000 Zahlen zwischen 0 und 1, die sich wie Wahrscheinlichkeiten lesen. `predictions[12]` gibt also die von InceptionV3 geschätzte Wahrscheinlichkeit an, dass ImageNet-Klasse Nummer 13 im Bild

zu sehen ist. Da das für Menschen wenig übersichtlich ist, bringt Keras die Funktion `decode_predictions()` mit, die nicht nur Labels in Textform dazu schreibt, sondern auch die Liste auf die in diesem Beispiel wahrscheinlichsten drei Klassen zusammenkürzt:

```
decode_predictions(predictions,
top=3)[0]
```

Weil auch diese Funktion mit Batches arbeitet, muss man mit `[0]` am Ende angeben, dass nur der erste und einzige Eintrag im Batch interessiert.

## Schlankheitskur

InceptionV3 kam in diesem Beispiel nur als Keras-Modell vor. Solch ein Objekt arbeitet aber nur zusammen mit einer kompletten TensorFlow-Installation. Für effizientes Inferencing, also das reine Berechnen von Ausgaben des neuronalen Netzes, ohne es dabei noch zu trainieren, stellt Google eine abgespeckte Version seines Frameworks namens „TensorFlow-Lite“ bereit. TensorFlow-Lite nutzt ein effizientes Datenformat zum Speichern der Modelle, erwartet aber, dass man sie in dieses Format überführt.

Um Konvertieren für die Lite-Version kümmert sich der `tensorflow.lite.TFLiteConverter`. Er bringt die Factory-Methode `from_keras_model()`, die direkt ein Keras-Modell konsumiert. Die Methode `convert()` stößt dann die Konvertierung an und gibt die Binärdaten so zurück, dass Python sie einfach in eine Datei schreiben kann:

```

import tensorflow as tf
converter = tf.lite.TFLiteConverter.from_keras_model(model)
tflite_model = converter.convert()
with open("inceptionV3.tflite", "wb") as model_file:
    model_file.write(tflite_model)

```

Der `TFLiteConverter` setzt automatisch überall dort am internen Berechnungsgraphen des Netzwerks das Messer an, wo das Netz Rechenoperationen nur fürs Training besitzt. So fällt `convert()` die Loss-Funktion zum Opfer, genau wie der komplette Gradientenabstiegsalgorithmus samt der Ableitung für die Backpropagation. Übrig bleibt der entkleidete Forward-Pass (das, was `model.predict()` berechnet hat) von InceptionV3, also nur die Berechnungen, um aus Bildern Wahrscheinlichkeiten für die 1000 Klassen zu schätzen.

## TensorFlow-Lite mit Float32

Um mit dem für TensorFlow-Lite gespeicherten Netz zu rechnen, kann man beispielsweise das Python-API des schlanken Frameworks verwenden. Dieses lädt das Netz zunächst in ein Interpreter-Objekt und belegt den nötigen Speicher für Eingaben, Aktivierungen und Ausgaben:

```
inceptV3 = tf.lite.Interpreter(  
    model_path="incepV3.tflite")  
inceptV3.allocate_tensors()
```

Auch für TensorFlow-Lite müssen die Bilddaten zunächst ins richtige Format umgerechnet werden, was aber ganz genauso wie beim Keras-Modell funktioniert. Lediglich der Aufruf fürs Inferencing, also das Berechnen der Ausgabe des Netzes, sieht in TensorFlow-Lite etwas anders aus:

```
in_det = incepV3.get_input_details()  
inceptV3.set_tensor(  
    in_det[0]["index"], i)  
inceptV3.invoke()
```

```
out_det = incepV3.get_output_details()  
predictions = incepV3.get_tensor(  
    out_det[0]["index"])
```

Die Schlangheitskur spart in dieser Form aber nur wenige Millisekunden, da auch TensorFlow-Lite mit den gleichen Gleitkommazahlen mit 32 Bit rechnen muss. Wirklich kleiner wird das Netzwerk erst, wenn man dem TFLiteConverter Anweisung gibt, die Zahlen zu kürzen.

## Größe vierteln

Setzt man diverse Eigenschaften des TFLiteConverter, baut dieser den Berechnungsgraphen beim Konvertieren für TensorFlow-Lite um. Beispielsweise enthält optimizations eine Liste gewünschter Optimierungsstrategien. Setzt man supported\_ops auf [tensorflow.lite.OpsSet.TFLITE\_BUILTINS\_INT8], baut der Konverter alle Rechenoperationen auf 8-Bit-Integer um und quantisiert dabei auch Gewichte und Biases. Ein- und Ausgaben würden dabei aber zunächst bei langen Gleitkom-

mazahlen bleiben, damit das Netz sich nach außen gleich verhält. Um es komplett auf 8 Bit umzubauen, muss man inference\_input\_type und inference\_output\_type auf tensorflow.uint8 setzen:

```
conv = tf.lite.TFLiteConverter(  
    f.from_keras_model(model)  
conv.optimizations = [  
    tf.lite.Optimize.DEFAULT]  
conv.target_spec.supported_ops = [  
    tf.lite.OpsSet.TFLITE_BUILTINS_INT8]  
conv.inference_input_type = tf.uint8  
conv.inference_output_type = tf.uint8  
conv.representative_dataset = tf.  
    lite.RepresentativeDataset(  
        input_gen=get_representative_data)  
tflite_quantized_mdl = conv.convert()  
with open("quant.tflite", 'bw') as f:  
    f.write(tflite_quantized_mdl)
```

Damit der Konverter beim Quantisieren mit den richtigen Wertebereichen rechnet, versorgt man ihn mit einem representative\_dataset. Das nutzt die selbst geschriebene Funktion get\_representative\_data().

**NEU**  
+ portofrei

Im heise shop:  
**Der neue Raspberry Pi 4 B**



**Der kraftvollste Raspberry aller Zeiten!**

- 64-Bit Quad-Core
- 1, 2 oder 4 GByte RAM
- USB 3.0 und 2.0
- 4k Dual-Display Support
- WLAN: 2.4 oder 5 GHz
- PoE-fähig

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

Kaufe Deinen Pi und viel Zubehör portofrei im heise shop bestellen!

# Datengeneratoren in TensorFlow 2.0

Noch einfacher als mit Keras-Datengeneratoren [3] versorgt eine selbst geschriebene Funktion im Zusammenspiel mit einem Dataset-Objekt aus TensorFlow 2.0 ein neuronales Netz mit Daten. Eine Implementierung für den Validierungsdatensatz ILSVRC2012 mit zu ImageNet passenden Bildern und Labels zeigt anschaulich, wie man einen solchen Datengenerator aufbaut.

ILSVRC2012 besteht aus 50.000 Bildern im JPEG-Format, deren Dateinamen eine fortlaufende Nummer enthalten. Die Labels stehen in einer Textdatei, bei der die erste Zeile das dezimal dargestellte Label für das erste Bild enthält, die zweite Zeile das für das zweite Bild und so weiter. Eine Schleife läuft über die ganze Liste an Bildern und liefert mit der `yield`-Anweisung Datensätze aus fürs Netzwerk skalierten Bilddaten als Numpy-Array zusammen mit dem aus der Textdatei gelesenen Label:

```
def data_generator():
    i = 0
    dataset_dir = os.path.join(
        os.path.curdir, "..", "..",
        "Datasets", "ILSVRC2012")
```

```
with open(os.path.join(dataset_dir,
    "ILSVRC2012_validation_",
    "ground_truth.txt"), 'r') as f:
    labels = f.readlines()
while i < len(labels):
    img_filename = "ILSVRC2012_val_",
        "%05d.JPG" % (i + 1)
    img_path = os.path.join(
        dataset_dir,
        "images",
        img_filename)
    img = cv2.imread(img_path,
        cv2.IMREAD_COLOR)
    img = cv2.resize(img,
        dsize=(299, 299),
        interpolation=cv2.INTER_AREA)
    label = int(labels[i])
    yield (img, label)
    i += 1
```

Die Funktion enthält lediglich die Operationen, die nötig sind, um die Daten von der Festplatte zu laden und für das neuronale Netz vorzubereiten. Optimierungen für ein effizientes Training wie Batches kommen hier noch nicht vor. Um die kümmert sich nämlich Tensorflows Dataset-Klasse. Die folgende Zeile erzeugt aus der Generatorfunktion eine Dataset-Instanz:

```
def get_dataset():
    return Dataset.from_generator(
        data_generator,
        output_types=(uint8, uint32),
        output_shapes=(
            TensorShape([299, 299, 3]),
            TensorShape([])))
```

Die Factory-Methode `from_generator()` produziert aus der einfachen Funktion ein vollwertiges Dataset. Dafür verlangt sie nach lediglich zwei weiteren Infos: Wie sehen die Ausgabedaten aus und welche Datentypen haben sie? Die hier angegebenen Tupels besagen: Die Bilddaten bestehen aus drei 8-Bit-Integern (Helligkeit von Rot, Grün und Blau) in einem Array aus  $299 \times 299$  Pixeln. Die Labels bestehen aus einem einzelnen Integer mit 32 Bit, der als Skalar keine Größe für ein Array angeben muss ([]).

Das so erzeugte Dataset kann so einiges: Beispielsweise liefert `.take(12)` die ersten zwölf Paare aus Bild und Label. Die Methode `.batch(128)` fasst jeweils 128 Bild-Label-Paare zu einem Batch zusammen. Die Funktionen lassen sich kombinieren. Beispielsweise liefert `.batch(64).take(3)` die ersten drei Batches mit je 64 Datensätzen.

Sie liefert eine Handvoll Bilder aus dem für ImageNet üblicherweise genutzten Validierungsdatensatz ILSVRC2012. Dafür bedient sie sich eines TensorFlow-Datengenerators (siehe Kasten).

## Optimierungsnotstand

Mit diesen Parametern quantisiert der `TFLiteConverter` das Netz und spuckt eine Binärdatei mit einem Viertel der Größe aus. Das Inferencing funktioniert wie beim vorher exportierten Netz mit einem Interpreter. Im Grunde tauschen Sie nur den Dateinamen aus (fertige Skripte, um beide Varianten zu testen, finden Sie im Repository zum Artikel bei GitHub über [ct.de/yrjs](#)).

Benchmarkt man die beiden Varianten jedoch auf einem x86-Prozessor, kommt es zu einer großen Überraschung: Das quantisierte Netz rechnet fast 150 Mal langsamer und nutzt nur einen Prozessor-

kern. Statt 0,1 Sekunden pro Bild bei 32 Bit verschwendet es mehr als 16 Sekunden. Die Genauigkeit bleibt bei InceptionV3 zwar praktisch gleich, andere Netze können durchs Quantisieren aber durchaus ungenauere Ergebnisse produzieren. Man sollte ein quantisiertes Netz daher immer mit einem Testdatensatz validieren.

Im Bugtracker zu TensorFlow finden sich bereits Issues, in denen Nutzer fragen, warum ihre quantisierten Netze langsamer laufen als die großzahligen Vorlagen. Google-Entwickler antworteten darauf etwas nebulös, dass es wohl sein könne, dass man bisher manche Instruktionen für quantisierte Netze noch nicht für x86 optimiert habe. Stattdessen habe man sich auf die ARM-Architektur konzentriert.

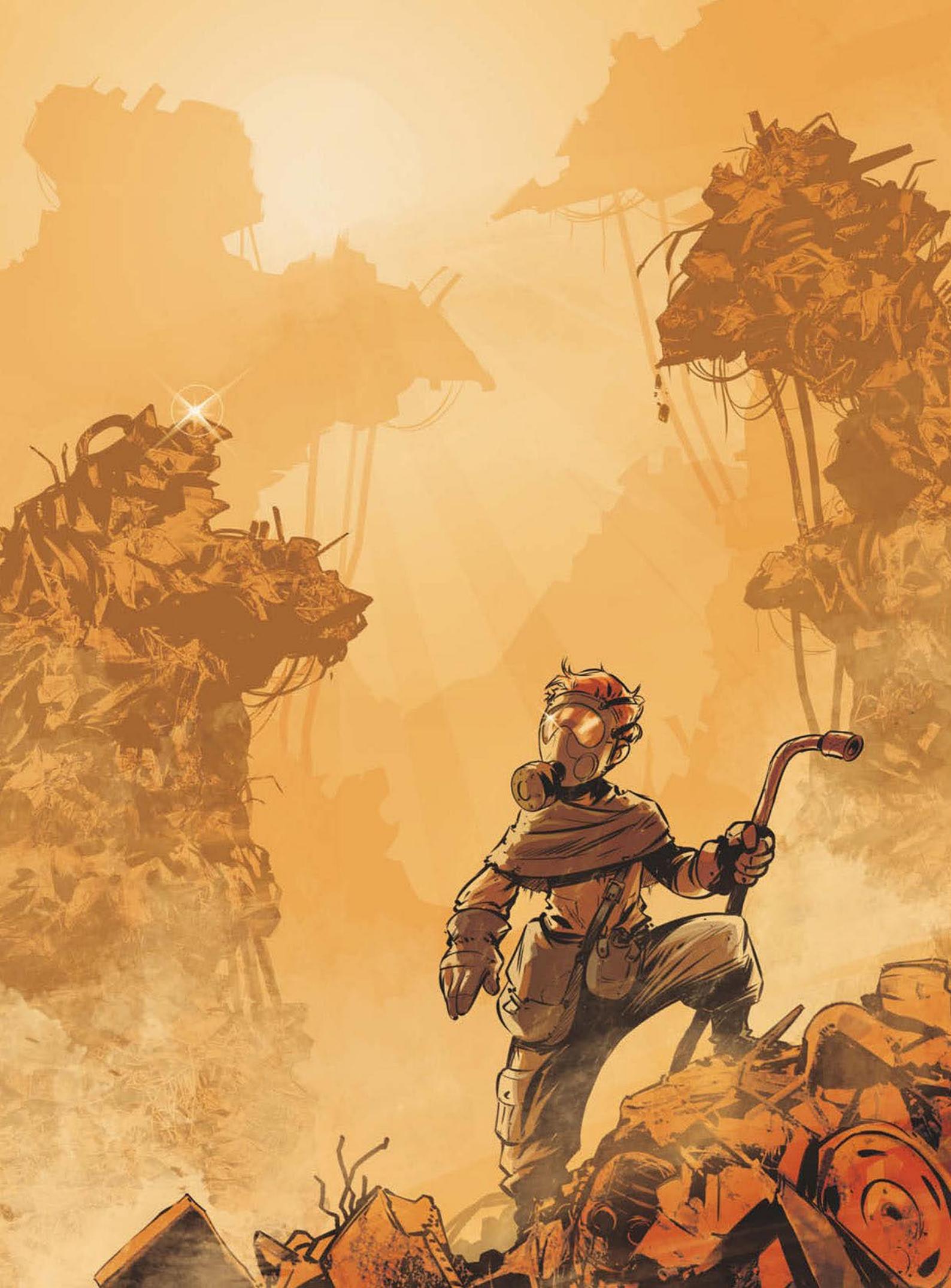
Das Beispiel zeigt, wie wichtig es ist, beim maschinellen Lernen stetig zu

benchmarkten und zu validieren. Fehlt eine Softwareoptimierung, bricht die Performance schnell um zwei Größenordnungen ein. Rundet das Framework beim Quantisieren ungünstig, gehen schnell mal ein oder zwei Prozent Genauigkeit flöten. Glücklicherweise braucht man nur ein paar Zeilen Code, um die Varianten auszuprobieren. [pmk@ct.de\) ct](mailto:(pmk@ct.de) ct)

**Quellcode bei GitHub, Paper zum Download: [ct.de/yrjs](#)**

## Literatur

- [1] Szegedy et al., Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision, 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) 2015, S. 2818
- [2] Pina Merkert, „Hallo Welt“ der KI, Mit der Python-Bibliothek Keras Deep-Learning-Algorithmen selbst programmieren, c't 21/2019, S. 32
- [3] Pina Merkert, Bildstürmer, Mit Keras effizient Trainingsdaten fürs maschinelle Lernen generieren, c't 16/2018, S. 174



# FÜR EINE HANDVOLL ENERGIE

von Lars Oliver Borda

Der Junge kletterte auf den Bergen aus Schrott umher, die vorangegangene Zivilisationen aufgetürmt hatten und die sich höher erstreckten als jede Hochhausruine und jedes Gebirge. Er trug schmutzige Kleidung. Jeder noch so kleine Tropfen sauberen Wassers musste getrunken werden. An saubere Wäsche dachte keiner mehr. Vor dem Gesicht des Kleinen hing eine Atemschutzmaske. Die Filter solcher Masken mussten regelmäßig ausgetauscht werden, um Schutz vor der gelbstichig-giftigen Luft zu bieten, die den ganzen Planeten einhüllte.

Niemand wusste mehr, wie und warum die Luft verpestet wurde. Nur eine Sache war klar: Wenn die Luftreiniger der Dörfer ausfielen, war das Sterben nur noch eine Frage der Zeit.

Genau aus diesem Grund kletterte die kleine Gestalt eifrig über die Schrottberge.

Noch vor der Dämmerung hatte der Junge seine Filtermaske übergezogen und sich aus der Hütte seiner Eltern geschlichen. Er wusste, sie hätten ihn nicht gehen lassen, nicht bei all den Gefahren, die in den Bergen lauerten. Alte Minen und Selbstschussanlagen waren noch das Harmloseste davon. Nur wenige der Leute, die in die Schrottberge gingen, kehrten zurück. Die Überlebenden erzählten von den Vermes, den schlimmsten Monstern der Schrottberge. Selbst die Sammler – Menschen, die versteckt in den Klüften der Schrottberge lebten – fürchteten ein Aufeinandertreffen mit ihnen.

Aber der Junge musste trotzdem gehen. Die riesigen Filteranlagen wurden nicht mehr richtig mit Energie ver-

sorgt, die alten Generatoren produzierten immer weniger. Es war nur noch eine Frage der Zeit, bis die Kurzatmigkeit, die sich im ganzen Dorf ausbreitete, in das Kratzen umschlagen und schließlich den Tod durch die Luftvergiftung bringen würde.

Nur die Geräusche der Generatoren und das leise Summen der Luftreiniger waren zu hören, als er sein Dorf verließ. Nicht eine Seele war wach in diesen dunkelsten Stunden vor dem Morgen. Niemand konnte beobachten, wie sich die kleine Gestalt aufmachte, um an dem gefährlichen Ort irgendetwas Hilfreiches zu finden.

Es musste gegen Mittag sein, als die Sonne die tief hängenden Wolken durchbrach. Überall blitzten verschiedene metallene Geräte auf. Besonders eines fiel dem Jungen ins Auge. Als hätte die Sonne selbst es so gewollt, beleuchtete ein gleißender Strahl die schlanken Aluminiumkonturen und die flache Oberfläche einer Solarbatterie. Ein breites Grinsen breitete sich auf dem Gesicht des Jungen aus. Er war fündig geworden. Eine Solarbatterie dieser Größe war genau das, was er brauchte, um die Ionenengeneratoren, die die Luft vom Schmutz befreiten, anzutreiben.

Er verlor keine Zeit. Eilig hüpfte er von einem Schrottteil zum nächsten, über Autos, Öfen, Computer und sogar die verdrehten leeren Hüllen der Androiden, die einst treue Diener der Menschheit gewesen waren.

Gerade als der Junge einen besonders großen Sprung gewagt hatte, gab der Müll unter ihm nach und er schlitterte ein paar Meter den Hang hinunter, wobei er eine kleine Lawine aus Schrott mit sich riss. Ein blutiges Knie und viele

blaue Flecken zeichneten nun seinen Körper, doch die Schmerzen brachten ihn nicht davon ab, sein Ziel weiter zu verfolgen. Seine Augen waren weiterhin fest auf die Solarbatterie gerichtet, als er wieder zu klettern begann. Vorsichtiger diesmal, machte er sich von neuem an den Anstieg.

Nach kurzer Zeit bemerkte der Junge, dass etwas nicht stimmte. Der Sturz hatte viel Schlimmeres angerichtet, als er gedacht hatte: Seine Filtermaske war beschädigt worden. Der Riss im Filter war nur klein, deshalb hatte der Junge ihn nicht sofort bemerkt. Aber jetzt waren die Symptome deutlich: das Kratzen im Hals, der zunehmend rasselnde Atem.

## WENN ER NICHT SCHNELL EINE LÖSUNG FÜR SEIN FILTERPROBLEM FINDEN WÜRDE, WÄRE ES MIT SEINER SUCHE VORBEI.

Schweiß rann dem Jungen übers Gesicht. Er wusste, wenn er nicht schnell eine Lösung für sein Filterproblem finden würde, wäre es mit seiner Suche vorbei.

Panisch blickte er sich in seiner Umgebung um. Sein Blick raste über die unzähligen Schrottteile. Trotzdem war da nichts, keine Membran oder etwas anderes, womit man den Filter hätte reparieren können. Der Atem wurde schwerer, das Kratzen in der Lunge schlimmer. Der Junge fühlte sich, als würde sein Hals langsam mit Sandpapier geschliffen.

Seine Bewegungen wurden schwächer und schwächer. Die giftige Luft tat ihre Wirkung. Die Schrottberge um den Jungen kippten ab. Den Aufprall auf dem harten Schrott spürte er kaum noch. Die Welt um ihn wurde dunkel.

\* \* \*

Flatternd hoben sich die Lider des Jungen. Langsam kam ihm die Erkenntnis: Die schmutzige Deckenlampe, zu der er aufstarre, war nicht das Licht am Ende des Tunnels. Er war am Leben. Mund und Nase waren unbedeckt, er trug keine Filtermaske mehr. Trotzdem konnte er frei atmen.

„Endlich bist du aufgewacht. Wir dachten schon, du würdest es nicht mehr schaffen.“

Die Stimme kam von der anderen Seite des Raums. In die Tür gelehnt stand eine Frau, nicht besonders groß, aber kräftig gebaut. Ihre Kleider waren dreckig, noch dreckiger als die des Jungen. Der Anblick bestätigte die Vermutung des Kleinen: Er war in einem der unterirdischen Lager der Sammler.

Die Unbekannte lächelte über den verwirrt dreinschauenden Jungen. Sie zog sich einen Hocker heran, der genauso einfach und grob aus verschiedenen Schrottteilen zusammen-

gesetzt war wie der Rest des Raums. Die schmutzige Lampe wurde durch ein offen an der Decke verlaufendes Kabel gespeist. Fenster gab es nicht. Die Sammler lebten in unterirdischen Höhlen, die sie in die Schrotthalden hineingebaut hatten. In die Wände waren in regelmäßigen Abständen massive Säulen eingelassen, um die Deckenbalken zu stützen, die den Rest der Decke trugen. Niemand wusste genau, wie die Sammler sich versorgten oder wie sie es schafften, ihre Höhlen stabil genug zu bauen. Niemand hatte Interesse daran, sich die kargen Ressourcen in den Schrottbergen mit mehr Leuten als nötig teilen zu müssen. Niemand von außerhalb beneidete die Sammler wirklich um ihre Lebensweise.

„Also“, begann die Sammlerin, „was verschlägt einen kleinen Jungen wie dich in die Schrottberge?“

Der Junge zögerte. Konnte er den Sammlern verraten, was er gesehen hatte? Würden sie sich die Solarbatterie nicht einfach unter den Nagel reißen?

„Ich suche etwas. Etwas für mein Dorf.“ Die Sammlerin verstand den Wink mit dem Zaunpfahl und ging nicht weiter darauf ein. Stattdessen fragte sie: „Und deine Eltern haben dich allein in die Schrottberge gelassen? Wissen sie nicht, wie gefährlich das ist?“

„Doch, das wissen sie. Deshalb bin ich auch heimlich in der Nacht gegangen. Ich wollte etwas tun. Unsere Lufrreiniger funktionieren nicht mehr richtig!“

Die Frau nickte langsam. „Ich verstehe“, meinte sie und erhob sich. „Warte hier und erholt dich noch etwas. Du warst nicht lange bewusstlos; es ist noch nicht Nachmittag. Ich werde mich in der Zwischenzeit mit den anderen beraten.“ Mit diesen Worten verließ sie den Raum und zog den schweren Teppich, der als Vorhang und Tür diente, zu.

Keine fünf Minuten vergingen, bis sich der Junge vom Bett erhob, das nicht viel mehr war als eine aus Schrottteilen gezimmerte Pritsche, und zum Vorhang schlüpfte. So vorsichtig wie möglich legte er ein Ohr an den Teppich und lauschte nach Schritten auf der anderen Seite. Nichts war zu hören. Auch nicht das Atmen eines Wächters. Langsam zog der Junge den Teppich ein Stück beiseite und schlüpfte durch die Öffnung auf den Gang dahinter. Der Tunnel erstreckte sich in beide Richtungen, immer wieder durchbrochen von Öffnungen, die manchmal von provisorischen Türen, manchmal von Vorhängen verschlossen waren. Zu seiner Linken vernahm er durch die Entfernung gedämpfte Stimmen in hitziger Diskussion. Er glaubte, die Stimme der Frau unter ihnen ausmachen zu können.

Der Junge beschloss, dem Ursprung des Streits nachzugehen. Sein Weg führte ihn etwas den Gang hinunter. Unter seinen Füßen spürte er, dass sich der Boden leicht absenkte. Die Stimmen wurden lauter, der Junge kam näher. Das Adrenalin, das durch seine Adern gepumpt wurde, verschärfe seine Wachsamkeit. Er war wahrscheinlich der erste Außensteiter, der jemals die Anlagen der Sammler gesehen hatte. Wenn er erwischen würde, dürfte wohl selbst die freundliche Frau ihn für einen Spion halten. Er musste einfach unentdeckt bleiben.

Vor einer Tür, die massiver und sicherer wirkte als die anderen, blieb er stehen. Die wütenden Stimmen kamen aus dem Raum dahinter. Der Junge legte sein Ohr an die Tür und lauschte, worüber die freundliche Frau mit den anderen Menschen stritt.

„Und trotzdem! Er will seinem Dorf helfen. Welches Recht haben wir, unser Leben über das dieses Dorfes zu stellen?“ Es war die Stimme der Frau. Nicht mehr ruhig wie im Schlafraum des Jungen, sondern schneidend kalt.

„Du weißt ganz genau, dass unsere Ressourcen hier zur Neige gehen. Jeden Augenblick könnte noch ein Generator ausfallen und wir finden nichts mehr, um die Dinger zu reparieren. Ich wünschte, es gäbe eine andere Lösung, aber wenn der Junge eine Energiequelle findet, dann müssen wir sie an uns bringen!“

Es war ein Mann, der gesprochen hatte. Die Stimme war tief und rau. Gezeichnet von Jahren des Befehlens.

„Und wie willst du das anstellen? Du hast doch selbst gesehen, wo er entlangklettern konnte. Keiner unserer Leute könnte ihm nach, sie wären zu schwer!“

„Wir lassen ihn gehen – mit den besten Wünschen, zu finden, was immer er findet. Auf dem Rückweg nehmen wir es ihm dann einfach ab. Zu irgendwas wird es sicher zu gebrauchen sein.“

„Du willst ihn sein Leben riskieren lassen, nur um ihm am Ende jegliche Beute zu rauben?“ In der Stimme der Frau schwang Ekel mit. Sie wollte nicht mit ansehen, wie ihr Anführer so unmenschlich wurde. Eher würde sie sich seinen Befehlen widersetzen.

Stampfende Schritte näherten sich plötzlich der Tür, der Junge schreckte zurück. Hektisch sah er sich nach einem Versteck um, doch es war keins zu finden. Ruckartig flog die Tür auf, beinahe hätte sie den Jungen getroffen. Er stand wie versteinert da, wagte nicht, sich zu rühren oder einen Ton von sich zu geben.

Vor ihm stand die Frau und sah ihn an. Nicht wütend, nicht mal überrascht. Eher nachdenklich. Sie schloss die Tür langsam und nickte dann. „Das ist gut“, stellte sie fest und nahm den Jungen bei der Hand. „Komm, ich bringe dich hier raus. Dann bist du weit weg, bevor irgend jemand sich an deine Fersen heften kann.“

## DIE SAMMLERIN FÜHRTE IHN DEN GANG HINAUF, IN GLEICHBLEIBEND SCHNELLEM TEMPO.

Schweigend folgte er der Frau, immer noch zu schockt, um irgend etwas sagen zu können. Die Sammlerin führte ihn den Gang hinauf, in gleichbleibend schnellem Tempo. Zu ihrem Glück begegneten sie niemandem, der sie hätte verraten können. An der Tür setzte die Frau dem Kleinen seine alte Filtermaske auf, die jetzt repariert war.

„So“, sagte sie. „Ich hoffe, du findest, was du brauchst. Viel Glück – und hüte dich vor den Vermes! Sie sollen ganz in der Nähe ein Lager haben.“

Mit diesen Worten verabschiedete sie den Jungen. Trotz allem schnürte es ihm die Kehle zu. Er wusste jetzt, wie egoistisch die Sammler waren – und das fand er furchtbar. Warum konnten sie sich nicht gegenseitig helfen? In seinem Dorf wäre bestimmt genug Platz für sie. Doch das sagte er nicht, seine Stimme war erstickt von der Freundlichkeit dieser einen Frau, die sich für einen fremden Jungen gegen ihre Gemeinschaft gewandt hatte. Es tat gut zu wissen, dass es immer noch Ausnahmen in dieser gnadenlosen Welt gab.

**IMMER MEHR ANDROIDENHÜLLEN  
WAREN MERKWÜRDIG UNVOLLSTÄNDIG,  
JE WEITER ER KAM.**

Wieder im Freien kletterte und ging der Junge weiter auf die Solarbatterie zu. Es hatte ihn ein wenig Zeit gekostet, die Maschine wiederzufinden – außerdem war er gezwungen, sich eine erhöhte Position zu suchen. Er stellte aber erfreut fest, dass der Ausgang des Sammlerlagers näher an der Batterie war als der Ort, an dem er zusammengebrochen war.

Diese ermutigende Erkenntnis kam mit einer erschreckenden einher: Immer mehr Androidenhüllen waren merkwürdig unvollständig, je weiter er kam. Sie sahen so aus, als hätte man ihnen einzelne Teile abgebaut. Durch die Warnung der Sammlerin wusste er, was für ein Wesen so etwas tun würde – und es schauderte ihn bei dem Gedanken daran.

Plötzlich verloren diese Gedanken an Wichtigkeit, als er erkannte, dass ihn nur noch ein Plateau von seinem Ziel trennte. Er schluckte seine Angst vor einem erneuten Sturz hinunter und begann zu klettern. Diesmal setzte er ganz vorsichtig einen Fuß über den anderen, mit den Händen tastete er die Müllwand nach dem sichersten Halt ab. Sein leichter Körper erlaubte es ihm, sich an Stücken festzuhalten, die vom Gewicht jedes Erwachsenen aus der Wand gerissen worden wären.

Gerade hatte er den Rand der Ebene erreicht und wollte losrennen, da erkannte er noch etwas: Der Hang am anderen Ende des Plateaus war der einzige Weg in ein Tal, das sonst auf allen Seiten von hohen Steilwänden begrenzt war. Auch die Solarbatterie befand sich an der Kante einer solchen Steilwand – und eine Art Leiter führte dort hinauf.

Bevor der Junge Zeit hatte, sich darüber zu wundern, erkannte er den Grund für die ausgeschlachteten Androiden: In der Senke, die natürlichen Schutz vor allen fremden Beobachtern bot, breitete sich ein Lager der Vermes aus.

Es waren grausame Wesen – Androiden, die durch die lange Zeit der Herrenlosigkeit und durch die gnadenlosen

Bedingungen auf den Schrottplätzen verdorben worden waren. Seine Eltern hatten ihn gewarnt. Diese Wesen, deren Körper nur noch vage an ihre ursprüngliche menschenähnliche Form erinnerten, waren nur darauf aus, Menschen zu vernichten. Das elektrische Glühen ihrer Augen schien purer Hass auszustrahlen.

## DIE HAUCHDÜNNEN DRÄHTE, DIE KNAPP ÜBER SEINEM KOPF VERLIEFEN, BEMERKTE ER GAR NICHT.

Den Jungen schauderte es. Seine Knie zitterten und ihm wurde übel vor Angst. Er wusste, wenn er sich von diesen Wesen erwischen ließe, würde er sterben. Also entschied er sich für den einzigen Weg: Er musste so weit wie möglich am Rand des Lagers vorbeischleichen.

Die Zeit verging quälend langsam. Einen Schritt nach dem anderen, jeder vorsichtiger gesetzt als der vorangegangene, kam er voran. Jede Faser seines kleinen Körpers war bis zum Zerreißen gespannt. Dennoch achte er darauf, nicht zu laut zu atmen. Die Vermes hatten vielleicht nicht die Fähigkeit, Gerüche zu erspüren, wie wilde Tiere sie gehabt hätten – dafür waren ihre Sensoren aber exzellent darin, Töne zu orten.

Erst ein Viertel, dann die Hälfte und schließlich drei Viertel. Stück für Stück arbeitete sich der Junge am Lager vorbei. Die hauchdünnen Drähte, die knapp über seinem Kopf verliefen, bemerkte er gar nicht. Und mit jedem Meter kam etwas vom alten Eifer zurück. Es war nicht einmal mehr ein Steinwurf bis zur Leiter. Er wurde übereifrig und beschleunigte seine Schritte. Doch gerade, als er beinahe die unterste Sprosse erreicht hatte, spürte er, wie ein kleiner Widerstand an seinem Bein drückte und dann plötzlich nachgab. In der sinkenden Sonne sah er kurz einen Draht aufblitzen.

In der Stille der Schrottberge hörte sich die Sirene, die von dem Draht ausgelöst wurde, furchtbar laut an. Vom Lärm völlig geschockt, blieb der Junge regungslos stehen.

Plötzlich und ohne Vorwarnung erhoben sich Gestalten aus dem Schrott, die er in seiner Konzentration aufs Schleichen überhaupt nicht bemerkt hatte. Es waren die Vermes – und es waren viel mehr, als der Junge gedacht hatte. Sie brauchten sich nicht einmal nennenswert in seine Richtung zu bewegen – schon hatten sie ihn eingekreist und da stand er nun, mit dem Rücken zur Wand.

Die Augen der Vermes sahen aus der Nähe noch mörderischer aus als alles, womit die anderen Dorfbewohner

ihm je Angst eingejagt hatten. Verzweifelt blickte er sich nach einem Fluchtweg um, aber überall waren nur die schrecklichen Gestalten. Sie bewegten sich langsam, aber sehr präzise auf ihn zu. Beinahe, als wäre jede Bewegung anstrengend und müsste energiesparend geplant werden.

Tränen stiegen dem Jungen in die Augen und flossen ungehemmt seine Wangen herunter. Er wusste, sein Ende war gekommen und ihm blieb nichts mehr, außer zum Hang des Berges zurückzuweichen und sich dort zusammenzukauern.

Aber kurz bevor die Klauen der Vermes das Leben aus dem Jungen reißen konnten, schrie er auf: „Nicht! Ich will nicht sterben!“

Das ließ sie innehalten. Etwas in ihren alten Datenspeichern rührte sich.

„Ein Kind? Das stellt keine Bedrohung dar“, riefen sie stattdessen alle gleichzeitig. Ein Echo aus metallenen Stimmen, die den Jungen zwar ängstigten, aber auch neugierig machten.

„Ich will nur diese Solarbatterie für mein Dorf holen. Wir brauchen sie, um unsere Maschinen anzutreiben.“ Die Erklärung klang zwar jämmerlich, aber dennoch begann er ganz langsam wieder Mut zu fassen: Vielleicht musste er doch nicht sterben.

„Es tut uns Leid“, antworteten die Vermes wieder im Chor. „Wir brauchen sie, damit wir unsere Energiezellen wieder aufladen können. Du kannst sie nicht haben.“

Die Antwort traf den Jungen wie einen Schlag. Die plötzlich friedlichen Vermes hatten ihm Hoffnung gegeben, die sofort wieder zerstört worden war. Wie hätte er hoffen können, gegen diese Übermacht anzukommen?

Er nickte und wieder liefen ihm Tränen über die Wangen.

„Es tut uns Leid. Doch verlass uns jetzt. Die Schrottberge sind bei Nacht sehr gefährlich.“ Mit diesen Worten zogen sich die Vermes wieder zurück in ihre Verstecke. Sie verschwanden so schnell, wie sie gekommen waren – und bald war es wieder völlig still.

Dunkelheit hatte sich über die Schrottberge gelegt. Nur ein fahler Mond brachte schwache Reflexionen auf den metallenen Teilen des Abfalls hervor. Jeder Sammler, der jetzt noch hier klettern würde, riskierte zu stürzen und sich auf dem Weg nach unten mehr als nur ein zerschrammtes Knie zu holen. Der Junge wanderte über das Plateau. In der Hand hielt er die schlanke Form der Sonnenbatterie.

Es hatte ihn nicht viel Überwindung gekostet, das Gerät im Schutz der licht- und sonnenenergielosen Nacht zu stehlen. Jetzt aber fühlte er sich schuldig. Die Vermes schienen viel netter gewesen zu sein als alle immer gedacht hatten. Sie hatten sein Leben verschont, er hatte das ihre für sein Dorf geopfert.

Weder Vermes noch Sammler begegneten ihm. Er konnte unbehelligt, wenn auch sehr vorsichtig, am Bunker der Menschen im großen Bogen vorbeischleichen. Er hoffte, die Frau würde nicht dafür bestraft, dass sie ihn heimlich hatte laufenlassen.

Die Eltern des Kleinen waren außer sich vor Sorge und vor Glück, als ihr Sohn schließlich wieder in ihre Arme zurückkehrte. Doch etwas war anders an ihm. Etwas von seiner Kindlichkeit, seiner Naivität war verloren. (psz@ct.de) ct

**ORACLE Feuerwehr** [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de)

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de)

**DATENRETTUNG** v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%  
[www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-0738836

**EDELSTAHL LED SCHILDER:** [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
 HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de)

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemittelungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de)

**Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE**

[www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel

**WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – schneeweiss.de**

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085

**xxs-kurze Daten- & Netzkabel:** [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de)

**Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:**

**24/2019: 21.10.2019**

**25/2019: 05.11.2019**

**26/2019: 19.11.2019**

## c't – Kleinanzeigen

### Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,-; jede weitere Zeile € 8,-

### Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

### Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
 Sparkasse Hannover,  
 IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz  privat  gewerblich\* (werden in c't mit gekennzeichnet)  Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \*Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

**Ausfüllen und einsenden an:** Heise Medien GmbH & Co. KG  
 c't-Magazin, Anzeigenabteilung  
 Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.



# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	9
1blu AG, Berlin	37
Arctic GmbH, Braunschweig	85
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	2
Cameron Sino Technology Limited, CN-Tsuen Wan, Hong Kong	49
codecentric AG, Solingen	39
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	93, 137
DZ BANK AG, Frankfurt	29
eQ-3 AG, Leer	51
Fernschule Weber, Großenkneten	195
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	41
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch/Osterath	35
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp	43
Platinion GmbH, Köln	204
RNT Rausch GmbH, Ettlingen	53
Secomba GmbH, Augsburg	31
TDT AG, Essenbach	33
Thomas Krenn.com, Freyung	91
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	45
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	40

## Seminare

Universität Tübingen, Tübingen	196
--------------------------------	-----

## Stellenanzeigen

Dr. Schmidt & Partner GmbH, Kastanienbaum	199
Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	198, 199

## Veranstaltungen

PHP.Ruhr	heise developer, CNS E-Business Academy	11
c't webdev	c't, heise Events	47
secIT by Heise	heisec Events	62, 63
CLC/Container	iX, heise developer, dpunkt.verlag	83
BlockConnect	c't, heise Events	135
MacDev	Mac & i, heise developer, dpunkt.verlag	167
iX Workshops	iX, heise Events	173
Developer Konferenz	iX, heise developer, dpunkt.verlag	194
data2day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	196

Teile dieser Ausgabe enthalten Beilagen von Boldking - Bold Online BV, NL-Amsterdam; Dr. Schmidt & Partner GmbH, CH-Kastanienbaum; Mey & Edlich GmbH, Leipzig; REWE Digital, Köln, Wirtschaftsförderung Dortmund, Dortmund und der Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

**Make:**  
KREATIVE MIT TECHNIK

DAS KANNST  
DU AUCH!



2x Make testen und 6 € sparen!

### Ihre Vorteile:

- ✓ GRATIS dazu: Arduino Nano
- ✓ NEU: Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

Jetzt bestellen:

[make-magazin.de/minabo](http://make-magazin.de/minabo)

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

GRATIS!



# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „c't-Notfall-Windows 2020“: Peter Siering (ps@ct.de), „Digitale Entgiftung“: Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel (ad@ct.de)

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer (gs@ct.de)

**Leser & Qualität**

**Leitung:** Achim Barczok (acb@ct.de)

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau (ola@ct.de), Ingo T. Storm (it@ct.de)

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan (mat@ct.de)

**Ressort Software & Internet**

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

**Redaktion:** Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (apoi@ct.de), Ame Grävemeyer (agr@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüler (hps@ct.de), Sylvester Tremmel (sy@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Stefan Wischner (swi@ct.de)

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitender Redakteur:** Peter Siering (ps@ct.de)

**Redaktion:** Mirko Dölle (mid@ct.de), Liane M. Dubowy (lmd@ct.de), Ronald

Eikenberg (rei@ct.de), Thorsten Leemhuis (thl@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirrmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Merlin Schumacher (mls@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de), Axel Vahldiek (axv@ct.de)

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteur:** Christof Windeck (ciw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de),

Dusan Živadinović (dz@ct.de)

**Redaktion:** Ernst Ahlers (ea@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian Müsigg (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

**Redaktion:** Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Ulrich Hilgefort (uh@ct.de), Nico Jurran (nij@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de), Christian Wölbart (cwo@ct.de)

**c't online:** Ulrike Kuhlmann (ltg, uk@ct.de)

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann (hag@ct.de)

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan (mat@ct.de)

**Redaktionsassistenz:** Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (ltg, rs@ct.de), Hans-Jürgen Berndt (hjb@ct.de), Denis Fröhlich (df@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

**Dokumentation:** Thomas Masur (tm@ct.de)

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,

Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne (Ltg.), Martina Fredrich, Jürgen Gonnemann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtgall, Astrid Seifert, Norman Steiner, Dieter Wahner

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Joana Hollasch

**Illustrationen**

Jar Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Huhn, Berlin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FC83B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: 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

**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. 36 vom 1. Januar 2019.

**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

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg  
**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG  
Mefberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800  
E-Mail: 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); ermäßigt 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) Aufpreis. Ermäßigt Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 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 Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentenschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

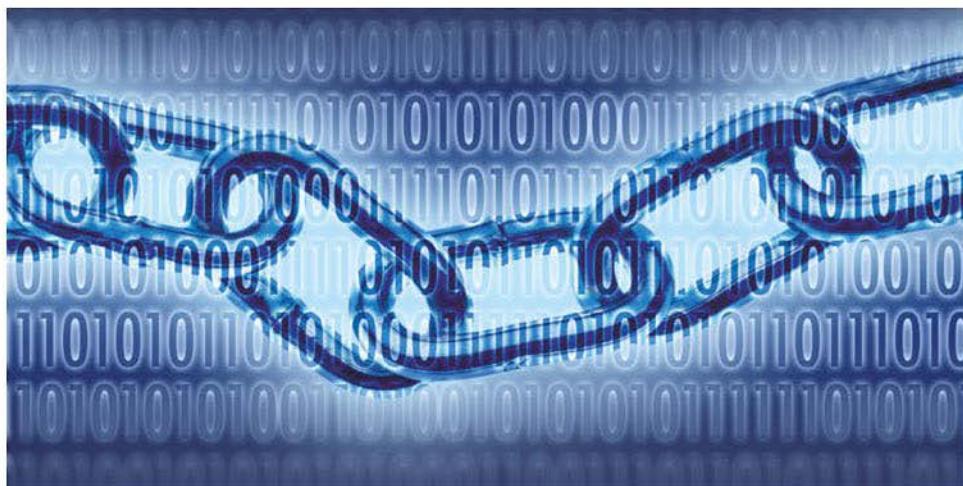
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2019 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 23/2019

Ab 26. Oktober 2019 im Handel und auf ct.de



## Blockchain: Hype-Thema oder Problemlöser?

Blockchain-Start-ups preisen die Technik gern als Turbo für die gesamte Wirtschaft, erfolgreich umgesetzte Projekte gibt es aber noch sehr wenige. Wir zeigen, welche Probleme Blockchains wirklich lösen und wie man eine eigene Blockchain betreibt.



## Neue Raspi-Projekte

Der Raspi 4 ermöglicht dank schneller CPU, viel RAM und mehr Schnittstellen ganz neue Projektideen für den Einplatinencomputer. Unter den Bastelvorschlägen in der nächsten c't ist aber nicht nur was für den neuen dabei – für viele Aufgaben sind die Vorgänger immer noch leistungsfähig genug.

Noch mehr  
Heise-Know-how:

c't KREATIV MIT TECHNIK  
**Make!** Für Halloween: Animiertes Gruselauge  
So finden Sie den  
**richtigen**  
**3D-Drucker**  
Gut und günstig wie nie  
Endlich große Projekte durchziehen  
Vertikale CNC-Fräse  
Mit ESP32/6266-Controller  
Imkern per WLAN  
Neopixel-Streifen ansteuern  
**Einstieger-**  
**projekte**  
Hochspannung:  
Jakobsleiter für 20 Euro  
Immer im Blick:  
Social-Media-Follower-Anzeige für die Wand  
Familien-Vernetzung:  
Digitaler Bilderrahmen mit Messenger-Funktion

Make 5/2019 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

iPhone XS, iPhone XS Max, iPhone XR, Apple Watch Series 4 - was die Neuen können  
**Mac & i** Das Apple-Magazin von c't Heft 5/2019  
Die neuen Funktionen von 10.14 finden und nutzen  
**macOS Mojave ausreizen**  
• Finder  
• Schnellaktionen  
• Schlüsselbund  
• Safari...  
87 Tipps auf 37 Seiten  
Das Beste von iOS 12

Mac & i 5/2019 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

# Vorschau c't Retro 2019

Ab 22. Oktober 2019 im Handel und auf ct.de

c't magazin für computer technik  
**RETRO** Ausgabe 2019  
Atari vs. Amiga  
Insider-Storys, Hardware-Tricks, legendäre Spiele und Anwendungen  
Gratis: Amiga Forever 8 Emulator- & Softwaresammlung inkl. ROMs  
Apollo-Bordcomputer im Detail  
Spione, Plagiäte und die Stasi  
Computer in der DDR  
Packet Radio statt Internet  
Edle FPGA-Spielkonsole  
Geschichte der Textverarbeitung  
50 Jahre Internet  
Software-Klassiker wiederbelebt  
Spiele und Anwendungen lokal und im Browser emulieren

## Die 16-Bit-Revolution

In unserer zweiten Extra-Ausgabe c't Retro 2019 beleuchten wir die goldenen 16-Bit-Heimcomputer-Zeiten. Im Vordergrund stehen Atari ST und Amiga – die Software-Sammlung Amiga Forever 8 Value-Edition inklusive Kickstart-ROMs gibt es für Leser des Hefts praktischerweise gratis dazu. Außerdem: Geschichten zu Computern in der DDR, zum legendären Apple II sowie zu den Bordcomputern der Apollo-11-Mission.

Als Abonnement finden Sie die Extra-Ausgabe ab dem 21. Oktober in Ihrem Briefkasten. Am Kiosk gibts c't Retro 2019 ab dem 22. Oktober für 6,90 Euro.

Technology Review  
Das Magazin für Innovation  
11/2019  
Vorwärts im All  
Energie: Die Rückenwind kommt zurück nach Deutschland  
Was verändert Menschen unser Verständnis?  
Neue Antriebe, neuer Treibstoff, neue Abgaben  
**Wie sauber kann fliegen werden?**  
Erstmal: Das überraschendste Werkzeug

Technology Review 11/2019 jetzt im Handel und auf heise-shop.de