



*magazin für  
computer  
technik*

27.10.2018 23



Neue Alexa:  
Echo Dot & Show

Syncen, teilen, Backup

# Dropbox-Alternativen

Mit und ohne Cloud • Was andere besser können

OLED-Displays: Schutz vor Einbrennen

Technik hinter Großfeuerwerken

AMD Ryzen automatisch übertakten

iOS mit Kurzbefehlen bedienen

## Linux mit UEFI

Praxis • Dual-Boot mit Windows



## Erfolgreich bewerben

Anschreiben und Lebenslauf auf den Punkt



- Microsoft Surface Pro 6 & Laptop 2
- 6 Touch-Displays für den Raspi
- Intel Core i9-9900K: Mit 8 Kernen an die Spitze
- Smart Home: Komfortable Steuerung am TV

€ 4,90  
AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70  
NL € 5,90 | IT, ES € 6,20  
CHF 7,10 | DKK 54,00

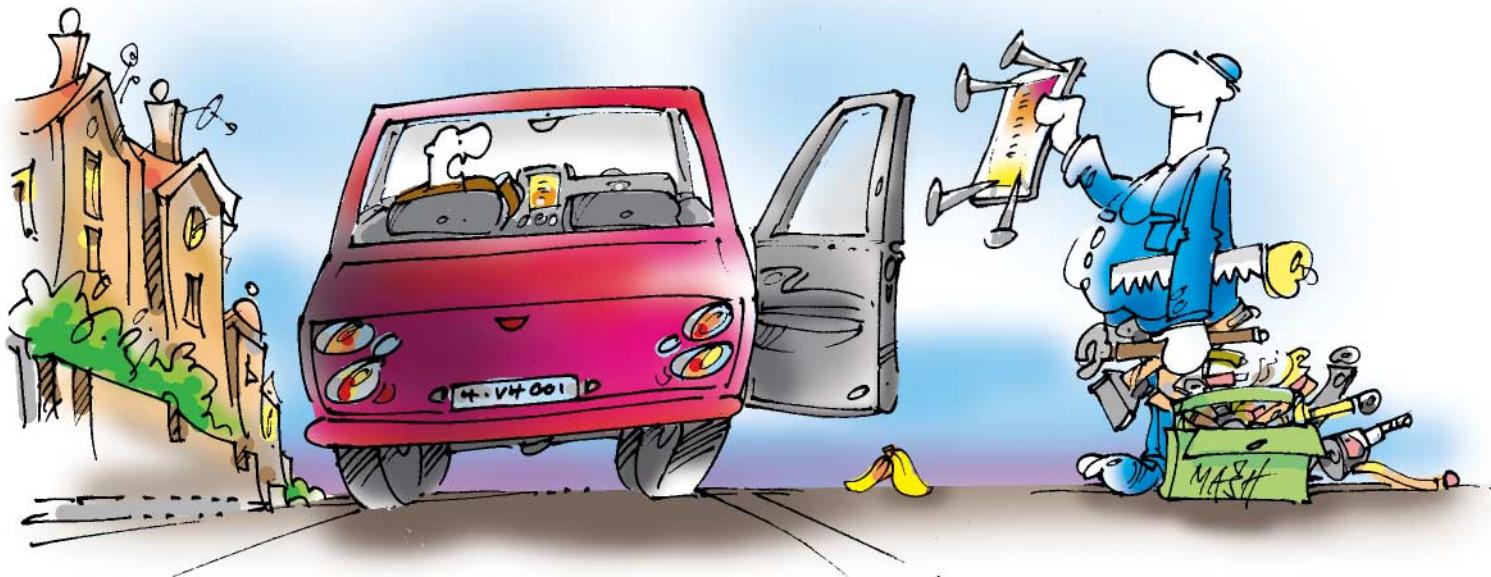
Von 75 Euro bis 10.000 Euro

# Die optimale Grafikkarte

Perfekt für 4K-Streaming, Gaming, Office



Anzeige



## S ch r o t t   g e g e n   A u f p r e i s

Als Stadtbewohner habe ich kein Auto mehr. Infolgedessen nehme ich mir für längere Fahrten einen Mietwagen. Jedes Mal freue ich mich darüber, dass ich unterschiedliche Fabrikate ausprobieren kann. Und so viel Variation die moderne Autoindustrie auch bietet, eins haben alle Wagen gemeinsam: grauenvolle In-Car-Entertainment-Systeme.

Die Hardware, für die man als Käufer mehrere hundert bis tausend Euro hinblättern darf, ist schon gut abgehängt, wenn sie beim Kunden landet. Prozessoren, die es kaum schaffen, eine Uhrenanimation flüssig darzustellen (Toyota Aygo x-touch), entschleunigen den Start in den Tag. Stotternde Benutzeroberflächen (Volkswagen Arteon mit Discover Pro), ruckelnde Navi-Darstellung (Volkswagen Beetle mit RNS315) und unzuverlässige Spracheingabe (Volkswagen Golf Cabrio mit Discover Media) erinnern einen an das erste Handy. Das i-Tüpfelchen ist das flaque, pixelige LCD mit dem trantütigen resistiven Touchscreen. Würde ich ein billiges Android-Tablet an die Mittelkonsole schrauben, hätte ich bessere Hardware und Software für ein Zehntel des Geldes.

Ich kenne Pfandautomaten (Sielaff/Tomra), die gestalterisch besser und logischer aufgebaut sind, als alles, was man heute in Autos findet. Hinterm Lenkrad ist das Design der 2000er noch im Trend und es gilt die alte Designer-

Weisheit: "Hat der Grafiker nichts drauf, macht er einen Farbverlauf." Gute Interfaces mit anständigem Design machen Arbeit, keine Frage, aber genau das erwarte ich bei einer Investition wie einem Auto.

In Wolfsburg hat man sich in den letzten zwanzig Jahren lieber mit hochkomplizierten Automatikgetrieben und der Feinjustage von "umweltfreundlichen" Dieselmotoren beschäftigt. In Stuttgart tüftelt man intensiv daran, wie man das Interieur eines Fahrzeugs noch näher an die Ästhetik von Alien-Sexspielzeug bringen kann. Die Japaner träumen sich Wasserstoffautos für den Massenmarkt zusammen und in den USA schielt man auf mehr PS für die 120 km/h auf dem Highway. Zum Glück gibt es Google und Apple: Die machen sich scheinbar als einzige ernsthaft Gedanken darüber, wie man das Smartphone als Dreh- und Angelpunkt des modernen Lebens mit dem Auto verheiratet. Es scheint mir fast, als warteten die Autofirmen darauf, dass sie jemand überflüssig macht.

Gute Fahrt!

M. Schumacher

Merlin Schumacher

Anzeige

Anzeige

# Inhalt 23/2018

## Trends & News

### 16 OLED-Displays: Schutz vor Einbrennen

- 18 Ende von Google+ zwingt Privatnutzer zum Wechsel
- 19 Google Pay bietet PayPal als Bezahlmethode an
- 20 Internet: Chrome 70 ohne Google-Auto-Log-in, Anschlussinhaber haftet laut EuGH
- 21 Microsoft-Gründer Paul Allen gestorben
- 22 DSGVO und Werbung: Kaum zusätzlicher Datenschutz, aber mehr Geklicke
- 24 Bit-Rauschen: Chipfertigung mit EUV-Licht, Open-Source-BIOS
- 25 Embedded Systems: Industrie-PC mit Core i-8000 oder Xeon E-2000, ARM-SoC mit KI-Beschleuniger
- 26 Hardware: Core X mit bis zu 18 Kernen, Koppelbare Netzteile, Gefälschte GeForce erkennen
- 27 Server & Storage: Schnellere und größere SSDs von Samsung
- 28 Bitcoin: Wie ein Double-Spend-Bug die Existenz der Kryptowährung gefährdete
- 30 Netze: Streit um DNS over HTTPS und allzu verschwenderische IPv6-Adressen-Vergabe
- 32 Forschung: Thermoelektrische Generatoren aus sprühbaren Polymeren, Seltene Erden recyceln
- 34 Anwendungen: Photoshop Elements und Premiere Elements 2019, Corel MindManager 2019, Aurora HDR 2019
- 36 Technische Software: Solidworks 2019, DipTrace 3.3
- 37 Cloud-Anwendungen von SAP, IBM, Talend, Celonis und DATEV
- 38 Adobe Creative Cloud 2019 mit neuen KI-Funktionen
- 40 Linux: Ubuntu Desktop 18.10 mit neuem Look
- 186 Web-Tipps: Hacker-Verzeichnis, Unfallatlas, Lern-Mindmap, IPv6-Pranger

## Test & Kaufberatung

- 42 4K-Gaming-Grafikkarte: Nvidia GeForce RTX 2070 Founders Edition
- 44 Smart Home: Komfortable Steuerung am TV
- 46 SSDs mit QLC-Speicher: Crucial P1 und Intel SSD 660p

- 48 Modem für Internet per TV-Koaxkabel: Technicolor TC4400-EU
- 49 Smartwatch mit Wear OS: Fossil Q Explorist HR
- 50 Programmierbare Roboterkugel: Sphero Bolt
- 51 Barrierefrei spielen: Microsoft Xbox Adaptive Controller
- 52 Retro-Tastatur: Unicomp Classic 105 Black Buckling Spring Keyboard
- 52 Lego-Technic-Bausatz: Bugatti Chiron
- 53 Neue Alexa: Echo Dot und Echo Show
- 54 Literaturverwaltung EndNote X9 mit neuen Teamfunktionen
- 56 Hall-Effekt für Musikproduktionen: EastWest Spaces 2
- 56 Bluetooth-Lautsprecher Marshall Kilburn 2
- 56 Datenbank-Client DBeaver 5.2.2
- 57 Online-Datenbanksystem Airtable
- 58 Oberklasse-Smartphones Google Pixel 3 und Pixel 3 XL
- 62 Microsoft Surface Pro 6 & Laptop 2
- 69 WLAN-Adapter für VR-Brillen von HTC: Vive Kabellos-Adapter
- 70 Augmented-Reality-Headset: Magic Leap One Creator Edition
- 98 Spiele: Space Hulk: Tactics, Astro Bot Rescue Mission, Deliver Us The Moon: Fortuna, PinOut
- 100 Intel Core i9-9900K: Mit 8 Kernen an die Spitze



### Erfolgreich bewerben

Bei der Bewerbung auf eine neue Stelle muss alles sitzen. Auf Lebensläufe spezialisierte Webdienste helfen Ihnen bei Gliederung und Design und integrieren raffinierte Infografiken. Außerdem: wie Sie sich mit einem modernen Anschreiben den entscheidenden Vorsprung sichern.

**74**

## Dropbox-Alternativen

Wer Dateien zwischen PCs, Handys und Tablets synchron halten will, ist nicht auf Dropbox festgenagelt. Wir haben Cloud-Dienste, Cloud-Speicher zum Selber-hosten und Peer-to-Peer-Programme getestet, die einiges anders als Dropbox machen – und einiges besser.

## 104 6 Touch-Displays für den Raspi

**110** Ausdauernde MicroSD-Karten für die Videoaufzeichnung

## 114 Die optimale Grafikkarte

**120** Der richtige Grafikprozessor für Bürocomputer und Workstations

**124** Grafikkarten für Linux-Nutzer

**184** Bücher: Softwaredesign, Penetrationstests

## Wissen

**66** Vorsicht, Kunde: Electronic Arts schaltet Spiele-Account ab

**68** Datenschutz: Was Alexa & Co. aufzeichnen und wie diese Daten verarbeitet werden

## 74 Dropbox-Alternativen

**78** Vier Programme für Peer-to-Peer-Synchronisation im Test

**84** Eigener Server statt Cloud-Speicher

**90** Kommerzielle Cloud-Speicher-Dienste im Vergleich

**170** Recht: Was der neue Medienstaatsvertrag für Nutzer und Anbieter bedeutet

## 180 Technik hinter Großfeuerwerken

## Praxis & Tipps

**126** Leichter Einstieg in die kostenlose Kommunikationsplattform Microsoft Teams

## 130 Erfolgreich bewerben

**138** Bewerbungen von Hand gestalten

## 140 Linux mit UEFI

**146** Den UEFI-Start von Linux im Griff

**150** Windows und Linux per UEFI parallel installieren

**154** Türöffner Nello ins Smart Home einbinden

**158** Mathematische Zusammenhänge intuitiv verstehen mit GeoGebra

## 166 iOS mit Kurzbefehlen bedienen

**172** Tipps & Tricks

**176** FAQ: Windows 10 und das Microsoft-Konto

## 178 AMD Ryzen automatisch übertakten

## Rubriken

**3** Editorial: Schrott gegen Aufpreis

**10** Leserforum

**15** Schlagseite

**188** Story: Süßes oder Saures! von Martin Gnädinger

**199** Stellenmarkt

**200** Inserentenverzeichnis

**201** Impressum

**202** Vorschau



**114**

## Die optimale Grafikkarte

Grafikkarten heizen PC-Spielen ein, befehligen im Büro-PC mehrere Monitore, dekodieren HDR-Videos im Media-PC und berechnen komplexe 3D-Modelle in Workstations. Unsere Kaufberatung hilft Ihnen, für jeden Zweck die optimale Karte zu finden.

Anzeige

Anzeige

# Leserforum

## Dennoch pro Verbot

*Editorial: Die Digitalisierung der Schule ist eine Großbaustelle, c't 22/2018, S. 3*

Wieso ein Schüler nun gerade die Rohstoffe Afrikas im Smartphone ermitteln muss anstatt im Atlas, erschließt sich mir nicht. Oder soll man zukünftig auch das Lesen/Schreiben und Fremdsprachen abschaffen, weil es Sprachsteuerung und Übersetzungsdiene gibt?

Natürlich gehört auch IT-Ausbildung in die Schulen! Dann gehört aber nicht die Nutzung des Smartphone in den Lehrplan, sondern das Wissen über die Folgen von Vernetzung und Datenfreigabe! Ebenso gehört das Verständnis der OSI-Schichten, der Fehleranfälligkeit in Algorithmen und Umsetzung sowie die kritische Betrachtung von Technikabhängigkeiten auf den Lehrplan. Also ja, IT muss auf den Lehrplan und in die Schulen und dort auch stabil laufen. Aber nein, das Smartphone braucht man dafür nicht!

M76

entsprechende Übersetzung bekommt, sind Wörterbüchern um ein Vielfaches überlegen.

Bernd Paysan

## Pausen gestalten

*Lehrerverband will Handys in der Schule verbieten, c't 21/2018, S. 70*

In der Diskussion fehlt ein wichtiger Punkt: Es wird immer über Unterricht gesprochen. Der kann von Lehrkräften kontrolliert werden. Das Problem sind die Pausen, denn hier lassen wir die Schüler alleine. Wie soll ich einem Schüler Mathe beibringen, wenn er noch in dem Belohnungssystem einer App steckt oder in der Abhängigkeit einer Social-Media-App?

Schule beziehungsweise Unterricht muss sich verändern! Nicht nur Unterricht, sondern auch die Pausen. Die Schulleitung und die Lehrkräfte müssen sich Konzepte überlegen, wie wir Schüler sinnvoll in der Pause beschäftigen können.

Michael Falkenhain

## Überlegen

Meine Frau lernt gerade Deutsch. Sie nutzt dazu neben den klassischen Büchern aus der Sprachschule (in der Handy-Nutzungsverbot herrscht) auch das Internet. Und mich, einen Native Speaker. Beides Dinge, die ihr sehr viel weiterhelfen. Online-Wörterbücher, die Wörter auch vorlesen können, sind doch einem Buch mit Lautschrift deutlich überlegen. Online-Wörterbücher, in die man einfach eine Vokabel eintippen kann, und dann sofort die

## Für die Ewigkeit

*Cloud-Server mit mehr Rechenleistung, Effizienz und Sicherheit, c't 22/2018, S. 16*

PFPE als Wärmeträger für die Immersionskühlung von Servern mag schöne physikalische Eigenschaften haben. Aber diese Fluorverbindungen sind äußerst bedenklich, da sie wegen der riesigen Bindungsenergie von 448 kJ/mol einmal in die Umwelt abgegeben quasi nie mehr abgebaut werden können.



c't-Ressortleiterin  
Dorothee Wiegand wünscht  
sich eine bessere  
Ausstattung der  
Schulen. Gute  
Infrastruktur,  
geschultes Per-  
sonal, von der  
Schule gestellte  
Tablets – für  
modernen Unter-  
richt.

## 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.

Auch wäre ein Brand in einem Rechenzentrum, trotz der sehr schweren Entzündbarkeit, wegen der dort vorhandenen riesigen Mengen ein gigantisches Umweltdesaster, da die dann freigesetzte Flusssäure über den dann eintretenden Fallout in Form von Flusssäuretropfen wegen der Resorbierbarkeit über die Haut die Knochen von innen auflöst. Man sieht lediglich eine leichte Rötung der benetzten Hautstellen.

Dr.-Ing. Peter Klamser

## Brandgefährlich

Paraffinöl ist sehr eng mit Kerzenwachs verwandt. Im Brandfall bei größeren Mengen im Rechenzentrum ist das sicher nicht lustig. Aber ja – da es ein Massenprodukt der Erdölfraktionierung und ein Brennstoff ist, ist es billig.

Herr Schmid

## Ein Anfang

*Wie The Ocean Cleanup die Ozeane reinigen will, c't 22/2018, S. 24*

Wie wäre es denn, wenn die Kritiker erstmal abwarten und die Effizienz des Systems beobachten würden? Auch wenn Mikroplastik nicht aufgefangen würde, so wäre doch die Entnahme des Makroplastik zur Vermeidung weiteren Mikroplastiks begrüßenswert. Währenddessen können diese Kritiker dann in China, Vietnam, Korea, Japan und so weiter anklöpfen und für die Vermeidung des Müll-eintrags in die Weltmeere trommeln.

Pikul

Anzeige

## Schalt mal ab

*LG verweigert Garantie bei OLED-TV, c't 22/2018, S. 64*

Beim ersten Lesen des Artikels dachte ich, Mannomann, da ist LG aber streng. Beim nochmaligen Lesen legte sich die Aufregung ganz schnell: Mit 14 h Betriebsdauer pro Tag im Schnitt über 18 Monate gesehen würde wohl jeder Hersteller Garantieansprüche abwälzen. 14 h im Schnitt bedeuteten auch, der lief schon mal den Tag durch.

Mr. Teflon

## Konsequenz

*Massenhaft gefälschte Grafikkarten bei eBay, c't 22/2018, S. 66*

Als Konsequenz daraus ziehe ich schon seit jeher, dass es nicht sinnvoll ist, im Ausland, insbesondere im EU-Ausland Wertvollereres als für EUR 10 zu kaufen. Bei Handyzubehör und ähnlichem „Klein-kram“ funktioniert es auf eBay auch bei Auslandskäufen ganz gut. Aber wo es um zu viel Geld geht, finden sich immer schnell auch schwarze Schafe.

apollo567

## Reklamation zwecklos

Ich reklamierte so eine Grafikkarte sofort, weil sie nicht „funktionierte“. Statt mir das Geld wiedergeben zu lassen, ließ ich mich darauf ein, mir eine Ersatzkarte schicken zu lassen. Sie informierten mich, dass der Versand 5 Wochen dauern würde. Es kam nichts. eBay hatte den Vorgang bereits geschlossen, obwohl ihnen der E-Mail-Verkehr bekannt sein sollte.

tokie



Hübsche Verpackung, mieser Inhalt:  
Die c't-Recherche deckte auf, dass bei eBay viele gefälschte Grafikkarten angeboten werden.

## Respekt

*c't-Notfall-Windows 2019, Im Handumdrehen ein Notfallsystem auf Windows-Basis bauen, c't 22/2018, S. 70*

Die neue Version ist um Welten schneller und unkomplizierter zusammengebaut als ihre Vorgänger! Ich habe es bisher auf drei Rechnern mit Windows 7 und Windows 10 ausprobiert, trotz der neuesten Windows-10-ISO-1809 gab es nicht ein Mal Probleme.

BladeRunnersDelight

## Unausgegoren

Habe die Sache mal probiert. Im geschätzten fünfzehnten Anlauf habe ich es endlich hingekriegt: Im einfachen Modus kam in 9 von 10 Fällen die Meldung, dass er die Install.wim nicht finden kann, obwohl Virenscanner aus, ISO heruntergeladen, per Doppelklick als virtuelles DVD-Laufwerk eingebunden. Im Log steht auch „Install.wim nicht gefunden“. Da es bis auf das letzte Mal immer abbrach, erlaube ich mir zu behaupten: Die Skripte sind unausgegoren!

kor\_morix

*Wir lernen mit jedem Notfall-Windows dazu: Dieses Mal haben oft Autorun-Einträge für die Eingabeaufforderung unsere Bauversuche torpediert. Außerdem wurde, wie jedes Jahr, AV-Software übergriffig. Das erste Update für den Bausatz macht ihn unempfindlicher für diese äußeren Einflüsse.*

## Und das ist auch gut so

*Airbags sammeln Fahrdaten, c't 22/2018, S. 180*

Bei einem schweren Unfall wird im Zweifel ein Gutachter versuchen, den Unfallhergang zu rekonstruieren. Dafür wird er alle zur Verfügung stehenden Unfallspuren, Zeugenaussagen, Stellung und Position von Fahrzeugen und Fahrzeugteilen, Verletzungsmuster oder eben auch elektronische Daten der Fahrzeuge hernehmen. Wo genau ist jetzt das Problem?

paulchen0815

## Best-Case der Datenerhebung

Aus den Daten lässt sich ein detailliertes Bewegungsprofil mit einer atemberaubenden Länge von ein paar Sekunden vor dem Crash rekonstruieren. Ein komplett An-

lass-bezogenes, lokal gespeichertes Bewegungsprofil eines Unfallfahrzeugs, vorgenommen für den konkreten Zweck der Ermittlung des Unfallhergangs. Eigentlich aus Datenschutz-Sicht ein Best-Case-Szenario der Datenerhebung, oder? Klar, es fehlt ein Zugriffsschutz. Das liegt aber eher daran, dass von Seiten der Behörden weltweit keine einheitliche technische Methode zur Authentifizierung etabliert ist.

Mithos

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Tar-Befehl

*Ergänzungen und Berichtigungen, c't 22/2018, S. 10*

Die Korrektur des Tar-Befehls war nicht korrekt. Sie wurde außerdem nicht in allen digitalen c't-Erscheinungsformen angezeigt. Korrekt ist:

gpg -d -o - ju-home.tgz.gpg | tar xvz

### Acers ET322QK kann HDR

*Groß, günstig, hochauflösend, Sechs 32-zöllige 4K-Monitore ab 350 Euro im Test, c't 20/2018, S. 92*

Nur Acers ET322QK beherrscht HDR, der Viewsonic-Monitor dagegen nicht. Iiyamas X3272UHS hat einen Blaulichtfilter, der sich aber nur unter bestimmten Bedingungen aktivieren lässt (z. B. nicht in der fürs Web üblichen Farbtemperaturvorstellung sRGB).

### Firmenname verdreht

*Wechseln zum Backup, Komfortable Sicherungen mit RDX-Wechselplattenträgern, c't 22/2018, S. 50*

Der Unternehmensname wurde im Artikel verdreht: Der Hersteller heißt Overland Tandberg.

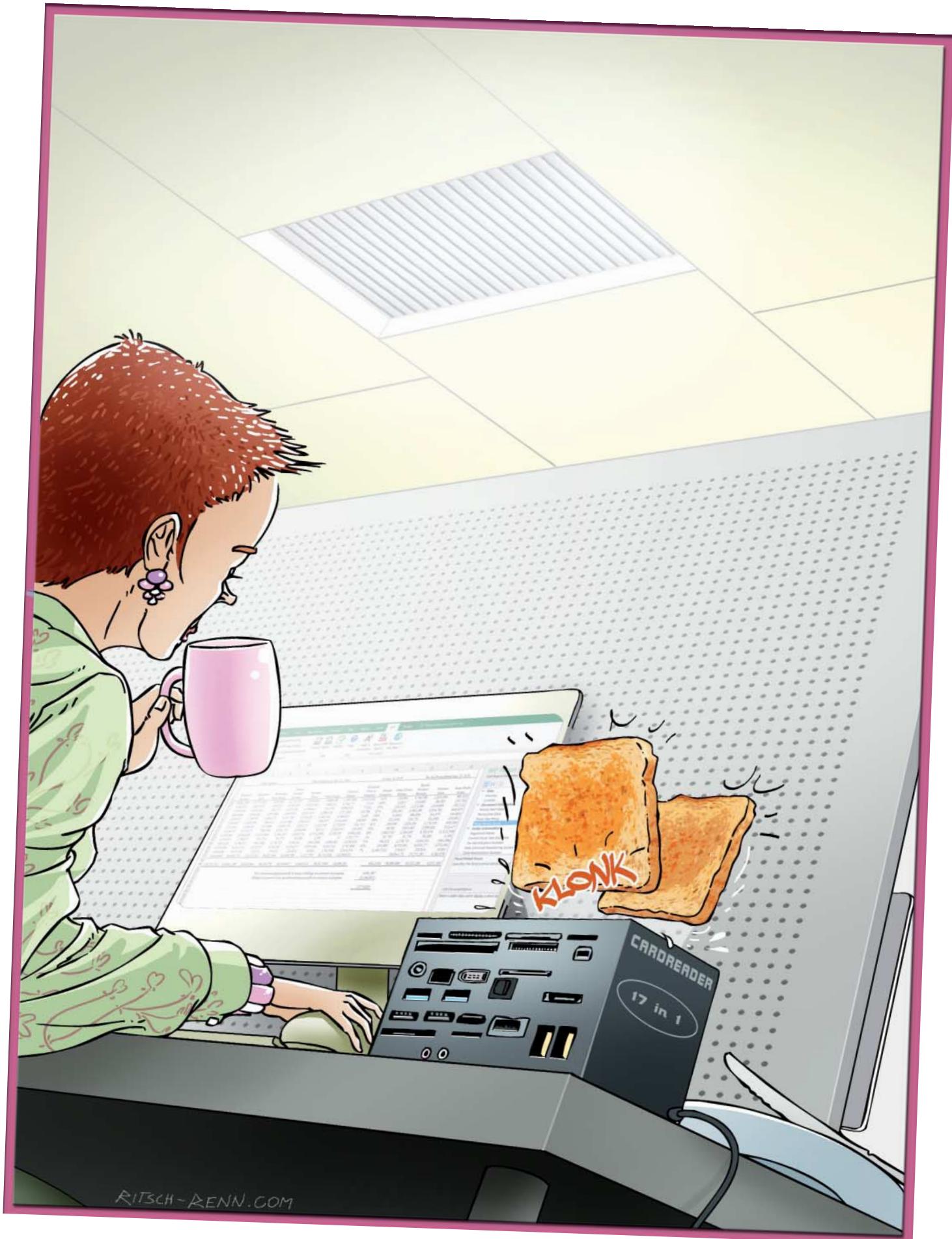
### Updates für Asus DSL-AC68VG und Telekom Speedport W925V

*DSL-Sprinter, WLAN-Router für Super-Vectoring-Anschlüsse, c't 19/2018, S. 100*

Der DSL-AC68VG konnte im Test keine DSL-Verbindung mit dem VDSL-Profil 35b für Super-Vectoring herstellen. Asus hat das Problem inzwischen behoben. Beim Telekom Speedport W925V bemängelten wir den überdurchschnittlich hohen Energiebedarf (15,5 Watt Leistung). Mit einem Release Candidate einer neuen Firmware-Version maßen wir 11,5 Watt (21,2 VA), womit der W925V sehr nah ans restliche Testfeld heranrückt.

Anzeige

Anzeige



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

# Ungeliebte Schattenbilder

## Maßnahmen gegen das Einbrennen am OLED-TV

**OLED-Fernseher glänzen mit sattem Schwarz und leuchtender, blickwinkelunabhängiger Darstellung. Ihre Schattenseite ist der Verschleiß durch Einbrennen statischer Bildinhalte. Sie können dem Burn-In aber vorbeugen.**

Von Ulrike Kuhlmann

**V**or allem bei teuren Fernsehern jagen die OLEDs der etablierten LCD-Technik zunehmend Marktanteile ab. Bei allen unbestreitbaren Vorteilen haben die organischen Displays allerdings auch Nachteile. Die wichtigsten betreffen die Alterung und das Einbrennen: Beim sogenannten Burn-In sieht man eingebrannte Bildausschnitte als Schatten in der Darstellung.

Es gibt zwei technische Gründe dafür. Zum einen ändert sich die Schwellenspannung der Ansteuertransistoren im OLED – dieser Effekt tritt meist sehr schnell auf und lässt sich wieder korrigieren. Zum anderen werden in der Emitterschicht des organischen Displays dauerhaft Moleküle gebunden, die dadurch nicht mehr für die Lichterzeugung zur Verfügung stehen – diese Überbeanspruchung entsteht normalerweise erst nach etlichen Betriebsstunden und sie ist irreversibel.

### Allgemeine Maßnahmen gegen Burn-In

Da insbesondere Stellen einbrennen, die über einen längeren Zeitraum hell leuchten und dafür mit hohen Strömen beaufschlagt werden, betrifft das Burn-In vor allem Senderlogos und Auswahlrahmen im TV-Bild oder kontraststarke Objekt-

umrisse in Standbildern. Die TV-Hersteller haben hier einige Gegenmaßnahmen entwickelt. Zum einen blenden sie Standbilder nach wenigen Minuten automatisch aus und zeigen stattdessen eine Folge unterschiedlicher Fotos mit wenig Detailkontrast – beispielsweise eine grüne Wiese oder eine Strandlandschaft. Außerdem mindern sie gezielt die Helligkeit von Senderlogos und eingeblendeten Menürahmen und sie schieben dauerhaft eingeblendete Objekte wie Uhrenzifferblätter langsam an andere Positionen auf dem Display.

Die vierte Maßnahme ist der sogenannte Pixelshift, bei dem das TV-Bild während der Anzeige um einige wenige Pixel horizontal und vertikal hin und her geschoben wird. Das verhindert das Einbrennen allerdings nicht, sondern verringert lediglich die Kantenschärfe der Brenner.

Auch wenn sich einige Maßnahmen im Displaymenü deaktivieren lassen: Nutzer von OLED-TVs sollten die erstgenannten Mechanismen keineswegs unterbinden und auch den Pixelshift nur dann abstellen, wenn er wirklich stört – etwa wenn man am Bildschirm kleine Texteinblendungen lesen muss.

### Vorübergehende Schatten im Bild

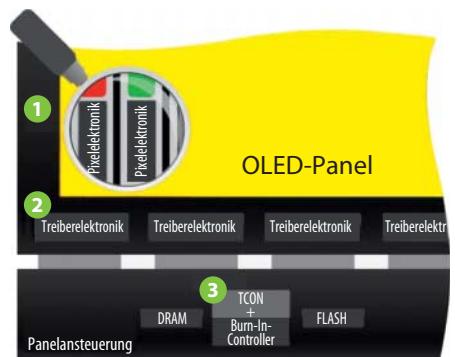
Ein Grund für das Einbrennen liegt in der Ansteuerelektronik. OLEDs sind stromgetrieben: Je heller ein Bildpunkt leuchten soll, umso mehr Strom müssen die Dünnschichttransistoren (TFTs) zum Pixel transportieren. Hohe Ströme gehen stets mit Wärme einher – erhitzen sich die Ansteuer-TFTs, verändert sich ihre Schwellenspannung und damit die elektrooptische Kennlinie (alias Gammakurve) der betroffenen Pixel. Bereits bei der Ferti-

gung von OLEDs treten auf Pixelebene erhebliche Ungleichförmigkeiten auf, die noch in der Fabrik korrigiert werden, indem man sämtliche Pixel einzeln abgleicht. Einen vergleichbaren Abgleich fahren die Hersteller später beim sogenannten Pixelrefresh: Sie kontrollieren, ob sich die Schwellenspannung der TFTs verändert hat und steuern dann so nach, dass sie sich wieder wie bei der Auslieferung beziehungsweise wie nach dem letzten Abgleich verhalten.

LG Displays, der Hersteller sämtlicher großer OLED-Panels, hat dafür vor einiger Zeit eine Technik der Firma Ignis lizenziert. Sie sieht Messmöglichkeiten an den Subpixeln und Treiberstufen vor, mit denen sich die Dauer und Stärke der Strombelastung in jedem Pixel aufzeichnen lässt. Die Daten werden in Look-Up-Tabellen abgelegt und im Timing-Controller (TCON) für den Abgleich ausgewertet. Der TFT-Abgleich erfolgt über Nacht im Standby des TV, er startet kurz nach dem Abschalten, aber frühestens nach vier Betriebsstunden. Er dauert maximal eine Stunde – meist ist er in wenigen Minuten erledigt – und der Fernsehschirm bleibt währenddessen schwarz.

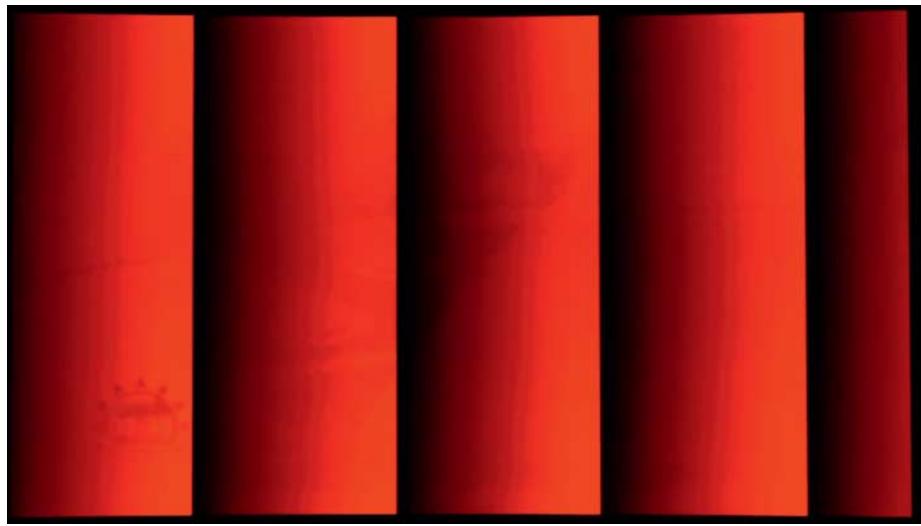
Wer seinen Fernseher länger als vier Stunden am Stück nutzt, muss keine Sorge haben, dass sich das TV plötzlich ausschaltet – das Gerät wartet einfach auf den nächsten Standby. Da der TFT-Abgleich die kurzfristig eingekochten Schatten tatsächlich beseitigen kann, sollte man dafür sorgen, dass der Fernseher nachts frühestens nach einer Stunde komplett vom Strom getrennt wird.

Einige TV-Hersteller berichten, dass Reklamationen wegen Einbrennen gehäuft von Shop-Betreibern kommen.



Quelle: Ignis

Zur Burn-In-Kompensation wird die Betriebsdauer der organischen Pixel (1) und die Schwellenspannung der TFTs (2) in der Ansteuerung (3) überwacht.



Für den täglichen TV-Marathon eignen sich organische Displays nicht: An einem OLED-TV, das von morgens bis abends lief, zeigten sich schon in den ersten zwei Jahren deutliche Einbrenner.

Diese schalten ihre in Regalen aufgereihten TV-Geräte abends nicht mühsam einzeln mit der Fernbedienung in den Standby, sondern über einen gemeinsamen Netzschalter komplett aus. Das verhindert jedoch den Korrekturzyklus zum Abgleich der Steuertransistoren. Potenzielle TV-Käufer sollten OLED-Ausstellungsstücke deshalb besser meiden. Loewe hat seinen OLED-TVs im Shop-Modus einen automatischen Abgleich nach dem Einschalten verordnet, falls abends hart ausgeschaltet wurde – eine saubere Lösung.

### Dauerhafte Schäden möglich

Die zweite, deutlich kritischere Ursache für den Burn-In sind irreversible Änderungen in der Emitterschicht. Wenn diese beim Einbrennen dauerhaft beschädigt wurde, kann der TV-Hersteller den Schatten auf zwei Arten entgegenwirken. Zum einen kann er den Strom zu den beschädigten Pixeln erhöhen, um zusätzliche Exitonen freizusetzen und so den Bildpunkt wieder heller leuchten zu lassen; hierfür halten OLEDs inzwischen eine beträchtliche Helligkeitsreserve bereit. Trotzdem klappt das Ganze nur begrenzt, denn die höhere Strombelastung fördert wiederum das Einbrennen der Bildinhalte – ein Teufelskreis.

Deshalb greift irgendwann die zweite Methode: Die Helligkeit in der Umgebung der eingebrochenen Pixel wird angepasst, entweder indem man die Stellen um die Schatten mit weniger Strom beaufschlägt oder sie ebenfalls überbeansprucht, also einbrennt. Beides führt dazu, dass der

Fernseher bei gleicher Einstellung und gleichem Energiebedarf weniger hell leuchtet.

### Was tun?

Um dauerhaften Schäden der Emitterschicht vorzubeugen, kann man nur empfehlen, möglichst keine Standbilder am OLED-TV anzuzeigen – ein Betrieb als Bilderrahmen mit statisch angezeigten Fotos, wie ihn einige LCD-TVs anbieten, verbietet sich hier. Wer über das TV Musik hört, sollte das Display währenddessen ausschalten; die TVs besitzen in ihren Menüs üblicherweise eine Einstellung dafür. Für die ständige Wiedergabe von TV-Sendern mit Laufbalken oder ähnlichem wie bei n-tv, Phoenix und Shopping-Sendern eignen sich OLED-TVs nicht.

Außerdem sollte man die voreingestellten Gegenmaßnahmen und den Umgebungslichtsensor aktivieren, der die Bildschirmhelligkeit an die Helligkeit im Raum anpasst. Nur in sehr hellen Räumen ist es meist hilfreicher, den Sensor zu deaktivieren und den Dynamik-Bildmodus einzustellen.

Ihre Vorteile – sattes Schwarz, leuchtende Farben – spielen OLEDs vor allem in dunkler Umgebung aus. Wer den Fernseher ständig in sehr heller Umgebung nutzt, greift deshalb lieber zum LCD-TV. Zumindest die besseren LCDs erreichen deutlich höhere Leuchtdichten als organische Displays und bieten so auch bei einfallendem Sonnenlicht noch ein ausreichend helles Bild. Auch wer seinen Fernseher regelmäßig viele Stunden am Tag

nutzen will, nimmt besser ein LCD-TV: Die aktuellen OLED-TVs sind nicht für täglichen Einsatz von zehn Stunden und mehr konzipiert.

Die Einbrennproblematik am OLED lässt sich nicht einfach vom Tisch wischen: Sie ist systemimmanent und wird durch diverse Maßnahmen lediglich gebremst, jedoch nicht komplett beseitigt. Wer die genannten Tipps bei seinem OLED-Fernseher beachtet, sollte dennoch über Jahre von sichtbaren Einbrennern verschont bleiben.

Falls sich trotz aller Vorsicht Schatten im Bild zeigen, die auch aktiv ausgelöste Maßnahmen nicht beseitigen, könnte es sich auch um Defekte in der Ansteuerung, im TCON-Speicher oder in der Abgleichelektronik handeln. Die sollten sich aber eher schlagartig statt schlechend einstellen. Und der TV-Hersteller sollte sie anhand der im Gerät festgehaltenen Betriebsdaten feststellen können. Eine genaue Fehlerbeschreibung – wann aufgetreten, wo besonders gut zu sehen – ist bei der Reklamation sicher hilfreich. (uk@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Georg Schnurer, Eingebrannt: LG verweigert Garantie bei OLED-TV, c't 22/2018, S. 64

**Video: Eingebranntes OLED mit sichtbaren Bildfehlern:** [ct.de/yqci](http://ct.de/yqci)



Die voreingestellten Maßnahmen gegen den Burn-In sollte man im Displaymenü (hier von Sony) tunlichst aktiviert lassen.

# Massenumzug

## Schließung von Google+ zwingt die Nutzer zum Wechsel

**Google Plus wird eingestellt und die Nutzer in Googles sozialem Netz müssen sich auf die Suche nach neuen Gefilden machen. Das könnte dazu führen, dass sich die Social-Networking-Welt jenseits von Facebook besser vernetzt.**

**Von Jo Bager**

Nachdem Google das Ende seines sozialen Netzes Google+ für Privatanwender verkündet hatte (siehe c't 22/2018, S. 34), dauerte es nicht lange, bis eine Online-Petition gegen die Einstellung der Plattform gestartet wurde. Knapp 30.000 Nutzer haben bis Redaktionsschluss unterzeichnet und fordern „Don't Shut Down Google Plus“ (siehe ct.de/yyfh).

Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass sich der Online-Riese davon beeindrucken lässt. Viele Google+-Nutzer machen sich daher bereits auf die Suche nach neuen Online-Heimstätten – und zwar in alter Tradition in Google+-Communities. „Google+-Alternativen“ nennt sich eine solche deutsche Gemeinschaft. Im englischsprachigen Raum tauscht man sich bei „Google+ Mass Migration“ über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Alternativ-Plattformen aus. Jenseits von Google+ gibt es mit dem ExodusWiki, also dem Google Plus Exodus Wiki, einen weiteren Anlaufpunkt für Umsteiger-Informationen.

### Viele Zufluchtsorte

Facebook scheidet als neue Zuflucht für die meisten Google+-Nutzer aus, die oft bewusst Googles Plattform gewählt hatten, um nicht bei Mark Zuckerbergs Dienst unterzukommen. Ohnehin wurde in Google+ eine andere, oft konstruktivere Kultur des Austauschs gelebt. Wenn es derzeit so etwas wie ein Lieblingsziel gibt, dann ist das allem Anschein nach MeWe. Die Plattform wird kommerziell betrieben, kommt aber ohne Werbung aus und verspricht, ihre Benutzer nicht auszuspionieren.

MeWe finanziert sich durch ein Freemium-Modell: Basisfunktionen sind gratis; wer etwa seinen Speicherplatz aufstocken

oder einen verschlüsselten Chat nutzen will, zahlt eine monatliche Gebühr. Google+-Wechsler werden bei MeWe gleich in mehreren Gruppen empfangen, in „Google+ expats“ zum Beispiel oder im deutschsprachigen „Google+ Immigranten“.

Es ist aber bei Weitem nicht so, dass alle Google+-Anwender zu MeWe wechseln. Nutzer wandern auch zu etlichen anderen Diensten ab. Dabei stehen die auf offenen Standards und als Open Source verfügbaren verteilten sozialen Netzwerke hoch im Kurs: Diaspora, Mastodon, Hubzilla und Friendica. Die Open-Source-Szene arbeitet auch daran, dass sich Netzwerke über Protokolle wie ActivityPub, OStatus und das Diapora Federation Protocol untereinander austauschen können.

Daneben gibt es viele weitere Kandidaten, etwa Minds, Ello, die Gamer-Community Discord, Reddit und sogar Chat-Plattformen wie Slack. Keine Rolle spielt derzeit die kürzlich von WWW-Erfinder Tim Berners-Lee gestartete persönliche Datenplattform Solid, auf der Drittanbieter soziale Netzwerke aufsetzen können. Das explizit als Facebook-Alternative ins Leben gerufene Openbook ist ebenso wenig bereit, es soll erst im März starten.

Aber die Google+-Umsteiger haben ja auch noch bis zum August 2019 Zeit. Denn so viel ist klar: Eins zu eins kann momentan keine der anderen Plattformen Google+ ersetzen. Insbesondere die Sammlungen, mit denen Nutzer ihre Posts nach Themen sortiert bestimmten Nutzerkreis-

sen zukommen lassen können, lassen sich woanders nur schwer nachbilden.

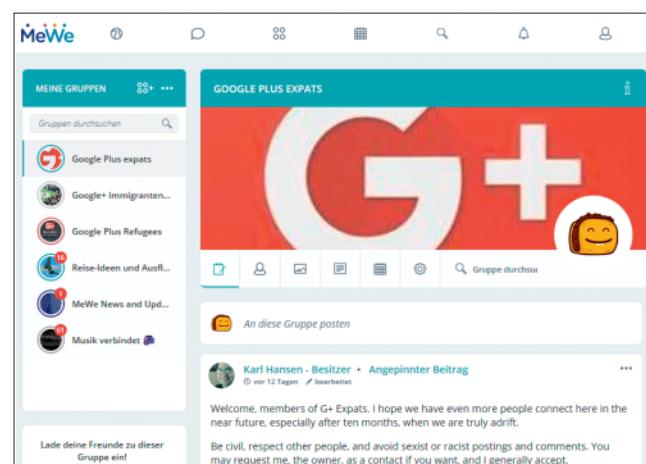
c't-Kollege Thorsten Leemhuis, bisher ein eingefleischter Google+-Nutzer, hat sich für sechs Themenkreise jeweils eigene Accounts bei seiner selbst betriebenen Friendica-Instanz angelegt. Da er sich keine Illusionen macht, bei Friendica alle seine bisherigen Google+-Kontakte zu erreichen, hat er zusätzlich sechs Twitter-Accounts eingerichtet, die er mit den Inhalten seiner Friendica-Accounts füttert.

### Zersplitterung als Chance

Derzeit ist noch unklar, ob es größeren Google+-Communities gelingen wird, geschlossen woanders hin umzuziehen. Der Export der Datenbestände kompletter Communities ist derzeit jedenfalls nicht möglich. Schaut man in das Google Plus Migration Directory, in dem die ersten Google+-Nutzer ihre neuen Online-Heimaten auflisten, so erscheint es eher, dass bisher gewachsene Gruppen auf die verschiedensten Plattformen zersplittern.

Die Massenmigration der Google+-Nutzer bietet aber auch eine wohl einmalige Chance, denn sie bringt wieder mehr Bewegung in den Markt der sozialen Netzwerke. Der Wunsch der verstreuten Google+-Abgänger, in Kontakt zu bleiben, könnte Protokolle wie ActivityPub weiteren Schub geben – oder RSS, das es selbst bei Google+ nicht gab. Thorsten Leemhuis jedenfalls hat sich darüber gefreut, dass seine Posts bei Friendica jetzt auch wieder über dieses uralte Protokoll bereitstehen und jedermann sie mit einem RSS-Reader abonnieren kann. Vielleicht führt das Ende von Google+ ja dazu, dass sich das soziale Netz abseits von Facebook enger verwebt. (jo@ct.de) **ct**

**Weiterführende Infos:** [ct.de/yyfh](http://ct.de/yyfh)



**Bei MeWe werden Google+-Auswanderer in Gruppen wie „Google Plus expats“ empfangen.**

# Google Pay kooperiert mit PayPal

Google-Pay-Nutzer brauchen keine Kreditkarte einer mit Google kooperierenden Bank mehr, um ihre Einkäufe an Kassenterminals bezahlen zu können. Statt dessen können sie seit Kurzem **PayPal als Bezahlmethode** einrichten.

Ein installiertes Google Pay auf einem NFC-fähigen Android-Smartphone vorausgesetzt, wählt man dort PayPal als neue Zahlungsmethode aus und wird zum PayPal-Login weitergeleitet. Als Zahlungsmittel für Google Pay erzeugt PayPal nun eine virtuelle Debit-Mastercard. Anschließend legt man eine vierstellige PIN für sie fest und schließt die Verknüpfung mit Google Pay ab.

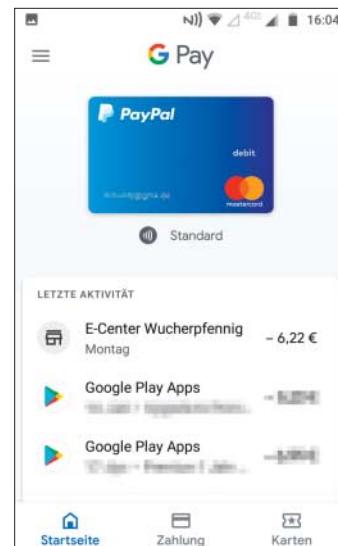
Zum Bezahlen muss der Nutzer in den Android-Einstellungen die NFC-Funktion aktivieren, Google Pay als Standard für „Mobil bezahlen“ aktivieren und das Smartphone entsperren. Google Pay muss nicht gestartet werden. Hält er das Gerät nun an ein Kassenterminal, das kontaktlose Mastercard-Zahlungen per NFC-Chip zulässt, zeigt die App im Erfolgsfall ein blaues Häkchen auf dem Bildschirm an. Bei Zahlungen über 25 Euro – sporadisch auch darunter – fragt sie vorher die PIN ab. Hat ein Online-Shop Google Pay als Zahlungsmethode eingebunden, lässt sich die App dort ebenfalls für Käufe verwenden.

PayPal gleicht den Betrag per Lastschrift über ein dort obligatorisch hinter-

legtes Girokonto aus, sofern das PayPal-Guthaben nicht ausreicht. Auf die Finanzdaten, die der Nutzer bei PayPal hinterlegt hat, erhalten weder Google noch der Händler Zugriff. In Google Pay speichert PayPal nur die virtuelle Kreditkarte; die Transaktion am Terminal erfolgt verschlüsselt über ein Token. Das Smartphone muss dabei nicht online sein.

Von Käufern verlangen Google Pay und PayPal wie üblich keine Gebühren. Bei den Einzelhändlern kassieren Mastercard und PayPal gemeinsam die obligatorischen 0,2 Prozent Transaktionsgebühren für Debit-Karten. Google verzichtet auf einen Anteil und wertet dafür die Information über den Ort des Einkaufs aus. Zwar listet Google Pay auch den Gesamtbetrag jeder Zahlung in der App auf, nutzt diese Daten nach eigenem Bekunden aber nicht für eigene Zwecke und gibt sie auch nicht an Dritte weiter. PayPal nutzt die Zahlungsdaten ausschließlich zur Information des Kunden über seine Transaktionen, für das Risikomanagement und für die rechtlich vorgeschriebene Aufbewahrung, wie man uns auf Nachfrage mitteilte.

Die Vorteile für die beteiligten Unternehmen sind nach Meinung von Analysten vor allem strategischer Natur: Google umgeht durch die Zusammenarbeit mit PayPal und Mastercard die Verhandlungen, die es mit deutschen Banken über die



**Mit einer virtuellen Debit-Mastercard von PayPal umgeht Google die Kooperation mit den Banken.**

Unterstützung seiner Bezahl-App führen müsste. Zugleich erhöht der Konzern die Zahl der potenziellen Nutzer von Google Pay in Deutschland auf einen Schlag um viele Millionen. PayPal dringt als Zahlungsdienstleister weiter in den stationären Handel vor. Mastercard profitiert gemeinsam mit PayPal von den Gebühren.

(mon@ct.de)

Anzeige

# Chrome 70 ohne Google-Auto-Log-in

Googles Browser Chrome schließt mit Version 70 für Windows, macOS und Linux 23 Sicherheitslücken. Das in Chrome 69 eingeführte **Auto-Log-in lässt sich nun abschalten**, sodass Nutzer nicht mehr

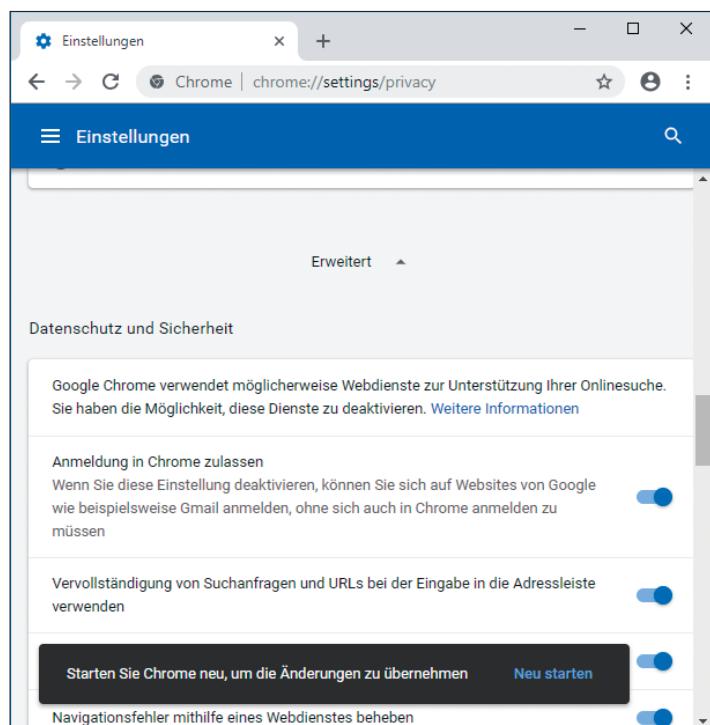
automatisch mit ihrem aktiven Google-Konto im Browser eingeloggt werden.

Wichtig: Die Auto-Login-Funktion bleibt standardmäßig aktiviert (opt-out); die Synchronisation der Nutzerdaten ist

weiterhin optional. In den erweiterten Einstellungen des Browsers gibt es nun den neuen Punkt „Anmeldung in Chrome zulassen“. Wer Chrome ohne Google-Konto nutzen will, loggt sich aus und schiebt den Regler nach links. Die Bedienoberfläche des Browsers zeigt oben rechts klar erkennbar an, ob und mit welchem Account der Nutzer eingeloggt ist.

Chrome unterstützt nun Desktop Progressive Web Apps (Desktop PWAs) unter Windows. Einmal installiert, lassen sich die Web-Apps wie herkömmliche Programme über das Startmenü des Betriebssystems öffnen. Dass im Hintergrund Chrome läuft und als Web-Wrapper fungiert, merken die Nutzer nicht. Bislang sind PWAs vor allem auf Mobilgeräten heimisch, doch Google findet sie auch auf Desktop-Rechnern sinnvoll. Der PWA-Support für macOS und Linux wird für Chrome 72 erwartet.

Darüber hinaus hat Chrome 70 den Video-Codec AV1 implementiert. Der von der Alliance for Open Media entwickelte Codec verbessert die Bildqualität von Videostreams und soll bis zu 30 Prozent höhere Kompressionsraten liefern als das bislang verwendete VP9. (hob@ct.de)



**Wer nicht möchte, dass sich Chrome bei Google anmeldet, muss das in den erweiterten Einstellungen ausschließen.**

## EuGH: Anschlussinhaber haftet

Inhaber eines Internet-Anschlusses können sich der Haftung für Urheberrechtsverstöße nicht dadurch entziehen, dass andere Familienmitglieder Zugriff auf den Anschluss hatten. Das entschied der Europäische Gerichtshof am 18. Oktober (Az. C-149/17).

Das EuGH betonte in seinem Urteil, dass es ein **Gleichgewicht zwischen verschiedenen Grundrechten** geben müsse: „An einem solchen Gleichgewicht fehlt es, wenn den Familienmitgliedern ein quasi absoluter Schutz gewährt wird“, entschieden die Richter. Wenn ein nationales Gericht keine Beweismittel zur Täterschaft eines Familienmitglieds verlangen könne, würden dadurch dem Inhaber des Urheberrechts Rechte beeinträchtigt. (hob@ct.de)

## c't <webdev>: Programm steht

Das Programm für die Frontend-Konferenz der c't, die c't <webdev>, wurde veröffentlicht. Einige Highlights: Tanay Pant spricht über Web-based Mixed Reality, Alexander Thurn zeigt, wie man per Treeshaking mit Webpack 4 unnutzten Code aus seinen Web-Anwendungen entfernt, Daniel Kurz erklärt, wie man GitLab in den Software-Entwicklungsprozess einbaut und Frank Ullig erläutert, wie Web-Anwendungen angegriffen werden und wie Entwickler sicher entwickeln können. Das gesamte Programm findet sich auf der Home-

page der Veranstaltung unter [ctwebdev.de/programm.html](http://ctwebdev.de/programm.html).

Die Konferenz findet am 6. und 7. Februar 2019 im Kölner Veranstaltungszentrum Komed. Am 8. Februar schließen ganztägige Workshops an: „Progressive Web App Bootcamp“ von Peter Kröner, „Web-Performanceoptimierung 2018“ von Sven Wolfermann und „Moderne Vue.js-Entwicklung“ von Jan Bärens. Bis zum 21. Dezember kosten Tickets für die Konferenz 424 und für die Workshops 449 Euro. Danach kosten alle Tickets 499 Euro. (jo@ct.de)



# Zum Tode des Microsoft-Mitgründers Paul Allen

Bild: DB Microsoft HO/Microsoft/dpa



1978 posierte Paul Allen (links) mit Bill Gates zwischen den damals aufkommenden Microcomputern.

Ohne Paul Allen hätte es wohl kein Microsoft gegeben. Trotz perfektem Schulabschluß verließ Allen nach zwei Jahren die Universität in Washington, um bei Honeywell in Boston als Programmierer zu arbeiten. Elektrisiert vom MITS Altair 8800 Microcomputer suchte er seinen Schulfreund Bill Gates in Harvard auf, um ihn zu überreden, BASIC für den auf einer Intel-8080-CPU aufbauenden Rechner zu schreiben. Ebenfalls in Harvard zu der Zeit: Steve Ballmer, Microsofts zweiter CEO nach Gates. Gates verließ 1975 Harvard und gründete mit Allen in Albuquerque in einer Strip-Mall die Firma Micro-Soft, wie sich das Unternehmen zunächst nannte. Mit Altair BASIC lieferten die beiden Gründer die Software für die anstehende Microcomputer-Revolution. Allen schrieb den Emulator, Gates entwickelte darauf das BASIC.

Paul Allen und Bill Gates kannten sich schon von der privaten Lakeside School in Seattle. Gates war in der siebten Klasse, Allen zwei Jahre weiter. Astronaut wäre Allen damals gerne geworden, aber als kurzsichtiger Brillenträger hätte er nie eine Chance gehabt.

1980 war Allen für den Deal verantwortlich, der ihn und Gates zu Milliardären machen sollte. IBM war auf der Suche nach einem Betriebssystem für den PC und wollte zunächst CP/M von Digital Research kaufen. Über eine Verbindung von Bill Gates' Mutter zu IBM-CEO John Opel kam Microsoft ins Gespräch. Zwei Tage nach dem Vertragsabschluss kaufte Microsoft bei Seattle Computer Products das von Tim Paterson entwickelte 86-DOS

und lizenzierte es als MS-DOS an IBM. Wie schon beim Altair BASIC sicherte sich Microsoft die Rechte, die Software selbst auch an andere Hersteller verkaufen zu können und etablierte sich so als Software-Lieferant der PC-Revolution.

1982 schied Allen bei Microsoft aus, weil er an einem Hodgkin-Lymphom erkrankte. Gates handelte Allen einen 60-prozentigen Anteil am Unternehmen ab, weil er die meiste Arbeit in BASIC gesteckt habe. 1983 versuchte Gates dann, Allen mit 5 Dollar pro Anteil auszuzahlen. Allen weigerte sich und verließ Microsoft, ohne seine Anteile aufzugeben. 1986 ging Microsoft an die Börse und schloss den ersten Handelstag mit 35,50 Dollar ab. Wieder einmal hatte Allen den richtigen Riecher gehabt.

Seiner Heimatstadt Seattle blieb Allen stets verbunden. Dort gründete er 1986 Vulcan Inc. als Dachgesellschaft für seine vielfältigen Aktivitäten. Er kaufte das Football-Team Seattle Seahawks sowie das Basketball-Team Portland Trail Blazers. Noch immer fasziniert von der Raumfahrt finanzierte Allen das SpaceShipOne des legendären Flugzeugdesigners Burt Rutan, der damit den renommierten Ansari X-Prize gewann. Mit seinem Unternehmen Strato-launch Systems entwickelte Allen zuletzt das mit 117 Meter Spannweite größte Flugzeug der Welt, dessen Erstflug er nicht mehr erleben sollte.

Paul Allen starb am 15. Oktober 2018 im Alter von 65 Jahren an Komplikationen eines Non-Hodgkin-Lymphoms.

(Volker Weber/hag@ct.de)

Anzeige

# Rückkehr der Cookie-Warnung

## DSGVO und Werbung: Kaum zusätzlicher Datenschutz, aber mehr Geklick

**Die Werbebranche hat die Einführung der Datenschutz-Grundverordnung bislang ohne große Verluste überstanden. Das liegt aber auch daran, dass viele Fragen noch ungeklärt sind.**

Von Torsten Kleinz

S seit am 25. Mai die Schonzeit bei der Durchsetzung der europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) abgelaufen ist, hat sich das Netz verändert. Auf vielen Websites werden Nutzer mit Pop-ups empfangen, die sie um Zustimmung zur Datenverarbeitung bitten. Einige Dienste wie Instapaper haben sogar zeitweilig ihre Dienste für europäische Nutzer eingestellt.

Die Online-Werbung hingegen hat sich bisher wenig verändert. Zwar lieferen manche Websites in den ersten Wochen nach der Einführung der DSGVO deutlich mehr Eigenwerbung aus, weil sie nicht alle Werbeplätze belegen konnten. Doch ganz auf Werbung verzichtet kaum ein Angebot. Auch haben datenschonende Werbeformen keinen plötzlichen Aufschwung erfahren.

„Die ökonomischen Auswirkungen auf den Online-Werbemarkt waren spürbar“, sagt Thomas Duhr, Vize-Präsident des Bundesverbands Digitale Wirtschaft (BVDW) im Gespräch mit c't. Von den Umsatzzrückgängen zwischen 25 und 40 Prozent, von denen in britischen und US-amerikanischen Fachmedien zu lesen war, sei man in Deutschland jedoch weit entfernt.

Einige Verlage können gar keinen Einbruch feststellen. „Bislang konnten wir

keine negativen Auswirkungen auf unser Vermarktungsgeschäft feststellen“, erklärt Carsten Schwecke, Chef von Media Impact, der Vermarktungstochter des Verlagskonzerns Axel Springer, nach der Einführung der DSGVO. Man habe sich im Unternehmen frühzeitig auf die neuen Bedingungen eingestellt.

### Eine Frage des Konsenses

Ein Grund für die bisher relativ geringen Umsatzzrückgänge hierzulande: Viele deutsche Plattformen fragen ihre Leser nicht um Erlaubnis, ob sie Daten zur Werbeausspielung verwenden dürfen. Stattdessen haben sie sich vorerst für einen Opt-out-Modus entschieden, bei dem zwar säuberlich aufgelistet wird, an welche Vertragspartner welche Daten weitergegeben werden und wo Leser auf einer Unterseite der Datenverwendung widersprechen können. Von dieser Möglichkeit machen jedoch allem Anschein nach eher wenige Nutzer Gebrauch. Genaue Zahlen dazu gibt es freilich noch nicht.

Damit stellen sich die deutschen Verleger gegen die Rechtsauslegung der deutschen Datenschutzkonferenz. Die Datenschützer halten es für unumgänglich, dass

Website-Betreiber ihre Leser erst um Zustimmung zur Datenverarbeitung bitten, bevor sie ihnen personalisierte Werbung ausspielen. Durch das Inkrafttreten der DSGVO sind in ihren Augen die bisherigen laschen Umsetzungen der EU-Privacy-Richtlinie in deutsche Gesetze hinfällig.

Deutschland hatte bei der E-Privacy-Richtlinie bisher eine Sonderrolle gespielt – so hatte der Bundestag nie die Regeln der E-Privacy-Richtlinie vollständig in deutsches Recht übernommen. Die Cookie-Warnungen, die seit Jahren allenthalben aufpoppten, waren deshalb in Deutschland gar nicht nötig. Diesen Sonderstatus hat Deutschland nun nach Überzeugung der Datenschutzbehörden verloren.

Wann diese Frage offiziell entschieden wird, steht noch in den Sternen. So hatten die Datenschutzbehörden unter Federführung von Schleswig-Holstein und Bayern eine Konsultation gestartet, die die Frage der Konsenserteilung klären soll. Ergebnisse liegen aber bisher nicht vor. Da die Datenschutzbehörden klargestellt hatten, dass sie eine Beratung der Bestrafung vorziehen wollen, stehen derzeit auch noch keine Bußgeldverfahren an. Ohnehin sind die Aufsichtsbehörden nach dem holprigen Start in die DSGVO-Praxis meist hoffnungslos überlastet.

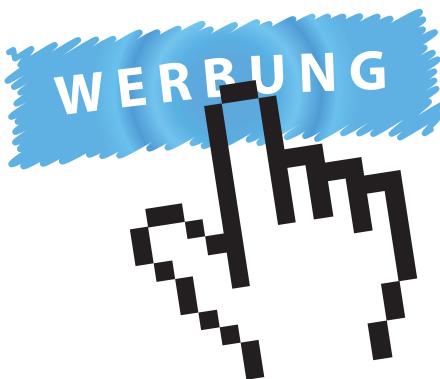
### Geld oder Daten

Dass es auch anders geht, zeigt sich im Ausland. Wer sich etwa auf englischsprachigen Websites informiert, stößt immer wieder auf Opt-in-Lösungen. So werden beispielsweise die Nutzer der Washington Post aufgefordert, ihre Zustimmung zur Datenverarbeitung zu erteilen. Die Privatsphäre der Leser hat bei der Zeitung, die Amazon-Chef Jeff Bezos gehört, einen klaren Preis: Wer ganz auf das Nutzer-Tracking verzichten will, zahlt derzeit 90 statt 60 Dollar für ein Jahres-Abonnement.

**Vorbildlich:** Mit einem solchen Dialog kann der Besucher schnell entscheiden, ob er nur die zum Betrieb notwendigen Cookies zulässt, oder auch Tracking-Cookies.

Your choice regarding cookies on this site  
Please choose whether this site may use Functional and/or Advertising cookies, as described below:

- Required Cookies**  
These cookies are needed to provide basic functionalities as you browse IBM websites. These capabilities include cookie preferences, load balancing, session management, language selection and checkout processes. ...
- Functional Cookies**  
These cookies are used to capture and remember user preferences in IBM websites, enhance their usability, analyze site usage and enable social interactions and site optimization. ...
- Personalization cookies**  
These cookies are used to improve the overall experience of your visit to IBM websites and to tailor content and advertising to your interests. ...



Dass Website-Betreiber auch im Ausland oft kein Interesse daran haben, Nutzern das Ablehnen der Datenverarbeitung zu leicht zu machen, zeigen viele Beispiele, etwa Yahoo. Die Zustimmung lässt sich dort mit einem schnellen Klick erledigen. Wer jedoch personalisierte Werbung abschalten will, wird über mehrere Unterseiten geführt, wo er oft eine Liste mit oft über 100 Kooperationspartnern findet, für die er eine Zustimmung zuweilen einzeln widerrufen muss.

Andere Websites gestalten die Einwilligungen nutzerfreundlicher. Sie teilen die Datenweitergaben in verschiedene Bereiche auf. Nutzer können so einzeln entscheiden, ob sie einer allgemeinen Personalisierung der Inhalte und der Personalisierung der Werbung zustimmen wollen.

### Programmatic-Falle

Um das Werbegeschäft fit für die Datenschutz-Grundverordnung zu machen, musste die Wirtschaft neue Kommunikationsstandards einführen. So stellte das Interactive Advertising Bureau (IAB) Europe im April das sogenannte Transpa-

rency & Consent Framework vor, mit dem Publisher erfassen können, welche Daten bei ihnen von wem erfasst werden. Gleichzeitig ist das Framework auch ein Vermarktungstool, mit dem Werbetreibenden vermittelt wird, welche Daten sie verwenden dürfen.

Grund für die Datenversessenheit ist insbesondere der Siegeszug des sogenannten programmatischen Advertisings, bei dem Werbung nicht mehr primär Werbeplätze auf bestimmten Websites, sondern stattdessen Zielgruppen zugeordnet wird (siehe c't 21/2018, S. 40). Schränkte der Gesetzgeber diese Datenverwendung ein, drohe gar ein Kollaps des digitalen Ökosystems, warnt die IAB.

„Die Umsetzung der Datenschutz-Grundverordnung spielt eher den großen Plattformen in die Hände“, erklärt Thomas Duhr vom BVDW: Im Gegensatz zu einzelnen Verlags-Websites haben diese meist weniger Probleme, ihre Nutzer von der Zustimmung zur Datenverarbeitung zu überzeugen. So stellte Facebook mit der DSGVO auch eine Neufassung seiner Geschäftsbedingungen vor – wer diesen nicht zustimmte, konnte die Plattform und die ihnen angeschlossenen Dienste nicht weiter nutzen.

Die Organisation NOYB des österreichischen Datenschutz-Aktivisten Max Schrems hatte gegen die Praxis im Mai Beschwerde eingelegt. Eine Antwort der Behörden lässt allerdings auf sich warten. Die müssen erst einen Arbeitsprozess etablieren, solche Beschwerden im Verbund abzuarbeiten und dabei eine gemeinsame Linie zu finden. Wie eine zulässige Konsens-Abfrage aussehen muss, wird wohl letztlich eine Frage für die Gerichte.

### USA schaut nach Europa

Staaten außerhalb der EU nehmen sich den europäischen Datenschutz zum Vorbild und beginnen ihrerseits, dem Tracking im Internet enge Genzen zu ziehen. So hatte der US-Bundesstaat Kalifornien Ende Juni im Elverfahren ein eigenes Datenschutzgesetz eingeführt. Der California Consumer Privacy Act tritt ab 2020 in Kraft und ähnelt in einigen Punkten der europäischen Datenschutz-Grundverordnung.

Die Strafen sind jedoch weit geringer: Während die europäischen Aufsichtsbehörden bis zu 4 Prozent des weltweiten Umsatzes eines Unternehmens als Geldstrafe verhängen können, sieht die kalifornische Gesetzgebung Strafen bis zu 7500 US-Dollar pro Verstoß vor. Berichten zufolge plant nun auch die US-Regierung ein eigenes Datenschutz-Gesetz, um ein Wirrwarr aus unterschiedlichen Vorschriften zu vermeiden. Andere Länder wie Kanada, Brasilien und Indien arbeiten ebenfalls an eigenen Datenschutzgesetzen.

Auch wenn sich die DSGVO zu einem Exportschlager zu entwickeln scheint: Es werden noch Jahre und einige Gerichtsverfahren ins Land gehen, bis sich bei Online-Werbung allgemein akzeptierte Datenschutzstandards entwickelt haben werden. Letztlich muss dazu zunächst wohl auch die E-Privacy-Verordnung in Kraft treten, die ursprünglich gemeinsam mit der DSGVO kommen sollte und die Tracking-Cookies regeln soll. Aus Brüssel hört man, dass es unwahrscheinlich ist, dass die E-Privacy-Verordnung noch vor der Europawahl im Mai 2019 auf den Weg gebracht wird. (jo@ct.de) ct

Anzeige

# Bit-Rauschen

## Chipfertigung mit EUV-Licht und Open-Source-UEFI

**Samsung meldet nach mehr als 20 Jahren einen Erfolg bei der Extrem-Ultraviolett-Lithografie. Microsoft entwickelt ein Open-Source-BIOS, bei ARM-Notebooks hakelt es weiterhin.**

**Von Christof Windeck**

Seit zwei Jahrzehnten tüftelt die Halbleiterbranche an der Extrem-Ultraviolett-(EUV-)Lithografie, um feinste Chipstrukturen zu erzeugen. Die immer weiter verfeinerte Belichtung der Chip-Masken mit Argonfluorid-(ArF)-Excimerlasern ist sehr aufwendig, weil die Wellenlänge des ultravioletten Laserlichts dabei 193 Nanometer (nm) beträgt. Um überhaupt 10-nm-Strukturen erzeugen zu können, nutzt man vielerlei Tricks, etwa Beugungseffekte und Mehrfachbelichtung der in Flüssigkeit eingetauchten Wafer. Diese Immersionslithografie ist trotz des enormen Aufwands immer noch schneller als die bisher verfügbaren EUV-Maschinen, die alleamt vom niederländischen Hersteller ASML stammen.

Doch nun meldet Samsung den Start der 7-nm-Chip-Serienfertigung mit EUV-Lithografie. Das Licht liegt hier mit 13,5 nm Wellenlänge schon nahe am Bereich weicher Röntgenstrahlung (ab 10 nm) und wird sehr aufwendig erzeugt. Dazu ionisiert ein Kohlendioxidlaser (der deutschen Firma Trumpf) mit über 10 kW Dauerleistung über mehrere Zwischenstufen winzige Tröpfchen aus flüssigem Zinn. Das aus 50.000 Zinntröpfchen pro Sekunde erzeugte Plasma strahlt dann EUV-Licht mit 250 Watt ab. Statt mit Linsen arbeitet ein EUV-Lithographiesystem wie das ASML Twinscan NXE:3400B mit Spiegeln, wodurch Leistung verlorengeht. Auch die Chip-Masken sind bei EUV-Lithografie sehr aufwendig und verschleißend. Doch ASML meldet, dass die besten EUV-Systeme mittlerweile 125 Wafer pro Stunde belichten können. Wann die ersten Chips aus der EUV-Produktion ausgeliefert werden und welche das sein werden, ist aber offen.

### Open-Source-UEFI

Microsoft ist immer wieder für eine Überraschung gut: Wer hätte sich vor 10 oder 15 Jahren träumen lassen, dass der Windows-Gigant mittlerweile zu den größten Linux-Code-Lieferanten gehört? Nun öffnet Microsoft sogar das UEFI-BIOS der Surface-Notebooks ein Stück weit: Als Project μ (Project Mu) wurden erhebliche Teile des BIOS-Quellcodes auf GitHub veröffentlicht. Freilich ist das meiste davon bereits Open Source, weil sich Microsoft genau wie die anderen UEFI-BIOS-Hersteller auf TianoCore EDK II stützt. Und es ist wohl auch nicht das Ziel, dass man sich künftig das BIOS seines Surface Laptop (siehe S. 62) selbst aus den Quellen kompilieren kann – denn bestimmte Teile der Firmware-Quellen gibt Microsoft nicht frei, zumindest bisher. Doch lobenswert ist das Projekt allemal. Es zeigt aber auch, wie sehr die Hersteller proprietärer Firmware mittlerweile unter Druck stehen, Sicherheit und Vertrauen durch Transparenz zu stärken. Die Liste der Firmware-Pannen wird ja auch ständig länger.

Wenig rühmlich verläuft bisher der Anti-Intel-Feldzug von Microsoft, also die Entwicklung bei den ARM-Notebooks. Bisher sind nur die schnarchlahmen und überteuerten Klapprechner mit Qualcomm Snapdragon 835 zu haben, während der 845 schon in einer Reihe von Smartphones glänzt. Wieso die Notebookhersteller mit dem eng verwandten Snapdragon 850 nicht aus dem Quark kommen, bleibt rätselhaft. Keine Begeisterung

löst auch der angeblich nun auch für Windows-ARM-Rechner geeignete Spielbenchmark 3DMark 2.6 aus, denn er läuft gar nicht richtig. Das bestätigt Befürchtungen, dass auf ARM-Notebooks eben doch nur wenige Programme und Apps reibungslos laufen.

### Spectre-Stopfen

Mit Spannung erwartet wurde Intels neues Desktop-PC-Flaggschiff Core i9-9900K mit acht Kernen, der AMDs starken Ryzens ordentlich einheizt. Mit strammen 5 GHz Turbo-Takt liegt Intel vor allem in der Singlethreading-Performance vorne und bringt auch PC-Spiele auf Touren (siehe S. 100). AMD beklagte sich allerdings darüber, dass Intel manche Benchmarks vermurkst habe – im c't-Labor messen wir aber ohnehin anders.

Wichtiger ist da schon, dass Intel bei den neuen Octa-Cores genau wie bei den „Whiskey Lake“-Mobilchips zwei Spectre-Sicherheitslücken gestopft hat. Vor Meltdown (alias GPZ V3) und der Spectre-NG-Lücke L1 Terminal Fault (L1TF) schützen jetzt Hardware-Änderungen. Die restlichen Spectre-Lücken schließen wie bei älteren Prozessoren Microcode-Updates und Updates für Betriebssysteme.

### Doch keine Chip-Wanzen?

Im Fall der angeblichen chinesischen Hardware-Implantate auf Supermicro-Serverboards zwecks Spionage gibt es noch immer keine Klarheit. Bloomberg bleibt bei der Darstellung, über die wir in c't 22/2018 berichtet haben, die angeblich betroffenen Firmen und vor allem Supermicro dementieren aber weiterhin. Beistand kommt vom Department of Homeland Security der USA: Man habe keine Beweise für die angeblichen Chip-Wanzen. Auch Apple-Chef Tim Cook verlangt, dass Bloomberg den Bericht zurückzieht. (ciw@ct.de) **ct**

**Das ASML-Lithografiesystem Twinscan NXE:3400B arbeitet mit 13,5-Nano-meter-Licht aus einer Zinn-Plasmaquelle.**



Bild: ASML

## Industrie-PC mit Core i-8000 oder Xeon E-2000

Die Firma ICO stellt einen **Industrie-PC im Rack-Einschubgehäuse** mit aktueller Intel-Technik vor: Im Controlmaster 1016 steckt ein Mainboard für Coffee-Lake-Prozessoren mit bis zu sechs Kernen. Mit einem Core i7-8700, 8 GByte RAM und einer 240-GByte-SSD kostet das Gerät rund 1300 Euro. Auf Wunsch baut ICO auch schwächere und billigere Prozessoren oder bis zu 64 GByte RAM sowie mehrere SSDs und Festplatten ein. ICO ver-

spricht dafür Lieferzeiten von unter einer Woche. Das Gehäuse belegt vier Höhen-einheiten (4 HE) und bietet Platz für je drei PCI- und PCIe-Steckkarten. Staubfilter und eine verschließbare Klappe vor den Laufwerkskäfigen schützen das Innenleben. Außer 11 USB-Buchsen, davon 3 × USB 3.0 und 4 × USB 3.1, stehen auch noch alte Schnittstellen wie RS-232, RS-485 und PS/2 bereit. Fürs LAN gibts zwei Gigabit-Ethernet-Ports. (ciw@ct.de)



Im Industrie-PC ICO Controlmaster 1016 sitzt ein Mainboard für Intels jüngste Coffee-Lake-Chips.

## ARM-SoC mit KI-Beschleuniger

Renesas bringt Prozessoren für Embedded Systems mit eingebauten KI-Beschleunigern vor allem für die Bildverarbeitung auf den Markt. In der Baureihe Renesas RZ/A2M sitzt außer dem 32-Bit-Kern ARM Cortex-A9 mit NEON-Erweiterung und 528 MHz auch ein **dynamisch rekonfigurierbarer Prozessor** (DRP). Er soll KI-Aufgaben wie die Erkennung von Objektkanten in Bilddaten um den Faktor 10 bis 100 schneller erledigen als die CPU; Renesas spricht von embedded Artificial Intelligence (e-AI). Im Chip integriert ist auch ein 2D-Bildprozessor, an den sich ein Kamera-

chip per MIPI CSI anschließen lässt. 4 MByte integriertes SRAM nehmen die Bilddaten auf. Der Chip kann von unterschiedlichen Speichermedien booten, darunter eMMC, ONFI-Flash und RAM-Flash-Kombichips wie HyperFlash und OctaRAM. Eine Fülle von Schnittstellen lassen sich nutzen, um Daten weiterzuleiten, darunter I<sup>2</sup>C, SPI, CAN-Bus, USB und Fast Ethernet. Renesas stellt eine Programmierumgebung, Code-Beispiele und verschiedene Entwickler-Kits bereit. Die Baureihe der e-AI-Chips soll in den kommenden Jahren weiter wachsen. (ciw@ct.de)

Renesas-Entwicklerplatine mit e-AI-Chip RZ/A2M, der einen rekonfigurierbaren KI-Prozessor enthält.



Anzeige

# Core-X-Prozessoren mit bis zu 18 Kernen

Intel aktualisiert im November die High-End-Plattform LGA2066 mit Prozessoren der Serie Core i9-9000X, die gegen AMDs Threadripper 2000 antreten. Die sieben CPUs mit 8 bis 18 Kernen eignen sich für anspruchsvolle Aufgaben wie Videoschnitt und Rendering, bei denen viele Threads parallel rechnen. Im Vergleich zur Vorgängergeneration Core i7-7000X ändert sich recht wenig: Die Taktfrequenzen steigen abhängig vom Modell zwischen 100 und 400 MHz. Der maximale Turbotakt beträgt mit Ausnahme des Zehnkerners Core i9-9820X (4,2 GHz) nun einheitlich 4,5 GHz.

Bei den Rechenwerken kommt weiterhin die Skylake-X-Architektur der eng verwandten Server-Prozessoren Xeon SP mit 14 nm Strukturgröße zum Einsatz. Die einzelnen Kerne kommunizieren im Unterschied zu den LGA1151v2-Prozessoren der neunten Generation (siehe S. 100) nicht per Ring-Bus miteinander, sondern sind in einem Gitter zusammen mit den Speicher-Controllern und den PCI-Express-Root-Hubs angeordnet und

verwenden für den Datenaustausch ein Mesh.

Die Zahl der PCIe-3.0-Lanes beschneidet Intel bei den neuen Core-X-Prozessoren nicht mehr künstlich. Alle CPUs steuern 44 PCIe-3.0-Lanes sowie über vier Speicherkanäle maximal 128 GByte DDR4-2666-RAM an. Sie laufen nach einem BIOS-Update auf LGA2066-Mainboards mit X299-Chipsatz. Einen neuen Chipsatz gibt es für das Skylake-X-Refresh nicht.

Für Hardware-Enthusiasten mit sehr viel Geld bringt Intel im Dezember einen

übertaktbaren Xeon-Prozessor mit 28 CPU-Kernen und 56 Threads. Der Xeon W-3175X mit 3,1 GHz (Turbo: 4,3 GHz) und 255 Watt Thermal Design Power benötigt ein Mainboard mit der Fassung LGA3647. Einen Preis hat der Chiphersteller bis Redaktionsschluss nicht verraten. Vergleichbare Xeon-Platinum-Prozessoren mit 28 Kernen kosten über 8000 Euro. Passende Boards mit 36 cm Kantenlänge und 12 DIMM-Slots bieten Asus (ROG Dominus Extreme) und Gigabyte (SKL-SP15) an. (chh@ct.de)

## Core i-9000X, Skylake-X Refresh, 14 nm, LGA2066, Quad-Channel DDR4-266

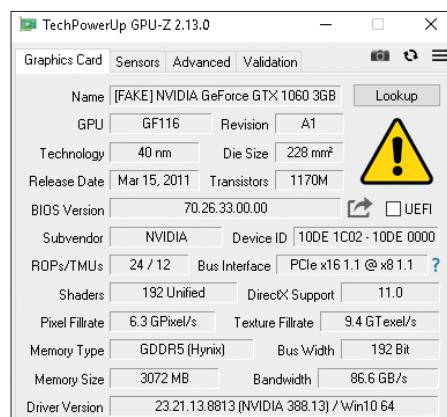
Prozessor	Takt / Turbo	Kerne / Threads	L3-Cache	PCIe-3.0-Lanes	TDP	Preis
Core i9-9980XE	3,0 / 4,5 GHz	18 / 36	24,75 MByte	44	165 W	2100 €
Core i9-9960X	3,1 / 4,5 GHz	16 / 32	22 MByte	44	165 W	1800 €
Core i9-9940X	3,3 / 4,5 GHz	14 / 28	19,25 MByte	44	165 W	1500 €
Core i9-9920X	3,5 / 4,5 GHz	12 / 24	19,25 MByte	44	165 W	1300 €
Core i9-9900X	3,5 / 4,5 GHz	10 / 20	19,25 MByte	44	165 W	1100 €
Core i9-9820X	3,3 / 4,2 GHz	10 / 20	16,5 MByte	44	165 W	900 €
Core i7-9800X	3,8 / 4,5 GHz	8 / 16	16,5 MByte	44	165 W	650 €

# Gefälschte GeForce-Grafikkarten erkennen

In c't 22/2018 haben wir über gefälschte Grafikkarten berichtet, die auf der Online-Plattform eBay als Nvidia GeForce GTX 1060 angeboten werden. Statt aktueller Technik sitzen auf den vermeintlichen

Schnäppchen Uralt-Chips aus dem Jahre 2012, die nur einen Bruchteil der Leistung liefern. Damit der Betrug im Grafiktreiber oder im Gerät-Manager nicht auffällt, haben die Fälscher die Produktbezeichnung im Grafikkarten-BIOS manipuliert.

Mit der aktuellen Version 2.13.0 der Diagnose-Software GPU-Z können Sie solche Fälschungen aufdecken (siehe ct.de/yars). Sie meldet bei solchen Karten den vorgetäuschten Namen mit dem Zusatz „[FAKE]“. Dafür vergleicht das Windows-Programm, ob die verwendete GPU zur Bezeichnung passt. Auf den von uns gekauften gefälschten GeForce GTX 1060 war beispielsweise ein GF116-Chip aufgelöst, den Nvidia für die GeForce GTS 450 und GTX 550 Ti verwendete. Dies ist zudem die letzte GPU, bei dem die Manipulation des Grafikkarten-Typs im BIOS noch möglich war. (chh@ct.de)



Um manipulierte Grafikkarten zu enttarnen, hilft die Diagnose-Software GPU-Z.

GPU-Z herunterladen: [ct.de/yars](http://ct.de/yars)

# Koppelbare Netzteile

Die PC-Netzteile der Serie Revolt Pro von Phanteks lassen sich zu zweit zusammenschalten, um so die Ausgangsleistung zu steigern. Zudem übernimmt bei Ausfall eines Netzteil das andere die komplette Spannungsversorgung der PC-Komponenten. Um sie zu koppeln, verbindet man die Revolt Pro mit einem 24-Pin- und 8-Pin-Stromkabel.

Erhältlich sind die Phanteks Revolt Pro mit 850 Watt und 1000 Watt Leistung. Zur Ausstattung zählen unter anderem Kabel-Management, drei Molex-, vierzehn SATA- sowie acht 6+2-PEG-Anschlüsse für Grafikkarten. Die Kühlung der Netzteile übernimmt jeweils ein 13,5-cm-Lüfter, der entweder dauerhaft läuft oder auf Knopfdruck unter 40 Prozent Last stoppt. Inklusive 12 Jahren Herstellergarantie kosten die 80-Plus-Gold zertifizierten Revolt-Pro-Netzteile von Phanteks 130 (850 W) und 160 Euro (1000 W). (chh@ct.de)

# Schnellere und größere SSDs von Samsung

Samsung hat seine Pläne für kommende SSDs vorgestellt. Dabei ging es vor allem um Server-Laufwerke, aber auch kleine Häppchen für den Desktop fielen ab. Wichtige Bausteine sind TLC-NAND mit 96 Lagen, QLC-Flash und PCIe 4.0.

Die Oberklasse-SSD PM1733 erhält mit PCIe 4.0 ein schnelleres Interface, zudem beherrscht sie den Dualport-Betrieb an zwei Controllern für eine erhöhte Ausfallsicherheit. Samsung verspricht bis zu 8 GByte/s bei sequenziellen Zugriffen. Auch die mit dem latenzarmen



Im August hat Samsung den Produktionsstart seiner ersten QLC-SSD vermeldet. Nun sollen weitere folgen.

Z-NAND ausgestatteten U.2-SSDs SZ1733 und SZ1735 werden mit PCIe 4.0 angebunden, Samsung nutzt hier weiterhin seinen auf Geschwindigkeit optimierten SLC-Flash-Speicher. Die SSDs sollen bei sequenziellen Zugriffen bis zu 12 GByte/s erreichen.

Die Server-SSD PM983a soll durch den neuen TLC-Speicher mit nun 96 Lagen im Vergleich zur PM983 mehr Leistung bieten, die Kapazität der M.3- a.k.a. NF1-SSD verdoppelt sich auf maximal 16 TByte. Auch die SAS-SSD PM1643a erreicht durch den neuen Speicher eine rund 20 Prozent höhere Schreibleistung wie der Vorgänger PM1643, die Kapazität bleibt jedoch bei 30,72 TByte.

Samsung hat zudem eine neue Reihe von SSDs mit QLC-Speicher genannt, ohne jedoch auf technische Details einzugehen. BM1733 und BM9A3 sind Enterprise-SSDs mit PCIe, die BM1653 arbeitet mit SAS-Anschluss. Dazu gesellt sich die BGA-SSD BM991. Für Desktop-PCs und Notebooks erwähnte Samsung zudem die QLC-SSDs 860 QVO (SATA) und 980 QVO mit PCIe-Anschluss, außerdem bekommen die NVMe-SSDs PM981 und 970 Evo ein Update mit dem 96-Lagen-TLC-Speicher und heißen dann PM981a beziehungsweise 970 Evo Plus. (ll@ct.de)

## Kurz & knapp

Im vergangenen Quartal wurden **rund 100 Millionen Festplatten** verkauft, etwa gleich viele wie im zweiten Quartal. Das geht aus einer Analyse des Marktforschungsinstituts Trendfocus hervor. Während die Verkäufe bei Desktop- und Notebook-Laufwerken nahezu auf dem gleichen Stand blieben, mussten die Hersteller einen leichten Rückgang bei den Server-Laufwerken hinnehmen.

Utimaco und DriveLock entwickeln gemeinsam die **Verschlüsselungssoftware Utimaco DiskEncrypt für Festplatten und SSDs unter Windows 10 im UEFI-Modus**. Die Verschlüsselung bindet eine Smartcard ein und wird zusammen mit dem BSI für die Geheimhaltungsstufe „Verschlussache – nur für Dienstgebrauch“ (VS-NfD) zugelassen.

Die US-Firma Raptor Computing entwickelt ein **Micro-ATX-Mainboard Blackbird mit offener Firmware für einen IBM POWER9** mit vier oder acht Kernen. Es nimmt zwei DDR4-Speichermodule auf, hat vier SATA-Ports und zwei PCIe-4.0-Steckplätze (x16/x8). Preis und Liefertermin sind noch unbekannt.

Anzeige



# Doppelt gefährlich

## Wie ein Double-Spend-Bug die Existenz des Bitcoin gefährdete

**Kryptogeld zu kopieren ist einfach, es sind ja nur herkömmliche Binärdaten. Die Bitcoin Nodes verhindern jedoch, dass man Geld mehr als einmal ausgibt – normalerweise. Ein jetzt behobener Bug ermöglichte es für über ein Jahr, Bitcoins mehrfach zu benutzen – und gefährdete sogar die Existenz der Kryptowährung.**

Von Mirko Dölle

Bei Bargeld sorgen aufwendige Drucktechniken, diverse Sicherheitsmerkmale und nicht zuletzt die Seriennummer jeder Banknote dafür, dass niemand einen Geldschein kopieren und dann mehrfach ausgeben kann. Bei Kryptowährungen lassen sich Kopien nicht verhindern, es han-

delt sich schließlich um ganz normale Binärdaten in Dateien. Dort sorgen die Blockchain und die Bitcoin Nodes dafür, dass niemand virtuelles Geld doppelt ausgibt. Doch genau diese Überprüfung der Node- und Client-Software Bitcoin Core enthielt für über ein Jahr lang einen Fehler, der es möglich machte, Bitcoins mehrfach auszugeben.

Um zu verstehen, wie solche „Double Spends“ bei Bitcoin und den meisten anderen Kryptowährungen normalerweise verhindert werden, muss man sich die Funktionsweise von Wallets und Bitcoin-Adressen genauer ansehen. Die weit verbreitete Vorstellung, ein Wallet oder eine Adresse seien virtuelle Konten und die Blockchain ein Kassenbuch, hilft hier nicht weiter. Viel mehr Ähnlichkeit haben Bitcoin-Adressen und die Blockchain mit Schecks und einem Scheckbuch – das Wallet ist nur die Geldbörse, in der man seine Schecks aufbewahrt, bis man sie verwendet.

Kauft man sich zum Beispiel Bitcoins, so erhält man für sein Bargeld einen Scheck über einen bestimmten Betrag in Bitcoin. Wie Bargeld besitzen auch Schecks eine Seriennummer – bei den Bitcoin-Schecks ist das die Bitcoin-Adresse. Will man die Bitcoins ausgeben, stellt man einen neuen Scheck über den entsprechenden Betrag aus und reicht ihn zusammen mit dem alten Scheck bei den Bitcoin Nodes ein. Im globalen Scheckbuch, der Blockchain, wird dann die Seriennummer des alten Schecks als verbraucht notiert und der Betrag und die Seriennummer des neuen Schecks für jedermann sichtbar aufgeschrieben. Solche noch nicht verbrauchten Schecks bezeichnet man als „Unspent Transaction Outputs“, kurz UTXOs.

### Ganz oder gar nicht

Genau wie bei Bar- oder Verrechnungsschecks gibt es auch bei Bitcoin keine Möglichkeit, nur Teilbeträge zu verwenden: Es wird stets der Gesamtbetrag eingelöst, wenn man einen Scheck einreicht. Es lassen sich aber problemlos mehrere neue Schecks ausstellen – vorausgesetzt, dass der Gesamtbetrag der neuen Schecks den Betrag der eingelösten nicht übersteigt. Man transferiert also den gewünschten Betrag auf die Bitcoin-Adresse des Empfängers und den Rest auf eine andere, eigene Bitcoin-Adresse. Bleibt Geld übrig, kassieren das die Miner, die die Transaktion letztlich verarbeiten – das ist die Transaktionsgebühr (Fee).

Um herauszufinden, über welche Höhe ein Bitcoin-Scheck einmal ausgestellt wurde, genügt ein Blick ins Scheckbuch, die Blockchain. Die Aufgabe der Bitcoin Nodes ist, bei eingehenden Transaktionen zu überprüfen, dass der Gesamtbetrag der neu ausgestellten Schecks den der eingereichten nicht übersteigt – andernfalls wird die Transaktion abgelehnt. War die Prüfung erfolgreich, leiten die Nodes die Transaktion an die Mem-Pools der Miner zur Verarbeitung weiter.

Die Miner ihrerseits melden neu gefundene Blöcke ebenfalls an die Bitcoin Nodes. Die Nodes überprüfen wiederum, ob alles mit rechten Dingen zuging, es sich also wirklich um einen gültigen Block mit korrekten Transaktionen handelt. Ist alles in Ordnung, hängen sie den neuen Block an ihre lokale Blockchain an und melden den Block auch an andere Nodes sowie die Bitcoin Clients der Anwender weiter.

Die Bitcoin Nodes bilden also das Rückgrat des Bitcoin. Sie stellen sicher, dass niemand betrügt. Deshalb sind Bugs in den Verifizierungsroutinen, wie einer in den Bitcoin-Core-Versio-nen 0.14 bis 0.16.2 enthalten war, besonders kritisch. Erschwerend hinzu kommt, dass fast 90 Prozent aller Nodes mit Bitcoin Core arbeiten – es sich also quasi um eine Monokultur handelt.

Ausgenutzt wurde der Bug jedoch nicht, denn er betraf nur eine ganz bestimmte Fallkonstruktion. Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten, Bitcoins doppelt auszugeben: Man verwendet den Bitcoin-Scheck und eine Kopie bei zwei verschiedenen Transaktionen oder man reicht den Bitcoin-Scheck und die Kopie bei ein und derselben Transaktion doppelt ein. Außerdem kann eine solche Transaktion von einem Anwender bei einem Node eingereicht werden, oder sie ist in einem neuen Block enthalten, den ein Miner gefunden hat.

Der jetzt behobene Fehler in Bitcoin Core betraf nur den Fall, dass ein Miner einen Block mit einer Transaktion meldet, in der ein Bitcoin doppelt ausgegeben wird. Während Bitcoin Core 0.14 kurzerhand abstürzte, wodurch der Node lahmgelegt worden wäre, akzeptierten Bitcoin Core 0.15 bis 0.16.2 solche Blöcke als einwandfrei.

Um die Lücke auszunutzen, hätte ein Angreifer über eine stattliche Mining-Farm verfügen müssen – groß genug, um in einem überschaubaren Zeitraum von einigen Tagen einen mit Double Spends präparierten Block als Erster weltweit zu generieren. Die Hürde war also erheblich und die Erfolgssaussichten begrenzt. Außerdem finden sich in der Blockchain im fraglichen Zeitraum keine Blöcke, die illegale Double Spends enthalten. Deshalb ist klar, dass der Bug von niemandem ausgenutzt wurde – glücklicherweise.

## Bitcoin am Abgrund

Denn die eigentliche Gefahr war nicht, dass sich ein Angreifer hätte Geld erschleichen können – sondern dass die Blockchain seit der Veröffentlichung von Bitcoin Core 0.15.0 im September 2017 illegale Blöcke enthalten haben könnte, ohne dass dies jemand bemerkt hat. Da jeder Folgeblock eine Referenz des vorherigen Blocks enthält, wäre es unmöglich, solche fehlerhaften Blöcke nachträglich zu korrigieren: Illegale Blöcke können gemäß der geltenden Regeln kein Teil der Blockchain sein. Also sind auch alle darauffolgenden Blöcke illegal, die sich auf einen illegalen Block beziehen. Schlimmstenfalls hätten über 50.000 Blöcke verworfen werden müssen – die darin verarbeiteten Abermillionen Transaktionen hätten niemals stattgefunden.

Da es aber auch keinen parallelen Zweig aus dem September 2017 gibt, der bis heute fortgeführt wurde, hätte der gesamte Bitcoin-Zahlungsverkehr um ein Jahr zurückgedreht werden müssen. Sämtliche Transaktionen des vergangenen Jahrs wären hinfällig, alle Käufe und Verkäufe nicht erfolgt, reihenweise würden Kryptobörsen Pleite gehen – und die Blockchain hätte für alle Zeiten eine Lücke von zwölf Monaten statt der sonst üblichen zehn Minuten. Das Vertrauen in Bitcoin wäre grundlegend zerstört, ein Kursabsturz die unvermeidliche Folge – und der würde auch die Kurse aller anderen Kryptowährungen mit in die Abgrund ziehen.

## Zurückgedreht

Doch das ist noch immer nicht der Worst Case: Wenn 50.000 Blöcke verworfen würden, würde damit auch die Belohnung von derzeit 12,5 Bitcoin pro Block für die Miner wieder zurückgezogen. Die Mining-Farm-Betreiber würden



Anzeige

bis zu 3,5 Milliarden Euro verlieren – Geld, das sie für Strom und Hardware benötigen. Eine Pleite der großen Miner ließe sich kaum verhindern. Ohne die Miner kann der Bitcoin aber nicht überleben, und ohne Vertrauen in die Kryptowährung hat sie keinen Wert.

Die Bitcoin-Core-Entwickler haben aus diesem schweren, zum Glück nicht verheerenden Fehler gelernt, dass sie bei Änderungen an den Verifizierungsalgorithmen sehr viel gründlicher vorgehen und alle Randeffekte überprüfen müssen. Auch sollen die Testszenarien, die jedes neue Release von Bitcoin Core durchläuft, um einige Sonderfälle erweitert werden. Denn Fehler wird es auch in Zukunft geben und man muss sie unbedingt rechtzeitig finden. Bei einer Marktkapitalisierung von 100 Milliarden Euro für Bitcoin und gut 160 Milliarden Euro für Kryptowährungen insgesamt steht einfach zu viel auf dem Spiel. (mid@ct.de) ct

# Von DNS-Streit und Adressverbrennung

**DNS over HTTPS im Browser könnte für eine weitere Zentralisierung des Internets sorgen und das unbedachte Zweckentfremden von IPv6-Adressbits eine verfrühte Verknappung einleiten, lauteten zwei wesentliche Warnungen auf dem Kongress RIPE77.**

Der Browserhersteller Mozilla (Firefox) und der Content-Delivery-Dienstleister Cloudflare wollen DNS over HTTPS (DoH) etablieren. In den Browser integriert soll DoH **Adressanfragen für Domains auf dem Transportweg vor Schnüfflern schützen**. Vertreter von Cloudflare bezeichneten den Schritt auf dem RIPE77-Treffen der europäischen Adressverwal-

tung RIPE als Verzweiflungstat, weil sich die Internetgemeinde mit der Einführung der alternativen Technik DoT (DNS over TLS) zu viel Zeit gelassen habe.

Sollte Google mit seinem Chrome-Browser einsteigen und ab Werk DoH mit den eigenen DNS-Servern als voreingestellter Gegenstelle sprechen, könnte das zu einer weitergehenden, ungesunden Zentralisierung des DNS-Verkehrs führen. Die DoT-Verfechter mahnten ferner, dass sich Firmen-Admins gewahr werden müssten, dass DoH ihre internen DNS-Resolver umgeht, die Zugriffe auf eigene Dienste aus dem internen Netz auf interne Adressen anstelle der öffentlichen umlenken.

Auch bei IPv6 gibt es Reibereien: Die enorm große Zahl möglicher Adres-

sen –  $2^{128}$ , ausgeschrieben 340 282 366 920 938 463 463 374 607 431 768 211 456 – verleiht die internationalen Adressverwalter zu großzügiger Zuteilung. Das wiederum inspiriert die Empfänger, Teile der Adressen für andere Dinge als das essenzielle Routing zu missbrauchen, beispielsweise zum Kodieren von Hierarchieebenen oder Telefonnummernplänen.

Davor warnte der IPv6-Experte Benedikt Stockebrand: „Die vielen IPv6-Adressen zu verbrennen, dauert. Bits verbrennen geht dagegen schnell“ (siehe [ct.de/ygbq](http://ct.de/ygbq)). Jedes einzelne nicht zur Adressierung verwendete Bit halbiert das nutzbare Adressvolumen, 8 Info-Bits lassen es folglich auf ein 256stel oder mickrige 0,39 Prozent zusammenschrumpfen. In einem vermeintlich harmlosen, kleinen Schritt verdampft ein IPv6-Netzbetreiber so gleich enorme 99,6 Prozent des ihm zugeordneten Adressraums. Das wiederum würde ihn nötigen, schneller als geplant weitere Zuteilungen zu beantragen.

So könnte eine Adressknappheit wie bei IPv4 bei IPv6 schon in 40 statt 80 Jahren eintreten. Stockebrand rät zu flacheren Hierarchien in den Adressierungskonzepten und zum Verzicht darauf, nichts fürs Routing unverzichtbare in der IPv6-Adresse zu kodieren.

(Monika Ermert/ea@ct.de)

**DoH vs. DoT, IPv6-Adressverbrennung:**  
[ct.de/ygbq](http://ct.de/ygbq)

The slide is titled 'DoH Status' and includes the following information:

- Standalone:**
  - Servers:** cloudflare (<https://cloudflare-dns.com/dns-query>), Google (<https://dns.google.com/experimental>), quad9 (<https://dns.quad9.net/dns-query>).
  - Moziflare:** -10 other test servers.
- Large Scale:**
  - Client:** Firefox config option, Chrome/Bromium.
  - Servers:** dnsdist (WIP), Knot resolver (patches), Cloudflare experimental.

Bottom right: It's DNS Jim, but not as we know it!

**DNS over HTTPS im Browser soll Domain-Adressanfragen vor dem Ausspähen auf dem Transportweg zwischen PC und DNS-Server schützen.**

Bild: Sara Dickinson, Sindun, ct.de/ygbq

## Kurz & knapp: Netze

Lancom Systems führt mit **LCOS 10.20** die verbesserte WLAN-Verschlüsselung

**WPA3** ein. Außerdem hat die jetzt für „alle aktuellen Access-Points und WLAN-Router“ bereitstehende Firmware das Routing-Protokoll LISP gelernt (c't 3/2017, S. 136).

Der Chipsetsteller Qualcomm hat die ersten **Bausteine für 60-GHz-WLAN** nach dem kommenden IEEE-Standard 802.11ay vorgestellt: Zwei Chips (QCA6438 und 6428) sollen in Basen Dienst tun, die Geschwister QCA6421 und 6431 in Mobilgeräten. Die Bausteine funken nach einem Entwurf, denn 802.11ay wird

voraussichtlich erst im Herbst 2019 als Norm ratifiziert.

Auf [www.traccar.org](http://www.traccar.org) ist die **Version 4.1 des Tracking-Servers Traccar** erschienen (c't 6/2018, S. 112). Sie verbessert die Kompatibilität mit MySQL, bringt Push-Nachrichten per Firebase mit und hat neue GPS-Protokolle gelernt (Wristband, MilesMate, Anytrek, SmartSole, ITS).

Synology stellt seinem Breitband-Router RT2600ac (Test in c't 9/2017, S. 53) den 135 Euro teuren Kompagnon MR2200ac zur Seite. Mit der frisch erschienenen Firmware SRM 1.2 arbeitet ein Gespann

aus RT2600ac und einem oder mehreren MR2200ac als **Mesh-WLAN-System**, sogar schon mit Unterstützung der verbesserten WLAN-Verschlüsselung WPA3.



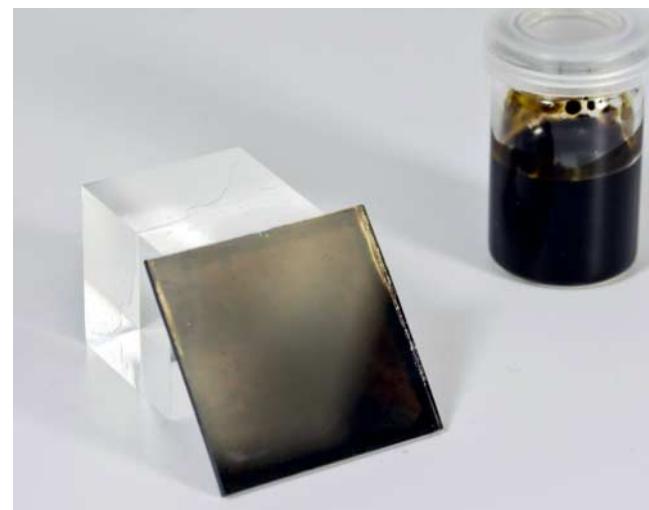
Anzeige

## Energiesammler für mobile IT

**Folie, die Wärme in Strom wandelt, kann Sensoren und Mobilanwendungen speisen. Flüssige Polymere vereinfachen nun den Aufbau flexibler Elektronik.**

Aus Wärmeunterschieden Strom zu gewinnen, dazu dienen thermoelektrische Generatoren. Die Ingenieure des Fraunhofer IWS in Dresden haben nun ein flüssiges, n-leitendes Polymer entwickelt, das

sich drucken oder sprühen lässt. So entstehen hauchdünne Schichten, wenige Tausendstel Millimeter dick. „Damit aufgebaute elektronische Bauteile bieten viele Chancen. In der Kleidung könnten sie bei kalten Außentemperaturen Strom liefern“, sagt Lukas Stepien, der gemeinsam mit Dr. Roman Tkachov die Entwicklung betreut. Schwer zugängliche Fabrikssensoren würden damit Abwärme aus Rohren und Leitungen nutzen.



Mit verflüssigten, leitfähigen Polymeren lassen sich feine Schichten auf verschiedenen Oberflächen erzeugen.

Das Polymer der Dresdner weist negative Ladungsträger auf und gilt daher als n-leitend. Andere leitfähige Polymere haben einen Ladungsträgertyp mit positiver Ladung (p-leitend); sie können schon länger aus der Flüssigkeit verarbeitet werden. Erst in der Kombination von n- und p-leitendem Material lassen sich im komplexen Aufbau elektronische Bauteile wie Transistoren oder thermoelektrische Generatoren herstellen, auf Trägermaterial gedruckt oder durch Schablonen gesprührt. Der Wirkungsgrad thermoelektrischer Generatoren ist von der Temperaturdifferenz abhängig, das spricht für den Einsatz wärmeisolierender Polymere.

Noch allerdings zersetzt sich der neue Polymerfilm ab etwa 100 Grad Celsius und die thermoelektrischen Generatoren der Dresdner wandeln nur bis zu sechs Prozent der Wärmemenge in elektrischen Strom um. Sollten die Einsatzmöglichkeiten gesteigert werden, haben auch Autohersteller bereits ihr Interesse signalisiert, wie die Dresdner Forscher berichten. Beschichtete Motoren könnten dann bisher aufwendig weggekühlte Abwärme elektrisch wiederverwerten und so den Verbrauch senken. (agr@ct.de)

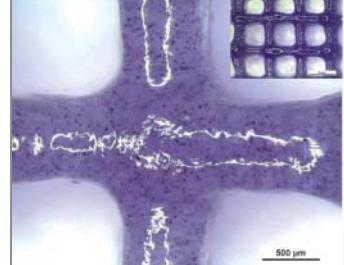
## Nanopartikel markieren Bioprints

Per Bioprinting, 3D-Druck mit Körperzellen, soll in Zukunft erkranktes oder zerstörtes Gewebe von Patienten ersetzt werden. Bei gedrucktem Knorpel- oder Drüsengewebe handelt es sich um Biomaterialien mit eingebetteten, zuvor gezüchteten menschlichen Zellen. Wichtig für deren Überleben ist die Durchblutung und damit eine kontinuierliche Sauerstoffversorgung.

Jetzt lässt sich der lokale Sauerstoffgehalt im künstlichen Gewebe leicht erkennen und auch der Sauerstoffverbrauch der Zellen beobachten. Dafür setzt ein Forscherteam der TU Dresden dem Druckmaterial Nanopartikel zu, die durch Licht spezieller Frequenzen angeregt rot aufleuchten. Die umgebende Sauerstoffkonzentration stärkt die Intensität des Leuchttens. Nur mit Sauerstoff können in künstlichem Gewebe zum Beispiel Zellen der Bauchspeicheldrüse gedeihen, Insulin produzieren und in Zukunft sogar funktionierende Organe entstehen. (agr@ct.de)

Das Leuchtpulver ausgedienter Energiesparlampen könnte hierzulande als Quelle seltener Erden dienen. Die Projektgruppe BioKollekt am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf forscht dazu mit Viren, die Proteinsegmente ausbilden, welche sich beispielsweise fest an Terbium-Verbindungen anlagern. Werden diese Proteinbausteine nun an ein magnetisches Material geheftet, so lässt sich damit wertvolles Terbium aus einer Lösung fischen. Inzwischen können die Forscher mit einer ganzen Bibliothek von einer Milliarde Proteinsegmenten experimentieren und deren unterschiedliche Proteinsegmente nach Bedarf replizieren. So lassen sich in Zukunft unterschiedliche Stoffe rückgewinnen. Seltene Erden werden bislang fast ausschließlich in China abgebaut. (agr@ct.de)

## Eiweiße angeln seltene Erden



Bioprinting mit menschlichen Zellen: Ein hoher Sauerstoffgehalt lässt eingestreute Nanopartikel hell aufleuchten (rechts).

## Sonderheft: c't Admin

In kleinen Betrieben, in der Familie und im Freundeskreis wird häufig der zum IT-Fachmann gemacht, der sich am besten mit Technik auskennt. Das neue Sonderheft gibt genau diesen Gelegenheits-Admins im Small-Office und Home-Office (SOHO) Hilfestellungen im Umgang mit Netzwerk, Servern und PCs. Unter anderem führt es in Docker ein, gibt Tipps zur rechtlichen Situation und zeigt, wie Sie Dienste mit Let's Encrypt absichern. Das Heft kostet 12,90 Euro und ist ab sofort am Kiosk erhältlich.



Die digitale Version kann man für 9,99 Euro im heise shop unter [shop.heise.de](http://shop.heise.de) elektronisch beziehen. (ps@ct.de)

## Spezialausgabe: c't Retro 2018

Im neuen Retro-Heft streifen wir durch die wunderbare Welt der IT-Klassiker. Wir zeigen unter anderem, wie Sie Schätze vom Dachboden restaurieren, ein altes Wählscheibentelefon mit Ihrer Fritzbox verbinden oder neue Programme für den C64 schreiben.

Außerdem besuchen wir Retro-Clubs in ganz Deutschland und erinnern uns an die 80er-Jahre, als Karl Koch vermeintliche Pentagon-Geheimnisse an den KGB verkaufte und der CCC eine Sparkasse per Telefon ausraubte. Alle Artikel wurden von unseren Redakteuren mit viel Herzblut neu geschrieben. Am Kiosk finden Sie das Heft für 6,90 Euro, Abonnenten haben das Heft bereits.

Im heise shop können Sie zudem zwei Retro-T-Shirts erwerben, die das erste c't-Logo und den c't86 zeigen – unseren ersten Selbstbaurechner. Die T-Shirts kosten 15 Euro und können bis zum 8. November unter [shop.heise.de](http://shop.heise.de) vorbestellt werden.

(hag@ct.de)



Die c't-Retro-T-Shirts gibt es exklusiv im heise shop.



Anzeige

# Photoshop Elements und Premiere Elements 2019

**Adobe hat die Reihe seiner Heimanwenderprogramme für Bildbearbeitung und Videoschnitt mit neuen Assistenten für kreative Projekte ausgestattet.**

Die **Bildbearbeitung** Photoshop Elements 2019 zeigt beim Start Diashows und Fotocollagen, die das Programm mit Hilfe künstlicher Intelligenz selbstständig aus Fotos und Videos der persönlichen Bibliothek erstellt. Man kann allerdings auch Vorlagen verwenden, um selbst Collagen

zu gestalten, beispielsweise für Instagram-Posts. Darüber hinaus bringt das Programm Rahmenvorlagen für Grußkarten oder Fotoabzüge mit. Ein neuer Startbildschirm weist auf möglicherweise inspirierende Fotoprojekte, Hilfeartikel und Tutorials hin.

Insgesamt enthält Photoshop Elements mittlerweile 53 geführte Assistenten für Effektumsetzung, Farbkorrektur und andere Aufgaben. Mit einem neuen Assistenten für Memes kann der Anwender Fotos internettypisch um Text und

Rahmen ergänzen. Ein Assistent namens „Text aus mehreren Fotos“ erstellt Schriftzüge, bei denen jeder Buchstabe aus einem anderen Foto besteht. „Partielle Skizze“ verleiht Fotos eine künstlerische Anmutung, indem er das freigestellte Motiv in speziellen Looks namens „Bleistift“, „Buntstift“, „altes Papier“ oder „altes Foto“ gestaltet.

Das Videoschnittprogramm **Premiere Elements 2019** bringt jetzt 20 Assistenten mit. Der neue Effekt „Fensterscheibenüberlagerung“ erweckt den Eindruck, dass sich die Szene hinter einer Glasscheibe abspielt. Mit „Luma Fade-Videoüberblendungen“ lassen sich Farben nach und nach von dunkel nach hell einblenden. In einem Schnellmodus für geführte Schnittaufgaben arbeitet der Anwender in einem vereinfachten Szenenfenster. Das erleichtert das Zuweisen von Musik, Überblendungen, Texttiteln und Effekten.

Die Mac-Version von Premiere Elements 2019 importiert HEIF-Bilder beziehungsweise HEVC-Videos. Beide Programme kosten im Bundle 148,75 Euro. Einzelne sind sie für jeweils 98,77 Euro erhältlich. (akr@ct.de)



**Photoshop Elements 2019 erstellt selbstständig Fotocollagen und ergänzt Fotos um Bilderrahmen.**

## Corel MindManager 2019

Das **Mind-Mapping-Programm** MindManager 2019 ist mit neuen Visualisierungsmöglichkeiten wie einer 360-Grad-Ansicht der eigenen Projekte erschienen.

Die Funktion Smart Rules hilft, Aktionen auf Grund von festgelegten Eigenschaften zu automatisieren. Nach definierten Regeln ändert MindManager beispielweise Zweigsymbole oder setzt Fortschritts- und Prioritätenmarkierungen. Mit Smart Shapes lassen sich gruppierte Zweige bearbeiten, etwa um Prioritäten oder eine Entwicklung zu visualisieren. Außerdem stellt MindManager über 40 neue Farb- und Schriftkombinationen für Diagramme bereit.

Eine neue Tagging-Ansicht stellt Projektabschnitte im Stil einer Kanban-Tafel dar. Einzelne Zweige kann man darin per Drag & Drop von einer Spalte in eine andere ziehen. Insgesamt gibt es 15 neue Visualisierungsvorlagen, darunter Trich-

ter- und Matrix-Diagramme. Fertige Maps exportiert MindManager unter anderem als HTML5-Dokument.

MindManager 2019 ist ab sofort für Windows verfügbar und kostet 415,31 Euro (Upgrade 213,01 Euro). (akr@ct.de)



**Mit Smart Shapes kann man in MindManager 2019 über mehrere Abschnitte hinweg eine Entwicklung visualisieren.**

## Aurora HDR 2019

Skylum hat seine **HDR-Software** Aurora HDR in Version 2019 veröffentlicht. Für die KI-gestützte, automatische Bildoptimierung kennt die Software Einstellungen für Landschaft, Architektur, Reportage sowie Food- und Street-Fotografie.

Die neue Funktion HDR Smart Structure soll Kontrast, Tiefe und Definition mit einem Schieberegler bearbeiten, ohne Halos, Rauschen, Farbfehler oder Artefakte hervorzurufen. Die aus der Videobearbeitung bekannten Lookup-Tables lassen sich auch auf Bilder anwenden. Über die Aurora-HDR-Looks kann man mit einem Klick Farbeinstellungen namhafter Fotografen auf eigene Bilder übertragen.

Aurora HDR steht als selbstständige Anwendung für Windows und macOS oder als Plug-in für Photoshop und Lightroom sowie Apple Photos oder Aperture zur Verfügung. Das Programm kostet 99 US-Dollar. (akr@ct.de)

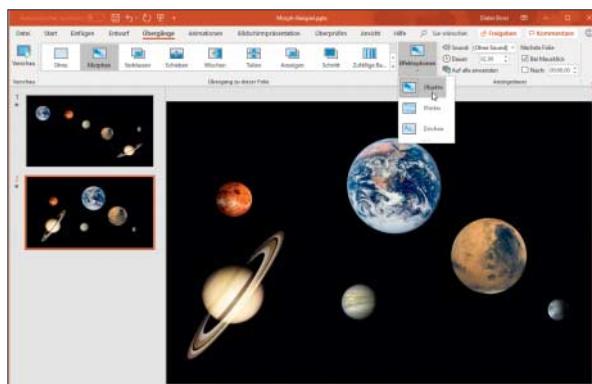
## MS Office 2019 im Handel

Mit der Kaufversion Office 2019 wendet sich Microsoft an Anwender, die kein Office-365-Abonnement abschließen wollen. Zum Paket gehören **Word**, **Excel**, **PowerPoint** und **Outlook**, aber kein One-Note mehr. In Office 2019 sind die wichtigsten Funktions-Updates eingeflossen, die Office-365-Anwender in den letzten drei Jahren bereits erhalten haben, darunter eine Vorlesefunktion in Word und Out-

look und neue Datenanalyse-Funktionen in Excel.

Office Home & Student 2019 mit Word, Excel und PowerPoint ist für 149 Euro erhältlich, Office Home & Business 2019 inklusive Outlook für 249 Euro. Die Standard- und Professional-Varianten bietet Microsoft nur als Volumenlizenz an. Office 2019 setzt Windows 10 beziehungsweise macOS 10.12 voraus. (db@ct.de)

Zu den wenigen Neuerungen in Office 2019 gehört auch das Morphen in PowerPoint, das Objekte von einem Startpunkt zu einem Ziel schweben lässt.



## ecoDMS 18

Das mehrbenutzerfähige **Dokumentenmanagement-System** ecoDMS ist in Version 18 erschienen. Es baut auf einen Webclient in responsivem Design statt der bisher propagierten ecoDMS-App. Laut Hersteller enthält er fast alle Funktionen des DMS einschließlich intelligenter Suchfunktionen und Filtervorlagen. Den vollen Funktionsumfang erschließt ein Client, den es aktuell nur für Windows gibt; Versionen für macOS, Ubuntu, Debian und Raspbian sind angekündigt.

Das neue Löschkonzept für personenbezogene Daten ist einerseits DSGVO-konform, andererseits revisionssicher im Sinne der GoBD. PDF-Dateien lassen sich jetzt mit Anmerkungen versehen, die im Volltextindex erfasst werden.

Für private Installationen mit maximal drei Anwendern ist ecoDMS kostenlos. Ansonsten zahlen Neukunden 89 Euro pro gleichzeitiger Sitzung; für Updates gelten Sonderregeln. (hps@ct.de)

Anzeige

# SolidWorks in der Extended-Reality-Welt

**Das CAD-Paket von Dassault Systèmes enthält in der 2019er-Ausgabe viele Neuerungen für sehr große Projekte. Dadurch kann man mit einer VR-Brille quasi in komplexe Konstruktionen eintauchen. Das hilft Entwicklern beim Entwurf und Verkäufern bei der Produktpräsentation.**

Neu im **3D-CAD-Paket Solidworks 2019** ist das Modul XR (Extended Reality). Damit lassen sich in Solidworks erstellte CAD-Dateien mitsamt Spezifikationen für

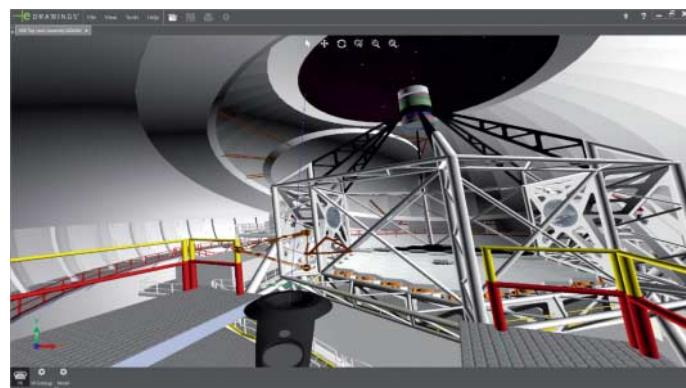
Beleuchtung, Kamerapositionen, Materialien und Aufkleber sowie Animationen für Bewegungsstudien veröffentlichen. Sie sollen sich mit Augmented- und Virtual-Reality-Brillen sowie in Web-Viewern betrachten lassen.

Schon während der Konstruktion stellt die Software Anwendern erweiterte Funktionen bereit, mit denen sie große Konstruktionen aus womöglich mehr als 100.000 Teilen überprüfen und zuverlässiger als bisher in Echtzeit sichten können. Laut Hersteller Dassault Systèmes können Konstrukteure bereits vor der Veröffent-

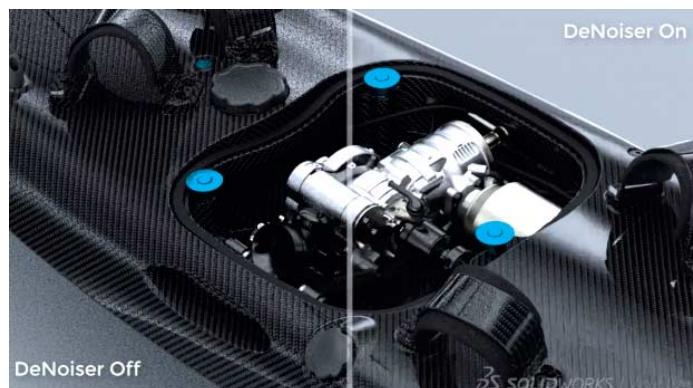
lichung interaktiv in ein Modell eintauchen und dieses aus allen Perspektiven inspizieren.

Für die konventionelle Betrachtung ohne VR können SolidWorks-Anwender auf aktuellen Microsoft-Surface-Geräten den Drehknopf Surface Dial auf ein CAD-Objekt setzen, um dieses zu bewegen oder zu zoomen.

Das soll mithilfe neuer Grafikroutinen mit OpenGL-4.5-Hardwarebeschleunigung auch dann ruckelfrei gerendert werden, wenn der Anwender sehr komplexe Modelle manipuliert. ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de))



SolidWorks XR lässt Anwender per VR durch große Konstruktionen wie die des 10-m-Teleskops in Maunakea schweben.



Das SolidWorks-Modul Visualize entrauscht gerenderte Grafiken mit Machine-Learning-Software von Nvidia.

## DipTrace 3.3 mit justierbaren Toleranzen

Beim **Platinenlayouter** DipTrace 3.3 kann man die Präzision für Arbeitsraster und für Maßangaben zu Platinenabmessungen und -details wählen. Diese fließen in exportierte Gerber- und ODB++-Ausgabedateien für die Baugruppenfertigung ein. Die Maße von Durchkontaktierungen und Anschlussflächen lassen sich im PCB- und Bibliothekseditor einblenden. Mit der Option „follow design rules“ können Anwender Leiterbahnen manuell routen und gleichzeitig sicherstellen, dass sie keine Entwurfsregeln verletzen. Außerdem beherrscht die Software neuerdings den Import von KiCAD-Dateien sowie den Export von Schaltplänen und Bibliotheken im Eagle-XML-Format.

DipTrace für Windows und macOS ist für Platinengrößen bis zu 300 Pins und

2 Layers kostenlos, darüber hinaus zu Preisen ab 65 Euro nutzbar. Zum Redaktionsschluss befand sich die Software noch in der erfahrungsgemäß kurzen Betaphase. (Mathias Poets/[hps@ct.de](mailto:hps@ct.de))



3D-Darstellung und -Export von DipTrace 3.3 profitiert von der einstellbaren Genauigkeit der Maßangaben.

## Kurz & knapp: Versions-Updates

Im **Simulationspaket** Matlab/Simulink 2018b ersetzt die neu entwickelte Deep Learning Toolbox die Neural Network Toolbox. Mit dem Matlab Deep Learning Container sollen sich neuronale Netze auch in der Cloud trainieren lassen.

Mit dem **Platinenlayouter** Eagle 9.2 kann man digitale Baugruppen im Rahmen von XSPICE-Modellen simulieren.

Ein Update auf Version 5.0.1 des **Open-Source-PCB-Editors** KiCAD soll einige kritische Fehler bereinigen. Einen „Last-minute-Bug“ im Importfilter für Eagle-Schaltpläne wollen die Entwickler im nächsten Release beheben.

# Vielfältige Cloud-Abläufe

Unternehmen, die ihre Prozesse in einer Cloud oder einer Multicloud-Umgebung laufen lassen, benötigen spezielle Software, um diese Abläufe zu koordinieren. Viele Softwarehäuser bieten Werkzeuge an, mit denen sich die Nutzung mehrerer Webdienste gemeinsam überwachen und analysieren lässt, mit denen man die Zugriffsrechte für alle Dienste administrieren und die Datenbestände synchron halten kann.

Anwender der jüngsten Version des **SAP Data Hub** können Webdienste besser als zuvor mit einem Metadatenkatalog überwachen und verwalten. Der Data Hub dient als zentrales Cockpit für den Umgang mit verteilten Daten im offenen Framework von SAPs HANA Management Suite. Außerdem lässt sich der Hub neuerdings zusammen mit Anwendungen innerhalb eines Cisco-Containers installieren, den man in Public Clouds oder auf einem Server vor Ort betreibt.

IBM hat mit dem **Multicloud Manager** ein Werkzeug herausgebracht, das Unternehmen helfen soll, bislang auf lokalen Servern betriebene Anwendungen in öffentliche und private Clouds zu verlagern.

Mit der Herbst-Ausgabe der **Talend Data Fabric** integrieren sich heterogene Datenbestände nahtlos auch in komplexe Multicloud-Umgebungen. Der neu eingeführte Datenkatalog dient Unternehmen als zentrale Instanz, um alle verfügbaren Informationen ausfindig zu machen und sicher zu verwalten. Das aktuelle Talend-Release soll außerdem Machi-

ne-Learning-Algorithmen erheblich schneller ausführen.

Die **Celonis Intelligent Business Cloud** agiert außer als Arbeitsspeicher für Unternehmensprozesse auch als Process-Mining-Werkzeug: Ihre Action Engine erfasst alle in der Cloud und in angeschlossenen Anwendungen, etwa von SAP, Oracle oder Salesforce ausgelösten Events und analysiert die Bearbeitungszeiten auf Terminüberschreitungen und Resourcen-Engpässe.

Steuerberater können in der **DATEV Cloudbox** Datenräume für ihre Mandanten einrichten, damit diese nach einer Zwei-Faktor-Authentifizierung Dokumente dort speichern, auf Viren überprüfen lassen und mit dem Steuerberater austauschen können. Sowohl Steuerberater als auch Mandanten können individuelle Zugangskonten für Sachbearbeiter mit unterschiedlichen Berechtigungen einrichten, sodass der Webspeicher gleichermaßen für operative und steuerliche Vorgänge nutzbar ist. (hps@ct.de)



SAPs Metadata Explorer gibt Auskunft über alle in der Cloud laufenden Prozesse.

Anzeige

## Kurz & knapp: Unternehmens-Software

In der „App-Factory“ der **Kontakt- und Prozessdatenbank** von orgAnice können Anwender per Drag & Drop offline-fähige, native iOS- und Android-Apps aus Standardkomponenten zusammenstellen.

SAPs **Personaldienst-Suite** SuccessFactors HCM enthält jetzt einen Assistenten, der mit künstlicher Intelligenz erkennen soll, welche Dienste ein Mitarbeiter per Self Service anfordert. Er soll die nötigen Aktionen dann automatisch einleiten.

Die **FiBu-Programme** xHaBu und Win-, Mac- und Lin-HaBu lassen sich nun per Datei mit der iOS-Programmvariante iHaBu abgleichen. Außerdem können sie Buchungsvorlagen verwalten.

Das **CRM- und Fakturaprogramm** Deals & Projects kann jetzt auch Aufgaben verwalten, Projektzeiten per Stoppuhr erfassen und bei Überbuchung auf andere Projekte übertragen. Artikelstammdaten lassen sich neuerdings mit Rabattstaffeln für unterschiedliche Kundengruppen ergänzen.

# Kreative Intelligenz

## Adobe Creative Cloud mit neuen KI-Funktionen

**Mit künstlicher Intelligenz in Photoshop, Illustrator und InDesign und einer neuen Strategie für mobile Apps will Adobe die Produktivität steigern. So soll sich der kreative Prozess künftig weniger nach repetitiver Arbeit anfühlen.**

Von André Kramer

Mehr als die Hälfte ihrer Zeit verbringen Designer laut Adobe mit immer gleichen, einfachen Tätigkeiten. Über die Plattform Adobe Sensei sollen die Anwendungen der Creative Cloud solche dumpfe Klickarbeit nun an die künstliche Intelligenz auslagern. Das betrifft zuvorderst die Kernprogramme Photoshop, InDesign und Illustrator.

Einige Neuerungen finden Eingang in mehrere Programme. Schriftdateien aus Adobe Fonts (ehemals Typekit) lassen sich künftig innerhalb von InDesign und Illustrator ansehen und auswählen. Der Dienst kann dann mehr als 100 Adobe Fonts gleichzeitig aktivieren. Die neuen Funktionen will Adobe ab 2019 über die Creative-Cloud-App ausliefern.

### Photoshop CC

Photoshop CC nutzt bereits KI-Funktionen rund um Adobe Sensei, beispielsweise das inhaltsbasierte Füllen. Dieser Funktion räumt Adobe künftig einen eigenen Arbeitsbereich ein. Dort wählt man über ein Pinselwerkzeug Pixel aus, die beim automatischen Füllen berücksichtigt oder ignoriert werden sollen.

Bilder lassen sich wie in einer DTP-Anwendung in Rahmen einbinden. Photoshop skaliert eingebundene Bilder automatisch passend. Außer Rechtecken sind

Ellipsen-, Schrift- und Vektormasken möglich. Zum proportionalen Skalieren muss man künftig nicht mehr die Umschalt-Taste bemühen – Proportionen erhält Photoshop CC 2019 standardmäßig.

Ein neuer Symmetriemodus spiegelt Zeichnungen automatisch an mehreren Achsen oder an Spiralen. Photoshop CC unterstützt außerdem mehrere Undo-Schritte über Strg+Z. Bei der Auswahl eines Überblendmodus zeigt das Programm künftig eine Live-Vorschau des Resultats an.

### Lightroom CC

In Lightroom CC analysiert Adobe Sensei das aktuell geöffnete Foto und bringt nach einem Druck auf „Auto“ die Regler für Licht und Farbe optimal in Stellung. Lightroom-Presets kann man nun auf allen Geräten erstellen – sie werden anschließend über die Cloud synchronisiert. Mittlerweile hat Adobe auch die Upright-Funktion aus der Transformieren-Palette von Light-

room Classic in Lightroom CC integriert, um stürzende Linien aufzurichten.

### InDesign CC

Eine neue InDesign-Funktion zum Anpassen des Layouts arrangiert Text und Bilder über Adobe Sensei automatisch neu, wenn man das Seitenverhältnis nachträglich ändert. Ein Werkzeug zum inhaltsbasierten Einpassen (content-aware fit) soll Bildelemente automatisch unter Berücksichtigung der Seitenkomposition einbinden. Das Bild wird dabei innerhalb seines Rahmens günstig skaliert und positioniert. Kommentare aus PDF-Dateien, beispielsweise von Kollegen, kann man künftig ins InDesign-Dokument integrieren, um das Layout zu überarbeiten.

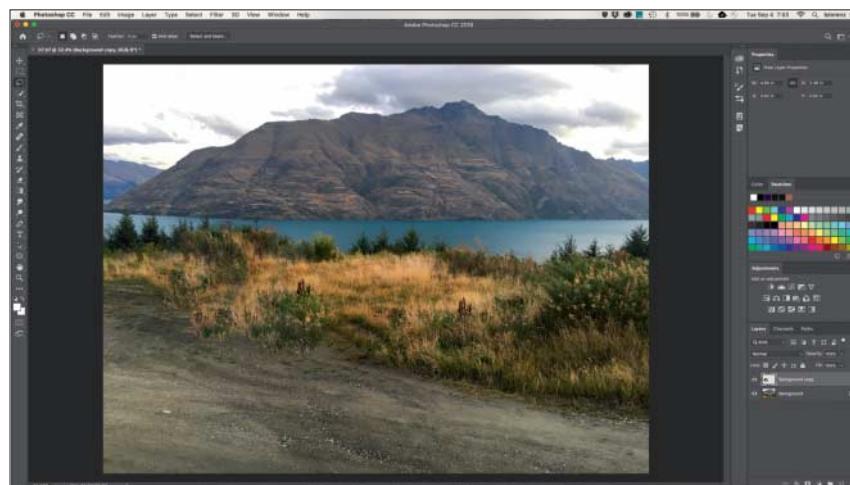
### Illustrator CC

In Illustrator kann man über die Funktion „Global edit“ wiederkehrende Designelemente über mehrere Designs hinweg in einem Schritt bearbeiten.

Illustrator-Anwender können Farbverläufe nun mit einem KI-gestützten Freiformwerkzeug flexibler gestalten als zuvor und damit fotorealistische Effekte erzielen. Dabei setzt man verschiedene Ankerpunkte und weist ihnen Farben zu. Außerdem bekommt das Grafikprogramm eine benutzerdefinierte Werkzeugliste, die man per Drag & Drop bestücken kann.

### Adobe Stock

2017 hatte Adobe erstmals intelligente Suchmethoden in seinen Agenturbilderdienst Adobe Stock eingebunden: Dort lassen sich Bilder hochladen, die daraufhin



Hier stand ein Bus im Bild. Das inhaltsbasierte Füllen von Photoshop CC nutzt künstliche Intelligenz zur Bildrekonstruktion.



**Die iPad-App Project Gemini simuliert den Farbauftrag von Öl- und Wasserfarben. Die Zeichnungen lassen sich mit Vektorpfaden kombinieren.**

Photoshop bekannte Überblendmodi und nichtdestruktive Einstellungsebenen.

### Project Gemini

Bei der iPad-App Project Gemini liegt der Fokus auf dem digitalen Malen. Die App simuliert natürliche Öl- und Wasserfarben und umfasst die Borstenpinsel aus Photoshop. Bei den „dynamischen Pinseln“ verlaufen Wasserfarben auf dem digitalen Papier, der Auftrag von Ölfarben wird dicker, je stärker man mit dem Stift aufdrückt. Die Farben mischen naturgetreu. Die pixelbasierten Pinsel lassen sich mit Vektorpfaden kombinieren.

### Premiere Rush CC

Das Videoschnitt-Tool Premiere Rush CC steht wie die Neuauflage von Lightroom CC für verschiedene Endgeräte zur Verfügung und speichert Projektdaten in der Creative Cloud. Lautstärke, Audiorauschen und die Farben des Videobilds korrigiert das Tool automatisch. Auch Oberfläche und plattformübergreifendes Konzept orientieren sich an Lightroom CC.

zeuge mit einem Touch-optimierten Bedienkonzept auf das iPad bringen. Adobe hat dabei Besitzer eines iPad Pro im Blick. Ihre Daten sollen die Anwendungen über die Creative Cloud austauschen.

Die aktuelle iPad-Ausgabe von Photoshop erinnert stärker an das PC-Vorbild als die vorherigen spezialisierten Apps Photoshop Mix und Photoshop Fix. PSD-Dateien öffnet sie über die Creative Cloud.

Wie auf dem Desktop erscheint in der App links eine Palette mit klassischen Photoshop-Werkzeugen. Rechts findet sich eine minimierte, Touch-optimierte Palette. Nach einer Fingergeste erweitert sie sich zu einer Ebenenansicht, die dem Originalwerkzeug in Photoshop CC ähnelt. Bei Auswahl einer Ebene öffnen sich Eigenschaften, beispielweise die Bedienelemente von Einstellungsebenen.

Die Ansicht im Dokumentenfenster kann man bis auf Pixelebene zoomen. Kontextbezogene Werkzeugoptionen erscheinen als schwebende Paletten. Photoshop fürs iPad unterstützt eine Auswahl der aus

Die App importiert Daten vom Gerät, aus der Creative Cloud oder aus der Dropbox. Medien landen in der ausgewählten Reihenfolge in der Zeitleiste. Bei Audio-Aufnahmen unterscheidet Rush selbsttätig zwischen gesprochenem Text und Musik und stellt jeweils die passenden Werkzeuge zur Verfügung. Farbe und Helligkeit kann man über Farb-Presets oder Werkzeuge ähnlich der Lumetri-Palette bearbeiten. Außerdem lassen sich Motion-Graphics-Vorlagen aus Adobe Stock nutzen. Projekte aus Premiere Rush sollen sich nahtlos in Premiere Pro weiterverarbeiten lassen.  
(akr@ct.de) **ct**

von Sensei analysiert werden. Auf Grundlage dieser Bildanalyse kann man anschließend wahlweise nach Farbe oder Inhalt suchen. Neu ist hier die Option, nach ähnlichen Bildkompositionen zu suchen.

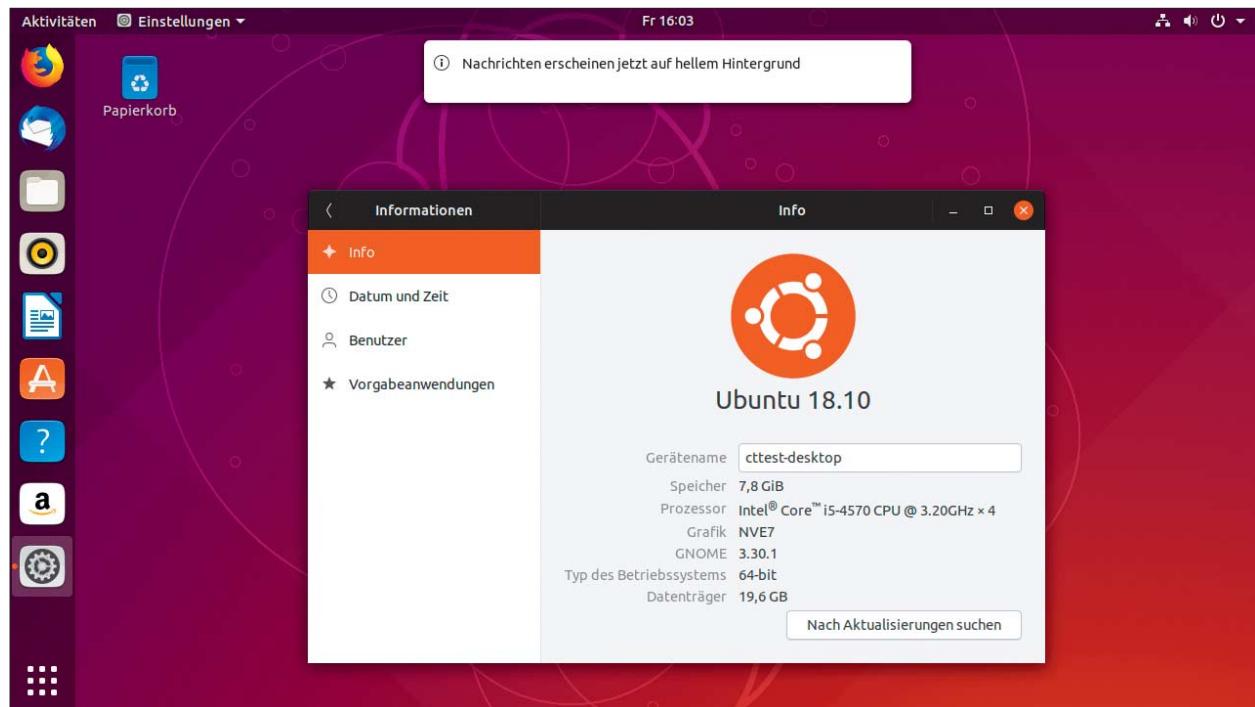
### Adobe XD

Das Screendesign-Werkzeug Adobe XD arbeitet nun mit Photoshop, Illustrator und After Effects zusammen. So kann der Designer die Oberfläche einer App in Photoshop oder Illustrator entwickeln und das Ergebnis an Adobe XD weitergeben. Dort kann man das Design oder Text in importierten Ebenen ändern. XD skaliert und arrangiert die Elemente des Designs dabei automatisch. Über eine Technik namens Sayspring lassen sich Sprachbefehle und Sprachausgabe über Amazon Echo einbinden.

### Photoshop auf dem iPad

Anfang 2019 sollen zwei neue iPad-Apps für Bildbearbeitung und digitales Malen erscheinen, die native Photoshop-Werk-

Anzeige



# Facelift

## Ubuntu Desktop 18.10 mit neuem Look

**Die Linux-Distribution wirkt dank flacherer Icons und verstärktem Farbeinsatz um einiges frischer. Die Entwickler haben zudem die Hardware-Unterstützung verbessert und Lubuntu eine neue Oberfläche spendiert.**

**Von Thorsten Leemhuis**

**E**in neues Aussehen ist die auffälligste Neuerung der Mitte Oktober veröffentlichten Hauptausgabe der Ubuntu-18.10-Distributionsfamilie. Aber keine Sorge, Sie brauchen sich nicht groß umz gewöhnen: Der Ubuntu-Desktop funktioniert wie bisher, wirkt nur moderner. Das liegt vor allem am Icon-Satz „Suru“, der flachere Programmsymbole enthält. Canonical hatte diese ursprünglich für seine

Bedienoberfläche Unity 8 und das Ubuntu Phone entwickelt.

Das neue Theme „Yaru“ bringt mehr Farben ins Spiel, um Nutzern subtil unter die Arme zu greifen. Ampelgrün soll ein positives Feedback liefern, etwa bei ausgewählten Checkboxen; Aufmerksamkeit erford ernde Oberflächenelemente wie Warnungen nutzen hingegen Gelb, Rot oder Lila. Insgesamt hat die Bedienoberfläche zudem einen etwas dunkleren Ton erhalten. So richtig rund ist das Ganze aber noch nicht, denn eine Qt-Variante des Themes fehlt. In Qt programmierte Anwendungen wie VLC, Krita, digiKam oder Wireshark nehmen geübte Augen daher wie einen Fremdkörper im Design wahr.

### Schneller

Der Ubuntu-Desktop soll schneller arbeiten und dabei weniger Ressourcen verbrauchen. Das ist dem Sprung auf Version 3.30 von Gnome zu verdanken, auf dem

die Bedienoberfläche aufbaut. Durch diesen Wechsel unterstützt die Laufwerksverwaltung jetzt auch das Verschlüsseln mit VeraCrypt. Die für HiDPI-Monitore wichtige Skalierung mit krummen Faktoren wie 1,5 oder 1,66 fehlt indes weiterhin. Wie schon bei 18.04 läuft der Desktop standardmäßig mit einem X-Server, allerdings jetzt in Version 1.20. Der Wayland-Modus, den 17.10 von Haus aus verwendet hat, ist im Anmeldemanager leicht auswählbar.

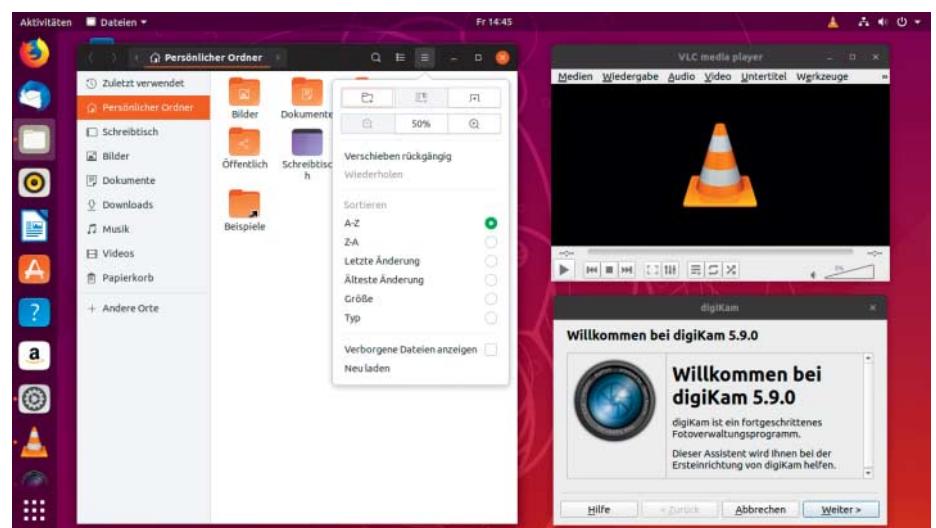
**Verwirrend:** Im Softwareverwaltungsprogramm tauchen Programme nach wie vor zweimal auf, wenn sie sowohl über die Ubuntu-Repositories als auch im Snap Store von Canonical zu haben sind. Ubuntus Entwickler behaupten, sie hätten die Startzeit via Snap installierter Anwendungen reduziert. Im Kurztest bestätigte sich das nicht: Der simple Taschenrechner von Gnome, der schon bei der Installation via Snap eingerichtet wird, benötigte nicht weniger als eine Sekunde, sondern rund 15 Sekunden. Über die grafische Softwareverwaltung lässt sich jetzt GS Connect leicht nachinstallieren – eine auf KDE Connect aufbauende Gnome-Shell-Erweiterung zur Interaktion mit Android-Geräten, die etwa Benachrichtigungen oder SMS am Linux-Desktop anzeigt.

Ubuntu Desktop legt jetzt nach der Installation die Einrichtung von Online-

Konten nahe, wodurch sich beispielsweise Google Drive im Dateimanager nutzen lässt. Die von 18.04 bekannte Aufforderung zum Einrichten des Kernel-Livepatching-Dienstes zeigt 18.10 nicht, denn diesen Service bietet Ubuntu-Hauptsponsor Canonical nur für LTS-Versionen an.

## Frischer

Durch die Aktualisierung der Komponenten ist nun etwa LibreOffice 6.1 dabei. Gimp macht einen Sprung auf Version 2.10, man muss es aber wie gewohnt über die Softwareverwaltung nachinstallieren. Der Kernel der „Cosmic Cuttlefish“ genannten Familie von Linux-Distributionen basiert auf dem im August freigegebenen Linux 4.18. Durch einige seiner Änderungen soll die Akkulaufzeit von Notebooks mit modernen Intel-Prozessoren steigen. Der neuere Kernel hat auch den Support für AMDs Grafikchips deutlich verbessert. Dafür sorgt auch Mesa 18.2 mit seinen frischeren Grafiktreibern, die 3D-Performance und Spiele-Kompatibilität steigern – teilweise deutlich. Dank OpenSSL 1.1.1 unterstützt Ubuntu jetzt auch TLS 1.3. Den Standard-C-Compiler stellt jetzt GCC 8; Qemu 2.12



Anwendungen wie VLC oder Krita passen sich nicht gut ins neue Design ein, weil ein Theme für Qt fehlt.

bringt zahlreiche Verbesserungen zur Virtualisierung mit KVM.

## Variantenreich

Der vor einem Jahr beim Ubuntu Server eingeführte Installer „Subiquity“ beherrscht mittlerweile auch Funktionen wie LVM und RAID (Level 0, 1, 5, 6, 10). Canonicals Paketformat steht auch bei dieser Ubuntu-Variante im Rampenlicht: Der Installer schlägt schon beim Aufspielen vor, Snaps mit Server-Apps wie Nextcloud, Postgresql oder Docker einzurichten.

Kubuntu 18.10 kombiniert die Bedienoberfläche Plasma 5.13 mit den Anwendungen der KDE Applications 18.04.3. Letztere hat das KDE-Projekt bereits aufgegeben, denn seit August gibt es Version 18.08. Auch Plasma hängt der Zeit ein wenig hinterher, denn wenige Tage vor dem neuen Ubuntu hat das KDE-Projekt die Version 5.14 des Desktops freigegeben. Das bei Kubuntu als Softwareverwaltung genutzte Discover unterstützt Snaps jetzt von Haus aus.

KDE-Programme wie Discover oder der Browser Falkon finden sich jetzt auch bei Lubuntu, denn das hat eine neue Bedienoberfläche: Statt dem GTK-basierten LXDE nutzt Lubuntu nun dessen Nachfolger LXQt. Mit diesem Umstieg verschiebt sich auch die Zielrichtung: Die Projektmanager wollen nun ein funktionelles und zugleich modulares Linux entwickeln, dessen Desktop sich im Hintergrund hält, damit Anwender sich auf die eigentlichen Tätigkeiten konzentrieren können. Dabei wollen sie die Eignung für alte oder leistungsschwache Hardware aber durchaus



Links das Dash von Ubuntu Desktop 18.04, rechts das von 18.10: Die flacheren Icons sehen zeitgemäßer aus.

im Blick behalten, die bislang auf der Prioritätenliste ganz oben stand.

Ubuntu Budgie ist seiner Zeit bereits ein wenig voraus, denn es nutzt bereits Komponenten der noch nicht veröffentlichten Version 10.5 des Budgie-Desktops. Beim Xfce-Desktop von Xubuntu gibt es eine Reihe von Detailverbesserungen beim Window Manager, die Anmutung und Handhabung verbessern sollen.

## Zurechtgestutzt

Von Kubuntu, Ubuntu Budgie und Ubuntu Mate gibt es keine Varianten mehr für 32-Bit-x86-Systeme; damit folgen die drei dem Beispiel von Ubuntu Desktop 17.10, das diesen Schritt bereits vor einem Jahr getan hat. Lubuntu und Xubuntu 18.10 gibt es indes noch für die x86-32-Architektur.

Das Ubuntu-Projekt erwägt derzeit, den 32-Bit-x86-Support komplett einzustellen. Deswegen wird Nutzern, die eine x86-32-Version der bis 2023 gepflegten Ubuntu-18.04-Familie einsetzen, der Wechsel auf 18.10 verwehrt: Sie sollen nicht auf einem Release-Zweig stranden, dessen Support viel früher endet. Ubuntu 18.10 ist nämlich kein Release mit LTS (Long Term Support), daher endet die Versorgung mit Sicherheitskorrekturen nach neun Monaten – also drei Monate nach Erscheinen von Ubuntu 19.04.

Abzuwarten bleibt, ob diese im April nächsten Jahres erwartete Version mehr Neuerungen bietet – abgesehen von Eye-candy und der gewohnten Produktpflege hat Ubuntu 18.10 nämlich nicht sonderlich viel Neues gebracht. (thl@ct.de) **ct**

# Kleiner Turing, großer Preis

**Nvidias GeForce RTX 2070  
löst die GeForce GTX 1080 ab**

**Die Karte mit dem bislang kleinsten  
Turing-Chip liefert ausreichende  
Performance für flüssiges 4K-  
Gaming. Damit ist sie eher die  
Nachfolgerin der GeForce GTX  
1080 als der GTX 1070.**

**Von Benjamin Kraft**

**H**erzstück der bislang billigsten Turing-Karte ist die TU106-GPU mit 2304 CUDA-Kernen, 144 Textureinheiten und 64 ROPs. Ihre 3D-Performance soll zum Spielen in 4K reichen, die theoretische Rechenleistung liegt laut Nvidia bei 7,9 TFLOPS. 8 GByte GDDR6-RAM schaufeln 448 GByte/s über die 256 Datenleitungen.

Wie die größeren Turing-Chips hat auch die TU106-GPU neue Ausführungsseinheiten an Bord: 288 Tensor-Cores sollen hohe Rechenleistung in KI- und Machine-Learning-Anwendungen liefern, 36 RT-Cores in zukünftigen Spielen Ray-tracing-Effekte beschleunigen. Unterm Strich bringt es der Chip auf 10,8 Milliar-

den Transistoren und belegt 445 mm<sup>2</sup>. Zum Vergleich: Die GeForce GTX 1070 belegt 314 mm<sup>2</sup> Siliziumfläche.

Da c't Nvidias weit gefasste Verschwiegenheitserklärung (NDA) nicht unterschrieben hat, versorgt uns Nvidia derzeit nicht mit Testmustern. Zudem übt die Firma wohl auch auf die Kartenhersteller Druck aus, uns Karten selbst nach Ablauf der Pressesperre erst mit Verzögerung zur Verfügung zu stellen. Daher haben wir uns auch für diesen Test ein Exemplar im Handel besorgt: Nvidias Founders Edition genannte Referenzkarte.

Die Karte unterscheidet sich in mehreren Punkten von der letzten Founders-Edition-Generation. Zum einen ist sie mit 23 Zentimeter nun 4 Zentimeter kürzer. Zum anderen trägt sie einen überarbeiteten Kühler: Anstelle des lauten Radiallüfters, der die warme Luft am Kartenende aus dem Gehäuse herausbläst, kommen nun zwei 90-mm-Rotoren zum Einsatz, die

die Luft im Gehäuse verwirbeln. Sie belüften einen sich über die gesamte Kartenlänge erstreckenden Vapor-Chamber-Kühler. Außerdem übertaktet Nvidia die Karte ab Werk: Ihr Boost-Takt liegt 90 MHz über den eigenen Spezifikationen. Damit hat die Firma ein Oxymoron erschaffen: eine werksübertaktete Referenzkarte.

Wie andere GeForce-RTX-Karten hat die RTX 2070 FE zwei DisplayPorts und eine USB-C-Buchse für VirtualLink-Headsets. Anders als die großen Schwestern bringt sie aber nur einen HDMI-Anschluss mit und tauscht den zweiten gegen einen Dual-Link-DVI-Ausgang. Zudem fehlen die Kontakte für die NVLink-Steckbrücke, um zwei Karten zu einem SLI-Verbund zu kombinieren. Das gilt allerdings nicht nur für die Founders Edition, sondern für alle RTX-2070-Karten: Nvidia möchte, dass nur noch die High-End-Modelle als Tandem rechnen. Der achtpolige PCIe-Stromanschluss liegt nicht seitlich, sondern vorn

## 3D-Performance der Nvidia GeForce RTX 2070 Founders Edition

Grafikkarte	3DMark Time Spy / Firestrike Extreme	GTA V Maximum / 4xMSAA (DX11) (4K / WQHD / Full HD)	Far Cry 5 Ultra / SMAA (DX11) (4K / WQHD / Full HD)	Shadow of the Tomb Raider Maximum / SMAA (DX12) (4K / WQHD / Full HD)
[Punkte] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶
AMD Radeon RX Vega 64 (Referenz)	7447 / 10094	34/59/81	47/89/116	32/62/93
Gainward Phoenix GS GeForce GTX 1070	6433/8569	36/69/91	36/70/100	27/52/80
Gainward Phoenix GLH GeForce GTX 1080	7886/10670	46/81/99	47/89/115	36/68/103
Asus ROG Strix GeForce GTX 1080 Ti	9504/13375	57/96/101	58/106/127	46/85/124
<b>Nvidia GeForce RTX 2070 Founders Edition</b>	<b>8842/10611</b>	<b>48/84/98</b>	<b>49/92/123</b>	<b>36/69/101</b>
MSI GeForce RTX 2080 Ventus 8G OC	10345/12554	55/97/109	59/108/131	46/86/124
Asus ROG Strix GeForce RTX 2080 Ti Gaming OC	12396/15655	71/104/106	76/123/132	60/105/153

gemessen unter Windows 10 auf Intel Core i7-8700K, 32 GByte RAM, VSync aus

MSAA/SMAA/FXAA: Kantenglättungsverfahren

Treiber: AMD: Adrenalin Edition 18.9.1

Nvidia: 398.36; 399.42; 411.63; 416.34



an der Karte; das kann trotz der kompakten Abmessungen den Einsatz in engen Gehäusen verhindern.

## 1080-Performance zum 1080-Preis

Im Benchmark-Parcours legte sich die GeForce RTX 2070 Founders Edition selbstbewusst mit der GeForce GTX 1080 an und hängte die GTX 1070 klar ab. Im 3DMark zog sie beim DirectX-11-Test Firestrike mit 10.611 Punkten praktisch mit der GTX 1080 gleich und lag etwa 6 Prozent vor AMDs Radeon RX Vega 64 im Referenzdesign. Im DX-12-Test Time Spy betrug der Vorsprung der RTX 2070 gegenüber der GTX 1080 schon 12 Prozent, die Vega 64 lag 20 Prozent zurück. Im Pathtracer LuxMark 3.1 bot die Vega 64 der Turing-Karte die Stirn und schob sich ihrerseits 3 Prozent in Front. Die GeForce GTX 1070 blieb je nach Test zwischen 24 und 37 Prozent im Rückstand.

In Spielen lagen GeForce RTX 2070, GTX 1080 und Radeon RX Vega 64 derweil meist gleichauf, mit leichtem Vorteil für die neue Karte. In WQHD (2560 × 1440) und 4K (3840 × 2160) schickte sie bei voller Detailstufe und aktiver Kantenglättung etwa zwei bis acht Bilder pro Sekunde mehr ans Display – also nichts, was über die Spielbarkeit entscheidet.

Größere Unterschiede werden erst zukünftige Spiele mit Raytracing-Effekten zeigen – sowohl optisch als auch in Sachen Performance. Bislang sieht es an dieser Front noch mau aus. Manche Spiele schmieden bereiten sich offenbar bereits darauf vor, die in Demos gezeigten Effekte in der finalen Version ihrer Spiele zurückzuschrauben, aus Sorge, die Performance breche zu stark ein – etwa Entwicklerstudio Dice beim Multiplayer-Shooter Battlefield V. Auch von der neuen Kantenglättung DLSS (Deep Learning Supersampling) hört man außerhalb von Demos noch nichts.

## Lautstärke und Leistungsaufnahme

Der neue Kühler macht seine Aufgabe gut. Weil seine Lüfter aber nie stillstanden, begleitete ein 0,3 Sone leises Rauschen den Leerlaufbetrieb. Die Leistungsaufnahme lag mit einem angeschlossenen Full-HD-Monitor bei knapp 10 Watt, mit 4K-Display waren es 11 Watt. Den Mischbetrieb mit Full-HD- und 4K-Display goutierte die Karte nicht und genehmigte sich 39 Watt.

Unter 3D-Last hielt der Kühler die GPU bei rund 70 °C. Die Lüfter gaben dabei 1,1 Sone von sich und verpassten damit nur knapp die Note gut. Mit Furmark bearbeitet, forderte die GeForce RTX 2070 185 Watt vom Netzteil, kurzzeitige Spitzen reichten bis über 290 Watt. Die GTX 1080 ist ein paar Watt sparsamer.

## Fazit

Bislang boten Nvidia-Karten einer neuen Generation die 3D-Performance des nächsthöheren Vorgängermodells zum geringeren Preis. Bei der GeForce RTX 2070 geht diese Rechnung nicht mehr auf, denn der höheren 3D-Leistung steht auch ein deutlich höherer Preis entgegen: Verfügbare Modelle findet der Preisvergleich ab 520 Euro, leisere Karten ab 600 Euro.

Als Nachfolgerin der GeForce GTX 1070 geht die RTX 2070 somit nicht mehr durch, auch wenn sie zwischen 23 und 38 Prozent schneller ist. Die günstigsten Vertreter der GTX 1070 kosten nur rund 400 Euro – also knapp ein Viertel weniger. Stattdessen löst sie die GTX 1080 mit gleicher Performance zum gleichen Preis ab. Einen wirklichen GTX-1070-Erben wird es wohl erst nächstes Jahr geben. Bis dahin muss man auf fallende Preise hoffen.

(bkr@ct.de) **ct**

Anzeige



# Auf den Schirm!

## TechniSats Smart-Home-System mit TV-Anbindung im Test

**Die Idee, das Smart Home über den Fernseher zu steuern, ist noch recht neu. TechniSat wagt den Vorstoß – und setzt auf eine Kombination mit einer App, was durchaus Vorteile hat. Nicht nur Einsteiger dürfte das herstellerübergreifende Protokoll und dessen breite Auswahl an Geräten ansprechen.**

**Von Nico Jurran**

TechniSat dürfte den meisten Anwendern vor allem als Digital-TV-Spezialist bekannt sein. Seitdem DVB-Receiver zunehmend an Bedeutung verlieren, orientiert sich das Unternehmen aber auch in Richtung Smart Home. Dabei setzt es auf den herstellerübergreifenden Kommunikationsstandard Z-Wave, bei dem

die Geräte untereinander auf 868,42 MHz funken und vermaschte Netze bilden.

TechniSat hat selbst Standardkomponenten wie Türkontakte, Rauch- und Wassermelder, Heizkörperthermostate, Zwischenstecker und Sirenen im Sortiment. Hinzu kommen zwei IP-Kameras für den Innen- und den Außenbereich, die die Live-Bilder via WLAN (nur 2,4 GHz) an die Steuerzentrale schicken. Wer sich etwas mit Z-Wave beschäftigt, erkennt einige Komponenten schnell wieder – beispielsweise den Multisensor, der von Aeon Labs stammt und praktisch nur einen anderen Aufdruck verpasst bekommen hat.

Der eigentliche Clou ist die Steuerzentrale, die sich nicht nur wie üblich über Smartphone, Tablet und – über einen verbundenen Echo-Lautsprecher samt Alexa-Skill – per Sprache kommandieren lässt, sondern auch eine Bedienoberfläche für das gesamte Smart Home auf den Fernseher bringt. Das funktioniert auf verschie-

denen Wegen. So können Besitzer bestimmter TechniSat-Receiver, -Fernseher und der neuen Soundbar „Sonata 1“ die Smart-Home-Funktionen über die Set-Top-Box „Zentraleinheit 2“ oder den USB-Stick „Z-Wave Stick 1“ nachrüsten. Alternativ bietet TechniSat den Digital-TV-Receiver „Digipal Smart Home“ an, der die Steuereinheit integriert hat.

Wir ließen uns den rund 200 Euro teuren Digipal Smart Home für unseren Test kommen, da sich dieser an jedem beliebigen Fernseher betreiben lässt. Aktuell ist er nur für DVB-T2 HD (mit Freenet-TV-Entschlüsselung für Privatsender) verfügbar, Modelle für andere Empfangswege sollen aber folgen. Der Receiver ist praktisch eine aufgebohrte Version des in c't 6/2017 getesteten Modells Digipal T2 DVR [1] – auch hinsichtlich des Digital-TV-Empfangs: So lassen sich mit dem Gerät ebenfalls Aufnahmen auf einer angeschlossenen USB-Festplatte ablegen, mit der

Smart-Home-Edition kann man im Unterschied zum seinerzeit getesteten Modell aber auch den Online-Zusatzdienst HbbTV nutzen. Wir konzentrieren uns an dieser Stelle auf die Heimautomationsfunktionen.

## Erste Schritte

Etwas irritierend ist zunächst, dass der Receiver keine dedizierte Smart-Home-Taste auf seiner Fernbedienung bereitstellt und diese Funktion auch nicht ab Werk im Navigationsmenü auflistet. Tatsächlich muss man sie unter „Hauptmenü/Einstellungen/Sonderfunktionen/Smart Home“ erst aktivieren, worauf TechniSat immerhin hinweist. Dabei erfährt man auch, dass sich der Receiver nur als Smart-Home-Steuerzentrale nutzen lässt, wenn der Schnellstart eingeschaltet ist – wodurch sich die Standby-Leistungsaufnahme um circa 3,3 Watt auf insgesamt 3,7 Watt erhöht.

Beim Smart-Home-Setup kann man eine beliebige E-Mail-Adresse und PIN eingeben. Über diese Daten identifiziert man sich später gegenüber der „TechniSat Connect“-App auf dem Mobilgerät, wenn man sich im selben lokalen Netz wie der Receiver befindet. Ein Fernzugriff über das Internet ist ebenfalls möglich, muss aber separat über die App mit einem eigenen Passwort für die TechniSat-Cloud aktiviert werden.

Ist alles eingerichtet, taucht der Menüpunkt „Smart Home“ künftig nach dem Druck auf die „Nav“-Taste der Fernbedienung tatsächlich im Bildschirmmenü auf.

## Smart-Home-Einrichtung

Das Anlernen neuer Z-Wave-Geräte läuft wie das Erstellen von Räumen und Szenen ausschließlich über die App. Hat man eine Komponente von TechniSat, wählt man dort einfach die passende Abbildung und folgt der Schritt-für-Schritt-Anleitung.

Das funktionierte bei vier Z-Wave-Geräten und der Innenkamera, die uns TechniSat für den Test lieferte, schnell und problemlos. Beim Multisensor konnten wir dabei wählen, ob dieser die Daten unverschlüsselt oder verschlüsselt übertragen soll – eine Option, die noch nicht alle Z-Wave-Steuerzentralen bieten.

Darüber hinaus gibt es eine Schaltfläche für generische Z-Wave-Geräte. Hier gilt für die TechniSat-Zentrale, was aktuell auf praktisch auf alle Z-Wave-Zentraleinheiten zutrifft: Geht es um die Einbindung einer einfachen Schaltsteckdose oder eines üblichen Tür-/Fenster-Sensors eines Drittanbieters, muss man keine großen Proble-



Geräte und Szenen lassen sich nur über TechniSats Connect-App einrichten.

me erwarten. Je neuer beziehungsweise außergewöhnlicher das fremde Z-Wave-Gerät ist, umso unwahrscheinlicher ist jedoch eine (vollständige) Unterstützung.

In unserem Test band die TechniSat-Zentrale den Fibaro-Taster „The Button“ zwar ein, konnte dann aber nichts mit ihm anfangen. Immerhin bietet die App aber einen Expertenmodus, um fehlerhafte oder fehlerhaft eingebundene Z-Wave-Geräte schnell aus dem Netz zu entfernen.

Jede Komponente lässt sich einem oder mehreren Räumen zuweisen, zudem kennt das System verschiedene „Szenen“. Dazu zählen Zeitsteuerungen und Wenn-Dann-Regeln, bei denen sich auch Bedingungen verknüpfen und mehrere Folgen festlegen lassen. Abwesenheitssimulationen und Push-Benachrichtigungen aufs Smartphone runden das Bild ab.

Andere IP-Geräte als die angesprochenen Kameras lassen sich bislang nicht in das System einbinden. Auch die übliche Unterstützung der vernetzten Hue-Leuchtmittel von Philips bietet das System nicht.

## TV-Oberfläche

Die Smart-Home-Oberfläche am TV ist schlicht und übersichtlich. Sie listet die Komponenten gesamt und aufgeteilt nach

Räumen und Favoriten auf. Ebenso erhält man einen Überblick über die angelegten Szenen. Am TV lassen sich Szenen deaktivieren, nicht aber anlegen. Auch ein Anlernen neuer Geräte ist hier nicht möglich.

Funksteckdosen und andere Aktoren kann man per Receiver-Fernbedienung schalten, den aktuellen Status stellt die Oberfläche nachvollziehbar da. Auch Sensorsdaten sieht man auf dem Schirm, beim angesprochenen Multisensor aber nur die Temperatur. Will man auch die fünf anderen Werte erfahren, die der Sensor liefert (Bewegung, Helligkeit, Luftfeuchtigkeit, UV-Strahlung und Batteriestand), muss man in ein Untermenü wechseln.

Größtes grafisches Highlight ist das Live-Bild einer verbundenen IP-Kamera, das wahlweise als Thumbnail oder als Vollbild dargestellt wird. In letzterem Modus lässt sich auch der Motor der Innenkamera bequem über die Cursortasten der Fernbedienung steuern.

Weder Fernseher noch Receiver müssen für die Nutzung der Smart-Home-Funktionen dauerhaft eingeschaltet sein. Die Komponenten und Szenen funktionieren zudem auch, wenn der Receiver vom Internet getrennt ist.

## Fazit

Auch wenn TechniSat die Anbindung von Philips Hue & Co nachholen sollte, dürfte der Funktionsumfang des Systems schon heute für die meisten Anwender ausreichen. Die Aufteilung zwischen App und TV-Oberfläche ist sicher nicht jedermanns Geschmack. Sie hat aber den Vorteil, dass man einen unkundigen Nutzer das System einfach über den Fernseher steuern lassen kann, ohne dabei Gefahr zu laufen, dass dieser etwas „kaputt spielt“.

(njj@ct.de) ct

## Literatur

[1] Ulrike Kuhlmann, Full HD auf dem Schirm, 15 Receiver für DVB-T2 HD im Test, c't 6/2017, S. 124

## Digipal Smart Home

DVB-Receiver mit integrierter Smart-Home-Zentrale	
Hersteller	TechniSat, www.technisat.de
Empfangsweg	DVB-T2 HD inklusive Freenet TV
Anschlüsse	Antenne, HDMI, koaxialer Digitalaudio-Ausgang, SCART, Ethernet, 2 × USB, Strom
Protokoll	Z-Wave Plus
Lieferumfang	12-Volt-Netzteil, Fernbedienung inkl. 2 AAA-Batterien, HDMI-Kabel, Kurzanleitung, Bedienungsanleitung auf CD-ROM
Preis	200 €



# Die Ersten ihrer Art

## SSDs mit QLC-Speicher: Crucial P1 und Intel SSD 660p

**Crucial und Intel bringen die ersten SSDs mit QLC-Speicher auf den Markt. Im Vergleich mit herkömmlichen Modellen verbuchen sie nicht nur Vorteile.**

### Von Lutz Labs

Die nächste Generation Flash-Speicher kommt auf den Markt: QLC-Flash-Zellen (Quadruple Level Cell) speichern jeweils 4 Bit und damit 1 Bit mehr als TLC-Flash. Crucial und Intel verkaufen nun die ersten SSDs mit diesem Speicher – diese sollen vor allem über den Preis ihre Käufer finden. Doch QLC-Flash hat auch Nachteile.

Crucials P1 und Intels SSD 660p sollen mit Kapazitäten von 512 GByte sowie 1 und 2 TByte erscheinen. Allen gemein ist der SSD-Controller Silicon Motion SM2263, die M.2-Bauform mitsamt Anbindung per PCIe 3.0x4 und ein SLC-Cache zur Schreibbeschleunigung. Zum Test standen uns die P1 mit 1 TByte sowie die SSD 660p mit 512 GByte zur Verfügung.

Die DRAM-Bestückung der Crucial-SSD orientiert sich am üblichen Standard: 1 MByte DRAM-Cache pro 1 GByte Kapazität, unser Testmuster hat also 1 GByte DRAM. Intel setzt hingegen bei allen Modellen lediglich 256 MByte ein. Mög-

licherweise nutzt Intel einen Teil des Hauptspeichers über die NVMe-Funktion Host Buffer Memory (HBM) zur Beschleunigung, während das DRAM in der SSD ausschließlich zur Verwaltung der Flash-Translation-Tabelle dient.

### Benchmarks und Praxis

Zur Schreibbeschleunigung schalten die Controller einen Teil der Flash-Zellen in den schnellen SLC-Modus, in dem die Zellen nur 1 Bit speichern. Bei der P1 ist es ein statischer Teil von 5 bis 12 GByte, dazu gesellt sich ein von der Kapazität abhängiger dynamischer Teil von bis zu 14 Prozent des freien Speichers, bei 1 TByte also bis zu 140 GByte. Bei Intels 660p sind es zwischen 6 und 24 GByte statischer SLC-Speicher sowie ein kapazitätsabhängiger Teil von maximal 70 GByte bei der 512-GByte-SSD.

Zur Überprüfung des SLC-Caches haben wir rund 150 GByte Videomaterial auf die frisch formatierten SSDs kopiert. Die P1 startete mit guten 1,3 GByte/s und hielt dies auch für rund 50 GByte durch. Die nächsten 80 Gbyte schrieb sie immerhin noch mit rund 500 MByte/s – in diesem Bereich arbeitete der SLC-Cache nicht mehr so wirkungsvoll. Danach brach die Schreibrate auf magere 80 MByte/s ein.

Die 660p kopierte von Anfang an nur mit knapp 1 GByte/s und hielt das für rund 70 GByte durch, dann war der Cache voll. Danach sank die Schreibrate sofort auf

nur 60 MByte/s. Dabei ist zu beachten, dass die Werte nicht direkt vergleichbar sind, da die mit 1 TByte doppelt so große P1 schon laut Herstellerangaben schneller schreibt als die 660p.

Auch bei den Benchmarks liegt die P1 durch ihre höhere Kapazität vorn: Beim Lesen sequenzieller Daten erreicht sie knapp 2 GByte/s, die 660p folgt mit 1,8 GByte/s; der Unterschied beim Schreiben ist mit 1,7 zu 1 GByte/s größer. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen erreichen beide rund 150.000 IOPS. Beim Lesen kommt die 660p zwar nur auf 80.000 IOPS, aber auch das ist für Desktop-PCs und Notebooks mehr als ausreichend.

Außer der Geschwindigkeit spielt auch die Haltbarkeit (Endurance) eine Rolle. TLC-Speicherzelle vertragen rund 1000 Schreibvorgänge, QLC-Zellen nur einige 100. Zwar steigt die Haltbarkeit durch verbesserte Fehlerkorrekturmechanismen immer weiter an, doch SSDs mit TLC- oder gar MLC-Speicher sind ausdauernder. Für eine typische Desktop-Nutzung aber reicht die Haltbarkeit der QLC-Zellen allemal aus: Die P1 verträgt im Rahmen der fünfjährigen Garantiefrist pro Tag eine Schreiblast von 110 GByte, die halb so große 660p dementsprechend 55 GByte.

### Fazit

QLC-Flash ist ohne Tricks schnarchend langsam, praktisch jede Festplatte ist schneller. Doch mit dem großzügig bemessenen SLC-Cache kommen die QLC-SSDs in der Praxis auf Geschwindigkeiten, die den Anwender bei der Arbeit nicht behindern. Die P1 ist dabei – auch dank höherer Kapazität – etwas schneller als die 660p, beide kommen aber an SSDs mit TLC- oder gar MLC-Speicher nicht heran.

Es kommt wohl auf die Preise an, ob sich die QLC-SSDs durchsetzen werden – zum Marktstart liegen sie noch auf dem Niveau einiger schnellerer PCIe-SSDs. Wer in seinem PC Höchstleistung benötigt, etwa für regelmäßige Kopierorgien, greift weiterhin besser zu einer schnelleren SSD, für übliche Büroaufgaben an einem Desktop-PC sind sie jedoch gut geeignet.

(ll@ct.de) ct

### PCIe-SSDs mit QLC-Flash

Modell	P1	SSD 660p
Hersteller	Crucial, www.crucial.com	Intel, www.intel.com
Bezeichnung	CT1000P1SSD8	SSDPEKNW512G8X1
Straßenpreis	233 €	102 €

Anzeige

Anzeige



## Internet-Kupplung

**Das Modem Technicolor TC4400-EU gibt Nutzern von Internet per TV-Kabel mehr Freiheit bei der Routerwahl. Wir haben es an einem schnellen Anschluss probegefahren.**

TV-Kabel-Internet-Kunden sind zwar seit 2016 nicht mehr gezwungen, einen Router ihres Providers einzusetzen. Doch ist das Angebot von Kabel-Routern bislang klein: Außer AVMs Fritzboxen der 6000er-Reihe gähnt Leere im Regal. Nun kam mit dem TC4400-EU ein reines Modem für Kabel-Internet nach dem aktuell schnellsten Standard DOCSIS 3.1 dazu. Ihm kann man beliebige Breitband-Router nachschalten, auch beispielsweise eine mit pfSense selbst aufgesetzte Load-Balancing-Firewall (c't 24/2016, S. 128).

Laut Datenblatt schafft das TC4400 maximal 5 GBit/s im Downstream und 1,5 GBit/s im Upstream auf der Provider-Seite. Da es daneben zwei Ethernet-Ports hat, die maximal 1000 MBit/s liefern, erreicht man höchstens 2 GBit/s – was fairerweise ebenfalls im Datenblatt steht.

Um fremde Geräte am Kabelanschluss in Betrieb zu nehmen, muss man typischerweise beim Provider einen Aktivierungscode anfordern, der per Brief kommt. Ist das Modem angeschlossen und synchronisiert, erreicht man mit dem Browser die Freischaltseite, um dort den Code einzugeben. Wer VoIP-Telefonie über den Anschluss nutzt, sollte sich die während des Vorgangs angezeigten Zugangsdaten notieren. Nach einem Neustart des Modems steht der Internetzugang bereit.

An einem 400er-Anschluss von Vodafone in Leipzig lieferte das TC4400-EU so die erwarteten 400 MBit/s im Downstream und 50 MBit/s in Gegenrichtung. Falls Sie Kunde eines anderen Anbieters sind: Über ct.de/yfca finden Sie Hinweise zum Einsatz bei gängigen Kabelprovidern sowie eine Google-Tabelle, in der Nutzer ihre Ergebnisse festhalten.

Mit seinen 6,7 Watt Leistungsaufnahme im Idle-Zustand (ein Ethernet-Port belegt, kein Datenverkehr) treibt das TC4400-EU die Stromrechnung um rund 18 Euro jährlich nach oben. Dazu kommt der Energiebedarf des Breitband-WLAN-Routers (typischerweise 6 bis 10 Watt).

Zum Vergleich: Eine Fritzbox 7590 mit integriertem Modem benötigt an einem 250 MBit/s schnellen Super-Vectoring-Anschluss insgesamt 10 Watt. Die mit dem TC4400-EU gewonnene Freiheit kostet also nicht nur bei der Anschaffung. Admins, die mit einem Eigenbau-Router am Kabelanschluss an wirklich jeder Netzwerkschraube drehen wollen oder müssen, sollten das einplanen.

(ea@ct.de)

**TC4400-EU in Kabelnetzen, Cable Wiki: ct.de/yfca**

## Technicolor TC4400-EU

Modem für Internet per TV-Koaxkabel	
Hersteller	Technicolor, www.technicolor.com
Bedienelemente	Reset, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	1 × F-Buchse (TV-Kabel), 2 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
Spezifizierte Maximal-Datenraten Down- / Upstream	1780 / 262 MBit/s (DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0), 5,0 / 1,5 GBit/s (DOCSIS 3.1)
Leistungsaufnahme	6,7 Watt / 12,6 VA (idle, ca. 18 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	155 € (Werner Electronic)



## Sportsfreund

**Die Fossil Q Explorist HR wartet mit GPS und Pulssensor auf und eignet sich zum drahtlosen Bezahlen.**

Die bisherigen Fossil-Smartwatches zeichneten sich vor allem durch ihr schickes Design aus. Bei der Hardware-Ausstattung und dem Funktionsumfang blieben die Modelle aber leicht hinter der Konkurrenz zurück.

Die Q Explorist HR soll nun technisch aufschließen: Neu hinzugekommen ist ein NFC-Chip, der sich zum mobilen Bezahlen mit Google Pay eignet. Dafür muss zusätzlich auf dem gekoppelten Android-Smartphone die Google-Pay-App installiert und dort ein Zahlungsmittel (Kreditkarte oder Paypal, siehe S. 19) hinterlegt sein.

Beim ersten Start von Google Pay auf der Uhr öffnet sich automatisch die Pay-App auf dem Smartphone. Sie führt dort einmalig durch die Ersteinrichtung. Aus Sicherheitsgründen fragen die Banken dabei eine TAN oder eine andere voreingestellte Authentifizierung ab.

Ab dann hält man zum Bezahlen lediglich die Uhr für einige Sekunden ans Kassenterminal. Das klappt in nahezu allen Geschäften, die kontaktlose Karten akzeptieren, also bei größeren Supermarkt- und Tankstellenketten.

Dank des GPS-Empfängers und des optischen Pulssensors eignet sich die Q Explorist HR nun auch für Sportler. Während das Handy daheim bleiben kann, zeichnet die Uhr die Laufstrecke und die Herzfrequenz auf.

Wer dafür keine Fitness-App installieren möchte, greift auf die generalüberholte Google-Fit-App zurück, die auf der Uhr vorinstalliert ist. Sie protokolliert automatisch Schritte und die aktive Zeit.

Auf Wunsch wird in regelmäßigen Abständen der Puls aufgezeichnet. Gehen und Laufen erkennt die App auf der Uhr automatisch als aktive Zeit, fürs Radfahren klappte das in unseren Tests nicht. Stattdessen mussten wir eine Trainingseinheit manuell in der App starten, was auch für weitere Sportarten möglich ist.

Die übrige Hardware entspricht mit einem Snapdragon-Wear-2100-SoC dem vorherigen Modell und den meisten anderen Smartwatches. Die Explorist HR hält mit regelmäßiger Pulsmessung ein bis anderthalb Tage durch; ohne Messung auch zwei Tage. Das Ladeplättchen schnappt weiterhin magnetisch an der Unterseite der Uhr ein. Geladen wird aber nicht mehr drahtlos, sondern über Kontaktringe an der Uhr. Das ermöglicht eine merklich schnellere Ladung als bei bisherigen Fossil-Uhren.

Die Explorist HR läuft bereits mit der neuen Version 2.0 von Wear OS – ehemals Android Wear. Hier hat Google vor allem die Gestensteuerung und die Bedienung massiv überarbeitet: Ein Wisch vom linken Rand öffnet stets den Stream des Google Assistant, der automatisch zeit- und ortsbegogene Informationen liefert, wie etwa Routenvorschläge. Wischt man von oben herab, öffnen sich nun Quicksettings, die denen auf Android-Telefonen ähneln und mit einem Tipp wichtige Funktionen und Sensoren der Smartwatch ein- und ausschalten. Benachrichtigungen erreicht man nun durch einen Wisch von unten, Google Fit per Wisch von rechts. Darüber hinaus besitzt die Explorist HR zwei Druckknöpfe, die gewünschte Apps starten.

Dank verbesserter Hardware dürfte die Explorist HR ein breiteres Publikum ansprechen als das vorherige Modell. Mit Preisen ab 270 Euro – je nach Farbe und Armband – ist sie zwar teurer als viele Uhren von Tech-Konzernen, sieht aber auch besser aus. (spo@ct.de)

Anzeige

## Fossil Q Explorist HR

Smartwatch mit Wear OS	
Systemanf.	Smartphone mit Android ≥ 4.4 oder iOS ≥ 9.3
Abmessungen	45 mm × 45 mm × 13 mm (L × B × H)
Gewicht	62 g (mit Lederarmband)
Display	1,35"-OLED, 454 × 454, 320 ppi
Ausstattung	Snapdragon Wear 2100, 512 MByte RAM, 4 GByte Flash, Bluetooth 4.1, WLAN (2,4 GHz, 802.11 b/g/n), Herzfrequenzsensor, NFC, GPS, Akku: 330 mAh
Straßenpreis	ab 270 €

# Rollbildschirm

## Kugelroboter Sphero Bolt: Spaß haben und Programmieren lernen

**Eine durchsichtige Kunststoffkugel, die App-gesteuert in einem Affenzahn durch die Gegend rollt und gleichzeitig Bilder und Animationen auf einem 64-Pixel-Display anzeigt: Klingt bescheuert, macht aber richtig Spaß – und soll Kindern und Erwachsenen das Programmieren beibringen.**

Von Jan-Keno Janssen

Nach dem Auspacken des Kugelroboters Sphero Bolt fällt als Erstes das 8 × 8 Pixel große Display aus RGB-LEDs auf. Es befindet sich innerhalb des Kugelgehäuses, dreht sich beim Umherfahren aber nicht mit, sondern zeigt immer nach oben – was ziemlich cool aussieht (siehe c't-Video unter [ct.de/y96d](http://ct.de/y96d)). Die Vorgängervariante SPRK+ musste mit einer einzelnen LED auskommen, die Star-Wars-Lizenzmodelle BB-8 und R2-D2 ganz ohne. Seit 2011 entwickelt der US-Hersteller Sphero Kugelroboter aus Kunststoff, die man per Smartphone-App über den Boden rollern lassen kann – bis zu zwei Meter pro Sekunde schnell.

Die zweite Neuerung beim Sphero Bolt ist weniger auffällig als das Display: Mit den vier eingebauten Infrarot-Sensoren können bis zu fünf Roboterbälle miteinander kommunizieren. Das Gehäuse ist nun wasserdicht, zudem hält der Akku länger. Nachdem der Bolt auf der mitgelieferten induktiven Ladestation vollgetankt hat, bleibt er zwei Stunden in Aktion, beim SPRK+ war es nur eine Stunde.

### Bolten macht Spaß

Um den Ball zum Leben zu erwecken, muss man ihn per Bluetooth mit Smartphone oder Tablet koppeln, die zugehörigen Apps sind für Android und iOS erhältlich. Wer den Bolt einfach nur als ferngesteuerten Rollroboter verwenden will, nimmt die abgespeckte App „Sphero

Play“. Sie dient als einfach zu bedienende Fernsteuerung für die Kugel, außerdem sind drei liebevoll gestaltete Spiele eingebaut, die man mit dem Bolt steuert – ähnlich wie mit einem Trackball.

Das volle Bolt-Potenzial entfaltet die App „Sphero Edu“: Damit programmiert man den Ball über eine grafische Oberfläche mit verschiebbaren Befehlsblöcken. Außerdem lassen sich Bilder und Animationen erstellen; der Editor für das 8 × 8-Pixel-Display ist kinderleicht zu bedienen.

Wer will, kann sogar JavaScript-Codeschnipsel in die eigenen Projekte einbauen. Wem keine Programmier-Idee einfällt, lässt sich von unzähligen Demo-Programmen inspirieren. Unter anderem gibt es Programme, die die Kugel zum Nackenmassagegerät umfunktionieren oder Spiele-Klassiker wie Pong oder Snake aufs



LED-Display holen. Da die Kugel keinen eingebauten Lautsprecher hat, ertönen Musik und Soundeffekte aus dem gekoppelten Mobilgerät.

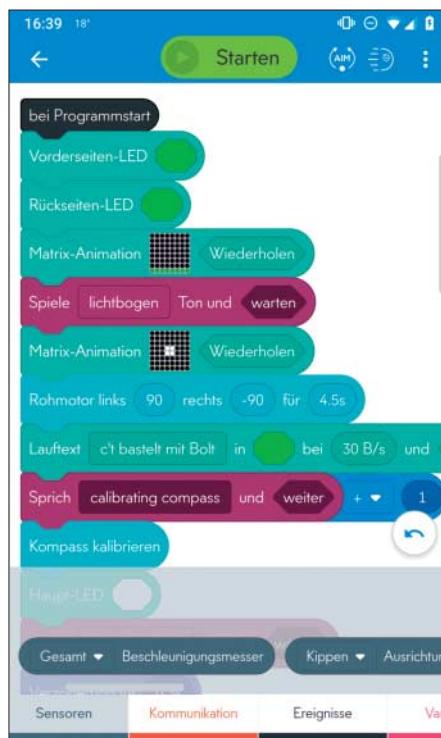
Dank der vielen herunterladbaren Community-Projekte macht die Edu-App auch Programmiermuffeln Spaß – zudem kann die App auch einfach nur als Fernsteuerung verwendet werden, was sogar besser klappt als mit der rudimentären Sphero-Play-Software: Nur die Edu-App verwendet beispielsweise den eingebauten Kompass, um die Fahrtrichtung immer automatisch relativ zum Smartphone anzupassen.

### Fazit

Der Sphero Bolt ist ein faszinierendes Spielzeug, in dem deutlich mehr Kreativitätspotenzial steckt als in den älteren Varianten. Während zum Beispiel die Star-Wars-Kugeln letztendlich nicht mehr als kurios aussehende ferngesteuerte Fahrzeuge darstellen, kann man den Bolt ruhigen Gewissens als Roboter bezeichnen. Die Programmieroberfläche ist so einfach gestaltet, dass auch blutige Anfänger schnell Erfolgsergebnisse haben. Der große Wermutstropfen ist allerdings der Preis: 170 Euro muss man investieren – aber dafür lernt man schließlich auch was.

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

**Video:** [ct.de/y96d](http://ct.de/y96d)



Programmiert wird der Kugelroboter auf dem Mobilgerät mit verschiebbaren Befehlsblöcken – oder mit JavaScript.

### Sphero Bolt

#### Programmierbare Roboterkugel

Hersteller	Sphero, <a href="http://www.sphero.com">www.sphero.com</a>
Systemanf.	Mobilgerät mit Android (ab 5.0) oder iOS (ab 9.0)
Durchmesser, Gewicht	73 mm, 200 g
Preis	170 €



# Knopfkiste

**Xbox Adaptive Controller für mehr Barrierefreiheit beim Spielen**

**Das modulare Gamepad von Microsoft erleichtert Gaming für Menschen mit Behinderung oder eingeschränkter Mobilität.**

**Von Julius Beineke**

Menschen mit Behinderung werden in diversen Lebensbereichen ziemlich im Stich gelassen. Das gilt auch für Videospiele, was in erster Linie an den Eingabegeräten liegt. Microsoft will das mit seinem modularen Xbox Adaptive Controller ändern.

Die 550 Gramm schwere Box ist oben auf mit zwei großen, leichtgängigen Buttons, einem im Vergleich überraschend schwergängigen Steuerkreuz sowie vier Menüknöpfen ausgestattet. Darüber hinaus kann und muss man das Gerät mithilfe separater erhältlicher, vielfältiger Zusatzprodukte individuell erweitern. An zwei USB-Ports am linken und rechten Gehäuserand schließt man beispielsweise Einhand-Joysticks an, welche die des Standard-Xbox-Controllers ersetzen. Alternativ verbindet man hier auch einen Standard-Controller, den dann Spielende selbst oder weitere Mitspieler im sogenannten Co-Piloten-Modus unterstützend nutzen können.

## Vielseitig erweiterbar

Am hinteren Gehäuserand befinden sich insgesamt 19 Buchsen für 3,5-Millimeter-Klinkenstecker zum Anschließen von Zusatzmodulen: Knöpfe und Schalter verschiedener Größe und Machart, Fußpedale, Joysticks oder ein sogenannter Quadstick, ein Controller für die Bedienung mit dem Mund.

Über die Xbox-Zubehör-App lässt sich die Belegung der Steckplätze und die Empfindlichkeit verbundener Joysticks individuell einstellen. Hierfür muss der Adaptive Controller per USB-Kabel verbunden sein, über das er auch geladen wird. Zum Spielen steigt man dann auf Bluetooth oder Xbox Wireless um. Das reduziert Kabelsalat, der durch angeschlossene Module entstehen kann.

## Testspiel

Um einen möglichen Anwendungsfall zu simulieren, spielen wir den Plattformer Dead Cells einhändig. Als Steuerelemente waren an den Adaptive Controller ein Einhand-Joystick von Microsoft und ein Fußschalter von StealthSwitch angeschlossen. Hinzu kam ein Ultralight Switch von Atec, der so klein und leichtgängig ist, dass man ihn mit wenig Kraft und kleinen Bewegungen auslöst. Mit einem vorhandenen Kle-

bestreifen befestigten wir ihn seitlich am Einhand-Joystick und bedienten ihn mit den Fingerspitzen.

Der Joystick selbst liegt gut in der Hand. Ärgerlich ist jedoch, dass sich seine zwei Schultertasten nicht belegen lassen – ein echter Fauxpas von Microsoft, wären sie beim einhändigen Spielen doch äußerst hilfreich. Der Fußschalter ist aus Metall und hat einen knackigen Druckpunkt, was Fehlbedienungen vermeidet. Dafür fallen damit selbst Doppelklicks leicht.

Auf eine Stunde Rumprobieren mit Steckplätzen, Umbelegung in der Xbox-Zubehör-App und Controller-Einstellungen im Spiel folgten zwei weitere der Ein gewöhnung. Sprünge löst der Fußschalter aus, Joystick und Ultralight-Schalter übernehmen Bewegung und Angriffe. Die Joystick-Hand liegt auf dem Adaptive Controller, auf dessen Buttons und Steuer kreuz weitere Befehle wie Ausweichen, Sekundärattacken und Items verteilt sind.

## Fazit

Je mehr verschiedene Steuerelemente man zur Verfügung hat desto besser. Deren Kosten treiben den Gesamtpreis jedoch deutlich nach oben. Die vielen Module und Konfigurationsmöglichkeiten sind eindeutig die größte Stärke des Controllers, aufgrund des Kabelsalats und des Gefummels mit der Tastenbelegung aber auch eine Schwäche – im Angesicht der Möglichkeiten jedoch eine kleine. Schwerer wiegt da der Ärger über die nicht belegbaren Knöpfe auf dem Einhand Joystick.

Ohne Zweifel ist eine längere Lern- und Eingewöhnungsphase nötig, um effektiv spielen zu können. Das ist ja aber bei jedem ungewohnten Eingabegerät der Fall. Besonders für Spielende, die aufgrund körperlicher Umstände auf individuelle Eingabegeräte angewiesen sind, ist der Xbox Adaptive Controller mehr als einen Blick wert. (jube@ct.de) ct

## Microsoft Xbox Adaptive Controller

Barrierefreier Spiele-Controller	
Hersteller	Microsoft, xbox.com
Systemvoraussetzungen	Windows 10 und höher; Xbox One Spielekonsole
Verbindungsmöglichkeiten	Bluetooth, Xbox Wireless, USB
Preis	90 € (Controller); 15 € bis 475 € (Zubehör)



## Beton-romantikerin

**Die Classic Buckling Spring Tastatur von Unicomp ist die Wiedergeburt der kultigen IBM Model M, bringt aber USB-Kabel, Windowstasten und einen etwas frischeren Look mit.**

Wussten Sie, dass Unicomp noch immer Tastaturen mit Federmechanismus in den Schaltern herstellt, während fast alle anderen Hersteller zu klapperigerer Mechanik gewechselt haben? Das Classic Buckling Spring Keyboard ist eine dieser Retro-Tastaturen und entspricht fast eins zu eins dem historischen Vorbild und Kultobjekt IBM Model M. Es ist noch immer groß, schwer und laut, aber sonst auf aktuellem Stand.

Unterschiede sind die Farbe, das Verbindungskabel sowie zwei Windows-tasten, die bei den IBM-Vorgängern von damals fehlen – die Tastatur gibts nun auch in Schwarz mit grauen Tasten und sie wird per USB-Kabel angeschlossen. Un-gewohnt: Die rechte Windowstaste liegt direkt rechts neben der Leertaste, erst dann folgt Alt Gr. Das ist bei den meisten Tastaturen anders und führt besonders bei der Eingabe von Sonderzeichen regelmäßig zu Vertipfern. Ärgerlich ist das besonders, da man dann die Windows-Taste erwischte, so meist das Startmenü öffnet und dort irgendeine Aktion auslöst.

Der Tastendruck ist dank des Federmechanismus – Buckling Spring genannt – knackig und von fühl- und deutlich hörbarem Klicken sowie metallischen Klängen begleitet. Letztere stammen nicht zu-

letzt von der eingebauten Metallplatte, auf der die Tasten befestigt sind und die das Keyboard über anderthalb Kilo schwer macht. Von den berüchtigten Feder-Verklemmern der Vorgänger passten in unserem Test nur wenige.

Das Gehäuse der Tastatur ist aus etwas weicherem Plastik als das der Vorfahren und nicht sehr hochwertig verarbeitet – Grate an den Gehäuserändern sind gerade so noch nicht scharf genug, um den Fingern gefährlich zu werden. Mit zwei Klappfüßen stellt man das Keyboard hinten auf, dann steht es trotz des hohen Gewichts allerdings äußerst rutschig, was besonders auf glatten Tischen stört.

Ansonsten besticht das Classic Buckling Spring Keyboard durch Simplizität und Sichtbeton-Look: keine Extratasten, keine Beleuchtung, kein Schnickschnack. Statt großem Funktionsumfang und beleuchteten Tasten bekommt man hier Retro-Feeling – nur die Verarbeitung lässt etwas zu wünschen übrig.

Neben dem Classic Buckling Spring Keyboard bietet Unicomp auch weitere Tastaturen an – darunter Modelle mit integriertem Trackball oder Trackpoint als Mausersatz sowie solche mit Terminalfunktionen oder mit Tastenlayout für Macs. *(jube@ct.de)*

### Classic 105 Black Buckling Spring Keyboard

Retro-Tastatur	
Hersteller	Unicomp, <a href="http://www.pckeyboard.com">www.pckeyboard.com</a>
Schalter-/Tastentyp	Buckling Spring, ~60 g Druckpunkt
Preis	140 €



## Protz-Klötzchen

**Lego schickt ein neues Hypercar ins Rennen: Der Chiron soll das Verständnis für Technik fördern.**

Der Bausatz 42083 „Bugatti Chiron“ ist ein Puzzle aus 3599 Teilen, die sich in einer Bauzeit von etwa zehn Stunden zu einem Hypercar im Maßstab 1:8 zusammenbauen lassen. Damit tritt der blaue Flitzer in die Fußstapfen des Porsche GT3 RS, den Lego im vergangenen Jahr vorstellte ([ct.de/crash](http://ct.de/crash)).

Die Bauanleitung ist zweigeteilt und mit zusammen 632 Seiten deutlich umfangreicher als die des 911er. Das liegt auch daran, dass der Chiron an einigen Stellen umständlicher zu bauen ist. Die Anleitungen enthalten auch tolle Fotos von der Fertigung des großen Bugattis. Leider kommen sie ob der räudigen Druckqualität nicht wirklich zur Geltung.

Highlights des Modells sind der W16-Motor mit beweglichen Kolben und das 8-Gang-Schaltgetriebe mit Schaltwippe. Der Chiron ist ein Allradfahrzeug und arbeitet mit einem Doppeldifferenzial. Die Federn der vorderen Radaufhängung sind zu schwach ausgelegt, sodass der Wagen einsackt, sobald man die Frontpartie berührt.

Jeder Chiron wird mit einem gelaserten Nummernschild geliefert und lässt sich von seinem Besitzer auf der Lego-Seite registrieren. Man erhält dafür eine Besitzurkunde und zusätzliches Bildmaterial. Mit 360 Euro scheint der Bausatz überteuert, einen Porsche bekommt man fast für die Hälfte – natürlich nur aus Lego. *(sha@ct.de)*

### Bugatti Chiron

Lego-Technic-Bausatz	
Hersteller	Lego
Lieferumfang	3599 Teile, 2 Anleitungen
Preis	360 €



## Klangvoller Puck

**Den günstigen Einstieg in die Alexa-Welt gibt es nun mit besserem Klang. Auch äußerlich hat Amazon den vernetzten Lautsprecher Echo Dot noch einmal überarbeitet.**

Laut Amazon folgt der Echo Dot der dritten Generation einer anderen Designsprache als seine Vorgänger. In der Praxis bedeutet dies, dass der vernetzte Lautsprecher keine Kanten mehr hat und mit Stoffüberzügen in den Farben Anthrazit, Hellgrau und Sandstein erhältlich ist. Der Preis ist bei 60 Euro geblieben.

Aber auch im Inneren hat sich etwas getan: Der integrierte Lautsprecher hat nun einen Durchmesser von 41 statt 15 mm, was dem Klang hörbar zugute kommt. Wirklich bassstark ist er aber mangels Gehäusevolumen immer noch nicht. Wer möchte, kann bis zu zwei Dots mit dem neuen Echo Sub zu einem 2.1-Set verbinden. Der neue Dot begnügt sich nicht mit einer Spannung von 5 Volt, sondern kommt mit 12-Volt-Netzteil. Folglich lässt es sich nicht mehr am USB-Port eines anderen Geräts betreiben.

Der Dot gehört bereits zu den neuen Echos, die auch Glasbruch und den Alarm von Feuermeldern erkennen und den Nutzer per App darüber informieren können (siehe auch Seite 68). Aktuell ist diese Funktion aber noch nicht freigeschaltet. (nij@ct.de)

## Echo Dot

### Vernetzter Lautsprecher mit Sprachassistentin Alexa

Hersteller	Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>
WLAN	802.11a/b/g/n (2,4 und 5 GHz)
Audio-Konnektivität	3,5-mm-Line-Out und Bluetooth
Abmessungen, Gewicht	9,9 cm × 4,3 cm × 9,9 cm (B × H × T), 300 g
Preis	60 €



## The Greatest Showman

**Die 2. Generation des Echo Show bietet einen größeren Bildschirm, einen besseren Klang und eine erweiterte Smart-Home-Anbindung.**

Schon äußerlich hat der Echo Show zugelegt: Statt eines 7- ist nun ein 10-Zoll-Display mit Full-HD-Auflösung eingebaut, die Lautsprecher sind von vorne an die Seiten gewandert. So wirkt der Neuling eher wie ein aufgestelltes Tablet und nicht mehr so klobig wie sein Vorgänger.

Vor allem spielt der Echo Show dank neuer dualer 50-mm-Stereotreiber und passivem Bassradiatior wesentlich lauter und mit besserem Klang auf. Mangelte es der ersten Generation noch an Bässen, drängen sich diese nun selbst bei geringer Lautstärke in den Vordergrund. Da ist es gut, dass man Höhen, Mitten und Bässe in einem neuen Equalizer-Menü oder per Spracheingabe dem eigenen Geschmack anpassen kann. Wer noch mehr (oder besseren) Tiefton möchte, kann den Show mit dem neuen drahtlosen Subwoofer „Echo Sub“ koppeln.

Erneut ist eine 5-Megapixel-Kamera an Bord. Videoanrufe zu anderen Shows oder zur Alexa-App auf einem Mobilgerät gab es schon beim ersten Modell, künftig kann man auch über Skype mit allen möglichen Gegenstellen kommunizieren. Zudem dient Show nun als Display für Gegensprechanlagen mit WLAN-Kamera, wie sie etwa die Amazon-Tochter Ring anbietet.

Neu ist ein eingebauter Smart-Home-Hub für das ZigBee-Funkprotokoll, mit dem sich vor allem vernetzte Leuchtmittel anbinden lassen. Die soll man künftig selbst dann noch steuern können, wenn die Internetanbindung ausfällt. Passend dazu gibt es eine neue Smart-Home-Bedienoberfläche, die bislang jedoch nicht den Status der einzelnen gekoppelten Geräte anzeigt.

Mit Firefox und Silk feiern zudem gleich zwei Internetbrowser Premiere. So kommt nun auch endlich wieder der Videodienst YouTube auf den Echo Show, der kurz nach der US-Premiere des Vorgängers verschwunden war. Die Bedienung der Browser läuft komplett über das Touch-Display, ohne Spracheingabe. Die Geschwindigkeit geht in Ordnung, auch wenn Seiten mit vielen grafischen Elementen einen Moment brauchen, um sich aufzubauen.

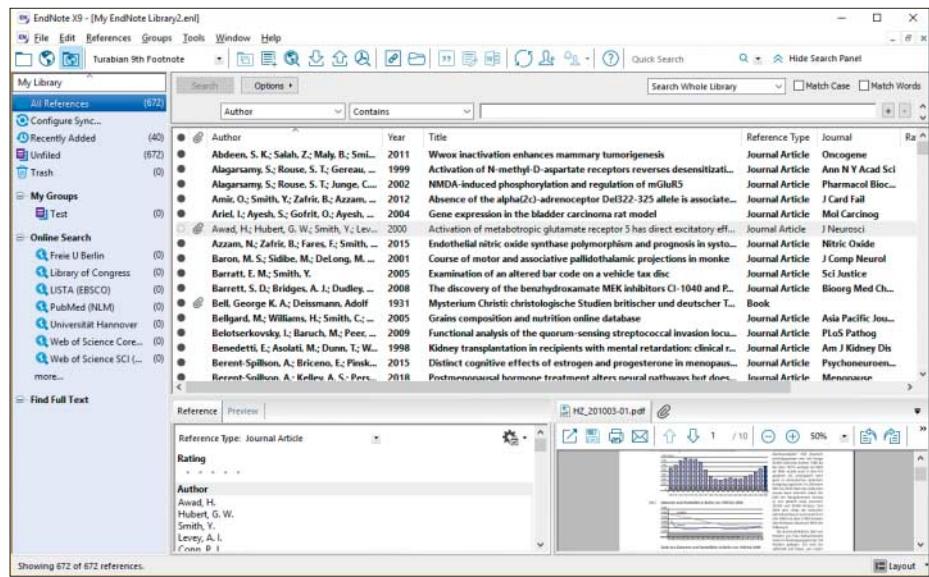
In den kommenden Wochen will Amazon softwareseitig noch ordentlich nachlegen – unter anderem mit überarbeiteten Apps, die dank neuer Programmiersprache das Display stärker und sinnvoller nutzen.

(nij@ct.de)

## Amazon Echo Show

### Vernetzter Lautsprecher mit Display und Sprachassistent

Hersteller	Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>
Display	10-Zoll-Touchdisplay, 1920 × 1080 Pixel, spiegelnd
Auflösung Frontkamera	5 Megapixel
WLAN	802.11 a/b/g/n (2,4 und 5 GHz)
Audio-Konnektivität	Bluetooth
Abmessungen, Gewicht	24,6 cm × 17,4 cm × 10,7 cm (B × H × T), 1755 g
Preis	230 €



# Elektronische Bibliothek

## EndNote X9 mit neuen Teamfunktionen

**Die Literaturverwaltung EndNote will Verfassern wissenschaftlicher Texte beim Sammeln und Zitieren von Quellen Arbeit abnehmen – von der Recherche in Bibliothekskatalogen bis zum Formatieren der Referenz. Version X9 bringt Neuerungen bei der Teamarbeit.**

### Von Dorothea Lemke

EndNote verwaltet Angaben zu Büchern, Zeitschriftenartikeln und vielen weiteren Quellen. Seit 2016 befindet sich das Programm im Besitz von Clarivate Analytics. Dieser Anbieter betreibt auch das „Web of Science“ (WoS), einen kostenpflichtigen Zugang zu mehreren wissenschaftlichen Literaturdatenbanken. Er lässt sich komfortabel aus EndNote heraus nutzen, muss dafür jedoch separat bezahlt werden. Bei der Einrichtung von EndNote wird auch ein Add-in für Microsoft Word installiert. Direkt beim Schreiben kann der Anwender Zitate in seinen Text einfügen und Literaturlisten generieren; EndNote beherrscht dafür mehr als 7000 Zitationsstile. Neben dem PC-Programm gibt es seit einiger Zeit auch eine Online-Variante.

### Neuerungen

Bisher kannte EndNote vom Buch über den Zeitschriftenartikel bis zur unveröffentlichten Quelle 51 Dokumenttypen. Version X9 bringt vier neue Typen: Discussion Forum, Multimedia Application, Social Media und Television Episode.

Der Manuscript Matcher von EndNote soll anhand von Titel, Abstract und Quellen einer Arbeit eine geeignete Zeitschrift für die Veröffentlichung finden. Bisher erreichten EndNote-Anwender diese Funktion nur über das WoS – mit Version X9 kann man sie auch direkt aus EndNote oder aus Word nutzen.

Um Literaturangaben mit Kollegen oder Kommilitonen zu teilen, konnte man bisher in EndNote Online einzelne Ordner (Custom Groups) mit Lese- oder Lese- und Schreibrechten freigeben; Volltexte wurden nicht geteilt, geteilte Ordner erschienen beim Empfänger als geteilte Gruppen. Lediglich in der Desktop-Version konnte man ab Version X7.2 auch eine ganze Library teilen, wobei der Empfänger automatisch Lese- und Schreibrechte bekam. Er konnte die neue Library in der Desktop-Version als Shared Library öffnen – in der Webversion wurde sie dagegen nicht angezeigt. Hier hat sich mit Version X9 einiges geändert. So lassen

sich Custom Groups nun auch aus der Desktop Version heraus teilen, inklusive Rechtevergabe. Geteilte Custom Groups werden beim Empfänger in der Desktop-Version mit der E-Mail-Adresse des Besitzers und dem Namen der Custom Group angezeigt – jedoch ohne Information darüber, wie viele Referenzen sich darin befinden, und ohne die Möglichkeit, diese in der Desktop-Version anzeigen zu lassen. In EndNote Online ist die Group mit dem entsprechenden Ordner verlinkt und wird immer dort geöffnet; für jede Group wird dabei im Browser ein neuer Tab geöffnet. Wer eine Library teilt, kann die Rechte darauf jetzt auch aufs Lesen beschränken.

Die neue EndNote-Funktion „Create Citation Report“ soll für einzelne Referenzen oder Ordner einen sogenannten Zitationsbericht erstellen. Im Test funktionierte das nicht zuverlässig. Insgesamt lief die aktuelle EndNote-Version im Test nicht immer ganz stabil. Als wir das Programm noch während eines umfangreichen Importvorgangs beendeten, ließ sich die gesamte Datenbank vorübergehend nicht mehr öffnen.

### Fazit

Die nach wie vor nur in englischer Sprache verfügbare Oberfläche wurde für Version X9 nicht modernisiert. Das wäre dringend nötig – die triste Grafik und das Bedienkonzept sind in die Jahre gekommen.

Die wichtigsten Neuerungen betreffen die Arbeit im Team. Hier hat sich die Hoffnung vieler Anwender auf eine Zusammenführung der getrennten Funktionen zum Teilen von Ordnern und Libraries nicht erfüllt. Zwar kann man nun beides aus der PC-Version teilen, aber geteilte Libraries lassen sich nach wie vor nicht in der Webversion anzeigen und geteilte Ordner werden in der PC-Version nun auch nicht mehr mit Inhalt angezeigt. Das Nebeneinander der Funktionen bleibt verwirrend, zumal Smart Groups, Combined Groups und Group Sets in der Webversion weiterhin nicht angezeigt werden.

(dwi@ct.de)

## EndNote X9

Literaturverwaltung	
Hersteller	Clarivate Analytics, clarivate.com
Systemanf.	Windows ab 7 / macOS ab 10.10
Preise	247,52 €, für Studenten: 111,86 €, Upgrade: 97,58 €

Anzeige



## Tausend Hallen

**Spaces 2** simuliert Konzerthallen und gibt vielen Instrumenten darin den passenden Hall.

Der Hall eines Convolution Reverbs gilt in der Musikproduktion als besonders authentisch, da er keine künstlichen Algorithmen, sondern die akustische Rückantwort echter Räume nutzt. East-West unterteilen im Plug-in Spaces 2 ihre Impulsantworten nicht nur nach Räumlichkeiten, sondern auch nach Instrumenten. Unter den knapp 2 GByte an Impulsantworten findet man besonders viele Konzerthallen und Kirchen, in denen das Abstrahlverhalten verschiedener Instrumente, Sänger und Chöre simuliert wurde. Mitunter stehen Mikrofonierungen in Mono und Stereo parat.

Das ist besonders für Filmkomponisten interessant, die ihr Arrangement aus dem Sampler in einen echt klingenden Raum hüllen wollen. Um den richtigen Hall zu finden, müssen sie sich jedoch durch eine große Datenbank wühlen. Leider lassen sich keine Favoriten markieren oder umsortieren, sodass es dauern kann, bis man etwas Passendes gefunden hat.

Im Vergleich zum halb so teuren Hoya IQ-Reverb punktet Spaces 2 mit der wesentlich größeren Auswahl hochwertiger Hallfahnen. Es kann diese jedoch nicht so flexibel nachbearbeiten. Zwar lassen sich Pre-Delay, Länge sowie Höhen und Tiefen anpassen, das klingt dann aber schnell künstlich. Als Demo kann man das Plug-in 10 Tage lang kostenlos testen. (hag@ct.de)

## EastWest Spaces 2

Hall-Effekt für Musikproduktionen	
Hersteller	EastWest, <a href="http://www.soundsonline.com">www.soundsonline.com</a>
Format	VST 2/3, AU, AAX (64 Bit)
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.7
Preis	299 US-Dollar (iLok-Schutz)



## Bass-Box

**Eine wuchtige Bluetooth-Box für Bass-Freunde: Marshall hat den Erfolgslautsprecher Kilburn neu aufgelegt.**

Das von Kunstleder überzogene Gehäuse des vergleichsweise großen und schweren Kilburn 2 erinnert an einen Gitarrenverstärker. An den drei gummierten Drehreglern justiert man Lautstärke, Bass und Höhen nach Geschmack. Neu im Vergleich zum Vorgänger ist die Möglichkeit, zwei Wiedergabegeräte gleichzeitig zu verbinden. Nach IPX2-Zertifizierung ist der Kilburn 2 nun auch gegen Tropfwasser geschützt.

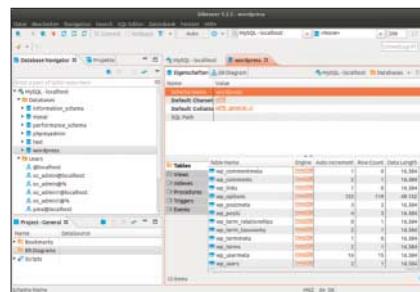
Beim Sound schlägt der überarbeitete Kilburn keine neuen Töne an. Stehen die beiden Audio-Drehregler auf null, klingt der Kilburn 2 etwas dumpf. Der Bass ist auch noch in den Mittelstufen präzise und immer präsent, außergewöhnlich tief kommt der neue Kilburn aber nicht runter.

Der Kilburn 2 kostet 300 Euro und damit über 100 Euro mehr als der Vorgänger. Er hat kaum neue Features, büßt jedoch etwas an Charme ein. Denn obwohl das Verstärker-Design erhalten bleibt, spart sich Marshall beim neuen Modell die goldenen Zierelemente und den coolen Kippschalter, der beim Vorgänger noch zur Identität beigetragen hat. Wer auf diesen speziellen Marshall-Style steht, ist mit dem günstigeren Vorgänger besser beraten.

(dahe@ct.de)

## Marshall Kilburn 2

Bluetooth-Lautsprecher	
Hersteller	Marshall, <a href="http://www.marshallheadphones.com">www.marshallheadphones.com</a>
Akkulaufzeit	14 Stunden
Codecs	SBC, aptX
Gewicht	2500 g
Abmessungen	24 x 14 x 16 cm
Preis	300 €



## Daten-Biber

**Der universelle Datenbank-Client DBeaver hilft bei der Einrichtung, der Wartung und der Inspektion von Datenbanken.**

Die quelloffene Community-Version von DBeaver unterstützt zahlreiche Datenbanken. Neben bekannten relationalen Systemen wie MySQL und MariaDB gehören dazu auch dateibasierte Speicher wie DBase beziehungsweise dessen DBF-Format. Weitere Datenbanken lassen sich per JDBC-Schnittstelle einbinden. Die kostenpflichtige Enterprise-Version spricht zusätzlich mit NoSQL-Datenbanken.

Die einzelnen Datenbankinhalte lassen sich in der auf den ersten Blick etwas unübersichtlichen Benutzeroberfläche jeweils in eigenen Tabs öffnen. Das Datenbankschema zeigt DBeaver auf Wunsch als ER-Diagramm an. In BLOB-Feldern gespeicherte Bilder versucht DBeaver anzuzeigen. Filter blenden unerwünschte Inhalte aus. Anhand regulärer Ausdrücke kann DBeaver gezielt nach Daten suchen und sie auch ersetzen. Inhalte exportiert DBeaver in eine Datei oder eine andere Datenbank.

Über den eingebauten SQL-Editor mit Syntax-Highlighting und Auto vervollständigung setzen Anwender SQL-Befehle ab. Alternativ klicken sie SQL-Statements in den Tabellen zusammen. SQL-Skripte lassen sich in einer Projektverwaltung ablegen. Ein Plug-in integriert DBeaver direkt in die IDE Eclipse.

(Tim Schürmann/lmd@ct.de)

## DBeaver 5.2.2

Datenbank-Tool	
Hersteller	Rider Soft LTD/DBeaver-Community, <a href="http://www.dbeaver.io">www.dbeaver.io</a>
Systemvoraussetzungen	Windows, macOS, Linux sowie mindestens Java 1.8
Preis	<b>frei</b> , Enterprise Edition ab einmalig 149 US-Dollar oder 14 US-Dollar monatlich

The screenshot shows a digital content calendar in Airtable. It consists of three main sections:

- Headline:** Contains 3 records. Row 1: "Voyager's favorite 5 star hotels" (Status: Published, Due Date: 08.05.2017, Author: Kayla Barton). Row 2: "Must-see museums" (Status: Draft, Due Date: 25.5.2017, Author: Felicia Fleming). Row 3: "Poolside views" (Status: Assigned, Due Date: 20.6.2017, Author: Chuck Harrison).
- Locations:** Contains 3 records. Row 4: "Fly to the Cayman Islands" (Status: Spotlight, Due Date: 03.05.2017, Author: Kayla Barton). Row 5: "Diggin' the Maldives" (Status: Spotlight, Due Date: 10.5.2017, Author: Isabella Clarke). Row 6: "The cozy countryside is Britain at..." (Status: Spotlight, Due Date: 13.6.2017, Author: Kayla Barton).
- Edition:** Contains 2 records. Row 7: "Spotlight on Jacques Martin" (Status: Food Fare, Due Date: 18.5.2017, Author: Felicia Fleming). Row 8: "Summer Inspired bites with San..." (Status: Food Fare, Due Date: 10.5.2017, Author: Chuck Harrison).

At the bottom left, it says "14 records".

## Tabellenservierer

**CRM, Projektverwaltung, Content Management – für viele Aufgaben werden Tabellenkalkulationen zweckentfremdet, obwohl eine Datenbank eigentlich besser geeignet wäre. Der Cloud-Dienst Airtable bietet eine vollwertige Datenbank, lässt sich aber fast so leicht wie Excel und Co. bedienen.**

Airtable ist ein ausgewachsenes Datenbanksystem in der Cloud: Die Anwender verwalten und editieren Bases, also Datenbanken, die mehrere Tables (Tabellen) umfassen können. Auch die Begriffe Views, Fields und Records verwendet Airtable wie andere Datenbanksysteme. Neue Bases und Tables legt der Anwender von Hand an oder kopiert sie aus einer Vorlage, einzelne Tabellen kann er als CSV-Datei importieren. Mehrere Tabellen lassen sich verknüpfen.

Für Felder stehen zwei Dutzend Typen bereit, von einfachen Textfeldern über „Multiple Select“ und „Barcode“ bis zu „Rollup“, das den Inhalt verlinkter Records zusammenfasst. In Felder vom Typ „Attachment“ lassen sich mehrere Dateien per Drag and Drop hineinziehen; von Bildern, Office- und PDF-Dateien darin zeigt Airtable Vorschauen an.

Jede Tabelle lässt sich grundsätzlich in fünf verschiedenen Sichten darstellen: „Grid“ zeigt eine Excel-ähnliche Übersicht der gesamten Tabelle samt Filter-, Gruppier- und Sortierungsfunktionen. „Form“ hebt eine einzelne Zeile als Formular hervor. „Gallery“ stellt die Zeilen als Karten dar, die die eingebetteten Dateien hervorheben. „Kanban“ macht eine Tabelle zu einem Kanban-Board. Fehlt das dafür notwendige Feld mit dem Bearbeitungsstatus, legt der Anwender

es beim Wechsel in die Kanban-Ansicht an. Entsprechend funktioniert die „Calender“-Ansicht.

Der Nutzer kann mehrere Sichten des gleichen Typs anlegen, etwa um in Tabellen verschiedene Aspekte hervorzuheben. Sogenannte Blocks erweitern den Funktionsumfang. Damit lassen sich Daten visualisieren, etwa in Karten, als Organigramm oder als 2D-Matrix, oder neue Informationen einbetten, zum Beispiel Kalender.

Jede Tabelle lässt sich über eine Programmierschnittstelle von externen Anwendungen ansprechen. Airtable ist teamfähig und stellt eine Web-Oberfläche sowie Apps für Windows, macOS, Android und iOS bereit. Die Cloud-Anwendung ist in einer Basisversion kostenlos, die eine unbeschränkte Zahl an Bases, 1200 Datensätze pro Base sowie 2 GByte Speicherplatz für Attachments bereithält: genug für die private Nutzung und kleine Teams. Wer Blocks und passwortgeschützte Views nutzen will, zahlt 20 Euro pro Monat und Nutzer.

Alles in allem ist Airtable ein ziemliches Dickschiff, dessen Bedienung man nicht an einem Tag lernt. Der Betreiber hilft, so gut er kann – mit interaktiven Tutorials, einer umfangreichen Dokumentation sowie einer großen Sammlung mit Beispielprojekten als Inspiration. Hat man sich erst einmal eingearbeitet, lassen sich damit viele Aufgaben besser erledigen als mit Excel und Co. (jo@ct.de)

## Airtable

Online-Datenbanksystem	
Hersteller	Airtable, airtable.com
Systemvoraussetzungen	Browser, Windows ≥ 7, macOS ≥ 10.9, Android ≥ 4.4, iOS ≥ 8
Preis	Free: <b>kostenlos</b> , Pro: 20 US-\$/Monat, Nutzer

Anzeige



# Aller guten Dinge sind drei?

## Die Smartphones Google Pixel 3 und Pixel 3 XL im Test

**Googles Handys sind Garant für exklusive Android-Features sowie häufige Updates über drei Jahre. Wir haben getestet, ob die neue Generation dem High-End-Anspruch gerecht wird.**

**Von Stefan Porteck**

**G**oogles Pixel-Telefone stehen für teure High-End-Geräte. Einen leichten Stand hatten sie nie, denn ihnen fehlte schlicht das gewisse Etwas, um sich von der Konkurrenz abzusetzen.

Bei Design und Ausstattung ist Google seiner Linie auch in der dritten Generation treu geblieben: Der Fingerabdrucksensor findet sich weiterhin auf der Rück-

seite, die im oberen Viertel mit Glas überzogen ist. Bei ausgeschaltetem Display sieht man auf den ersten Blick keinen Unterschied zu den bisherigen Pixel-Phones. Sah vor allem der 1,5 cm breite obere und untere Display-Rahmen des Pixel 2 XL altbacken aus, will Google es nun besser machen. Geblieben sind am unteren Rand 10 mm und oben 2 mm – doch hier prangt eine wuchtige Einkerbung (Notch) in der Mitte, die man in dieser Größe eher bei Telefonen des vergangenen Jahres findet. Beim kleinen Modell ist der Rahmen auf 9 Millimeter geschrumpft, auf eine Einkerbung wurde verzichtet. Das kleine Pixel 3 wirkt optisch also nicht so modern wie die Konkurrenz.

Technisch unterscheiden sich die 3er-Pixel nur in der Größe von Gehäuse und Display sowie der Akkukapazität. Die übrige Hard- und Software ist identisch. So

hat die kleine Variante ein 5,5-Zoll-Display (OLED, 2160 × 1080 Bildpunkte) und die XL-Version eins mit 6,3 Zoll (OLED, 2960 × 1440 Bildpunkte).

Die maximale Helligkeit des XL beträgt 390 cd/m<sup>2</sup>, womit sich das von Samsung gefertigte Display zwar unter Sonnenlicht ablesen lässt, aber deutlich hinter der Konkurrenz bleibt. Das kleine Pixel 3 bringt es zwar auf 450 cd/m<sup>2</sup>, was aber ebenfalls nur Mittelmaß darstellt. Bei beiden sorgt das OLED-typische satte Schwarz für einen enormen Kontrast und einen knackigen Bildeindruck, der von den sehr satten Farben unterstützt wird, die die Pixel 3 zu natürlich anmutenden Fotos und Videos mischen. Wer die Farbsättigung als zu kräftig empfindet, stellt sie im Einstellungsmenü von „maximal“ auf „neutral“ um.

Beim Farbraum liegen beide Modelle etwa gleichauf mit anderen Oberklassetelefonen mit OLED-Display und decken den AdobeRGB-Farbraum nahezu vollständig ab. Bei der Betrachtung von den Seiten zeigt das Pixel 3 XL auf grauen und weißen Flächen eine etwas stärkere Winkelabhängigkeit als der Vorgänger und das kleinere Modell. Neigt man es geringfügig, zeigt sich ein leichter Grünstich, aus größeren Winkeln mischt sich etwas Rosa in die Darstellung. Im Alltag nimmt man das aber nur beim Surfen oder textlastigen Apps mit weißem Hintergrund wahr.

### Fokus auf Fotos

Google bewirbt die 3er-Pixel als ultimative Foto-Handys: Beide Modelle haben nun zwei Frontkameras mit jeweils 8 Megapixeln. Die zweite Kamera ist für weitwinklige Selfies mit einem Sichtfeld von 97 Grad gedacht. Bei der Rückkamera ignoriert Google den Trend zu Dual-Cams und schießt Fotos mit einer einzelnen 12,2-Megapixel-Kamera mit Blende f/1,8 und optischem (OIS) und elektronischem Bildstabilisator (EIS). Google verspricht, dass sich beispielsweise ein Bokeh-Effekt bei Porträts mittels Software genauso gut realisieren lässt wie mit zwei Kameras. Das klappt wie schon bei den vorherigen Modellen tatsächlich gut – und sogar besser als bei manch anderen Geräten mit zwei Kameras.

Einen großen Anteil an der Bildqualität haben mittlerweile die Algorithmen der Kamera-App – etwa der HDR-Modus. Wir haben diverse Fotos der neuen Pixel-Smartphones mit denen anderer Top-Geräte wie dem Note 9, dem iPhone Xs

Max und der vorherigen Pixel-Generation verglichen. Hier zeigte sich, dass die neuen Pixel brillante und scharfe Bilder mit einer natürlichen Anmutung aufnehmen. Bei Realmotiven lassen sie sich selbst im direkten Vergleich nicht von denen des Pixel 2 unterscheiden. Unsere Messung zeigen, dass die Kameras der Pixel 3 unter schwachem Umgebungslicht geringfügig weniger rauschen als die der 2er Pixel, sich aber der des Note 9 geschlagen geben müssen. Auch zur Fotoqualität des iPhone ließ sich ein Unterschied erkennen: Das iPhone Xs neigt im Vergleich zu kühleren und stärker aufgehellten Bildern.

Darüber hinaus spendiert Google der Kamera-App neben der Bokeh-Funktion weitere Spielereien. So fertigt die Top-Shot-Funktion Serienbilder und die KI sucht das vermeintlich beste Foto aus. Des Weiteren helfen Algorithmen, den Fokus automatisch auf bewegten Objekten zu halten und den Zoom-Bereich zu erweitern.

### Hausmannskost der Oberklasse

Beide Pixel 3 haben je einen Frontlautsprecher im oberen und unteren Display-Rand, die eine ordentliche Soundqualität bieten. Eine Klinkenbuchse fehlt. Dafür gehören In-Ear-Kopfhörer mit USB-Typ-C-Anschluss und passablem Klang zum Lieferumfang. Wer eigene Kopfhörer verwenden will, greift zum USB-Klinken-Adapter, der ebenfalls mit im Karton liegt.

Der Snapdragon 845 mit 2,5 und 1,6 GHz Octa-Core-CPU sorgt dafür, dass das Pixel 3 in unseren Benchmarks zusammen mit anderen High-End-Telefonen auf den vorderen Plätzen rangiert. Auffällig war jedoch, dass sich der Snapdragon 845 im Vergleich zu vorherigen Qualcomm-Chips schneller erwärmt und somit früher den CPU-Takt drosselt. Im Alltag haben wir davon aber nicht viel bemerkt: Sämtliche Apps starten flott und die Android-Oberfläche selbst läuft butterweich – kein Ruckeln, kein Haken, keine nervigen Gedenksekunden. Beide Modelle gibt es mit 64 oder 128 GByte. Eine Erweiterung des Speichers per MicroSD-Karte ist nicht möglich.

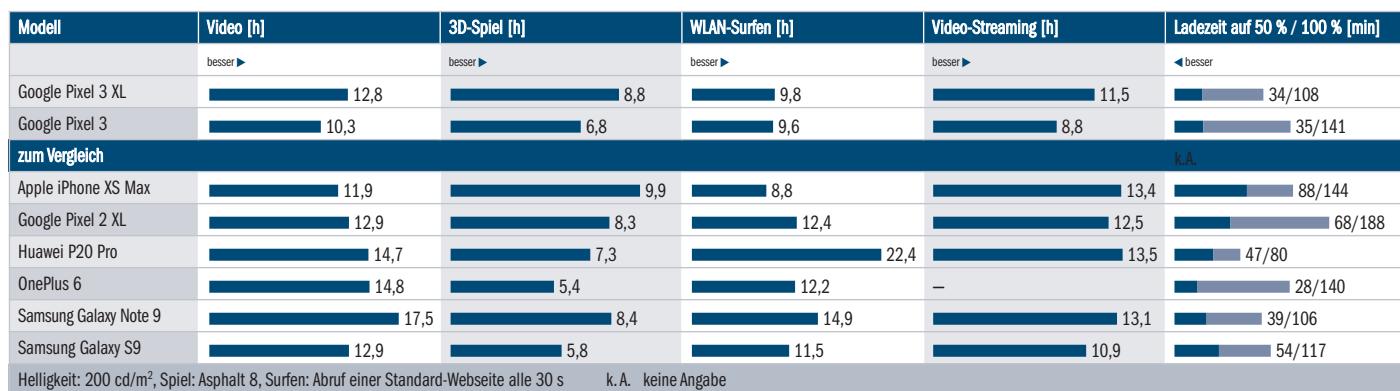
Selbstverständlich laufen die Google Phones mit dem aktuellen Android 9 alias Pie, das ohne Bloatware-Apps ausgeliefert wird und die kommenden drei Jahre Betriebssystem-Updates erhält. Pixel-3-Telefone werden somit auch in den Genuss von Android 10 und 11 kommen – und zwar zum Veröffentlichungstermin und nicht erst Monate später. Darüber hinaus erhalten die 3er-Pixel bis Oktober 2021 monatliche Sicherheits-Patches.

Funktional unterscheidet sich Android 9 nur in Details vom Betriebssystem der vorherigen Pixel-Generation: Wieder mit an Bord sind die automatische Musikerkennung und die Active-Edge-Funktion, die auf seitliches Zusammendrücken des Smartphones den Google Assistant startet. Neu ist die derzeit noch exklusive „Flip to Shhh“-Funktion, die das Telefon stumm schaltet, solange es mit dem Display nach unten auf den Tisch gelegt wird. Die mit Android Pie eingeführte Gestensteuerung zum schnellen Aufruf der App-Übersicht und der zuletzt genutzten Apps lässt sich anders als bei Pixel-2-Telefonen nicht mehr deaktivieren.

Abgesehen von Funktionen, die spezielle Hardware voraussetzen, wie etwa die Weitwinkel-Selfies, gehen wir davon aus, dass die Neuerungen der Kamera-App und des Betriebssystems mit kommenden Updates auch für ältere Pixel-Phones verfügbar sein werden.

Anzeige

## Laufzeiten



Die Akku-Kapazität von 3430 mAh verhilft dem Pixel 3 XL zu einer langen Laufzeit. Während der Videowiedergabe mit einer Display-Helligkeit von 200 cd/m<sup>2</sup> hält es rund 13 Stunden durch und liegt damit auf dem Niveau des Vorgängers und des iPhone Xs Max, aber leicht hinter dem OnePlus 6 und dem Huawei P20 Pro. Deutlich muss es sich von den 17 Stunden Videolaufzeit des Samsung Note 9 geschlagen geben.

Das kleinere Modell schafft mit seinem ebenfalls fest eingebautem 2915-mAh-Akku etwas über 10 Stunden.

Geladen werden die Google-Phones über USB-Typ-C. Zusätzlich kehrt das drahtlose Laden zurück – wie seinerzeit beim Nexus 5 und Nexus 6 nach dem Qi-Standard. So ist man nicht zwingend auf die als Zubehör erhältliche Ladeschale Pixel Stand angewiesen.

Der Wasserschutzgrad hat sich leicht verändert: Die 3er-Pixel halten eine halbe Stunde in mehr als einen halben Meter tiefem Wasser durch (IP68), beim Vorgänger hieß es noch bis zu einem halben Meter (IP67).

## Fazit

Die Pixel-Telefone der dritten Generation haben eine Top-Ausstattung, eine sehr gute Kamera und garantieren für drei Jahre ein aktuelles und unverbasteltes Android-System. Doch revolutionäre Neuerungen finden sich nicht. Wer bereit ist, Abstriche bei der Geschwindigkeit und der Fotoqualität zu machen, kann stattdessen ein Auge auf Android-One-Smartphones anderer Hersteller werfen, die ebenfalls mit „Vanilla“-Android daherkommen. Wer mehr Wert auf leistungsstarke Hardware legt, greift zu High-End-Geräten anderer Hersteller, muss aber länger auf Updates warten.

Die größte Konkurrenz für das Pixel 3 (XL) dürfte mit den Pixel-2-Phones aus einem Haus kommen. Sie schließen vergleichbare Fotos, laufen nach einem Jahr immer noch sehr flott, werden noch zwei Jahre mit Updates versorgt und sind deutlich

günstiger zu haben. Selbst Besitzer eines Pixel der ersten Generation dürften immer noch so zufrieden sein, dass das drahtlose Laden und der bessere Schutz vor Wasserschäden wohl keine drängenden Argumente für einen Neukauf sind. (spo@ct.de) ct

## Google Pixel 3 (XL)

Smartphone	
Betriebssystem / Bedienoberfläche	Android 9
Android-Sicherheitspatch-Ebene	September 2018
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 845 / 4 × 2,5 GHz + 4 × 1,6 GHz
Grafik	Adreno-630-GPU
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher	4 GByte / 64 oder 128 GByte
Wechselspeicher	—
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	4.2 / ✓ / GPS, Glonass, Beidou
Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor	✓ / ✓
mobile Datenverbindung <sup>4</sup>	LTE Cat. 18 (1200 MBit/s Down, 100 MBit/s Up), HSPA
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2915 mAh (3430 mAh) / — / ✓
USB-Anschluss / Schnellladetechnik	3.1-Typ-C / SuperCharge 18 W
Abmessungen (H × B × T)	14,6 cm × 6,8 cm × 0,8 cm (15,8 cm × 7,7 cm × 0,8 cm)
Gewicht	184 g
Schutzklasse	IP68
Farbvarianten	schwarz, weiß, pink
Kamera-Tests	
Rückkamera-Auflösung Fotos / Video	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (1)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	8 MPixel (3264 × 2448) / HD (1280 × 720)
Display-Messungen	
Technik / Diagonale	OLED / 5,5 Zoll (6,3 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	2160 × 1080 Pixel (442 dpi) / 18:9 (2960 × 1440 Pixel (522 dpi) / 18:9)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2 ... 457 cd/m <sup>2</sup> / 92 % (2 ... 398 cd/m <sup>2</sup> / 94 %)
Kontrast / Farbraum	>10000:1 / AdobeRGB
Laufzeit-Messungen	
Ladezeit auf 50 % / 100 %	34 min / 108 min (35 min / 141 min)
Video (200 cd/m <sup>2</sup> )	12,8 h (10,3 h)
Video-Streaming	11,5 h (8,8 h)
3D-Spiel (200 cd/m <sup>2</sup> )	8,8 h / 6,8 h
WLAN-Surfen (200 cd/m <sup>2</sup> )	9,8 h (9,6 h)
Preis	ab 850 € (ab 950 €)
✓ vorhanden	— nicht vorhanden

Anzeige



# Back in Black

## Microsoft Surface Laptop 2 und Surface Pro 6

**Microsoft spendiert den High-End-Geräten Surface Laptop und Surface Pro endlich leistungsstarke Vierkernprozessoren und bringt eine alte Gehäusefarbe zurück.**

**Von Florian Müssig**

Intel's achte Core-i-Generation brachte mit vier statt vormals zwei Prozessorkernen bei gleicher Abwärme einen ordentlichen Leistungsschub für Notebooks. Microsofts Flaggschiff-Notebook Surface Book 2 bekam diesen bereits vor rund einem Jahr verpasst [1], doch die Schwestermodelle Surface Laptop und Surface Pro

blieben außen vor. Erst jetzt, Ende 2018, folgt das längst überfällige Hardware-Upgrade.

Eine andere Neuerung fällt ins Auge: Die 2018er-Iterationen von Laptop und Pro-Tablet bekommt man nun auch in mattschwarzen Gehäusen. Diese Farbe hatten schon die ersten beiden Surface-Pro-Generationen, doch danach war nur noch Silber angesagt. Das Tablet konnte man zuletzt immerhin mit anders farbigen Tastaturcovern farblich individualisieren, und den Laptop gab – und gibt – es alternativ auch noch in Blau und Rot.

Abseits von CPU-Upgrade und neuer Gehäusefarbe hat sich nichts getan – was man unter anderem auch daran bemerkte, dass sich die Geräte beim Erstkontakt mit Windows Update erst einmal eine Ladung

Firmware-Updates herunterladen, die teilweise schon im März veröffentlicht wurden und somit bereits für die Vorgänger gedacht waren. Dieser Entwicklungsstillstand schmerzt bei den Schnittstellen: Während sowohl das Surface Book 2 als auch das Mini-Tablet Surface Go [2] mit einer universellen USB-C-Buchse aufwarten, sucht man diese bei Laptop 2 und Pro 6 vergeblich. Somit kann man keine generischen USB-C-Docks verwenden, sondern ist für Docking-Komfort auf Microsofts hauseigene Dockingstation (230 Euro inklusive Zweitnetzteil) angewiesen, die magnetisch über den proprietären Surface-Connector angeschlossen wird.

Einen Kartenleser gibt es nur beim Pro 6, welches zudem auch das höher auflösende und etwas hellere Display bietet.



## Microsoft Surface Laptop 2

War der Vorgänger noch als Demonstrationsobjekt für Windows 10 S gedacht, so hat sich Microsoft beim Surface Laptop 2 davon verabschiedet: Auf der SSD ist eine normale Version von Windows 10 Home vorinstalliert. Die passt deutlich besser zu dem Premium-Notebook, welches sich angesichts des hohen Preises kaum als Education-Gerät bezeichnen lässt – wenngleich es mit rund 1,3 Kilogramm Gewicht und fast 16 Stunden Akkulaufzeit durchaus für einen langen Schul- oder Uni-Tag geeignet wäre.

Ebenso erfreulich: Es bleibt beim Arbeiten und Web-browsen durchgängig flüsterleise, weil der Lüfter sehr spät und auch dann nur moderat hochdreht: Wir mussten die CPU über 20 Minuten unter Vollast betreiben, ehe der Lüfter seine Maximallautstärke von mäßigen 0,8 Sone erreicht hatte. Mit nur einer USB-A-Buchse und einem Mini-DisplayPort fällt das Schnittstellenangebot sehr knapp aus; auf einen Kartenleser muss man verzichten.

Der Surface Laptop 2 kostet mindestens 1150 Euro (i5, 8 GByte, 128er-SSD), andere Farben als Silber gibt es erst ab 1450 Euro (i5, 8 GByte, 256er-SSD). In Schwarz, Rot oder Blau erhält man maximal 512 GByte SSD-Speicherplatz (2350 Euro), in Silber auch 1 TByte (2850 Euro). Den früher verfügbaren zusätzlichen Farbton Gold sieht Microsoft beim Laptop 2 nicht mehr vor. Weil die Tastenkappen der Tastatur in der Gehäusefarbe daherkommen, helfen die dunkleren Farben und vor allem das neue Schwarz bei der Ergonomie: Anders als bei Silber muss man tagsüber die weiße Tastaturbeleuchtung nicht abschalten, um die Tastenbeschriftungen erkennen zu können.

Nachträgliches Aufrüsten ist unmöglich: Alle Komponenten sind verlötet und die Handballenablage aus weichem Alcantara sogar zusätzlich mit der Unterschale verklebt und verschweißt. Apropos Alcantara: Die helle Handballenablage eines silbernen Surface Laptop der ersten Generation sieht nach über einem Jahr Nutzungsdauer nicht schmuddelig aus, obwohl die Eigentümerin nach eigenen Angaben nicht sonderlich sorgfältig damit umgeht.

- ▲ leise
- ▲ lange Akkulaufzeit
- ▼ teuer
- ▼ wenig Schnittstellen

## Microsoft Surface Pro 6

Das Surface Pro 6 gibt es mit den Vierkernern Core i5-8250U und Core i7-8650U. Die Performance-Unterschiede zwischen diesen beiden sind hier deutlich größer als in anderen Geräten, weil sich je nach CPU-Modell auch das Kühlssystem des Tablets ändert. Die i5-Varianten haben eine passive und damit durchgehend lautlose Kühlung, die i7-Modelle hingegen einen Lüfter – wohlgemerkt trotz identischen Abwärme-Budgets der beiden CPU-Modelle. Der i5 muss seine Turbotaktstufen somit vergleichsweise früh verlassen, während der i7 sie lange halten kann – dafür rauscht der Lüfter dann allerdings hörbar. Dies gilt allerdings nur für den Betrieb am Netzteil: Im Akkubetrieb gibt es weniger Rechenleistung, aber auch einen immer unhörbar leise drehenden Lüfter.

Sowohl die günstigste (1050 Euro: i5, 8 GByte, 128er-SSD) als auch teuerste Ausstattungsvariante (2450 Euro: i7, 16 GByte, 1-TByte-SSD) bekommt man nur mit silbergrauem Gehäuse; die Preise der schwarzen Konfigurationen liegen zwischen 1350 und 2050 Euro. Die Kaufentscheidung will wohlüberlegt sein, da alle Komponenten aufgelötet sind und sich somit nicht nachträglich aufrüsten lassen. Ausstattungsvarianten mit integriertem LTE-Modem – solche gab es beim Vorgänger – wurden bislang nicht angekündigt. Der Kartenleser nimmt nur MicroSD-Kärtchen auf und bremst besonders schnelle UFS-II-Kärtchen aus.

Wie schon beim Vorgänger findet man außer dem Tablet nur noch das Netzteil im Karton. Die für die produktive Nutzung unabdingbare magnetisch andockende Tastaturhülle (Surface Type Cover) kostet je nach Farbe und Material zwischen 150 und 180 Euro extra. Sie biegt sich beim Tippen nicht durch, die beleuchteten Tasten liefern präzises Feedback. Manche Tastaturvarianten enthalten einen zusätzlichen Fingerabdruckleser; eine Windows-Hello-taugliche IR-Kamera ist im Bildschirmrahmen eingebaut. Jeweils 110 Euro ruft Microsoft für den ebenfalls in mehreren Farben erhältlichen Stift mit 4096 Druckstufen (Surface Pen) und den optionalen Drehregler Surface Dial auf. Wer Tastaturhülle, Stift oder Zweitnetzteil von einer Vorgängergeneration (ab Pro 3) übrig hat, kann diese weiterverwenden.

- ▲ toller Bildschirm
- ▲ lange Akkulaufzeit
- ▼ teuer
- ▼ Tastatur kostet extra

Das arbeitsfreundliche Seitenverhältnis 3:2 haben beide, ebenso das praktische Netzteil mit zusätzlichem USB-A-Ausgang.

Bei der Vorinstallation muss man einen Rückschritt hinnehmen: Statt Windows 10 Pro befindet sich nun bei beiden Modellen Windows 10 Home auf den rasend schnellen NVMe-SSDs. Die Pro-Edition bleibt gesonderten Ausstattungsvarianten vorbehalten, die Microsoft direkt an Geschäftskunden vertreibt.

## Fazit

Surface Pro 6 und Surface Laptop 2 bleiben auch in der 2018er-Neuaufgabe gute Mobilgeräte mit hoher Rechenleistung, langer Laufzeit und arbeitsfreundlichen 3:2-Bildschirmen. Angesichts der marginalen Unterschiede zu den Vorgängern stellt sich allerdings die Frage, warum das Hardware-Upgrade auf die achte Core-i-Generation erst so spät erfolgte. Immerhin: Wegen der engen Verwandtschaft mit den Vorgängern

bekommt man Geräte ohne Kinderkrankheiten – das war in der Surface-Familie in der Vergangenheit leider keine Selbstverständlichkeit.

(mue@ct.de) 

## Literatur

[1] Florian Müssig, Leistung und Laufzeit,

Das 13,5-Zoll-Notebook Microsoft Surface

Book 2, c't 25/2017, S. 42

[2] Christof Windeck, Ein Pfund Windows 10,

Das Windows-10-Tablet Microsoft Surface Go,

c't 20/2018, S. 42

## Microsoft Surface Laptop 2 und Surface Pro 6: Daten und Testergebnisse

Modell	Microsoft Surface Laptop 2	Microsoft Surface Pro 6
getestete Konfiguration	DAJ-00095	KJU-00018 + FMM-00005
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>		
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / L (MiniDP) / ✓	– / – / – / R (MiniDP) / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L / – / –	– / 1 × R / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / R / R	H (MicroSD) / R / R
<b>Ausstattung</b>		
Display	Panasonic WX14T092N00: 13,5 Zoll / 34,3 cm, 2256 × 1504, 3:2, 201 dpi, 2 ... 330 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd	LG LP123WQ112604: 12,3 Zoll / 31,3 cm, 2734 × 1824, 3:2, 267 dpi, 4 ... 399 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-8650U (4 Kerne mit HT), 1,9 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i7-8650U (4 Kerne mit HT), 1,9 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U	8 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC298	HDA: Realtek ALC298
LAN / WLAN	– / PCIe: Marvell (a/b/g/n-300/ac-867)	– / PCIe: Marvell (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Marvell (Microsoft)	– / USB: Marvell (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: SK Hynix BC501 (256 GByte) / –	SSD: SK Hynix BC501 (256 GByte) / –
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>		
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	49 Wh Lithium-Ionen / – / –	49 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	39 W <sup>2</sup> , 220 g, 9 cm × 5 cm × 2,7 cm, Kleingerätestecker	39 W <sup>2</sup> , 219 g, 9 cm × 5 cm × 2,7 cm, Kleingerätestecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,28 kg / 30,8 cm × 22,3 cm / 1,1 ... 1,5 cm	1,1 kg <sup>1</sup> / 29,5 cm × 20,8 cm / 0,5 ... 2 cm <sup>1</sup>
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,7 cm / 19 mm × 18,5 mm	0,5 cm <sup>1</sup> / 19 mm × 18,5 mm <sup>1</sup>
<b>Leistungsaufnahme</b>		
Suspend / ausgeschaltet	0,4 W / 0,2 W	0,6 W / 0,2 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max)	1,4 W / 4,5 W / 7,2 W	1,5 W / 4,9 W / 8,5 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	41,1 W / 10,3 W / 34,6 W	41,2 W / 11,9 W / 33,3 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	43,1 W / 0,51	41,2 W / 0,51
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>		
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max)	15,7 h (3,1 W) / 8,2 h (5,9 W) / 2,6 h (18,6 W)	18,1 h (2,7 W) / 7,7 h (6,4 W) / 2,6 h (18,6 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	2 h / 7,7 h	2,1 h / 8,6 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	<0,1 Sone / 0,8 Sone	<0,1 Sone / 0,5 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1505,3 / 773 MByte/s	1492,3 / 757,2 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	57789 / 88220	53745 / 89452
Leserate SD-Karte	–	63,4 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	29,3 / 8,1 MByte/s / –	14,4 / 6,3 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,5 dB(A)	⊕⊕ / 101 dB(A)
CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)	144 / 631	166 / 627
3DMark (Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	5553 / 4759 / 1194 / 441	5654 / 4766 / 1201 / 463
<b>Preis und Garantie</b>		
Straßenpreis Testkonfiguration	1750 €	1770 € <sup>1</sup>
Garantie	1 Jahr	1 Jahr
<sup>1</sup> inklusive Type Cover		<sup>2</sup> plus 5 W USB
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend
⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden
– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe	

Anzeige

# Ausgespielt

## Electronic Arts schaltet Spiele-Account ab



**Ohne Internet und Online-Account läuft heute kaum ein Computerspiel mehr. Und wenn der Hersteller den Account einfach sperrt, ist das in die Spiele investierte Geld futsch.**

**Von Tim Gerber**

**U**we V. pflegt ein freundschaftliches Verhältnis zu seinen Nachbarn, der Familie G. Deshalb bat ihn die elfjährige Leonie G. im Frühjahr, ihr bei der Einrichtung des Spiels Sims 4 von Electronic Arts auf ihrem Laptop behilflich zu sein, was Uwe V. gern tat. Da sich das Spiel nicht ohne Online-Aktivierung benutzen lässt, legten sie gemeinsam einen Origin-Account bei Electronic Arts für das Kind an und registrierten dort das im Mediamarkt erstandene Spiel mit seiner Seriennummer. Das Spiel funktionierte daraufhin ohne Probleme.

Wenige Wochen später nahm Leonie G. die nachbarschaftliche Hilfe des langjährigen c't-Lesers Uwe G. abermals in Anspruch: Ihr Vater hatte ihr bei eBay ein Add-on für das Spiel besorgt und dieses per PayPal bezahlt. Auch dieses Add-on aktivierten die beiden im Origin-Account von Leonie G. und sie konnte nun eine ganze Weile spielen.

Doch schon im Juni stand Leonie wieder bei ihrem hilfsbereiten Nachbarn und berichtete ihm, dass sich ihr Spiel nicht mehr starten lasse. Es könne keine Verbindung zu ihrem Account hergestellt werden. Zunächst vermutete der IT-bewanderte Uwe V. Probleme mit der Internetverbindung von Leonies Laptop. Doch schnell stellte sich heraus, dass der Account von Eletronic Arts gesperrt worden war.

Also rief Uwe V. am 4. Juli 2018 den Support des Herstellers an, um sich nach dem Grund für die Sperrung zu erkundigen. Den konnte ihm der Spieleberater am anderen Ende aber nicht nennen. Immerhin konnte er erreichen, dass ihm eine Prüfung der Sache zugesagt wurde, die etwa 10 bis 14 Tage dauern könne. Innerhalb dieser Frist sollte er eine Nachricht an seine E-Mail-Adresse erhalten.

Als er nach vier Wochen aber immer noch keine Nachricht von Electronic Arts

erhalten hatte, wandte sich Uwe V. am 28. Juli per E-Mail an den Support und hakte nach. Doch was er am folgenden Tag als Antwort erhielt, ließ Uwe V. einigermaßen erstaunt aufhorchen: „Im Anschluss an eine eingehende Untersuchung Ihres Accounts und Ihrer Beschwerde, müssen wir Ihnen leider erneut mitteilen, dass Ihr Fall korrekt und in voller Übereinstimmung mit unseren Richtlinien und Verfahren gehandhabt wurde. Bei Ihrem Account wurde zu Recht ein Verstoß gegen unsere Nutzungsbestimmungen festgestellt. Aufgrund der oben genannten Gründe werden wir die verhängten Sanktionen nicht von Ihrem Account entfernen.“ Da man nun zwei umfangreiche Untersuchungen zu seiner Beschwerde durchgeführt habe, betrachte man die Angelegenheit als abgeschlossen.

Am 30. Juli erhielt Uwe V. dieselbe Mail noch ein weiteres Mal, diesmal unterzeichnet von einem anderen Mitarbeiter. Welcher Verstoß gegen die Nutzungsbedingungen ihm beziehungsweise der Nachbars Tochter Leonie da zur Last gelegt werden sollte, wusste Uwe V. aber noch immer nicht. Auf telefonische Nachfrage erfuhr er lediglich, dass es „Betrugsversuche bei der Zahlungsmethode“ gegeben haben solle.

Das wollte Uwe V. doch genauer wissen und besorgte von seinem Nachbarn Fotokopien der Original-Verpackung des Spiels aus dem Mediamarkt inklusive der Seriennummer sowie von der PayPal-Rechnung über das Add-on. Das sandte er am 5. August an eine speziell für solche Fälle eingerichtete E-Mail-Adresse accountdisputes@ea.com. Da alles absolut korrekt und nachvollziehbar dargelegt war, sollte sich Electronic Arts doch zum Einlenken bewegen lassen, hoffte er. Weil darauf jedoch keinerlei Reaktion erfolgte, bat er am 19. August nochmals um wohlwollende Prüfung und Freischaltung des Accounts. Schließlich hatten seine Nachbarn das Spiel nebst Add-on redlich erworben und dass das Taschengeld der elfjährigen Leonie einfach so perdu sein sollte, wollte ihm nicht recht einleuchten.

Nachdem keine weitere Antwort von Electronic Arts kam, wandte sich Uwe V. am 2. September an die Redaktion von c't und wollte wissen, wie die Sache rechtlich überhaupt einzuschätzen sei. Kann ein Spielehersteller einen Account einfach sperren und damit verhindern, dass ein

absolut legal erworbenes Spiel bestimmungsgemäß genutzt wird?

### Prinzipienfrage

Im Prinzip ja, aber ... Mit dem Kauf des Spiels hat Leonie G. ein Nutzungsrecht erworben, dessen Umfang und eben auch Beschränkungen in einem entsprechenden Vertrag (Lizenzbedingungen) geregelt sind. Verstöße gegen diese Vertragsbedingungen können tatsächlich dazu führen, dass die erworbenen Nutzungsrechte erlöschen.

Solche Verstöße können zum Beispiel darin bestehen, dass Spieler sogenannte Schummelsoftware einsetzen, um in einem Online-Spiel regelwidrig Vorteile zu erlangen. Viele Spielerhersteller untersagen in ihren Nutzungsbedingungen deshalb den Einsatz solcher Software und drohen für den Fall von Zuiderhandlungen den Ausschluss von der Spieldatenutzung an.

Ob solche Verstöße tatsächlich vorliegen, muss aber im Zweifel derjenige darlegen und beweisen, der die Vertragsstrafe des Nutzungsausschlusses durchsetzen will, hier als Electronic Arts. Pauschale Aussagen wie „Unregelmäßigkeiten“, „Verstöße gegen die Nutzungsbedingungen“ und so weiter genügen nicht. Die Angaben müssen eine konkrete Handlung benennen und darlegen, gegen welche Vertragsbedingung die konkrete Handlung verstößt.

### Nicht geschummelt

Also fragten wir am 28. September bei Pressesprecher Martin Lorber von Electronic Arts an, was denn der Grund für die Sperrung des Accounts von Leonie G. sei. Zunächst erkundigte sich Martin Lorber nach den Kontaktinformationen von Leonie G. beziehungsweise ihres Vaters Mirko G. Nachdem wir diese wunschgemäß übermittelt hatten, teilte der Unternehmenssprecher am 4. Oktober mit, man habe dank unserer Informationen mit dem rechtmäßigen Besitzer des Spieler-Accounts von Leonie G. Kontakt aufnehmen und das Problem lösen können.

Das Konto sei aufgrund „verdächtiger Aktivitäten“ gesperrt worden, um den Besitzer des Kontos vor Betrug zu schützen. Die verdächtigen Aktivitäten hätten darin bestanden, dass das Konto mit einer sogenannten Wegwerf-E-Mail erstellt worden sei und dass dann anschließend

erfolglos versucht wurde, in kurzer Zeit mehrmals das gleiche Produkt zu kaufen. Wenn ein Konto mit einer unsicheren Wegwerf-E-Mail erstellt werde, heiße das automatisch, dass theoretisch eine unbegrenzte Anzahl an Personen Zugriff auf das Konto habe. Electronic Arts sei es dann nicht möglich zu prüfen, wer der Besitzer des Kontos ist. Im Fall von Leonie G. sei das vor allem deshalb nicht möglich gewesen, weil eine dritte Person Kontakt mit dem Support aufgenommen habe, nämlich Nachbar Uwe V.

### Armutszeugnis

Bei der Einrichtung des Accounts hatte Uwe V. tatsächlich eine Adresse von 10minutemail.com verwendet, weil die elfjährige Leonie G. keine eigene E-Mail-Adresse besaß. Eine mehrfache Registrierung hatte er selbstverständlich nicht versucht. Und nach den Nutzungsbedingungen ist das Nutzen von Wegwerfmails auch keineswegs verboten.

Electronic Arts hat aber offenbar keine Möglichkeit, ohne Hilfe einer Zeitschriftenredaktion den rechtmäßigen Inhaber einer Spiel Lizenz, also seinen Vertragspartner, zu verifizieren. Dass bei Kindern neben deren Eltern auch mal Großeltern, Onkel, Tante oder eben ein netter Nachbar sich um die computer-technischen Belange kümmern können, scheint dem Spielehersteller fremd. Uwe V. hatte den Spieleberatern von Electronic Arts von Anfang an gesagt, dass er sich um den Account seines Nachbarkindes kümmere. Das hätte sich ja auch jederzeit prüfen lassen, wenn das Unternehmen sich darum bemüht hätte. So hätte die Vorlage von Fotos der Originalverpackung mit der Seriennummer ein hinreichender Anhaltspunkt dafür sein können, dass die Anfragen berechtigt waren. Und dass sich Freunde, Verwandte oder auch Nachbarn in rechtlichen Angelegenheiten vertreten können, ist auch nichts Neues.

Immerhin kann Leonie G. jetzt ihr rechtmäßig erworbenes Spiel nun wieder benutzen. Doch wer wie Electronic Arts sein Lizenzmodell auf solchen Accounts aufbaut, der muss auf geeignete Weise sicherstellen, dass auch nur die Berechtigten Zugriff haben. Den Zugang einfach auf einen vagen Verdacht hin zu sperren ist unzulässig und vertragswidrig. Wer anderen Rechte verkauft, der haftet dafür, dass diese auch tatsächlich bestehen.

(tig@ct.de) ct



# Großer Lauschangriff?

## Was Alexa & Co. aufzeichnen und wie diese Daten verarbeitet werden

**Mit der steigenden Verbreitung von Sprachassistenten rücken auch verstärkt Datenschutzfragen rund um die Systeme ins öffentliche Interesse. Immer wieder machen dabei allerdings auch falsche Darstellungen über die Funktionsweise von Sprachassistenten die Runde.**

Von Nico Jurran

Zweifellos horchen die vernetzten Lautsprecher von Amazon, Apple und Google ständig mit Fernfeld-Mikrofonen bis in die letzten Ecken von Wohnräumen – und damit in die Privatsphäre des Nutzers. Laut Angaben der Anbieter zeichnen sie aber nichts auf und geben keine Daten weiter, solange sie nicht ihr Aktivierungswort hören – also beispielsweise „Alexa“, „Okay Google“ oder „Hey Siri“.

Es kommt aber vor, dass Alexa mal fälschlicherweise glaubt, das Aktivierungswort gehört zu haben und Gesprächssetzen aufnimmt. Das geschieht üblicherweise aber nicht unbemerkt, da die Assistentin auf den vermeintlichen Befehl gewöhnlich (mit einer Fehlermeldung) antwortet. Lebt in der Wohnung eine Alexandra oder ein Alexander, ist es natürlich schlau, das Aktivierungswort zu ändern, was über die App möglich ist.

Tatsächlich hat die c't bis heute keine Hinweise darauf, dass sie absichtlich Sätze aufnimmt, ohne dass zuvor das Aktivierungswort gesagt wurde; ein verdächtiger Datentransfer war nicht festzustellen. Auch in der Laudatio zum an Alexa im Frühjahr verliehenen Big Brother Award wurde Derartiges nicht behauptet.

Jedoch hieß es dort, Alexa zeichne nach der Erkennung des Aktivierungswortes „die nachfolgenden Sätze auf und sendet diese zur Analyse zu den Rechnern in der Amazon-Cloud.“ Das ist so nicht korrekt: Alexa erfasst lediglich den nachfolgenden Satz – und diesen auch nur bis zu einer bestimmten Länge. Bei unseren Tests war gewöhnlich nach rund acht

Sekunden Schluss. Geht der Satz darüber hinaus, versucht das System erst gar keine Analyse, selbst wenn am Anfang eigentlich ein verwertbarer Befehl stand.

Die neuen Echos sollen nach einem Update in der Lage sein, dem Nutzer bei dessen Abwesenheit über die Alexa-App auf dem Smartphone zu melden, wenn daheim eine Scheibe eingeschlagen wird oder der Rauchmelder losjault. Auch die Erkennung dieser Geräusche wird laut Amazon allerdings komplett lokal auf dem Echo-Lautsprecher laufen.

### In der Cloud

Die Audioaufzeichnung des Satzes schickt Alexa verschlüsselt an die Amazon-Cloud, wo er in Text umgewandelt und nach Kommandos durchsucht wird. Es hält sich hartnäckig die Behauptung, der Nutzer könnte die übertragenen Sprachaufnahmen weder kontrollieren noch löschen. Dies ist jedoch in der zugehörigen Alexa-App unter Einstellungen/Alexa-Konto/Historie möglich. Kommt Amazon dem nicht nach, wäre dies nach Ansicht von Juristen ein Verstoß gegen die im Mai eingeführte europäische Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) und könnte mit erheblichen Bußgeldern geahnt werden.

Kritiker bringen vor, schon die Übermittlung erlaube Amazon, die Anwesenheit des Nutzers in seinem Heim zu erfassen. Da Alexa bislang keine Stimmen unterscheiden kann, kann Amazon tatsächlich nur tracken, dass irgendeine Person zu einem bestimmten Zeitpunkt mit Alexa gesprochen hat – aber nicht, wer. Der Google Assistant beherrscht ein solches „Voice Matching“, das man aber erst aktivieren und trainieren muss. Zudem gibt es bislang keine Hinweise auf ein solches Tracking seitens Google.

Befürworter von Sprachassistenten führen an dieser Stelle ins Feld, dass jeder Handy-Nutzer von seinem Provider getrackt wird, praktisch rund um die Uhr und an jedem Ort. Der Unterschied: Die Daten von Telekom, Vodafone und O2 unterliegen deutschem Datenschutzrecht,



die Sprachdaten liegen hingegen auf US-Servern.

### Reaktion

Handelt es sich bei der Spracheingabe um eine Wissensfrage, suchen die Amazon-Server die Antwort heraus und schicken diese an den vernetzten Lautsprecher des Nutzers, wobei nun ein Text-To-Speech-System zum Einsatz kommt. Geht es dem Anwender hingegen darum, mit seinem Sprachbefehl ein Smart-Home-Gerät zu schalten, übermittelt Amazon das Kommando üblicherweise an den Cloud-Dienst des jeweiligen Geräteherstellers.

Insofern ließen sich hier die Ausführungen zu den Trackingmöglichkeiten in Bezug auf den Hersteller des Smart-Home-Gerätes wiederholen. Allerdings läuft bei einigen dieser Geräte die Bedienung sowieso stets über die hersteller-eigene Cloud, weshalb der Hersteller auch ohne Nutzung eines Sprachassistenten über jeden Schaltvorgang Kenntnis erlangen kann – wenn auch nicht immer mit Ortsbezug. Wo sich dessen Server befinden, bleibt teilweise unklar. In diesem Fall bliebe folglich nur der komplette Verzicht auf das entsprechende Gerät.

### Fazit

Wer sich einen Sprachassistenten ins Heim holt, muss nach aktuellem Kenntnisstand nicht befürchten, dass alle seine Gespräche aufgezeichnet werden. Aber er gibt durch die Anfragen zweifellos Informationen über sich preis. Ebenso unstreitig gehört zum Geschäftsmodell der Anbieter die Auswertung und Nutzung der Daten – wie beispielsweise bei Social-Media-Netzwerken auch. Insofern muss jeder Nutzer für sich entscheiden, ob er mit dieser Zielsetzung leben will oder nicht.

(njj@ct.de) ct

# Kopfantenne für VR

**Wireless-Adapter mit 60-GHz-WLAN macht VR-Brillen HTC Vive und Vive Pro drahtlos**

**Virtual Reality macht so lange Spaß, bis man sich wieder einmal im Kabel verheddert hat. Mit dem 60-GHz-WLAN-Adapter von HTC können Sie nun die Kabel Ihrer Vive oder Vive Pro kappen. Wir haben den Adapter getestet – und waren positiv überrascht.**

**Von Jan-Keno Janssen**

Das die nervigen Kabel weg müssen, ist der Virtual-Reality-Branche schon lange klar. Gerade das sogenannte Room-scale-VR, wo man sich im ganzen Raum frei bewegen kann, funktioniert ohne Kabel im Weg deutlich besser. Während sich Hartgesottene ihre Gaming-PCs auf den Rücken schnallen (siehe Test in c't 26/2016), gehört die Zukunft der drahtlosen Übertragung von Bild und Steuerbefehlen. Das Problem ist nur: Jede Millisekunde zusätzliche Latenz trübt das Mittendrin-Gefühl. Wird die Verzögerung zu schlimm, fühlt sich der VRnaut wie in Sirup – was schnell zu Übelkeit führt.

HTC verspricht mit seinem hauseigenen Kabellos-Adapter (dessen deutsche Produktbezeichnung schlicht genauso lautet) ein strippenfreies VR-Erlebnis ohne spürbare zusätzliche Latenz. Möglich macht es 60-GHz-WLAN mit theoretisch 7 GBit pro Sekunde.

Das 350 Euro teure HTC-Adapterset besteht aus drei Teilen: Dem Adapter fürs Headset, einer 60-GHz-WLAN-Karte für den PCIe-Port im Rechner sowie einer gerichteten Antenne, die an die Steckkarte kommt. Dass man eine PCIe-Karte einbauen muss, ist umständlich – hat aber durchaus auch Vorteile: So braucht außer dem Antennenkabel nichts an den Computer angeschlossen zu werden, USB- und HDMI-Port bleiben frei. Die Antenne sollte grob in Richtung des VR-Headsets ausgerichtet werden, sie lässt sich über die

mitgelieferte Klammer an den Monitor klipsen.

Etwas kompliziert gestaltet sich der Anbau des Adapters ans VR-Headset. Hat man schließlich alles eingefädelt und mit Klettverschlüssen angebracht, sitzt der teufelshornförmige Adapter ordentlich an der Mittelschnalle des Headsets. Dank eines Schaumgummikissens spürt man den 129 Gramm schweren Adapter nur wenig. Glücklicherweise schirmt das Kissen auch die Wärme ab, der Adapter wurde im Test nämlich über 55 Grad heiß. Der benötigte Akkupack (eine konventionelle HTC-QC-3.0-Powerbank mit 10.050 mAh) wird mit einer Klammer an der Hose befestigt. Im Test hielt die Powerbank mehr als 2,5 Stunden durch. Das System funktionierte im Test auch mit anderen Powerbanks wie zum Beispiel der Anker PowerCore II einwandfrei.

## Mehr Pixel

Wir haben das Drahtlos-Kit mit einer HTC Vive Pro getestet, für das man ein zusätzliches Zubehörset mit etwas anderer Polsterung und Befestigung benötigt. Für das Pro-Set kommen noch einmal 80 Euro auf den bereits hohen Anschaffungspreis von 350 Euro obendrauf.

Die Software-Einrichtung klappte einwandfrei: Vive-Wireless-Client-Software installiert, SteamVR gestartet – und schon verhielt sich das System genauso, als sei es per Kabel verbunden. Im Drahtlosbetrieb nahmen wir keine zusätzlichen Latenzen wahr, auch die Bildqualität verschlechterte sich nicht sichtbar; zumindest nicht, wenn freie Bahn zur Richtantenne bestand. Deckt man die Antenne zu, verpixelt das Bild im VR-Headset sichtbar – allerdings erst nach einigen Sekunden. Wird die Antenne nur kurz verdeckt, bleibt das Bild stabil.

Die Echtzeitkompression über den Displaylink-XR-Standard ist offenbar rechenintensiv: Treibt die VR-Software den



Rechner an seine Grenzen, pixelt das Bild kurzzeitig auf. Da für die höher auflösende Vive Pro fast doppelt so viele Bildpunkte übertragen werden müssen wie für die normale Vive, treten die kurzzeitigen Bildfehler hier stärker sichtbar auf. Dass das Bild komplett verschwindet oder stehenbleibt, beobachteten wir im Test nie – anders als noch beim vor einem Jahr erschienenen chinesischen TPCast-Drahtlos-Adapter (siehe Test in c't 14/2017). Gera de bei bewegungsintensiven Spielen wie Beat Saber wirft es einen gehörig aus dem Fluss, wenn man für eine Sekunde nur noch ein graues Bild sieht, weshalb wir TPCast damals ausschließlich für ruhige Software empfahlen. Die hin und wieder auftretende Grobpixeligkeit beim HTC-Adapter irritiert deutlich weniger als das Stehenbleiben bei TPCast.

Die Reichweite liegt laut Hersteller bei sechs Metern, was wir bestätigen können. Das System soll außerdem mit bis zu drei drahtlos angebundenen Headsets zureckkommen, was wir mangels Testgeräten nicht ausprobieren konnten.

## Fazit

Ohne Kabel macht VR deutlich mehr Spaß als mit – aber ganz ohne Nachteile wie weniger Tragekomfort und manchmal verpixelte Bilddarstellung funktioniert auch HTCs Wireless-Lösung nicht. Dennoch handelt es sich um die bislang praxistauglichste Funk-VR-Lösung, die wir bislang ausprobiert haben. Der hohe Preis relativiert sich, wenn man bedenkt, dass die Alternative bislang noch teurere Rucksack-PCs waren.

(jkj@ct.de) ct

## Vive Kabellos-Adapter

VR-60-GHz-Funkübertragungsmodul	
Hersteller	HTC, www.htc.com
Systemanf.	HTC Vive (Pro)
Preis	345 € für Vive, 420 € für Vive Pro



# Wirklich magische AR?

**Magic Leap will mit seinem Augmented-Reality-Headset Microsofts Hololens übertrumpfen**

**Das Versprechen von Magic Leap klingt sensationell: Eine leichte Brille, die die reale Welt täuschend echt mit Computergrafik anreichert. Nach jahrelangen Ankündigungen gibt es nun endlich ein kaufbares Produkt. c't hat die Magic Leap One Creator Edition ausführlich getestet.**

**Von Jan-Keno Janssen**

**S**o viel Hype war lange nicht: Obwohl Magic Leap in den ersten Jahren nichts als hochglanzpolierte Promovideos vorzuzeigen hatte, bebte das Silicon Valley vor Aufregung. Denn das Startup versprach echte Augmented Reality mit einer leichten, angenehm zu tragenden Brille – also Technik, die Realität und Computer-

grafik so verschmelzen lässt, dass man beides nicht mehr voneinander unterscheiden kann. Insgesamt 2,3 Milliarden US-Dollar sammelte Magic Leap seit 2010 und stellte 1500 Mitarbeiter ein; unter anderen den renommierten Science-Fiction-Autoren Neal Stephenson als „Chief Futurist“. Zu den Investoren gehören Google, Alibaba und Qualcomm – sogar die Axel-Springer-Gruppe beteiligte sich mit einem unbekannten Betrag.

Acht Jahre nach der Gründung hat sich nun das erste Produkt materialisiert. Magic Leap One: Creator Edition heißt die Augmented-Reality-Brille. Zur Verfügung gestellt hat uns die Brille die Innovationsagentur Future Candy. Einfach kaufen kann man das Gerät nämlich nicht: Der Hersteller vertreibt es lediglich in sechs US-amerikanischen Metropolregionen; die Brille wird nach einer Einweisung persönlich von einem Magic-Leap-Mitarbeiter übergeben.

## Leicht und mit Puck

Nach dem Auspacken fällt als Erstes auf, wie leicht die Brille ist: 326 Gramm. Allerdings hängt noch eine 421 Gramm schwere Rechnereinheit per Kabel an der Brille – das Ensemble nennt der Hersteller „Lightwear“ und „Lightpack“. Insgesamt ist die Magic Leap schwerer als Microsofts Konkurrent Hololens (579 g), trägt sich aber wegen des ausgelagerten Rechners deutlich angenehmer. Die puckförmige Rechnereinheit kann man an die Hosentasche klipsen, sie ist zu groß, um komplett in der Tasche zu verschwinden.

Der erste Probelauf ist beeindruckend. In der Demo-App „Worlds“ laufen auf einmal Mini-Dinosaurier perspektivisch korrekt über meinen Schreibtisch, bevor sie von einem Ufo an Bord gebeamt werden (siehe c't-Video unter [ct.de/y6h5](http://ct.de/y6h5)). Auch wenn ich mich schnell durch den Raum bewege, bleiben die künstlichen Objekte an Ort und Stelle. Ein kleiner As-



**Was macht der Dinosaurier auf meinem Küchentisch?**  
Im Vordergrund ist der virtuelle „Laserpointer“ vom Handcontroller zu sehen, mit dem man Objekte bewegen kann.

tronaut, der im Büro herumwandert, versteckt sich auf einmal hinter meinem Stuhl. Die Teile, die eigentlich von Stuhlebenen verdeckt wären, werden nicht dargestellt – was faszinierend realistisch aussieht.

Der Bildeindruck ähnelt dem der Hololens: Das Bild ist zwar gut zu erkennen, wirkt aber ein bisschen kontrastarm. Bei Augenbewegungen zerfallen die Bilder manchmal in ihre Grundfarben. Dieser an Projektoren mit DLP-Technik erinnernde „Regenbogeneffekt“ kommt dadurch zu stande, dass die Teilbilder für Rot, Grün und Blau nacheinander über sogenannte Wellenleiter (oder „waveguides“) durch interne Reflexionen ins Auge geleitet werden.

### Kleines Sichtfeld

Das Sichtfeld ist größer als beim Microsoft-Konkurrenten – aber immer noch viel zu klein. In der Entwickler-Dokumentation erklärt Magic Leap wortreich, was mit dem Sichtfeld der Brille alles möglich ist. Zum Beispiel einen ausgewachsenen Labrador aus 1,90 Meter Abstand vollständig abzubilden. Im Klartext heißt das: Teile des Labradors verschwinden, wenn man dichter als 1,90 Meter herangeht. Laut Magic Leap hat die One-Brille ein Sichtfeld von 40 Grad horizontal, 30 Grad vertikal und 50 Grad diagonal im 4:3-Seitenverhältnis. Das 16:9-Sichtfeld der Hololens ist um rund 45 % kleiner. Zum Vergleich: Aktuelle VR-Headsets wie die Oculus Rift oder HTC Vive schaffen ein diagonales Sichtfeld von über 100 Grad – was

immer noch deutlich unter dem des menschlichen Auges liegt. Anders als andere Headsets simuliert die Magic Leap dafür zwei Schärfeebenen.

Etwas unschön fanden wir, dass das Magic-Leap-Headset nicht sonderlich gut über Brillen funktioniert. Einige Brillenträger aus der c't-Redaktion bekamen das Headset zwar irgendwie so hingefummelt, dass sie einigermaßen gucken konnten – aber wirklich angenehm war das nicht. Magic Leap will künftig angepasste Korrekturgläser verkaufen, die man direkt ins Headset einbauen kann.

Was Magic Leap deutlich besser hinbekommt als die Hololens, ist die Hand-



**Funktioniert besser als das 2D-Touchscreen-Original:**  
Bei Angry Birds wird die Tischplatte zum Spielfeld und der Controller zur Vogel-Zwille.

steuerung. Während Microsoft Hand- und Fingergesten direkt erfasst, liegt der Magic-Leap-Brille ein kleiner Handcontroller bei, dessen Position im ganzen Raum getrackt wird (6DOF-Tracking). Das funktioniert besser als reines Handtracking, aber nicht ganz so zuverlässig wie mit den optisch getrackten Handcontrollern von VR-Brillen. Magic Leap nutzt – wie in den neunziger Jahren das VR-System Virtuality – magnetisches Tracking. In den meisten Situationen klappt das so gut, dass sich der im Headset nachgezeichnete virtuelle Controller genau mit dem in der echten Welt deckt. Manchmal bleibt der virtuelle Controller jedoch hängen oder zieht nach, was nervig sein kann. Ob das mit Magnetfeldern in der Umgebung zu tun hat oder mit anderen Faktoren, konnten wir bislang nicht klären.

Unter der Haube hat die Magic Leap ordentlich Wumms: Eine Tegra-X2-GPU mit 256 CUDA-Kernen und 8 GByte RAM sorgt für Grafikpower. Als Betriebssystem kommt Lumin OS zum Einsatz, eine auf Android aufsetzende Magic-Leap-Eigenentwicklung. Von den 128 GByte Flashspeicher kann man 95 GByte verwenden. Der Akku hielt im Test 1,5 Stunden lang durch, das Aufladen am mitgelieferten 45-Watt-USB-C-Netzteil dauerte drei Stunden.

Magic Leap scheint in Sachen Software ein besseres Händchen zu haben als Microsoft. Obwohl die Auswahl noch sehr begrenzt ist (Mitte Oktober fanden sich lediglich zwölf Programme im Magic-Leap-Appstore), waren echte Perlen darunter.



Über einer konventionellen Brille trägt sich die Magic Leap One unangenehm.



## Meta 2

### Bildschirm

OLED-Display plus Combiner-Optik mit halbdurchlässigem Spiegel, 1280 × 1440 pro Auge

### Gewicht

500 g

### Schnittstellen

1 x HDMI 1.4b,  
2 x USB 3.0

### Steuerung

Handtracking

### Eingebauter Rechner

– (benötigt per HDMI und USB angeschlossenen PC)

### Preis

1735 €



## Magic Leap One: Creator Edition

### Bildschirm

Display plus Wellenleiter, 1280 × 960 Pixel pro Auge

### Gewicht

326 g (Brille) + 421 g (Recheneinheit)

### Schnittstellen

Bluetooth 4.2,  
WLAN (802.11 ac/b/g/n),  
USB-C, 3,5-mm-Audio

### Steuerung

6DOF-Handcontroller, Handtracking

### Eingebauter Rechner

Nvidia Tegra-X2-SoC mit 8 GByte RAM und 128 GByte Flashspeicher

### Preis

2295 US-\$ (plus Steuern)



## Microsoft Hololens

### Bildschirm

Display plus Wellenleiter, 1268 × 720 Pixel pro Auge

### Gewicht

579 g

### Schnittstellen

Bluetooth 4.1, WLAN (802.11ac/b/g/n),  
USB 2.0 (Micro-B), 3,5mm-Audio

### Steuerung

Clicker (Handcontroller ohne Raumtracking), Handtracking

### Eingebauter Rechner

Intel Atom x5-Z8100 mit 2 GByte RAM und 64 GByte Flashspeicher plus „Holographic Processing Unit“ mit 1 GByte RAM

### Preis

3299 € (Development Edition)

So hat beispielsweise der Spieleentwickler Rovio eine AR-Version seines Megahits Angry Birds beigesteuert. Statt auf dem Handy- oder Tabletdisplay spielt man in der echten Welt – die zu zerstörenden Schweine-Bauklötzchenhäuser stehen auf dem Tisch oder dem Fußboden. Der Handcontroller wird zur Vogel-Flitsche. Das AR-Angry-Birds macht nicht nur Spaß, sondern bringt sogar mehr Spieltiefe. Schließlich muss man jetzt um das Schweinehaus herumlaufen, um nach lockeren Klötzen zu suchen. Beim Spielen hat man das Gefühl, dass Angry Birds genau so funktionieren muss – und eigentlich nicht auf ein 2D-Display gehört.

Ein weiteres Spiel, Dr. Grordbort's Invaders, ist mechanisch eher simpel gestrickt, beeindruckt visuell und akustisch aber umso mehr. Hier verwandelt sich der Controller in eine Steampunk-Strahlenkanone, mit der man wunderbar animierte Blech-Aliens abballert – die aus Löchern in der eigenen Wand kommen.

Wie gut die 3D-Audio-Berechnung funktioniert, demonstriert die vom deut-

schen Kopfhörerhersteller Sennheiser entwickelte App Ambeo Lab. Ansonsten gibt es Standardkost: Der Browser heißt Helio, Videoinhalte sind in der App Screens gesammelt und mit Social holt man sich andere Magic-Leap-Nutzer als Avatare in die eigenen vier Wände. Die Magic Leap One ist nicht als Consumer-Produkt deklariert, sondern als Entwicklergerät. Schnittstellen stehen für die 3D-Engines Unity und Unreal zur Verfügung, außerdem kann man auch direkt im „LuminSDK“ mit C-APIs entwickeln. Wir haben mit Unity herumexperimentiert, die Übertragung des fertigen Projekts auf die Brille klappte problemlos, wenn auch nicht so komfortabel wie beispielsweise bei VR-Headsets – man kann nämlich nicht direkt aus Unity deployen, sondern muss den Build per Kommandozeile aufs Headset übertragen.

## Fazit

Magic Leap macht es uns nicht leicht – wer im Vorfeld so ein Marketing-Brimborium veranstaltet, enttäuscht leicht die hohen Erwartungen. Was auf alle Fälle klar ist:

Die Magic Leap One wird keine Technikrevolution auslösen. Bis „Spatial Computing“ reif ist für den Massenmarkt, wird es noch ein paar Jahre dauern. Zwar sind Sichtfeld und Brillengewicht besser als bei der Konkurrenz, aber alltagstauglich sind beide noch lange nicht.

Dennoch liefert das Gerät der jungen Branche viele Impulse. Durch den im Raum getrackten Handcontroller lassen sich Apps deutlich angenehmer bedienen als beispielsweise bei den Konkurrenzgeräten Hololens und Meta 2 mit ihren schwammigen Handbewegungen. Zudem zeigen die liebevoll gestalteten Apps, wo die Reise hingehen könnte. Und: Der Tragekomfort ist dank der an der Hose getragenen Rechnereinheit richtig ordentlich, wenn man von der fehlenden Brillenträger-Kompatibilität absieht. Entwickler, die schon jetzt mit Zukunftstechnik arbeiten wollen, dürften an der Magic Leap One jedenfalls viel Freude haben.

(jkj@ct.de) ct

**Testvideo:** [ct.de/y6h5](http://ct.de/y6h5)

Anzeige

# Dropbox- Alternativen

Dateisynchronisation in der Cloud,  
auf dem eigenen Server und Peer-to-Peer



**Peer-to-Peer .....** Seite 78

**Eigener Server .....** Seite 84

**Cloud-Dienste .....** Seite 90

## Dateien teilen kann harte Arbeit sein: Der datenschutz-bewusste Freund will keine Cloud-Anbieter nutzen, der Linux-affine Kollege klagt über den abgekündigten Dropbox-Support und die Großeltern haben das OneDrive-Passwort vergessen. Wir zeigen, warum es sich lohnt, andere Cloud-Speicherdiene als Dropbox in Betracht zu ziehen oder sogar auf ganz andere Konzepte zum Dateiabgleich zu setzen.

**Von Merlin Schumacher**

**F**rüher hatte man einen Computer, auf dem alles lag, was man regelmäßig benötigte. Heute jongliert man seine Dateien auf Smartphones, Tablets, Laptops und PCs zugleich – alle brauchen also aktuelle Kopien der Dateien. Diesen Gerätelpark per Hand abzugleichen ist eine unlösbare Aufgabe. Wie von Zauberhand erledigen das Cloud-Speicheranbieter wie etwa Dropbox, Google Drive oder Microsofts OneDrive. Dafür muss man denen aber die eigenen Daten anvertrauen. Ähnlich komfortabel, aber auf dem privaten Server laufen Lösungen wie Nextcloud oder Seafile. Ganz ohne zentrale Instanz hingegen arbeiten Peer-to-Peer-Synchronisationsdienste. Hier gleichen alle beteiligten Geräte (Peers) ihre Dateien untereinander ab.

Bei der Wahl des Dienstes gibt es vielerlei zu beachten. Man sollte sich klar machen, welches Problem man zu lösen versucht und welches Produkt dazu passt. Dabei darf man aber auch Datenschutz und die eventuell notwendige administrative Arbeit nicht vergessen. Vielleicht sollte man auch bestehende Lösungen wie etwa die Netzwerksfreigabe des heimischen WLAN-Routers durch etwas Leistungsfähigeres und vor allem Sichereres ersetzen.

Das Gute an den Cloud-Diensten ist, dass man sich nicht um die Wartung und Pflege zu kümmern braucht. Man kann sich guten Gewissens darauf ausruhen, dass es in der Verantwortung der Anbieter liegt, den Dienst stabil und sicher zu betreiben – oft besser, als man das selber könnte. Die Lösungen für den eigenen Server muss man selber warten und updaten. Gibt es Probleme, muss man selbst ran!

Dieser Gedanke funktioniert aber auch anders herum: Man ist auf Gedieh und Verderb dem Anbieter ausgeliefert. Ist der Dienst gestört, kann man nichts tun als warten, bis das Unternehmen die Probleme beseitigt hat. Beim eigenen Server legt man Hand an und beseitigt das Problem bestenfalls in Minuten. Dabei hat man die freie Wahl, auf welche Technik man setzt: Wer ohnehin regelmäßig mit der Versionskontrollsoftware Git arbeitet, findet ebenso eine Lösung wie jemand, der von Linux-Kommandozeilenbefehlen keine Ahnung hat, aber dennoch einen eigenen Server aufsetzen will (Seite 84).

### Freigaben vs. Synchronisation

Der Klassiker zum Austausch von Dateien über das Netz sind Windows-Netzwerksfreigaben oder korrekter: SMB-Freigaben. Diese unterstützen praktisch alle Betriebssysteme, NAS und Router seit Jahrzehnten. Im Gegensatz zu den hier vorgestellten Lösungen gleichen Netzwerksfreigaben jedoch nichts ab. Die Daten lagern lediglich auf einem zentralen Server.

Für den einmaligen Austausch von Daten im Netz okay, aber für Synchronisation nicht geeignet: die Windows-Netzwerksfreigabe

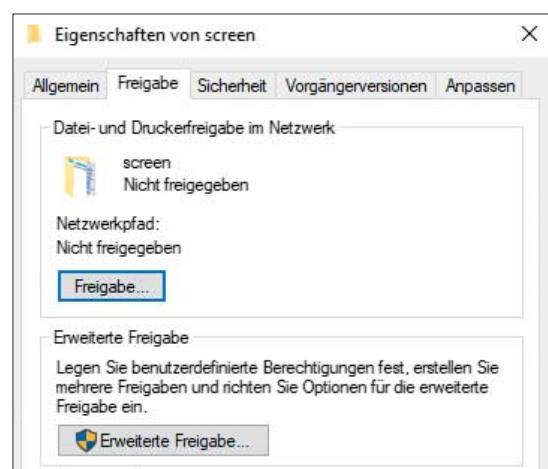
Clients können die Daten einsehen und bearbeiten. Zudem sind die SMB-Freigaben nicht über das Internet erreichbar, sondern nur im LAN oder per VPN. Auf Smartphones macht das Gehampel mit den Netzwerksfreigaben gar keinen Spaß – wenn es überhaupt klappt.

Seit 2016 hängt der SMB-Haussegen endgültig schief: Version 1 des SMB-Protokolls ist unsicher und Microsoft hat den Support – aus gutem Grund – abgekündigt. Das ist leider noch nicht bei allen NAS- und Router-Herstellern angekommen. Besonders dürfte das Fritzbox-Besitzer ärgern, denn die kann nur SMB1 und damit taugt der interne NAS-Dienst MyFritz nicht guten Gewissens als Netzwerksfreigabe. Wer ein älteres NAS verwendet, guckt auch in die Röhre, sofern der Hersteller kein Update für SMB2 oder 3 liefert. Eine kleine Liebhabergemeinde haben sich auch Microsofts Heimnetzgruppen[2] erarbeitet. Die hat Microsoft aber mit Windows 10 1803 ersatzlos gestrichen – die Menge der Fans war dann doch zu klein.

Besitzer moderner NAS haben oft die Möglichkeit, einen oder mehrere der vorgestellten Server- oder Peer-to-Peer-Dienste auszuführen. Die Hersteller bieten dafür installierbare Pakete an. Alternativ kann man bei besseren Modellen auf Docker-Images[3] zurückgreifen. Gewiefte Admins können die eigenen Datenbestände dadurch auf unterschiedlichen Wegen bereitstellen: per Netzwerksfreigabe für Streaming-Clients, per flexibler Peer-to-Peer-Dienst für die PCs und als Cloud für Smartphones und Tablets.

### Wo sind all die Daten hin?

Nicht erst seit der Einführung der DSGVO[4] ist die Frage nach dem physischen Serverstandort wichtig. Liegen die



Dateien im (außereuropäischen) Ausland, gilt das dortige – oft schlechtere – Datenschutzrecht. So strenge Datenschutzgesetze wie in Deutschland findet man fast nirgendwo. Gerade wenn man mit personenbezogenen und privatesten Daten oder Geschäftsgeheimnissen hantiert, sollte einem bewusst sein, welche Verantwortung man trägt. Ist man der Familien-Admin und sichert die Dokumente und Backups der Verwandtschaft, muss man sich bei einem Datenverlust oder Hack im besten Fall nur mit seinem schlechten Gewissen quälen. Für Unternehmen kann schlampiger Umgang mit eigenen Daten oder Daten von Kunden

rechtliche und finanzielle Konsequenzen nach sich ziehen.

Wer Daten in der Cloud oder auch auf dem eigenen Mietserver lagert, sollte nachfragen, wo der steht. Gerade bei Cloud-Anbietern ist diese Frage manchmal nicht genau zu beantworten. Einige der Anbieter erlauben (gegen Bezahlung) die Wahl eines innereuropäischen Standorts. Manche werben sogar mit hoher Datensicherheit, dank Servern in der EU oder in Deutschland. Aber auch hier muss man dem Anbieter vertrauen, dass die Daten wirklich da sind, wo er behauptet.

Bei dem eigenen Server oder NAS zu Hause oder im Büro beantwortet sich die

Frage nach dem Standort von selbst. Man ist dann aber auch für die (physische) Datensicherheit verantwortlich. Im Büro sollte nicht jeder physischen Zugriff auf die Datenhalde haben, von den Zugriffsrechten mal ganz abgesehen. Ein Einbrecher wittert vielleicht fette Beute beim Anblick des Servers und nimmt die Klientendaten gleich mit. Im Familien-Umfeld sollte man sicherstellen, dass die Daten aller Personen sauber getrennt bleiben und auf die Zugriffsrechte achten, denn das gehört auch zur Wahrung von Privatsphäre und informationeller Selbstbestimmung.

## Vertrauen ist gut, Verschlüsselung ist besser!

Fast keiner der Cloud-Dienste bietet eine integrierte Verschlüsselung der Daten an. Private Daten liegen also womöglich im Klartext auf fremden Servern. Wer das nicht möchte, kann zum eigenen Server mit verschlüsseltem Speicher greifen oder ein Peer-to-Peer-System verwenden. Soll es auf jeden Fall ein Cloud-Anbieter sein, kann man die Inhalte der Speicher mit Werkzeugen wie Boxcryptor oder Cryptomator verschlüsseln. Selbst wenn jemand die Dateien stehlen sollte und versucht, Einblick zu nehmen, bekommt er nur verschlüsselten und für ihn nicht verwendbaren Datenmüll.

Wer Daten in die Cloud legt, um sie mit anderen zu teilen, sollte sie zumindest als passwortgeschütztes Archiv oder besser noch per PGP verschlüsselt bereitstellen. Sind es Dateien, die ohnehin öffentlich zugänglich sein sollen, ist die Verschlüsselung eher hinderlich als sinnvoll.

Apropos Verschlüsselung: Wer Speicherdiene mit Webinterface auf dem eigenen Server laufen lässt, sollte das nur per SSL-verschlüsselter Verbindung bereitstellen. Dank Let's Encrypt ist das Erzeugen von signierten Zertifikaten kein Aufwand mehr [5]. Das bringt nicht nur für einen selbst Sicherheit, sondern auch für andere, die dann sichergehen können, dass die Verbindung korrekt verschlüsselt ist. Zudem verschwinden hässliche und womöglich irritierende Zertifikatsfehler.

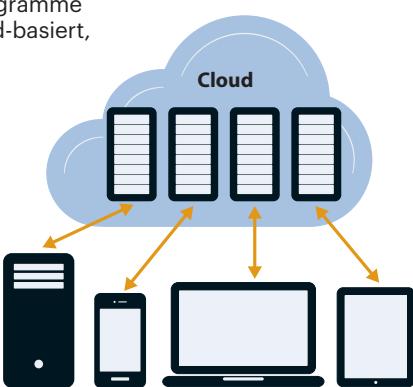
## Kein Backup!

Nur weil Daten auf mehreren Geräten lagern, entbindet das nicht von der Pflicht, ein Backup zu machen! Zu schnell sind Dateien aus Versehen aus der Cloud oder vom Gerät gelöscht, die man hinterher doch vermisst. Man hat zwar das Gefühl, dass da Redundanz besteht. Bedenken Sie

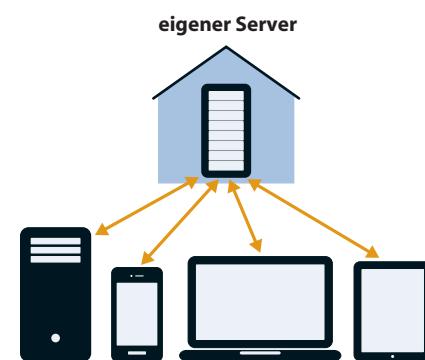
## Arten der Dateisynchronisation

Die von uns vorgestellten Dienste und Programme zerfallen in drei Funktionsprinzipien: Cloud-basiert, Server-basiert und Peer-to-Peer.

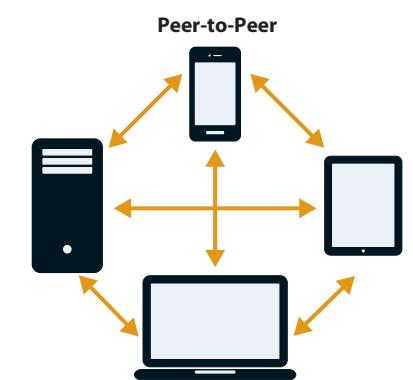
Bei der ersten Variante synchronisieren alle Clients ihre Daten in eine zentrale Cloud, also über das Internet in eine Menge von Servern in einem oder mehreren Rechenzentren. Die Cloud-Dienste sind von überall erreichbar, sodass alle Clients jederzeit darauf zugreifen können.



Variante Nummer zwei ist der eigene Server. Hier läuft ein Dienst, der sich ähnlich wie bei einem Cloud-Anbieter um die Verwaltung der Dateien und Clients kümmert. Der Server steht dabei entweder gemietet in einem Rechenzentrum oder auch als Eigentum im eigenen Zuhause. Je nach Konfiguration ist er für die Clients jederzeit erreichbar, oder nur wenn diese sich im heimischen Netz befinden.



Die letzte Variante sind die Peer-to-Peer-Dienste. Hier gibt es weder Server noch Clients, sondern nur gleichberechtigte Peers, die Änderungen untereinander austauschen. Damit der Abgleich funktioniert, muss es immer einen Weg von Gerät zu Gerät geben. Wenn im Urlaub das Smartphone Daten mit dem Laptop abgleicht, landen die spätestens bei der Rückkehr auch auf dem Desktop-PC daheim – ob die Änderungen dabei vom Laptop oder vom Smartphone geschickt werden ist unerheblich. Das Spiel geht in jede Richtung.



jedoch, dass auch ein Riese wie Google oder Microsoft nicht unfehlbar ist. Die Daten könnten abhandenkommen. Eine Account-Sperrung kann ein Desaster zur Folge haben. Eine Amok laufende Sync-Software oder ein Verschlüsselungstrojaner kann die gehegten Dokumente mit einem Hieb vernichten. Und manchmal reicht schon ein unbedachter Klick! Ein regelmäßiges Backup ist deshalb trotz Einsatz von Synchronisationsdiensten unentbehrlich.

## Testfeld

Gerade aus der Überlegung heraus, dass man eben nicht mehr nur mit einem Gerät arbeitet, haben wir nicht nur die Client-Software für Desktops, sondern auch auf Mobil-Clients und Webinterfaces getestet. Was hilft die beste Synchronisation, wenn man sich mit einer unbedienbaren Smartphone-App rumärgern muss? Dass alle drei großen Betriebssysteme unterstützt werden, ist schön, hilft aber wenig, wenn man kein Web-Interface für den schnellen Upload am fremden PC hat. Außen vor gelassen haben wir Kollaborationslösungen wie Office 365 [1] oder Dropbox Paper. Das sind unabhängige Produktkategorien, die eine gesonderte Betrachtung erfordern.

Eine der größten Herausforderungen für all diese Dienste ist die Effizienz. So sollte ein guter Synchronisationsdienst darauf achten, so wenig Daten wie möglich zu übertragen. Verschobene Dateien sollten genauso wenig zu einem erneuten Upload führen wie das Kopieren einer bereits im (Cloud-)Speicher befindlichen Datei. Wie schlampig mancher Cloud-Anbieter mit der Bandbreite des Anwenders umgeht, hat uns erstaunt. Details lesen Sie auf Seite 90.

Mindestens genauso wichtig ist das Konfliktmanagement. Niemand will Stunden an Arbeit verlieren, weil sich auf dem wenig genutzten Tablet noch eine alte Version eines Word-Dokuments befindet und nun die aktuelle Fassung überschreibt. Selbst wenn der Dienst einen Dateikonflikt nicht erkennt oder falsch löst, sollte ein guter Dienst die Möglichkeit bieten, alte Dateiversionen wiederherzustellen.

Für welchen Typ von Dateiabgleich Sie sich entscheiden, kommt ganz auf Ihre Anforderungen an: Eine riesige Foto-Sammlung via Peer-to-Peer mit allen Geräten abzugleichen mag für den Profi-Fotografen essenziell sein. Die privaten Familienfotos der letzten 15 Jahre müssen

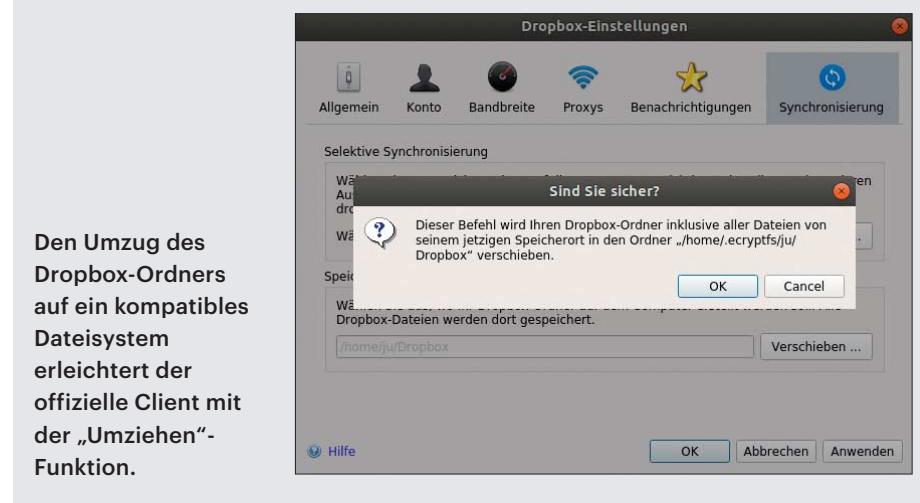
## Dropbox und Linux

Ab Anfang November 2018 will Dropbox den Support für Linux einschränken. Seit der Ankündigung im August sendet der Dienst unermüdlich Hinweis-E-Mails und der Client zeigt regelmäßig Pop-ups mit der bevorstehenden Support-Abkündigung. Davon betroffen sind alle Linux-Systeme, die andere Dateisysteme als Ext4 verwenden und solche, die die dateisystemeigene Verschlüsselung von Ext4 einsetzen. Das zur Verschlüsselung des Home-Verzeichnisses populäre eCryptfs will Dropbox ebenfalls nicht mehr unterstützen. Anwender, die Ext4 auf einer LUKS-verschlüsselten Partition nutzen, müssen sich keine Gedanken machen.

Trotz massiver Kritik der Dropbox-Kunden hat sich das Unternehmen nicht umstimmen lassen. Dropbox begründet die Einschränkung mit für den Client notwendigen, erweiterten Dateisystemattributen (Extended Attributes). Das scheint aber nur vorgeschoben zu sein, denn die meisten unter Linux gebräuchlichen

Dateisysteme unterstützen die geforderten erweiterten Dateisystemattribute. Auch gab es vorher keine bekannten Probleme mit anderen Dateisystemen und dem Client.

Es ist also möglicherweise an der Zeit, sich nach Alternativen umzusehen. Wer das nicht will oder kann, muss sich einen Workaround überlegen. Der einfachste ist, Dropbox nur noch im Web zu nutzen, was der nahtlosen Synchronisation entgegenläuft. Alternativ muss man den Dropbox-Ordner auf eine (per LUKS verschlüsselte) Ext4-Partition verschieben. Die LUKS-Verschlüsselung verschlüsselt dabei nur die lokalen Dateien, aber nicht die in der Dropbox-Cloud. Dort liegen sie noch immer im Klartext. Dafür enthält der Client eine eigene Option (siehe Screenshot). Kommt das nicht infrage, kann man versuchen, Werkzeuge wie Rclone zur Synchronisation einzusetzen oder die Daten mittels des Fuse-Dateisystems Dbxfs zu erreichen.



aber nicht auf jedem Laptop schlummern. Um Dokumente mit (entfernten) Kollegen oder Freunden gemeinsam zu bearbeiten, dient sich ein kommerzieller Cloud-Dienst mit integrierter Office-Suite an. Die Smartphone-Fotos der Kinder und die Steuererklärung will man gut verwahrt wissen und sichert sie lieber auf dem eigenen Server als in der Cloud. Manchmal ist man auch mit zwei Lösungen am besten bedient: eine private Nextcloud für die eigenen Daten und ein Cloud-Anbieter für das Teilen von Daten mit anderen. Jenseits

von Dropbox gibt es viele unterschiedliche Lösungen, um seine Daten jederzeit griffbereit zu haben. (mls@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jörg Wirtgen, Heim-Office, Office 365 Deutschland für Privatanwender, c't 9/2017, S. 78
- [2] Jan Schüßler, Gruppentherapie, Heimnetzgruppen in Windows 10 ersetzen, c't 16/2018, S. 118
- [3] Ernst Ahlers, Container-Spielplätze, x86-Netzwerkspeicher mit Docker-Option, c't 7/2018, S. 110
- [4] Joerg Heidrich, Aufgewertet, Die DSGVO bringt den Bürgern neue Rechte, c't 5/2018, S. 112
- [5] Uli Ries, Let's Encrypt!, SSL/TLS-Zertifikate gratis für alle, c't 4/2018, S. 80



# Synchrone Satelliten

## Vier Programme für Peer-to-Peer-Synchronisation im Test

**Um Dateien auf mehreren Rechnern synchron zu halten, braucht man nicht zwangsläufig Speicherplatz auf einem Cloud-Server. Peer-to-Peer-Software gleicht Ordner auf mehreren Rechnern automatisch ab – praktisch für Familien, WGs und Unterwegs-Arbeiter.**

**Von Jan Mahn**

**D**as Internet war schon in seinen ersten Tagen dezentral angelegt, auch wenn die Anbieter von Cloud-Diensten gern den Eindruck vermitteln wollen, man könne nur mit ihren zentralen Diensten komfortabel arbeiten. Dabei braucht es zur Synchronisation von Ordnern keine Datenablage in der Cloud. Die Rechner können ihre Datenbestände einfach untereinander abgleichen. Dazu kann zum Beispiel das Filesharing-Proto-

koll BitTorrent zum Einsatz kommen, das zu Beginn des Jahrtausends vor allem für Musik- und Filmtausch eingesetzt wurde und seitdem zu Unrecht mit illegalen Downloads in Verbindung gebracht wird. Peer-To-Peer-Dateisynchronisation hat einige Vorteile gegenüber Cloud-Speicherdielen: Man zahlt nur für die Hardware und bestimmt selbst, wie viele Daten man synchronisieren möchte. Im besten Fall ist die Software sogar kostenlos.

Die getesteten Synchronisationsprogramme funktionieren alle nach dem gleichen Prinzip. Der Benutzer installiert die Software auf allen Computern, die Dateien abgleichen sollen. Anschließend legt er zu synchronisierende Ordner an und richtet auf dem ersten Computer eine Synchronisation ein. Ins Testfeld haben wir Software aufgenommen, die mindestens unter macOS und Windows funktioniert und einen Abgleich von ganzen Ordnern ermöglicht. Nicht dabei sind Peer-to-Peer-Lösungen, die einzelne Dateien über einen Download-Link freigeben – etwa als Ersatz für eine E-Mail mit großem Anhang. Diese Funktion gibt es bei einigen Anbietern aber als Zugabe.

## Private Tauschbörse

Ebenfalls außen vor sind Angebote, die sich ausschließlich an Unternehmen richten, und solche, die Ordner ohne Peer-to-Peer-Funktionalität abgleichen – zum Beispiel für Backups auf eine externe Festplatte oder eine SMB-Freigabe. Vier Anbieter erfüllen die Anforderungen: das Open-Source-Programm SyncThing und das von Resilio, das eine kostenlose Version für den Hausgebrauch anbietet. Dazu kommen GoodSync, das erst in der bezahlten Version Peer-to-Peer-Austausch beherrscht, und Binfer, das nach übertragener Datenmenge abrechnet.

Damit der Peer-to-Peer-Ordnerabgleich funktioniert, müssen sich die Geräte untereinander finden. Sollen nur Computer im lokalen Netz synchronisiert werden, würde eine lokale IP-Adresse ausreichen. Aber nicht alle Programme bieten die Möglichkeit, eine Verbindung auf diesem Weg aufzubauen. Die getesteten Anwendungen sind alle darauf ausgelegt, auch über das Internet und hinter NATs zu funktionieren – die Einrichtung soll gleichzeitig möglichst einfach und ohne Konfigurationsarbeit am Netzwerk möglich sein.

Um die Verbindung über Netzwerkgrenzen aufzubauen, stellen die Hersteller einen Vermittler bereit. Ein Peering-Server im Internet kümmert sich darum, dass die Synchronisations-Clients zusammenfinden. Über diesen Server fließt bei den meisten Programmen nur der Verkehr zur Verbindungsherstellung, nicht die Datenübertragung selbst. Im optimalen Fall merken zwei Computer, die im gleichen lokalen Netz stehen, beim Verbindungsaufbau, dass sie ohne Umweg über das Internet zueinanderfin-

den können. Wir haben jeweils getestet, ob eine Verbindung auch ohne Herstellerserver und ohne Internetverbindung möglich ist.

## Vertrauenssache

SyncThing und Resilio generieren einen Schlüssel, den der Nutzer auf dem nächsten zu synchronisierenden Rechner eingeben muss. Wie er diesen überträgt, bleibt ihm überlassen. Abtippen, auf einen USB-Stick kopieren oder verschlüsselt als Mailanhang verschicken. Wer diesen Schlüssel in die Finger bekommt, hat potenziell Zugriff auf die Daten. Sie haben daher bei SyncThing die Möglichkeit, eine Bestätigung anzufordern, wenn ein neuer Peer mit dem Schlüssel um Zugriff bittet. Binfer und GoodSync fordern einen Benutzer-Account beim Hersteller, über den sich die Clients finden.

Wenn Sie sich für einen Anbieter entscheiden, der einen Server zum Verbindungsauflauf anbietet, müssen Sie diesem genauso vertrauen wie einem Anbieter von Cloud-Speicher – die Daten liegen zwar auf Ihren PCs und nicht in der Cloud, es besteht aber zumindest theoretisch die Chance, dass der Anbieter einen Zweischlüssel hat. Um das auszuschließen, können Sie zum Beispiel auf die

Open-Source-Lösung SyncThing zurückgreifen, die IP-Adressen per Hand eintippen und auf den Peering-Server verzichten. Im Zweifelsfall könnten Sie zusätzlich den Quellcode auf Hintertüren untersuchen.

## Nutzungsszenarien

Für **Einzelgänger** sind die Programme schnell eingerichtet. Wenn es Ihnen darum geht, Dateien auf dem Desktop und dem Notebook und im Zweifelsfall auch auf dem Mobiltelefon auf dem gleichen Stand zu haben, richten Sie einen Ordner im Benutzerverzeichnis ein und fügen nacheinander die Geräte hinzu. Damit die Synchronisation funktioniert, müssen nur beide Geräte gleichzeitig eingeschaltet und mit dem lokalen Netzwerk oder Internet verbunden sein. Optional wird ein kleiner PC mit ausreichend Festplattenkapazität und der Sync-Software im Dauerbetrieb zum Server. Einige Anbieter bieten auch eine Software für die NAS großer Hersteller an. Im Einzelgänger-Szenario kann es Ihnen egal sein, wie gut die Software mit Konflikten umgehen kann. Schließlich arbeiten Sie ja allein an Ihren Dateien und sind allein dafür verantwortlich, Dateien nicht zu überschreiben.

**SyncThing ist Open-Source-Software und wird über eine Weboberfläche bedient. Die Einrichtung ist einfach, die Optionen sind umfangreich.**

Für **Familien-, Vereins- und WG-Admins** ist Peer-to-Peer-Synchronisation ebenfalls attraktiv, da schnell eingerichtet und wartungsarm. Sie können zum Beispiel einen gemeinsamen Ordner anlegen, in dem jeder Dateien ablegen kann. Bei mehr als drei Familienmitgliedern ist die Wahrscheinlichkeit ziemlich hoch, dass immer mehrere Geräte zur gleichen Zeit aktiv sind und sich gegenseitig auf den neuesten Stand bringen können. Ein PC als Dauerläufer ist dann oft nicht nötig. Wenn wirklich mehrere Benutzer an den Dateien arbeiten sollen, sollten Sie darauf achten, wie das Synchronisationsprogramm mit Konflikten umgeht und ob es eine Versionierung anbietet. Es kann sich aber auch lohnen, auf solche Funktionen zu verzichten und den gemeinsamen Ordner nur für den Austausch zu verwenden – der Sender kopiert die Datei in den Ordner, die Empfänger laden sie lokal in ein anderes Verzeichnis und löschen sie aus dem Sync-Ordner. Dann ersetzt die Synchronisation nur den USB-Stick oder die Mail mit viel zu großem Anhang. Einige Programme erlauben es auch, Zugriffsrechte festzulegen. Spätestens jetzt muss die Gemeinschaft aber einen Administrator benennen, der sich um die Verwaltung kümmert.

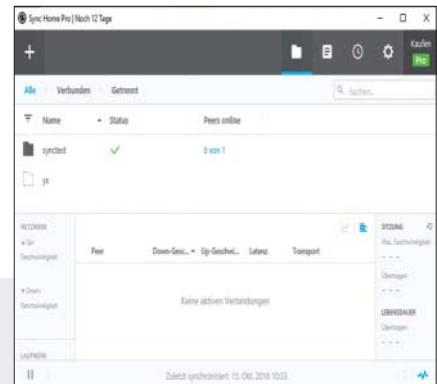
Sie können die Synchronisation auch als Teil einer **Datensicherung unter Freunden** nutzen. Dann sollten Sie aber zusätzlich eine Verschlüsselungslösung wie die Open-Source-Software Cryptomator einsetzen. Diese bindet einen ver-

schlüsselten Ordner als entschlüsseltes Laufwerk ein, wenn Sie den richtigen Schlüssel zur Hand haben. Die verschlüsselten Daten landen in einem synchronisierten Ordner, den Sie sowohl mit Ihren Computern als auch mit Familienmitgliedern oder einem Bekannten teilen, der nicht im gleichen Haus wohnt – die Daten liegen dann feuer- und löschwassersicher auf einem zweiten System.

## Nichtwegwerfpakt

Im Gegenzug sichern Sie dessen verschlüsselte Daten auf Ihrer Platte und nehmen die Ordner in Ihr regelmäßiges Offline-Backup auf. Mit dem Zeichensalat können das Gegenüber oder eventuelle Dritte nichts anfangen. Sie müssen Ihrem Gegenüber und der Sync-Software also nur vertrauen, dass sie die Daten nicht löschen. Die aufpopgenden Benachrichtigungen, die einige Programme bei jeder synchronisierten Datei anzeigen, sollten Sie abschalten. Mit der Information „Datei AB678CED123 wurde synchronisiert“ können Sie ohnehin nichts mehr anfangen. Ein weiterer Tipp aus der Praxis: Halten Sie beim Einsatz solcher Verschlüsselungswerzeuge den Pfad des zu verschlüsselnden Ordners kurz, zum Beispiel „C:\syn“. Die verschlüsselten Dateienamen werden lang und kratzen sonst an der Längenbeschränkung des Dateisystems.

Selbst wenn Sie für beide Sicherungspartner für das Projekt eine zusätzliche Festplatte anschaffen müssen, kommen



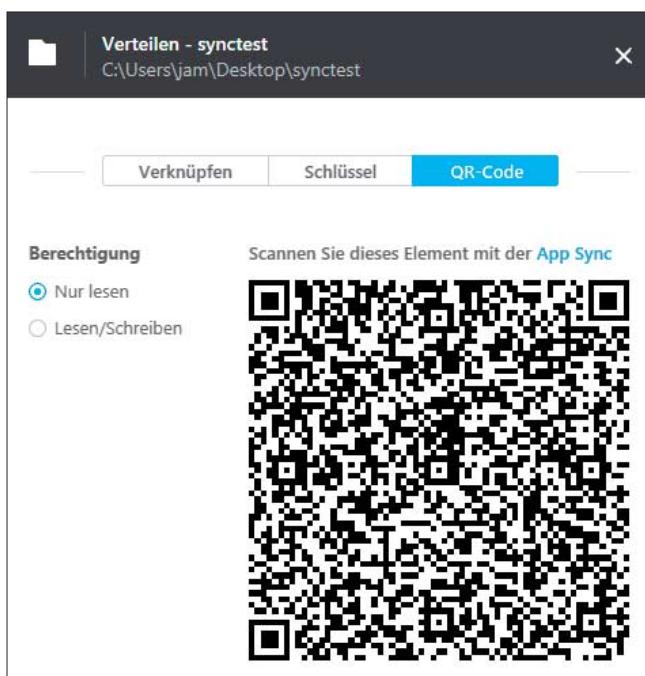
## Resilio Sync Home

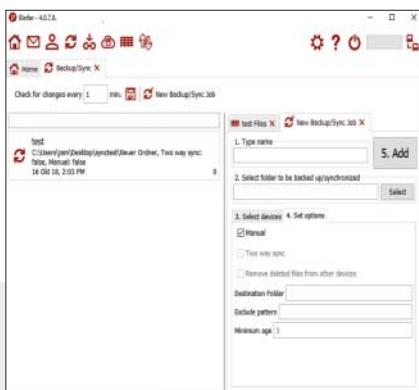
Die Gründer von Resilio kommen von BitTorrent Inc und ihr Produkt hieß während der Beta-Phase noch BitTorrent Sync. Es arbeitet mit einem BitTorrent sehr ähnlichen Protokoll und erledigt seine Arbeit sehr zuverlässig. In der kostenlosen Version, die Sie nicht im Unternehmen einsetzen können, dürfen Sie beliebige Datenmengen synchronisieren. Für die Pro-Funktionen zahlen Sie einmalig 59 US-Dollar und bekommen dafür unter anderem die Möglichkeit, die Übertragung nach einem Wochenplan zu beschränken und Dateien nur als Platzhalter herunterzuladen – sinnvoll für große Dateien, die Sie nicht ständig überall benötigen.

Eine Konfliktlösung gibt es nicht. Wer zuletzt speichert, gewinnt. Geänderte und gelöschte Dateien landen aber in einem Archiv und können standardmäßig 30 Tage lang wiederhergestellt werden. Wer nur lokal synchronisieren will, kann die Suche nach Clients über Peering-Server in den Voreinstellungen abschalten. Software gibt es neben Windows, macOS und Linux auch für FreeBSD und die NAS-Betriebssysteme aller großen Hersteller sowie für Android und iOS.

Resilio Sync Home ist schnell verstanden und eingerichtet. Schlüssel zum Lesen und Schreiben in einem freigegebenen Ordner können ein Ablaufdatum bekommen und der Nutzer kann zusätzlich eine Bestätigung fordern. Die Mobil-Apps verbindet man bequem per QR-Code. Fortgeschrittene Nutzer können über die „Poweruser-Voreinstellungen“ zum Beispiel Timeouts oder Cache-Zeiten konfigurieren.

- ▲ sehr einfache Bedienung
- ▼ keine Konfliktverwaltung





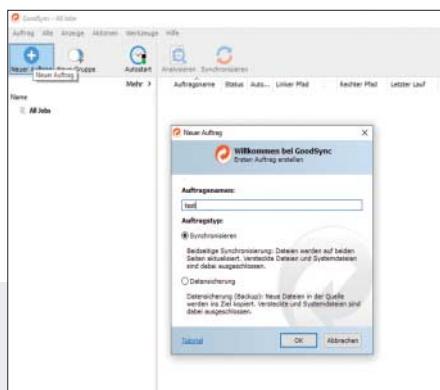
## Binfer

Die Firma Binfer bezeichnet sich selbst als Anbieter einer All-in-One-Lösung für sichere Kommunikation und Datenaustausch, nicht als Peer-to-Peer. So ist das Synchronisieren von Ordnern nur eine Funktion der Software – neben einer verschlüsselten Nachrichtenübertragung. Die Software ist in Java geschrieben und das sieht man ihr an: Die Oberfläche wirkt aus der Zeit gefallen und das Font-Rendering funktioniert nicht immer. Auch nach dem Begrüßungstutorial ist man beim ersten Kontakt vom Funktionsumfang überfordert.

Zur Nutzung benötigt man einen Account bei Binfer, nur 200 MByte Transfervolumen pro Monat und ein synchronisierter Ordner sind kostenlos, für mehr Daten und Ordner muss man monatlich zahlen.

Wer sich von Kosten und Oberfläche nicht abschrecken lässt, bekommt – zumindest in der Bezahlvariante – eine Versionierung und eine Dateisynchronisation für Windows, macOS und als JAR-Datei für Linux-Benutzer. Apps für mobile Betriebssysteme sucht man vergebens. Auch ein Abgleich ohne Einsatz der Binfer-Server ist nicht möglich – schließlich rechnet der Anbieter nach genutzter Datenmenge ab und hat Interesse daran, mitzuzählen.

- ⬇️ instabile macOS-Version, keine Apps
- ⬇️ unübersichtliche Oberfläche



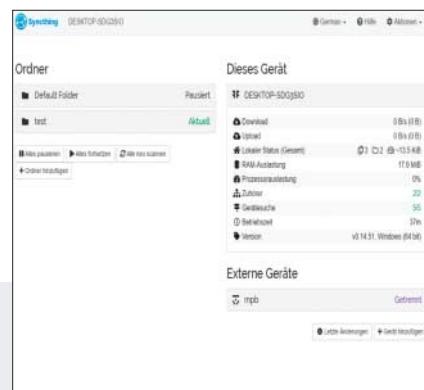
## GoodSync

GoodSync ist ein Universal-Synchronisationsprogramm, mit dem Sie Ordner zum Beispiel zwischen Cloud-Speicher wie Dropbox und OneDrive, SMB-Freigaben oder SFTP-Ordnern synchronisieren können. Eine der Optionen heißt „GoodSync Connect“ und erlaubt Peer-to-Peer-Synchronisation über ein proprietäres Protokoll mit einem anderen GoodSync-Client. Sie ist nur in der kostenpflichtigen Version verfügbar, die für Privatkunden einmalig 50 US-Dollar kostet. Die Einrichtung einer Peer-to-Peer-Verbindung funktioniert über die Peering-Server und auch ohne GoodSync-Account über eine lokale IP-Adresse, ist aber in beiden Fällen etwas fummelig.

Die Entstellungsmöglichkeiten sind mächtig und man merkt der Software an, dass sie auch für Backup-Jobs in Unternehmen gedacht ist. Bei Konflikten kann GoodSync auf Wunsch eine Kopie erstellen, es gibt eine Versionierung und komplexe Zeitplansteuerungsoption für die Synchronisierung.

Mobil-Apps für Android und iOS gibt es umsonst. Da die für Peer-to-Peer-Synchronisation nur in der kostenpflichtigen Version dabei ist, wird GoodSync nur für Benutzer interessant, die sehr große Ansprüche an die Konfiguration haben oder auch den Abgleich mit Cloud-Speicher nutzen wollen. Wer ein NAS einbinden möchte, findet Installationsdateien für Produkte von Synology, QNap und WD.

- ⬆️ Abgleich mit Cloud-Speicher
- ⬇️ vergleichsweise teuer



## Syncthing

Syncthing ist Open-Source-Software unter der Mozilla-Public-License. Dank der Unterstützung von Sponsoren stellt Syncthing Peering-Server kostenlos bereit. Wer diesen nicht nutzen möchte, kann die IP-Adresse des Gegenübers per Hand eintippen oder sogar selbst einen solchen Server betreiben. Der Funktionsumfang entspricht dem, was es bei anderen Anbietern nur in der Bezahlversion gibt: Versionierung, Ausnahmen von der Synchronisation und Begrenzung der Datenrate für Up- und Download.

Eine App gibt es nur für Android. iOS-Nutzer können sich die kostenpflichtige App „fsync()“ anschauen, die aber nicht direkt von den Syncing-Entwicklern stammt.

Die Einrichtung einer Synchronisation über eine Gerätekennung ist schnell erledigt. Intelligent gelöst ist die grafische Oberfläche: Syncthing startet einen Webserver, die Bedienung erfolgt über die URL <http://127.0.0.1:8384>. Damit sparen sich die Entwickler eine Umgebung wie Java und können dennoch plattformunabhängige Software für Windows, macOS, Linux und verschiedene BSD-Varianten bereitstellen. Für Windows gibt es SyncTrayzor, das Syncthing im Hintergrund ausführt und die Weboberfläche in einem eigenen Fenster öffnet. NAS-Benutzer finden Community-Projekte für Syncthing auf gängigen Systemen.

- ⬆️ großer Funktionsumfang
- ⬇️ keine offizielle iOS-App

Sie schon nach wenigen Monaten günstiger weg als mit einem Cloud-Speicher-dienst. Resilio bietet auch auf den Clients verschlüsselte Ordner an. Wenn Sie sich dafür entscheiden, müssen Sie dem Anbieter aber großes Vertrauen entgegen-bringen. Sicherer ist es, wenn der Anbieter der Verschlüsselung nicht auch Anbieter der Datenübertragung ist.

### Spreu vom Weizen

Die Auswahl des richtigen Werkzeugs hängt von Ihrem Szenario und den einge-setzten Endgeräten ab. Sollen auch Android- und iOS-Geräte auf die Ordner zugreifen, schränkt das die Auswahl der Software schon ein. Resilio und GoodSync haben Apps für beide Mobilbetriebs-systeme, für Syncthing gibt es eine An-droid-App, für iOS eine App eines Dritt-anbieters.

Unabhängig vom Szenario sollte das Programm eine aufgeräumte und verständliche Oberfläche haben. Bestenfalls benutzen Sie die nur selten – nach der

Einrichtung sollten Sie im Optimalfall vergessen können, dass Sie überhaupt ein Synchronisationswerkzeug im Einsatz haben, weil es still im Hintergrund seine Arbeit verrichtet. Positiv aufgefallen ist uns die Oberfläche von Resilio. Hat man das Konzept von Peer-to-Peer-Synchro-nisation verstanden, geht die Einrichtung schnell von der Hand. Keinen Spaß macht die Arbeit mit Binfer. Die Java-Oberfläche ist überladen, sieht auf keinem Betriebs-system wirklich rund aus und stürzte unter macOS mehrmals ohne Fehlermeldung ab.

### Bezahlmodelle

Die Hersteller haben sehr unterschiedliche Finanzierungsmodelle. Syncthing ist ein Open-Source-Projekt mit einer sehr übersichtlichen Web-Oberfläche und sogar der Server zur Herstellung der Verbindungen wird kostenlos bereitgestellt. Resilio hat eine für Privatnutzer kostenlo-sse Variante und verlangt für zusätzliche Funktionen einmalig Geld. Binfer erlaubt

kostenlos den Abgleich von 200 MByte im Monat und verlangt für größere Daten-mengen monatliche Zahlungen – für eine Peer-to-Peer-Lösung, die Daten über einen Peering-Server maximal durchleitet und keine Festplatten vorhalten muss, ein wenig logisches Modell.

### Was tun?

Firmenkunden, die Server oder Standorte synchron halten wollen, können sich die Unternehmensangebote von GoodSync und Resilio ansehen. Wer Peer-to-Peer-Lösungen für sich oder seine Familie ausprobieren möchte, macht mit Resilio in der kostenlosen Version oder Syncthing nichts falsch und bekommt viel geboten – im Vergleich zur zentralen Cloud-Lösung muss man beim Komfort keine Abstriche machen. Die teureren Lösungen Good-Sync und Binfer lohnen höchstens, wenn man Wert auf die anderen in den Pro-grammen enthaltenen Funktionen – zum Beispiel die Sicherung in eine Cloud – legt.

(jam@ct.de) ct

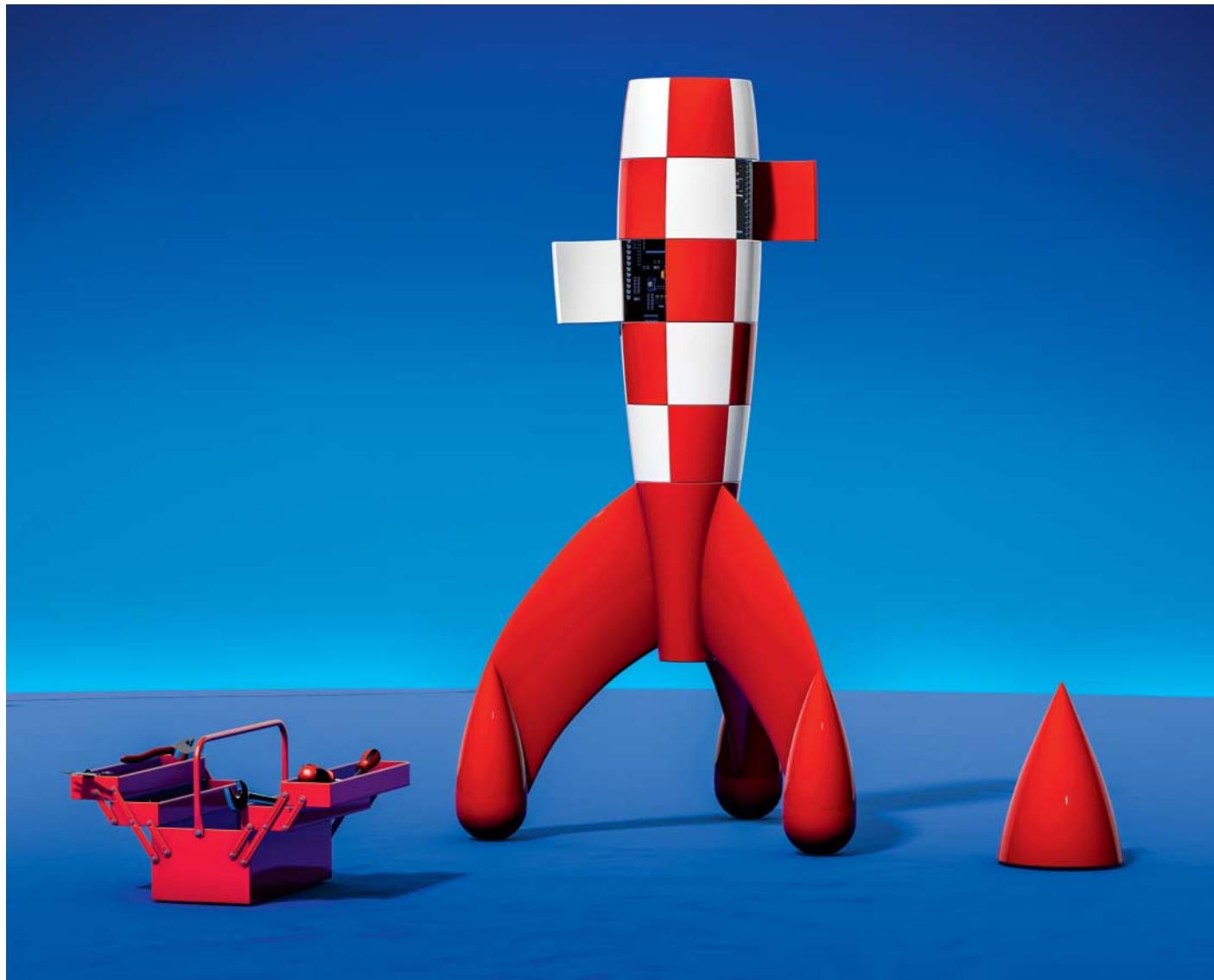
## Peer-To-Peer-Software

Produkt	Binfer	GoodSync	Resilio Sync	Syncthing
Anbieter	Binfer Inc	GoodSync	Resilio Inc.	Syncthing
Website	binfer.com	goodsync.com	resilio.com	syncthing.net
Firmensitz	USA	USA	USA	–
Desktop-Clients	Windows, macOS, Java	Windows, macOS, Linux	Windows, Linux, FreeBSD, macOS	Windows, Linux, macOS, BSD
Mobil-Clients Android / iOS	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / – <sup>1</sup>
NAS-Clients	–	✓	✓	✓
Windows-Programmversion	4.0.7.8	10.9.11.1	2.6.1	0.14.51
Lizenz	proprietär	proprietär	proprietär	Mozilla Public License 2.0
verwendetes Protokoll	keine Angabe	GoodSync Transfer Protocol	ähnlich wie BitTorrent	Block Exchange Protocol
Funktionen				
selektive Synchronisierung	✓	✓	✓ (nur in bezahlter Version)	✓
Papierkorb	✓	✓	✓	✓
Versionierung	–	✓	✓	✓
Umgang mit Konflikten	keine Reaktion	feine Auswahl je nach Art des Konflikts	in .sync	legt Konflikt-Datei an
Authentifizierung über Peer-Server	Account	Account	Schlüssel	Schlüssel
Teilen von Dateien über Web-Link	✓ (nur in bezahlter Version)	–	✓	–
Verbindungsaufbau ohne Internet	–	✓	✓	✓
Synchronisation ohne Internet	–	✓	✓	✓
Bandbreitenlimits Down- / Upload	– / –	✓ / –	✓ (nur in bezahlter Version) / –	✓ / ✓
Funktionsumfang				
kostenlos enthalten	Sync von 200 MByte	nur Cloud-Synchronisation	unbegrenzte Datenmenge, verschlüsselte Ordner	unbegrenzt (Open Source)
Kosten für günstigste private Vollversion	5 US-Dollar/Monat	50 US-Dollar	60 US-Dollar	–
zusätzliche Funktionen in Vollversion	Sync von 50 GByte, Web-Drops	Peer-to-Peer	selektiver Sync, feineres Rechte-Management, Bandbreitenbeschränkung	–
Bewertung				
Funktionsumfang	⊖	⊕	⊕	⊕⊕
Komfort bei der Einrichtung	⊖⊖	○	⊕⊕	⊕

<sup>1</sup> fsync(), von Drittanbieter

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe

Anzeige



# Unter eigener Regie

## Eigener Server statt Cloud-Speicher

**Den eigenen „Dropbox-Server“ betreiben klingt kompliziert – muss es aber nicht sein. Die vorgestellten Lösungen reichen von ganz einfach bis sehr komplex und sind auch nutzbar, wenn man mit Linux nichts am Hut hat, sondern Windows will.**

**Von Peter Siering**

**W**er seine Daten keinem Cloud-Anbieter anvertrauen will, verwendet einen eigenen Server. Sagt sich leicht, ist aber nur unscharf definiert und nichts für blutige Anfänger: Wenn der eigene Server nämlich zu Hause hinter einem Router steht, kommt das Smartphone unterwegs nicht heran. Hat man den Server bei einem Hoster eigens angemietet, muss man damit rechnen, dass der Nachmieter noch Daten vorfindet. Läuft die eigene Cloud auf einem Web-Hosting-Paket, was durchaus möglich ist, hat es ein unfreundlicher Nachbar arg leicht, über den Zaun zu langen.

Der eigenverantwortliche Betrieb eines eigenen Cloud-Speichers will deshalb wohl überlegt sein: Sie können sicher damit rechnen, dass auch Dritte auf Ihre Datenhalde aufmerksam werden und versuchen, sich darauf umzusehen. Sie müssen deshalb zwei Dinge sicherstellen: Sie aktualisieren regelmäßig – am besten vollautomatisch – die Software, um Schwachstellen abzudichten, und Sie schaffen es, alle Mitbenutzer zur Einhaltung von sinnvollen Standards etwa für Passwörter anzuhalten. Beides sind Dinge, für die Sie selbst aktiv sorgen müssen. Die Software hilft dabei nicht.

Fünf Produkte, mit denen Sie Ihren Dropbox-Server bauen können, haben wir zusammengestragen: Nextcloud, Pydio, Seafire, Sparkleshare und Teamdrive. Allein Sparkleshare besinnt sich vollends auf die Dateisynchronisation.

Nextcloud und Pydio erledigen das Synchronisieren von Dateien eher nebenbei. Sie setzen ihre Schwerpunkte bei der Gruppenzusammenarbeit an Dokumenten und reichern das um viele weitere in solchen Szenarien übliche Funktionen an: Kalender, Adressbuch, Online-Bearbeitung von Office-Dokumenten und vieles mehr.

Aber auch Seafire und Teamdrive bieten für ihre Produkte allerlei Extras an. Wir würdigen die ganzen Extrawürste nur am Rand. Dieser Artikel kümmert sich vornehmlich um das, was mit der Dateisynchronisierung zu tun hat: Besonderheiten, Installationsweise und Eigenarten der Produkte.

Allen Lösungen gemein ist, dass man sich um die Erreichbarkeit selbst kümmern muss: Das fängt mit einem Namen an, unter dem das System sichtbar sein soll, etwa `meinecloud.example.com`. Hinterm heimischen Router ist mindestens eine Portweiterleitung/Freigabe nötig, damit auch das Smartphone unterwegs an den Server herankommt. Für viele Lösungen braucht man obendrein ein SSL-Zertifikat, damit nicht Dritte den Datenaustausch abhören können – dank Let's Encrypt gibt es die kostenlos und weitgehend automatisch.

Für das Einrichten und Aktualisieren eines solchen Servers bietet sich Docker an: In Kombination mit spezialisierten, ebenfalls als Docker-Image erhältlichen Proxies, ist die SSL-Zertifikatsbeschaffung einfach [1] und das automatische Einspielen von Updates fällt leicht. Da verlieren auch die von der Architektur durchaus komplexen Anwendungen aus Apache, MySQL und PHP-Framework ihren Installationsschrecken. Profis finden trotzdem reichlich Spielraum für individuelle Anpassungen, etwa das Anbinden von Benutzerverzeichnissen wie ein Active Directory.

Bei Nextcloud, Pydio und Seafire dient die Weboberfläche zur Administration, ist aber auch für Benutzer da. Sie erreichen dort Funktionen, die in der spezialisierten Client-Software für Desktop-PC oder Smartphone schwer oder gar nicht zugänglich sind, etwa zum Wiederherstellen alter Dateiversionen oder fürs



## Nextcloud (Owncloud)

Nextcloud ist viel mehr als nur eine Software, um an einem zentralen Speicherort abgelegte Dateien auf mehreren Geräten parat zu haben: Kalender und Adressbuch sind Standardbestandteile. Viele Apps erweitern es in überraschende Richtungen, etwa Videokonferenzfähigkeiten, Social-Media-Funktionen, Kartenintegration und Spiele. Andere Apps ergänzen die Kernaufgabe, etwa solche zur Abwehr von Krypto-Trojanern oder um alternative Benutzerdatenbanken zu nutzen.

Nextcloud passt sich dennoch an viele Umgebungen an: Man kann es bereits in gängigen Web-Hosting-Paketen installieren. Auf vielen NAS-Boxen kann man es als Plug-in einrichten. Für viele Linux-Distributionen und Raspi & Co. gibt es fertige Pakete, außerdem Snap-Packages und natürlich Docker-Images, die auch helfen können, es auf einem NAS einzurichten [2]. Nur Windows als Basis für den Server ist keine Option. Je nach Einrichtungsart hilft ein per Web-Browser bedienter Wizard durch die notwendigen Schritte.

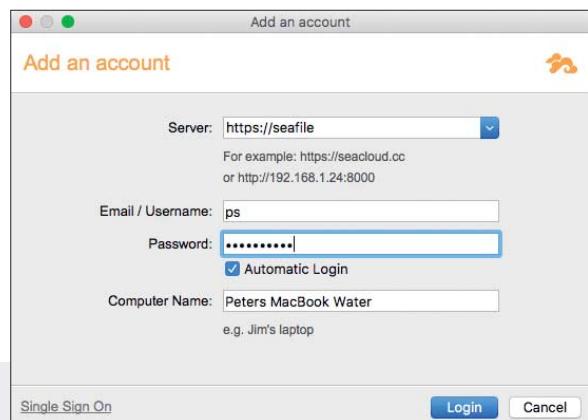
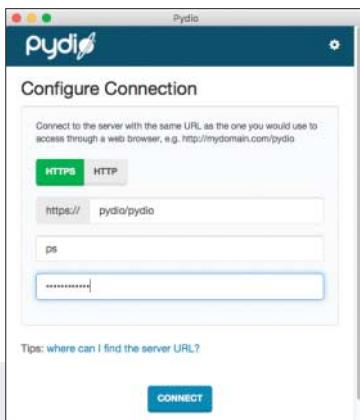
Nicht nur die Weboberfläche ist gelungen, auch die Clients zeigen sich rundum alltagstauglich. Beschränkungen, wie es sie in den Anfangstagen mal gab, dass der Client sich jeweils nur auf einen Server einlassen wollte, sind längst Geschichte. Die Integration in die iOS-Dateien-App funktioniert, sodass Dokumente in einer Nextcloud für alle dort andockenden Apps zugänglich sind.

Nextcloud ging Mitte 2016 aus Owncloud hervor. Der Unternehmensgründer Frank Karlitschek selbst gab den Fork bekannt und ging mit Nextcloud von der Fahne. Seitdem ist Nextcloud das featurereichere Produkt, solange man die kostenlos nutzbare Fassung der Software betrachtet. Der Kernfunktionsumfang unterscheidet sich marginal. Beide Firmen bieten kommerziellen Support und finanzieren einen Gutteil ihrer Arbeit an den Open-Source-Projekten auf diese Weise.

- auf vielen Plattformen nutzbar
- viele Erweiterungen
- Installation & Betrieb komplex

The screenshot shows the Pydio Community Distribution settings page. On the left is a sidebar with links like 'Dashboard', 'Arbeitsumgebungen & Benutzer', 'Protokolle', 'Diagnose', 'Upgrade', 'Einstellungen', 'Grundeinstellungen', 'Authentifizierung', 'Konfiguration', 'Protokollierung', and 'Uploader'. The main content area has sections for 'Community-Dashboard', 'Erhalten Sie Hilfe', 'How to access remote servers', 'Can I modify and/or integrate Pydio inside my open-source software?', and 'How to setup a "webftp"'. There are also sections for 'ARBEITSUMGEBUNG' and 'BENUTZER' with icons for 'LÜNGEN' and 'FÜR FORTGESCHRITTENE'.

Pydio-Admins bekommen die Komplexität der Software deutlich zu spüren – für den Betrieb als Cloud-Speicher sind längst nicht alle Optionen nötig.



## Pydio

Pydio startete seine Laufbahn als Ajaxplorer. Das aktuelle Produkt heißt Pydio Cells und soll eine vollständige Überarbeitung des bisherigen Pydio 8 sein. Trotzdem gibt es beide Versionen parallel und man muss sich entscheiden, welche besser passt: Beide scheinen das Hauptaugenmerk darauf zu legen, Gruppen dabei zu helfen, per Web-Browser Dokumente zu organisieren und zu bearbeiten. Fertige Desktop- und Mobil-Clients gibt es derzeit nur für Pydio 8, sodass dieser Artikel nur auf diese Version eingeht.

Auch wenn die Gruppenarbeit der Haupteinsatzzweck für Pydio zu sein scheint, glänzt es mit Fähigkeiten zur Dateisynchronisation. Die muss man freilich erst mal finden: Die Einstellmöglichkeiten, die die Weboberfläche einem frisch angemeldeten Admin anbietet, erschlagen zunächst. Pydio lässt sich über Plug-ins in alle erdenklichen Richtungen erweitern: Attachments aus IMAP-Mailboxen fischen, S3- oder SMB-Storage einbinden, Antivirus-Software integrieren, Einkaufskörbchen für den Datei-Download, SMB oder Radius zur Authentifizierung, Landkarten-Viewer, Video-Player, Elastic Search und URL-Shortener sind nur eine kleine Auswahl.

Für die Installation ist Pydio gut präpariert: Es gibt Paket-Repositories von Pydio für gängige Linux-Distributionen, die beim Einrichten der Abhängigkeiten helfen, sprich Apache und MySQL gleich mit installieren, und auch Updates bereitstellen. Docker-Images sind ebenfalls zu haben. Ein „Diagnostic Tool“, das man im Browser angezeigt bekommt, testet die Installationsvoraussetzungen im Detail und gibt Tipps. Daran anschließend unterstützt ein Wizard die Ersteinrichtung.

Benutzer können selbst Konten anlegen, um mit externen Anwendern Daten auszutauschen. Pydio stellt sehr detaillierte Logs bereit, die jeden Abruf aufzeichnen. Von sich aus beherrschte unsere Testinstallation keine Versionierung. Die soll sich über das Nachinstallieren von Git und passenden PEAR-Paketen einrichten lassen. Die Mobil-Clients fallen spartanisch aus. Letztlich helfen sie lediglich dabei, Dokumente aus einer Pydio-Installation abzurufen und anzuzeigen. Weitergehendes Verarbeiten etwa via Fotos oder Dateien in iOS ist nicht vorgesehen.

- + viel versprechend für Zusammenarbeit
- unübersichtliche Administration

## Seafile

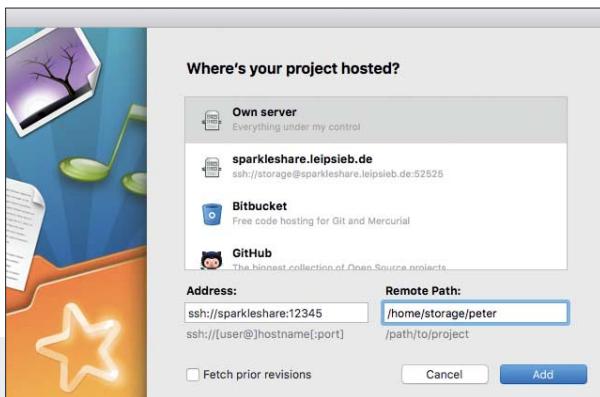
Seafile besinnt sich auf die wesentlichen Funktionen einer Dropbox-Alternative: den automatischen Austausch von Dateien zwischen Personen und Computern. Die Software entstammt einem Projekt ehemaliger Studenten aus China, die an einem Peer-to-Peer-Dateispeicher arbeiteten. In Seafile haben sie sich dann aber schließlich zugunsten einer Client-Server-Lösung von dem Ansatz abgewendet. In Deutschland gab es Zoff mit einer Vertriebsgesellschaft namens Seafile GmbH – deutschen Vertrieb und Support erledigt deshalb die datamate GmbH in Mainz.

Die Server-Software stellt Seafile als Archivdatei mit Binärdateien für Linux in je einer 32- und 64-Bit-Version für x86/x64 sowie für den Raspberry Pi zum Download bereit. Pakete gibt es keine. Offiziell werden nur ältere Distributionen unterstützt: Debian 8 und Ubuntu 16.04. Docker ist eine offiziell unterstützte Variante zur Installation. Das Server-Paket für Windows gibt es nur als Community-Ausgabe, also ohne Support und für maximal 25 Benutzer. Die Windows-Entwicklung hinkt der Linux-Version hinterher (Version 6.0 statt 6.3).

Zusätzlich zu den Sync-Clients, die Dateien auf dem Server auf ein lokales Verzeichnis spiegeln, bietet Seafile Drive-Clients an. Sie stellen die Inhalte des Servers als lokales Laufwerk bereit. Die Drive-Clients für Windows und macOS sind auf den Download-Seiten als Beta markiert. Für den Linux-Client gilt das nicht. Sync- und Drive-Client für Linux erhält man interessanterweise in Paket-Repositories des Herstellers als fertige Pakete für Debian und Ubuntu – schade, dass es die für den Server nicht gibt, sondern nur Archive mit Binärdateien. Das erschwert regelmäßige Updates.

Für den Datenabgleich zwischen Server und Clients verwendet Seafile Bibliotheken. Sie bündeln Einstellungen, etwa Zugriffsrechte anderer Benutzer auf enthaltene Dateien und Unterverzeichnisse, zum Beispiel für Vertreter. Die Versionierung greift sowohl auf Datei- als auch auf Bibliotheksebene – das ist praktisch, wenn man eine durch Löschen längst nicht mehr sichtbare Datei wiederherstellen möchte.

- + auf vielen Plattformen nutzbar
- fehlende Installationspakete



## Sparkleshare

Die Mobil-Clients für die reine Open-Source-Lösung Sparkleshare für iOS und Android sind mehrere Jahre alt und setzen teils ein zwischenzeitlich eingestelltes Dashboard-Projekt voraus. Sie sind daher keine weitere Betrachtung wert. Sparkleshare selbst, also die Client-Software für macOS, Windows und Linux hingegen wird weiterhin aktiv entwickelt. Letztere steht stets in Form eines aktuellen Flatpak-Pakets bereit.

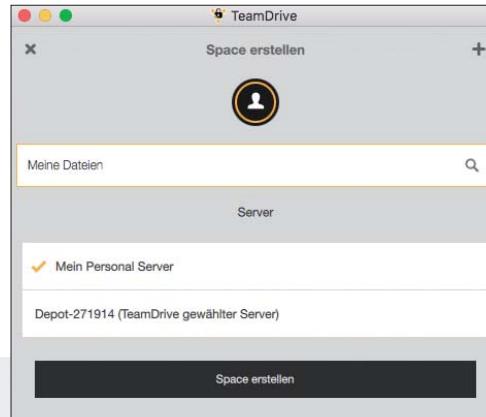
Eine Server-Komponente gibt es nicht: Die Sparkleshare-Clients sprechen nach hinten heraus mit einem per SSH erreichbaren Git-Repository oder auch mehreren. Es eignet sich also jede Git-Umgebung als Backend wie Github und seine Alternativen, aber auch ein simpler Linux-Server mit aktivem SSH-Server und installierter Git-Kommandozeile. Ein bereitgestelltes Shell-Skript „dazzle“ hilft beim Einrichten eines solchen auf gängigen Linux-Distributionen, wenn nichts dergleichen bereits vorhanden ist.

Die Clients erzeugen ein passwortloses SSH-Schlüsselpaar, dessen öffentlicher Teil dann als zugriffsberechtigt in die jeweiligen Repositories eingetragen wird. Leider scheint es nicht möglich zu sein, vorhandene SSH-Schlüssel in diesen Prozess einzubinden, wenn sie durch eine Passphrase geschützt sind. Den Tickets auf Github zu dem Thema kann man entnehmen, dass es zwischen den automatisch aufgerufenen Git-Kommandos und einem SSH-Agent knirscht.

Die Idee, auf bewährte Technik wie Git und SSH zu setzen, ist bestechend. Sparkleshare musste somit vieles nicht selbst implementieren. Wem SSH und Git vertraut sind, der findet sich gut zurecht, wenn er die Grundidee kapiert hat. Die Sync-Protokolle stecken in der Repository-History und lassen sich über die Git-eigenen Funktionen abrufen. An alte Versionen von Dateien kommt man ebenso heran. Und: Das viel genutzte und gestresste SSH-Protokoll für die sichere Übertragung der Daten zu verwenden, ist eine gute Idee.

Als Alternative für einen Web-Client empfiehlt der Autor der Software den Einsatz von Gitlab oder vergleichbaren Git-Web-Frontends, die liefern dann auch gleich eine komfortable Benutzerverwaltung. Mit Git-Clients kommen auch iOS oder Android an die Daten in einem Sparkleshare-Git-Repository heran.

- ⌚ einfache Idee mit bewährter Technik
- 🚫 Verwaltung auf der Kommandozeile



## Teamdrive

Die Hamburger Teamdrive Systems GmbH vermietet Speicherplatz in der europäischen Cloud. Dazu hat sie eigene Software entwickelt, die sich auch losgelöst vom Speicherplatzverkauf auf einem eigenen Server nutzen lässt. Der darf mit Linux, macOS oder Windows laufen und sogar ein Raspi sein. Passende Clients gibt es für iOS und Android sowie für Linux, Windows und macOS. Die private Nutzung ist kostenlos möglich.

Leider sind die Lizenzbedingungen etwas vertrackt. Die Serverkomponente „Personal Server“ verwaltet ohne Kauflizenz maximal 20 GByte; mehr kostet normalerweise. Server und Desktop-Client sind separat zu lizenziieren. Client-Lizenzen enthalten stets 10 GByte Speicherplatz in der Cloud – ein Produkt ohne bietet der Hersteller nicht an. Im Paket kostet ein Jahresabo für fünf Client- und eine Server-Lizenz 300 Euro – inklusive 50 GByte Speicherplatz in der EU-Cloud. Die Mobil-Clients gibt es gratis.

Eine Client-Lizenz genügt pro Benutzer. Der darf Teamdrive auf Desktop-PC, Notebook und Mobilgerät verwenden. Die Lizenz hängt an einem obligatorischen Benutzerkonto, das man auf der Teamdrive-Website einrichtet. Egal ob kostenlos im privaten Rahmen oder bei gewerblichem Gebrauch muss man sich mit diesem Konto am Client anmelden.

Die Server-Software ist in sich abgeschlossen, braucht also keine weiteren Dienste oder Komponenten. Das Weiterleiten eines einzigen TCP-Ports genügt (37655), damit der Server auch hinter einer Firewall antwortet. Die Linux-Fassung des Servers, die als tar.gz-Archiv daherkommt, fällt spartanisch aus: Der Admin muss von Hand das Kennwort in einen Hash verwandeln und in die Konfigurationsdatei eintragen. Auch für den automatischen Start muss er selbst sorgen. Die Windows-Fassung des Servers ist da komfortabler ausgerüstet und erledigt so etwas selbst.

Spaces verbinden ein lokales Verzeichnis mit dem Datenspeicher des Servers. Um Daten mit anderen Benutzern auszutauschen, kann man sie in einen Space einladen. Der Eingeladene braucht dazu ebenfalls ein Teamdrive-Konto. Der Download von Dateien per Web-Link ist nicht vorgesehen; ein webbasierter Zugriff ist nur in den Cloud-Speicher möglich.

- ⬆️ auch für Windows
- 🚫 Benutzerdatenbank immer beim Hersteller

## Cloud-artige Speicherdiene für den eigenen Server

Produkt	Nextcloud	Pydio	Seafile	Sparkleshare	Teamdrive
Anbieter	Nextcloud GmbH	ABSTRIUM SAS	Seafile Ltd.	Hylke Bons	Teamdrive Systems GmbH
Website	nextcloud.com	pydio.com	seafile.com	sparkleshare.org	teamdrive.com
Firmensitz	Deutschland	Frankreich	China	England	Deutschland
dauerhaftes Gratiskontingent	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	keine Beschränkung	20 GByte <sup>1</sup>
Desktop-Clients	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows
Mobil-Clients	Android, iOS	Android, iOS	Android, iOS	keine eigenen, gängige Git-Apps	Android, iOS
Windows-Programmversion (Client)	2.3.3.1	1.2.9	6.2.5	1.4	4.6.3
Systemvoraussetzung (Server-Seite)	Web-Server, PHP	Linux (x86/x64)	Linux, Raspbian, Windows <sup>2</sup>	SSH-Server, Git	Linux (x86/x64), macOS, Windows, ARM
Kommerzieller Support	✓	✓	✓	—	✓
Funktionen					
Sync-Ordner ändern	✓	✓	✓	✓	✓
selektive Synchronisierung	✓	✓	— <sup>3</sup>	—	—
Papierkorb	Alter und Kapazität einstellbar	✓	✓	— <sup>4</sup>	✓
Versionierung	je nach Alter und Kapazität	(✓) <sup>5</sup>	konfigurierbar	✓	✓
Links / mit Kennwort / mit Ablaufdatum	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	—/—/—	✓/(✓)/(✓) <sup>6</sup>
Teilen mit anderen Teilnehmern	✓	✓	✓	—	✓
Protokoll Server / lokal	✓/✓	—/✓	(✓)/(✓) <sup>7</sup>	✓/— <sup>4</sup>	(✓) <sup>7</sup> /✓
Konfliktverhalten	Version	Kopie	Kopie	Kopie	Version
Explorer-Badges	✓	—	—	—	✓
alternative Zugriffsmethoden	WebDAV	WebDAV	WebDAV, FUSE, spezieller Client	—	spezieller Client
Collaboration-Extras	LibreOffice und viele weitere	LibreOffice und viele weitere	LibreOffice und weitere	—	Outlook, MS-Office-Formate
Zwei-Faktor-Authentifizierung	✓	—	✓	—	✓ <sup>3</sup>
Foto-Upload Android / iOS	✓/✓	—/—	✓/✓	—/—	✓/✓
iOS-Dateien-Integration	✓	—	✓	—	—
API-Dokumentation	✓	✓	✓	—	✓
Bewertung					
Funktionsumfang	⊕⊕	⊕	⊕	○	⊕
Erweiterbarkeit	⊕⊕	⊕	○	⊖⊖	○
Einrichtung	⊕	○	⊕	⊕	⊕⊕
<sup>1</sup> bei privater Nutzung des Personal Server	<sup>3</sup> nur kommerzielle Version	<sup>5</sup> durch Nachinstallation von Git (nicht ausprobiert)	<sup>7</sup> in den Systemprotokollen, kein GUI		
<sup>2</sup> kein Support, nur Community, Version 6.0.7	<sup>4</sup> nichts über reguläre Git-Features hinaus	<sup>6</sup> nur kommerzielle Version			
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden
					— nicht vorhanden
					k. A. keine Angabe

Zurückholen von gelöschten Dateien aus einem Papierkorb. Die übrigen Programme haben keine Weboberfläche: die für Sparkleshare ist eingestellt und die für Teamdrive nur im Verbund mit den Cloud-Speichern des Herstellers nutzbar.

### Wahlhilfe

Wer nur ein paar GByte Daten zwischen seinen Geräten synchron halten will und keine Ambitionen hat, einen eigenen Server zu administrieren, findet in Teamdrive eine runde Lösung. Dafür muss man aber Kröten schlucken: Die Benutzerkonten hostet der Hersteller. Gelegentlich rücksichert die Software sich per Dialog, ob der Nutzer weiß, dass die kommerzielle Nutzung einer Lizenz bedarf.

Auf den zweiten Blick ist die kostenlose private Nutzung eher ein Appetizer als eine dauerhaft praktikable Lösung im Vergleich zu den Open-Source-Angeboten.

Die Software schwitzt aus allen Poren ihre Herkunft als Zubringer für einen Cloud-Speicherdiens. Nicht nur die obligatorischen Benutzerkonten beim Hersteller zeugen davon, auch die Tatsache, dass das enthaltene Speicherkontingent für die Hersteller-Cloud im Client immer wieder auftaucht, egal wie oft man es löscht.

Nextcloud, Seafile und Pydio taktieren weniger und sind deshalb für Vielnutzer sicher die bequemere Lösung. Wobei uns die Weiterentwicklung bei Nextcloud und Seafile klarer geregelt scheint. Bei allen drei steckt ein deutlich höherer Aufwand in der Inbetriebnahme einer Installation als bei Teamdrive. Das liegt auch daran, dass sie auf bewährte Komponenten aus der Open-Source-Welt zurückgreifen, wie den Web-Server und eine Datenbank. Sparkleshare ist eher etwas für Hardcore-Nutzer, die Git-Befehle aus dem Rückenmark abrufen.

Für alle Open-Source-Lösungen ist Linux-Erfahrung ein Muss. Idealerweise hat man weder Angst vor Apache-Konfigurationsdetails noch davor, Let's-Encrypt-Zertifikate zu beschaffen und in die Konfiguration einzubauen. Das ist alles kein Hexenwerk, aber eben auch nichts, was man mal eben erlernt. Hier hat es der Teamdrive-Nutzer deutlich einfacher: Er muss weder zusätzliche Dienste installieren noch sich mit Zertifikaten herumschlagen.

(ps@ct.de) 

### Literatur

- [1] Peter Siering, Frachtpapierfabrik, Docker-Container automatisch mit Zertifikaten versorgen, c't 4/2018, S. 88
- [2] Ernst Ahlers, NAS mit Wolke, Nextcloud als Docker-Instanz im NAS einrichten, c't 10/2018, S. 142

Download-Seiten der Anbieter:  
[ct.de/yy54](http://ct.de/yy54)

Anzeige



# Die Wahl der Wolke

## Kommerzielle Cloud-Speicher-Dienste im Vergleich

**Wer seine Daten in der Cloud speichern will, muss das nicht bei Dropbox machen. Es gibt diverse Anbieter, die bei Funktionen, Speicherplatz und Datenschutz ähnlich viel oder sogar mehr auf dem Kasten haben.**

**Von Jan Schüßler**

Denk man darüber nach, welcher Anbieter Dropbox ersetzen könnte, landet man meist erst mal bei Microsoft OneDrive, Google Drive oder Apple iCloud. Das ist verständlich: Die großen Konzerne bieten Cloud-Speicher als einen von vielen Diensten an, den man mit einem meist kostenlosen Konto beim Anbieter einfach dazubekommt. Und ein solches Konto hat fast jeder irgendwo – auch, wer sich nicht gerade mit einem Microsoft-Konto an Windows 10 anmeldet, hat mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Android- oder iOS-Smartphone und betreibt

es mit einem entsprechenden Cloud-Konto.

Damit ist es aber nicht genug, denn es gibt weitere Firmen, die zwar nicht ganz so bekannt sind, aber durchaus ansehnliche Angebote vorweisen können. Dabei handelt es sich meist um Anbieter, die sich wie Dropbox auf Cloud-Speicher und die passende Sync-Software spezialisiert haben. Die Schwerpunkte unterscheiden sich dabei: Die einen fokussieren stärker auf Teamarbeit und Office-Integration, die anderen bieten Ende-zu-Ende-Verschlüsselung und Server in der EU.

## Dabei sein

Die Kandidaten müssen mindestens eine Desktop-Software für Windows-PCs bieten, die den Inhalt des Cloud-Speichers permanent mit einem lokalen Ordner auf dem Rechner abgleicht. Zudem erwarten wir eine Smartphone-App mindestens für Android sowie die Möglichkeit, auch per Web-Browser an die Daten zu kommen – also ohne eine spezielle Software installieren zu müssen.

Eine Funktion zur Versionierung erachten wir als unerlässlich. Sie bewirkt, dass bei jeder Änderung an einer Datei ältere Versionen aufbewahrt werden und sich in einem Versionsverlauf einsehen und wiederherstellen lassen. Weitere Voraussetzung ist, dass die Nutzung des Cloud-Speichers nicht an andere Vertragsverhältnisse wie etwa einen Internetzugang bei einem bestimmten Provider gebunden ist. Anbieter ohne Gratis-Kontingent sollten eine monatliche Abrechnung und Kündigung anbieten.

Nach diesen Kriterien bleiben zehn Anbieter für unseren Test übrig: box.com, DriveOnWeb, Dropbox, Google Drive, Koofr, Mega, OneDrive, syncplicity, Tresorit und Your Secure Cloud.

## Klappts?

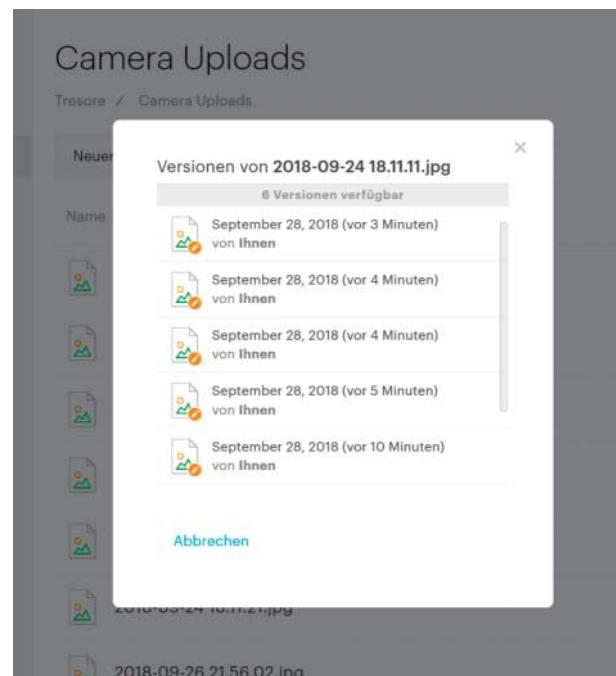
Kernfunktion ist eine verlässliche Synchronisierung eines lokalen Ordners von einem Windows-10-PC mit dem Cloud-Speicher. Dafür muss die Sync-Software des jeweiligen Anbieters Änderungen an Dateien erkennen und abgleichen, sei es lokal oder in der Cloud.

Das gelang im Test nicht allen, insbesondere wenn wir versucht haben, Versionskonflikte zu provozieren. Dafür haben wir die jeweiligen Produkte auf zwei Windows-10-Systemen installiert und probiert, was passiert, wenn wir die gleiche Textdatei (RTF-Format) oder Bilddatei (PNG-Format) auf beiden Systemen nahezu gleichzeitig mit unterschiedlichen Änderungen speichern. Im Idealfall erzeugt die Software entweder eine Kopie der Datei, um beide Versionen zu behalten, oder speichert beide Versionen unmittelbar nacheinander unter dem gleichen Namen. Im letzteren Fall lassen sich beide über die Web-Oberfläche mittels des Versionsverlaufs einsehen.

## Übertragen

Uns interessiert nicht nur, ob die Synchronisierung verlässlich funktioniert, sondern auch, wie die Programme mit der Inter-

**Der Versionsverlauf kann helfen, Änderungen an Dateien rückgängig zu machen – hier am Beispiel von Tresorit.**



netverbindung umgehen. Obergrenzen für die maximalen Bandbreiten, die Up- und Downloads beanspruchen dürfen, lassen sich nicht in allen Programmen einstellen. Änderten wir per Hex-Editor zwei, drei Bytes an einer gut 500 MByte großen ISO-Datei, übertrugen fast alle Programme die komplette Datei, anstatt nur die Unterschiede zu übermitteln. Ebenfalls recht rar ist die Fähigkeit, doppelte Dateien in verschiedenen Verzeichnissen zu erkennen. Klappt das, muss sie nicht erneut übertragen werden, sondern kann direkt in der Cloud und auf anderen Clients dupliziert werden.

Geht die Netzwerkverbindung bei der Übertragung einer hunderte Megabytes großen Datei zeitweilig verloren, sollte die

Software danach im Idealfall nicht anfangen, die ganze Datei erneut zu übertragen, sondern dort weitermachen, wo unterbrochen wurde. Auch das ist nicht bei allen Kandidaten der Fall.

Noch lästiger ist es, wenn das Verschieben innerhalb des Sync-Ordners auf dem PC die Internetverbindung auslastet. Manche Programme führen offenbar keinen Verschiebe-Befehl aus, sondern löschen die Datei beim Synchronisieren zunächst im Ursprungsort, um sie dann in den Zielordner erneut zu übertragen.

## Features

Alle Kandidaten bieten die Möglichkeit, Dateien über einen Link freizugeben.

## Wer draußen bleiben muss

Ein paar Kandidaten haben wir deshalb nicht mitgetestet, weil sie unsere Mindestkriterien nicht erfüllen. So bieten Amazon Drive, Strato HiDrive, Apples iCloud Drive und der Magenta-Cloud-Speicher der Telekom keine Versionierung; bei Hornetdrive vermissen wir den Web-Zugriff. SecureSafe bietet keine echte Live-Synchronisation; Citrix ShareFile und speicherbox.ch keine monatliche Abrechnung.

Der 1&1-Cloud-Speicher wiederum steht nur 1&1-Bestandskunden zur Verfügung.

LiveDrive und SugarSync werden unnötig lästig, wenn man kündigen möchte: Beide Anbieter verlangen dazu vom Kunden einen Anruf bei einer fremdsprachigen Support-Hotline – für LiveDrive in den Niederlanden, Frankreich, England oder USA und für SugarSync nur in den USA.



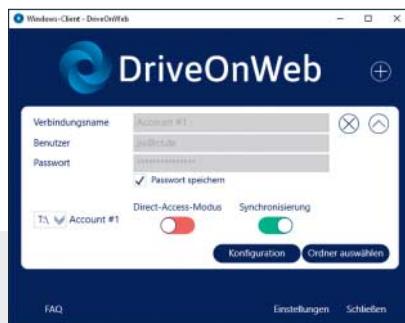
## box.com

Der kostenfreie „Personal“-Zugang zu box.com bietet 10 GByte Speicherplatz, aber keine Versionierung; Dateien können bis zu 250 MByte groß sein. Mit „Personal Pro“ für 9 Euro im Monat gibts 100 GByte Platz, eine maximale Dateigröße von 5 GByte und einen Verlauf der jüngsten 10 Dateiversionen. Mehr Speicher – nämlich unbegrenzten – gibts erst im „Business“-Account für 13,50 Euro pro Monat und Benutzer mit einer Mindestabnahme von drei Benutzern.

Für den Zugriff auf den Online-Speicher stehen mit Box Drive und Box Sync zwei Programme bereit – doch nur letzteres bietet eine Synchronisierung mit dem Dateisystem des PCs, damit die Inhalte auch stets lokal verfügbar sind. Die englischsprachige Software bietet keine Einstellmöglichkeiten – nicht einmal eine Begrenzung der Übertragungsrate.

Wird eine Übertragung unterbrochen, setzt Box Sync sie später nicht fort, sondern startet sie neu. Ordner lassen sich per Kontextmenü im Windows-Explorer von der Synchronisierung ausschließen. Sie sind danach auf keinem der synchronisierten PCs mehr vorhanden, sondern nur noch im Web-Client. Aktiviert man die Synchronisierung dort wieder über die Detailansicht eines Ordners, erscheint er wieder auf allen PCs. Im Web-Browser lassen sich auch Ordner hinzufügen, die Box Sync nicht automatisch synchronisiert, wie etwa den Ordner für automatische Foto-Uploads vom Handy.

- ✖ magerer Sync-Client
- ✖ Versionierung kostenpflichtig
- ✖ viel Speicher nur für Business



## DriveOnWeb

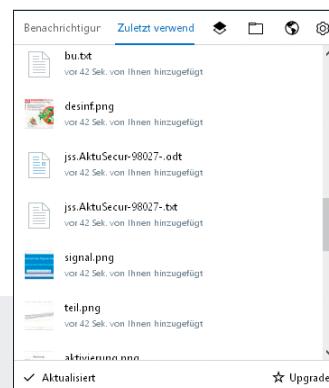
DriveOnWeb bietet Server in Deutschland und einen Gratiszugang mit 5 GByte Speicher. Mehr Platz kostet ab 6 Euro monatlich (50 GByte) in Jahresverträgen; flexiblere Laufzeiten sind in Planung. Für den kostenlosen Zugang gibts keinen Support vom Anbieter, ansonsten weist er keine nennenswerten Einschränkungen auf.

Dateien im Papierkorb können auf Wunsch beliebig lange wiederhergestellt werden; die Anzahl der aufbewahrten Versionen ist bis 999 einstellbar. Der Sync-Client legt ein ausführliches lokales Log an. „Direct Access“ bindet den Speicherplatz als Netzlaufwerk ein.

Nach der Installation muss der zu synchronisierende Inhalt des Cloud-Speichers explizit ausgewählt werden, sonst passiert nichts. Insgesamt bietet der Client recht wenig Features, es fehlen etwa Limits für die Übertragungsrate und Badges für den Sync-Ordner. Zudem bietet DriveOnWeb keine Zwei-Faktor-Authentifizierung.

Im Praxistest war die Synchronisierung unzuverlässig. So nahm der Client Downloads nach einer Trennung der Netzwerkverbindung mitunter nicht wieder auf, bis das Programm neu gestartet wurde. Änderungen an einer PNG-Bilddatei mittels Paint ignorierte das Programm schlichtweg; in anderen Fällen landeten Änderungen zwar in der Cloud, nicht aber auf einem zweiten Rechner. Die Mobil-App bietet keinen Foto-Upload; der WebDAV-Zugriff hat im Test nicht funktioniert.

- ✖ Server in Deutschland
- ✖ keine 2-Faktor-Authentifizierung
- ✖ unzuverlässig



## Dropbox

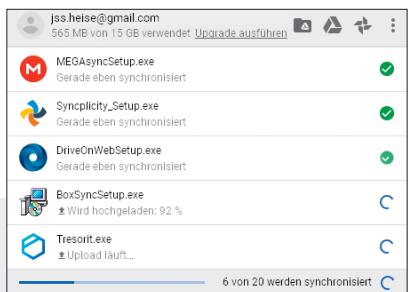
Ein kostenloser Zugang bei Dropbox bringt 2 GByte Speicherplatz mit; Versionsverlauf und Papierkorbinhalt werden darin 30 Tage lang gespeichert. Wer 10 Euro pro Monat für einen „Plus“-Zugang zahlt, bekommt 1 TByte Speicherplatz. Das „Professional“-Paket verdoppelt Speicherplatz und Preis und bietet einige Zusatzfunktionen. Dazu zählen Kennwortschutz und Ablaufdatum für Links, 120 Tage Aufbewahrungszeit im Papierkorb und eine Smart-Sync-Funktion, die Dateien erst bei Bedarf herunterlädt, um Festplattenplatz zu sparen.

Einige Features bleiben Geschäftskunden vorbehalten, etwa eine ausführliche Logfunktion (ab Business Advanced) und die Wahl der EU als Speicherstandort (erst ab 250 Nutzern). Entwickler finden im Netz eine sehr ausführliche Dokumentation des API.

Die Synchronisierung erweist sich als die ausgereifteste im Testfeld: Datei-Dubletten erkennen die Clients sowohl bei Down- als auch bei Uploads. Gleches gilt bei kleinen Änderungen an großen Dateien, die differenziell synchronisiert werden. Beides spart Zeit und Transfervolumen. Insgesamt ist das Verhalten der Sync-Funktionen im positiven Sinne unauffällig.

Der Windows-Client bietet als einziger im Testfeld eine explizite Funktion für direkten LAN-Transfer. Diese soll zunächst versuchen, zu synchronisierende Inhalte bei anderen Rechnern im lokalen Netz zu beziehen, um Internet-Bandbreite zu sparen. Einen WebDAV-Zugang stellt Dropbox nicht bereit.

- ✖ differenzierlicher Sync
- ✖ flexibel einstellbar
- ✖ Standortwahl nur für Business



## Google Drive

Schon in der Gratisversion bringt ein Google-Konto 15 GByte Speicherplatz mit. Es speichert ältere Dateiversionen 30 Tage lang und den Inhalt des Papierkorbs beliebig lange. Erweiterungen gibts etwa für monatliche 2 Euro (100 GByte) oder 10 Euro (1 TByte). Die Palette reicht bis zu 30 TByte für 300 Euro im Monat. Erweiterte Link-Funktionen wie Kennwortschutz oder Ablaufdatum gibts aber auch damit nicht.

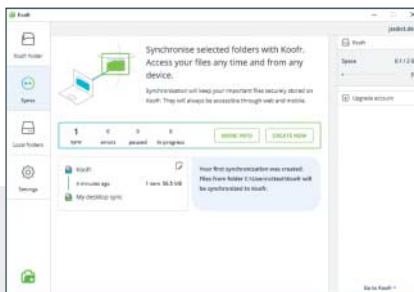
Für die Synchronisierung des PCs mit Google Drive bietet der Hersteller das Programm Backup & Sync an. Bei der Ersteinrichtung will das Programm nicht nur die Synchronisierung der Drive-Ablage mit einem lokalen Ordner einrichten, sondern auch einen Backup-Auftrag zur Sicherung ausgewählter Ordner in die Cloud (Voreinstellung: Bilder, Desktop und Dokumente). Wer das nicht will, muss die gesetzten Häkchen abwählen. Zudem legt das Programm Desktop-Verknüpfungen für Google Docs, Tabellen und Präsentationen an.

Im Test fällt Backup & Sync nicht negativ auf – allerdings auch nicht positiv: Es kümmert sich nicht um die Erkennung doppelter Dateien. Wurde der Upload einer Datei wegen eines Netzwerkverlustes unterbrochen, fing das Programm später zudem an, die komplette Datei erneut hochzuladen.

Einen Foto-Upload bietet die Smartphone-App als solche nicht an; die Funktion ist allerdings in Googles Fotos-App eingebaut. Auch Google bietet keinen WebDAV-Zugang – wer das Drive als Netzlaufwerk einbinden will, braucht ein Tool wie CarotDAV.

- ▲ viel Gratis-Speicher
- ▲ Gratis-Funktionsumfang
- ▼ Handyfoto-Upload ausgelagert

Anzeige



## Koofr

Der slowenische Anbieter Koofr bietet Speicherplatz mit Standort in der EU. 2 GByte sind gratis; mehr kostet monatlich 50 Cent (10 GByte) bis 10 Euro (1 TByte). Der Funktionsumfang ist auch kostenlos gut: Der Versionsverlauf kann beliebig lang sein; Links können Kennwort und Ablaufdatum bekommen. Die Mobil-App bietet eine Funktion für den automatischen Foto-Upload. Dateien verschwinden schon nach 7 Tagen aus dem Papierkorb.

Web-Oberfläche, Mobil-App und PC-Software sind englisch. Eine selektive Synchronisierung bietet die Software nicht an; allerdings lassen sich mehrere separate Sync-Aufträge einrichten. Im Konto kann der Benutzer Zugangsdaten für Amazon Drive, Dropbox, Google Drive und OneDrive hinterlegen, sodass deren Inhalte in der Web-Oberfläche von Koofr schreibgeschützt aufrufbar sind.

Die Sync-Funktion der Windows-Software erwies sich im Test als wackelig. So nahm der Client die Synchronisierung nach einer Trennung der Netzwerkverbindung mitunter erst wieder auf, nachdem er neu gestartet wurde. Wird dabei die Übertragung einer Datei unterbrochen, beginnt sie später wieder von vorne.

Besonders lästig: Schon das Verschieben von Dateien innerhalb des Sync-Ordners sorgt für unnötigen Traffic beim Abgleich – sowohl in die Cloud als auch auf andere PCs: Die Datei wird jeweils zuerst im Ursprungsordner gelöscht und danach abermals in den Zielordner übertragen.

- ⬆️ **Gratis-Funktionsumfang**
- ⬇️ **miser Umgang mit Traffic**
- ⬇️ **teilweise unzuverlässig**



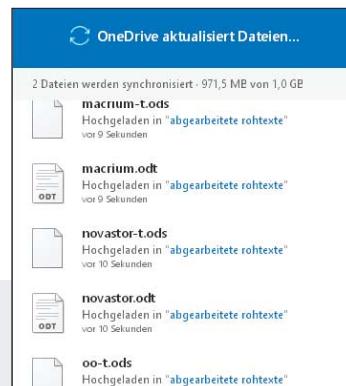
## Mega

Der neuseeländische Dienst Mega bietet nicht nur ein Filesharing-Programm für seinen Cloud-Speicher an, sondern auch ein Tool namens MegaSync, das den Inhalt des Online-Speichers mit einem lokalen Ordner synchron hält. Der Gratis-Speicher fasst 15 GByte; dazu gibt es Boni für das Eröffnen des Accounts, Installation der Mobil-App und ähnliches. Im Test wuchs unser Kontingent so im Handumdrehen auf 85 GByte – allerdings verfallen die Boni nach wenigen Wochen bis Monaten, sodass man sich nicht auf sie verlassen sollte. Schon in der Gratisversion speichert Mega beliebig viele Dateiversionen beliebig lange.

Mega begrenzt das Transfervolumen. Im Gratis-Account ist es nicht spezifiziert und soll sich aus der aktuellen Auslastung des Netzwerks ergeben – in unserem Test gab es durch einige Boni zusätzliche 70 GByte für einen nicht genannten Zeitraum. Pro-Accounts bieten garantiertes Transfervolumen; sie reichen monatlich von 5 Euro (200 GByte Speicher, 1 TByte Transfer) bis 30 Euro (8 TByte Speicher, 16 TByte Transfer). Zudem bieten sie Passwort und Ablaufdatum für Links.

Die Synchronisation funktioniert unauffällig; doppelte Dateien werden nur beim Upload erkannt. Mega wirbt mit einer Ende-zu-Ende-Verschlüsselung. Das erfordert Aufmerksamkeit: Wer sowohl sein Kennwort als auch den separat abrufbaren 22-stelligen Hauptschlüssel verliert, kommt nicht mehr in sein Konto. Was fehlt, ist eine Zwei-Faktor-Authentifizierung.

- ⬆️ **Gratis-Umfang**
- ⬆️ **Verschlüsselung**
- ⬇️ **keine 2-Faktor-Authentifizierung**



## OneDrive

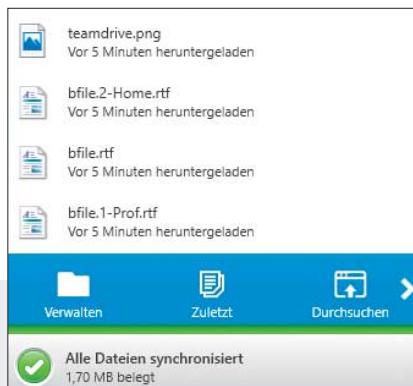
Microsofts Cloud-Speicher dürfte recht bekannt sein – die Software dafür ist in Windows 10 schon serienmäßig enthalten. Wer sich mit einem Microsoft-Konto an Windows 10 anmeldet, hat die 5 GByte Gratis-Kapazität im Regelfall auch direkt im Windows-Explorer verfügbar.

Schon das Gratiskonto speichert die Dateiversionen der letzten 30 Tage. Das übliche Upgrade ist ein Office-365-Abo, das in der Home-Version für 10 Euro pro Monat gleich jeweils 1 TByte Platz für jeden der maximal 5 Benutzer mitbringt. Nur die kostenpflichtigen Zugänge bieten Ablaufdaten und Kennwörter für Links.

Eine Besonderheit von OneDrive sind die „Dateien bei Bedarf“, einer vor allem für PCs mit wenig Speicherplatz sinnvollen Platzsparfunktion. Sie zeigt zunächst nur Platzhalter an und synchronisiert die Dateien erst bei tatsächlicher Verwendung in den lokalen OneDrive-Ordner. Per Rechtsklick im Windows-Explorer kann man einzelne Elemente auf dauerhafte Synchronisierung und damit Offline-Verfügbarkeit festnageln oder lokalen Speicherplatz freigeben, ohne die Dateien in der Cloud zu löschen. Wer stets komplett synchronisieren will, kann die Funktion auch ganz abschalten.

Eine Erkennung doppelter Dateien bietet OneDrive nicht; zudem gibt es keine WebDAV-Unterstützung. Die Wahl des Serverstandortes bleibt Geschäftskunden vorbehalten („OneDrive for Business“); Heimanwender wissen nicht, wo ihre Daten landen.

- ⬆️ **„Dateien bei Bedarf“**
- ⬆️ **im Abo mit Office 365**
- ⬇️ **Serverstandort unklar**



## Syncplicity

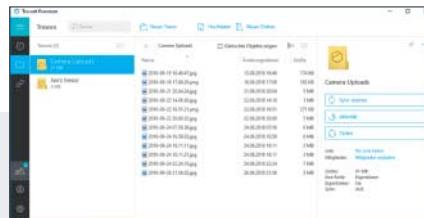
Der US-Anbieter Syncplicity bietet im Gratiskonto 10 GByte Speicher; für 5 US-Dollar pro Monat wächst der Platz auf 100 GByte. Der Dienst behält beliebig viele alte Dateiversionen. Als Speicherstandort stehen EU und USA zu Wahl; unser Testzugang wurde automatisch fest auf EU eingestellt.

Der Windows-Client bietet keine selektive Synchronisierung einzelner Cloud-Ordner, aber als einziger im Testfeld die Option, bestimmte Dateitypen auszuschließen.

In der Praxis geriet die Software schnell aus dem Tritt. Bei Versionskonflikten entstehen unnötige zusätzliche Kopien der lokalen Dateien. Bei nahezu zeitgleichen Änderungen an einer Textdatei auf zwei PCs blieben die verschiedenen Versionen wiederum einfach unsynchronisiert auf den Rechnern liegen – im Windows-Explorer erschienen trotzdem grüne Häkchen-Badges, die eine erfolgreiche Synchronisierung nahelegen. Mitunter werden die Badges erst mit minutenlanger Verzögerung aktualisiert. Auch das Löschen von Dateien wurde in manchen Fällen nicht auf andere Clients übertragen.

Business-Zugänge beherrschen Single-Sign-On im Active Directory und ausführliches Logging; Link-Passwörter erfordern gar einen Enterprise-Vertrag. Zu guter Letzt vermissen wir eine Zwei-Faktor-Authentifizierung und in der Handy-App den Foto-Upload.

- ✖ fehlerhafter Sync
- ✖ Mobil-App ohne Foto-Upload
- ✖ keine 2-Faktor-Authentifizierung



## Tresorit

Der Schweizer Anbieter Tresorit bietet eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung. Die Angebote für Endkunden sind zerfasert: Im Gratiszugang mit 3 GByte Speicherplatz gibt es eine Begrenzung auf 2 Geräte und keine Verschlüsselung. Gelöscht lässt sich nicht wiederherstellen und Links gelten 30 Tage. Der „Premium“-Zugang für 10 Euro pro Monat (200 GByte) bedient maximal 5 Clients. Er hat den Versionsverlauf auf 10 Versionen und die Protokollierung auf die letzten 90 Tage begrenzt und erlaubt die Wiederherstellung gelöschter Dateien. Erst der „Solo“-Tarif mit 2 TByte für 25 Euro im Monat erlaubt bis zu zehn Geräte und ist ansonsten weitgehend frei von Restriktionen.

Der Windows-Client synchronisiert nicht nur, er ermöglicht auch direkten Zugriff auf Cloud-Inhalte, die nicht auf die Festplatte synchronisiert werden. Das Programm ist übersichtlich und komfortabel; die Übertragungsrate kann man nicht nur allgemein begrenzen, sondern auch zeitlich steuern. Macken hat die Software dennoch: Verschiebt man eine Datei innerhalb des lokalen Sync-Ordners, wird die Datei in der Cloud und auf anderen Geräten nicht verschoben, sondern gelöscht und abermals übertragen – das will Tresorit ab Mitte November beheben.

Durch die Ende-zu-Ende-Verschlüsselung muss der Anwender gut auf sein Kennwort achtgeben: Vergisst man es, kann man es nur zurücksetzen, wenn noch ein aktiver Login auf einem anderen Gerät besteht.

- ⬆️ Verschlüsselung
- ⬆️ komfortable Software
- ⬇️ kleinkarierte Feature-Struktur



## Your Secure Cloud

Bei Your Secure Cloud befinden sich sowohl Firmensitz als auch Server in Deutschland; der Anbieter wirbt mit einer Ende-zu-Ende-Verschlüsselung. Als einziger im Test bietet er keinen dauerhaften Gratiszugang. Die Monatspreise reichen von 2,50 Euro (10 GByte) bis 50 Euro (1 TByte).

Der Speicher beherrscht Kennwortschutz und Ablaufdaten für Links, speichert beliebig lange beliebig viele Dateiversionen und behält auch den Inhalt des Papierkorbs bis zum endgültigen Löschen.

Für die Synchronisation setzt Your Secure Cloud auf das quelloffene Programm SeaFile (siehe auch S. 86). Beim Upload neuer Inhalte erkennt das Programm doppelte Dateien und kann kleine Änderungen an großen Dateien differenziell übertragen. Die Synchronisierung auf andere Clients verbraucht dann aber doch wieder Traffic. SeaFile bietet keine selektive Synchronisierung ausgewählter Cloud-Ordner und keine Status-Badges für Dateien im Windows-Explorer. Davon abgesehen verhält sich die Software problemlos.

Zum Öffnen gängiger Office-Dateiformate steht in der Web-Oberfläche die Web-App OnlyOffice zur Verfügung. Die Zwei-Faktor-Authentifizierung erfordert eine Authenticator-App. Für den Fall, dass diese einmal nicht zur Verfügung steht, kann und sollte man sich zusätzliche Einmal-Tokens generieren lassen. Eine WebDAV-Schnittstelle stellt Your Secure Cloud nicht bereit.

- ⬆️ Funktionsumfang
- ⬆️ Verschlüsselung
- ⬇️ relativ teuer

## Cloud-Speicher-Dienste

Produkt	Box	DriveOnWeb	Dropbox	Google Drive	Koofr
Anbieter	box.com	abilis GmbH	Dropbox	Google	Koofr
Website	box.com	driveonweb.de	dropbox.com	drive.google.com	koofr.net
Firmensitz / Server-Standort	USA / USA	Deutschland / Deutschland	USA / USA	USA / International	Slowenien / EU
dauerhaftes Gratiskontingent	10 GByte	5 GByte	2 GByte	15 GByte	2 GByte
Desktop-Clients	Windows, macOS	Windows	Windows, Linux, macOS	Windows, macOS	Windows, Linux, macOS
Mobil-Clients	Android, iOS, BlackBerry	Android, iOS	Android, iOS	Android, iOS	Android, iOS, Windows Phone
Windows-Programmversion	4.0.7911 (Box Sync)	14.1.2.0	58.4.92	3.42.9858.3671	3.0.0.0
Funktionen					
Sync-Ordner ändern	✓	✓	✓	✓	✓
selektive Synchronisierung	✓	✓	✓	✓	–
Papierkorb	30 Tage	1 Tag bis beliebig lange	30 Tage <sup>2</sup>	beliebig lange	24 Stunden
Versionierung	preisabhängig	max. 999 Versionen	30 Tage <sup>2</sup>	30 Tage	beliebig viele und lange
Links / mit Kennwort / mit Ablaufdatum	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ <sup>4</sup> / ✓ <sup>4</sup>	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓
Teilen mit anderen Teilnehmern	✓	✓	✓	✓	✓
Log online / lokal	– / –	– / ✓	– / –	✓ / –	✓ / –
Konfliktverhalten online / offline	neue Version / Kopie	Nachfrage / Nachfrage	Kopie / Kopie	neue Version / neue Version	Kopie / Kopie
Explorer-Badges	✓	–	✓	✓	–
alternative Zugriffsmethoden	WebDAV <sup>6</sup>	Netzlaufwerk, WebDAV <sup>7</sup>	–	–	Netzlaufwerk, WebDAV
Collaboration-Extras	diverse	–	Office-Einbindung	Google-Office-Apps	–
Zwei-Faktor-Authentifizierung	SMS	–	Authenticator-Apps, SMS	Anruf, Google-App, SMS	Authenticator-Apps
Userkonten-Verknüpfung	–	–	Gmail, Outlook, Yahoo	–	Amazon, Google, Dropbox, OneDrive
automatischer Foto-Upload Android / iOS	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ <sup>8</sup> / ✓ <sup>8</sup>	✓ / ✓
iOS-Dateien-Integration	✓	–	✓	✓	–
API-Dokumentation	✓	✓	✓	✓	✓ (WebDAV-API)
Transfer-Steuerung					
Downloads erst bei Bedarf	–	–	– <sup>4</sup>	–	–
Erkennung doppelter Dateien	–	–	✓	–	–
lokale Dateien ausschließen	–	–	–	–	–
Verschieben ohne Neutransfer	✓	✓	✓	✓	–
Bandbreitenlimits Down- / Upload	– / –	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
Fortsetzung großer Dateien nach Abbruch	–	✓	✓	nur bei Downloads	–
differenzierlicher Transfer großer Dateien	–	–	✓	–	–
Bewertung					
Funktionsumfang	⊕	○	⊕⊕	⊕	⊕
Synchronisierung	⊖	⊖⊖	⊕⊕	⊖	⊖
Jahrespreis-Beispiele	108 € / 100 GByte	71 € / 50 GByte 143 € / 500 GByte 214 € / 1 TByte	99 € / 1 TByte	20 € / 100 GByte 100 € / 1 TByte	6 € / 10 GByte 24 € / 100 GByte 120 € / 1 TByte

<sup>1</sup> mehrere Synchronisierungen konfigurierbar<sup>2</sup> 120 Tage bei Dropbox Professional und höher<sup>3</sup> länger bei kostenpflichtigen Accounts<sup>4</sup> verfügbar in Dropbox Professional und höher

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe

Kennwortschutz und Ablaufdatum beherrschen die meisten Anbieter – einige aber erst mit kostenpflichtigen Zugängen. Das Teilen von Dateien mit anderen Kunden des gleichen Anbieters beherrschen ebenfalls fast alle Produkte. Deutliche Unterschiede gibts bei der Fähigkeit, Dateien aus dem Papierkorb des Cloud-Speichers wiederherzustellen und bei Größe und Speicherfrist des Versionsverlaufs.

Manche Anbieter haben außerdem Erweiterungen für die Teamarbeit, wie etwa das Anlegen von Benutzergruppen, verschiedene Office-Integrationen und –

vor allem für Firmenkunden relevant – die Einbindung in eine Active-Directory- oder G-Suite-Umgebung. Die Optionen sind bei vielen Anbietern vom gebuchten Paket abhängig, weshalb wir sie nicht in Gänze aufführen.

Bei den Mobil-Apps haben wir uns die Android- und iOS-Versionen angesehen. Zwar erlauben alle den Zugriff auf den Cloud-Speicher vom Handy aus. Was manchen allerdings fehlt, ist eine Funktion für den automatischen Upload neuer Fotos.

Zu guter Letzt haben wir geprüft, ob die Anbieter für die Anmeldung am

Cloud-Speicher eine Zwei-Faktor-Authentifizierung bieten, und ob die Programmierschnittstellen für Entwickler dokumentiert sind.

## Fazit

Die überwiegende Anzahl der Kandidaten in diesem Test bietet eine verlässliche Sync-Funktion, doch einige stechen hervor. Tatsächlich wird Dropbox seinem Ruf als sprichwörtliches Maß der Dinge gerecht, wenn es um den Umgang mit Netzwerkbandbreite geht – als einziges im Test synchronisiert es Dateien sowohl bei Uploads als auch bei Downloads

Mega	OneDrive	syncplicity	Tresorit	Your Secure Cloud
Mega	Microsoft	Axway	Tresorit	Your Secure Cloud GmbH
mega.nz	onedrive.live.com	syncplicity.com	tresorit.com	yoursecurecloud.de
Neuseeland / International	USA / International	USA / EU oder USA	Schweiz / EU	Deutschland / Deutschland
15 GByte	5 GByte	10 GByte	3 GByte	—
Windows, Linux, macOS	Windows, macOS, Xbox	Windows, macOS	Windows, Linux, macOS	Windows, Linux, macOS
Android, iOS, Win10 Mobile	Android, iOS, Win10 Mobile	Android, iOS	Android, iOS	Android, iOS
3.7.1 (MegaSync)	18.151.0729.0012	5.5.1.4056	3.5.1526.806	6.2.4
✓	✓	✓	✓	✓
— <sup>1</sup>	✓	—	✓	—
7-30 Tage <sup>3</sup>	30 Tage	beliebig lange	beliebig lange	beliebig lange
beliebig viele und lange	30 Tage	beliebig viele und lange	preisabhängig	beliebig viele und lange
✓ / — / —	✓ / ✓ <sup>5</sup> / ✓ <sup>5</sup>	✓ / ✓ <sup>9</sup> / ✓ <sup>9</sup>	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
✓	✓	—	✓	✓
— / —	— / ✓	✓ / ✓	— / ✓	✓ / ✓
neue Version / neue Version	Kopie / Kopie	Kopie und/oder neue Version / Kopie	Kopie / Kopie	Kopie / Kopie
✓	✓	✓	—	—
—	—	Netzlaufwerk	Netzlaufwerk	—
—	Office-365-Integration	Microsoft Office	—	—
—	Mail, Microsoft-App, SMS	—	Anruf, Authenticator- Apps, Mail, SMS	Authenticator-Apps, Ersatz-Tokens
—	—	—	—	—
✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	✓ / ✓	✓ / ✓
✓	✓	✓	—	✓
✓	✓	✓	—	✓ (SeaFile-API)
—	✓	—	—	—
nur bei Uploads	—	nur bei Uploads	—	nur bei Uploads
—	—	✓	—	—
✓	✓	nur bei Uploads	—	✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓	✓	✓	✓	✓
—	—	—	—	nur bei Uploads
○	⊕	⊖	⊕	○
⊕	⊕	⊖ ⊖	○	⊕
60 € / 200 GByte 120 € / 1 TByte 240 € / 2 TByte	69 € / 1 TByte 99 € / 5 × 1 TByte	60 US-\$ / 100 GByte	100 € / 200 GByte 240 € / 2 TByte	25 € / 10 GByte 96 € / 100 GByte 240 € / 400 GByte

<sup>5</sup> verfügbar mit kostenpflichtigen Accounts<sup>6</sup> wird Anfang 2019 eingestellt<sup>7</sup> funktionierte im Test nicht<sup>8</sup> via Google-Fotos-App<sup>9</sup> nur mit Enterprise-Zugang

differenziell – es überträgt also nur die Änderungen.

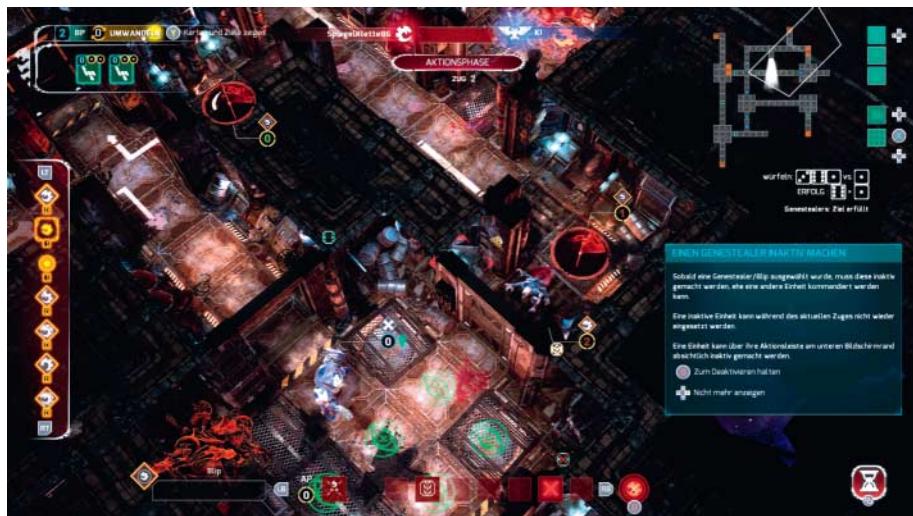
Je nach Geschmack macht man allerdings auch bei box.com, Google Drive, Mega, OneDrive, Tresorit und Your Secure Cloud nichts falsch. Wer auf den Serverstandort in der EU und auf Ende-zu-Ende-Verschlüsselung Wert legt, greift zu Tresorit oder Your Secure Cloud. Geht es einfach nur um möglichst viel Speicherkapazität fürs Geld, fallen Dropbox, Google Drive, Mega und OneDrive in die engere Auswahl. Praktischerweise lassen sich alle Anbieter gratis testen – bis auf Your Secure Cloud sogar dauerhaft.

Das Fehlen mancher Funktionen erscheint uns unverständlich: nur Dropbox schafft es, unnötige Übertragungen doppelter Dateien zu vermeiden; die Entwickler der anderen Anbieter sollten das eigentlich durch einen simplen Prüfsummenabgleich in den Griff bekommen können. Die Wiederaufnahme eines Transfers an der Stelle, an der er unterbrochen wurde, beherrschten übliche Download-Manager schon vor zwanzig Jahren – und alle außer box.com, Google und Koofr.

Kandidaten, von denen wir unabhängig von Anforderungen und Geschmacksfragen abraten müssen, sind DriveOnWeb

und Syncplicity. Wenn der Client keine verlässliche Synchronisierung hinbekommt, weil er geänderte Dateien ignoriert oder sich von simplen Versionskonflikten aus dem Takt bringen lässt, disqualifiziert das das Angebot. Beide bieten zudem keine Zwei-Faktor-Authentifizierung und die Android-Apps keinen Foto-Upload. Auch Koofr können wir nicht empfehlen – es nimmt die Synchronisierung nach einem Abbruch der Netzwerkverbindung nicht verlässlich wieder auf und geht von allen Kandidaten am schlampigsten mit dem Netzwerk-Traffic um.

(jss@ct.de) **ct**



## Taktik-Duell im Weltraum

**Space Hulk: Tactics** lehnt sich an der Brettspielversion von Warhammer 40K an. Diesmal darf man mit den Xenos auch Marines durch düstere Raumschiffe jagen.

Auf dem Weltraumschrottplatz Forsaken Doom rotten Geisterschiffe vor sich hin. Hier treffen die Space Marines auf die Genestealer der Xenos-Aliens und liefern sich in zwei umfangreichen Solo-kampagnen erbitterte rundenbasierte Taktikkämpfe.

Der Spieler sieht die Innenräume der Schiffe aus der Vogelperspektive. Die Space Marines starten in jeder Mission mit fünf Soldaten, die je vier Aktionspunkte haben, um beispielsweise einige Felder voranzukommen und Gegner zu beschließen. Die Trefferquoten richten sich nach der Waffenart: Normale Bolter liegen bei weniger als 50 Prozent, schwere MGs bei 70 Prozent – da schießt man oft daneben.

Man sollte sich mit den Marines vorsichtig vorantasten, denn die außerirdischen Genestealer können Gegner mit nur einem einzigen Nahangriff erledigen. Auf dem Radar erscheinen sie zunächst nur als undeutliche Signale. Erst bei Sichtkontakt oder einer Analyse weiß man, wie viele Gegner sich tatsächlich dahinter verbergen.

Am Anfang jeder Runde erhalten beide Seiten Aktionskarten, die einzelnen Figuren besondere Vorteile bringen. Alternativ lassen sich die Karten auch in zusätzliche Bewegungspunkte der Marines oder weitere Xenos-Monster tauschen.

Während die Marines-Kampagne nach bekanntem Warhammer-Muster abläuft, bringen die Schlachten auf Seiten der Genestealer frischen Wind in die düstere Welt. An den Rändern der Spielfelder befinden sich Nester. In ihnen erzeugt man als Alien-Kommandant mit den entsprechenden Aktionskarten immer neue Tyraniden und Bulwarks. Sie sind reine Nahkämpfer und können sich nicht verschanzen, weshalb man eine ausgeklügelte Taktik benötigt, um die Marines zu besiegen.

Neben den zwei Solokampagnen kämpft man online gegen menschliche Gegner. Hier teilen sich die Fraktionen in Dark Angels, Blood Angels, Space Wolves und Ultramarines auf. Natürlich darf der Spieler auch mit einer Tyraniden-Horde in die Schlacht ziehen. Im Editor kann er darüber hinaus eigene Missionen basteln und für andere Spieler freigeben.

Grafisch und atmosphärisch ist das umfangreiche Space Hulk: Tactics sehr gelungen. Die asymmetrischen Kämpfe wurden gut ausbalanciert. In höheren Leveln variieren auch die Monster deutlich. Leider braucht die KI zum Teil sehr lange für ihre Züge. Die Bildschirmschrift ist viel zu klein geraten und die Trefferquote der gewöhnlichen Marines unterirdisch. Doch das war auch beim Brettspiel schon so und hat dessen Erfolg nicht verhindert.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

## Space Hulk: Tactics

Rundenstrategie-Spiel	
Vertrieb	Focus Home Interactive
Systeme	Windows ab 7, PS4, Xbox One
Preis	40 € (USK 12)



## Großer VR-Spaß

**Das Jump & Run „Astro Bot Rescue Mission“ überrascht Besitzer verstaubender VR-Brillen.**

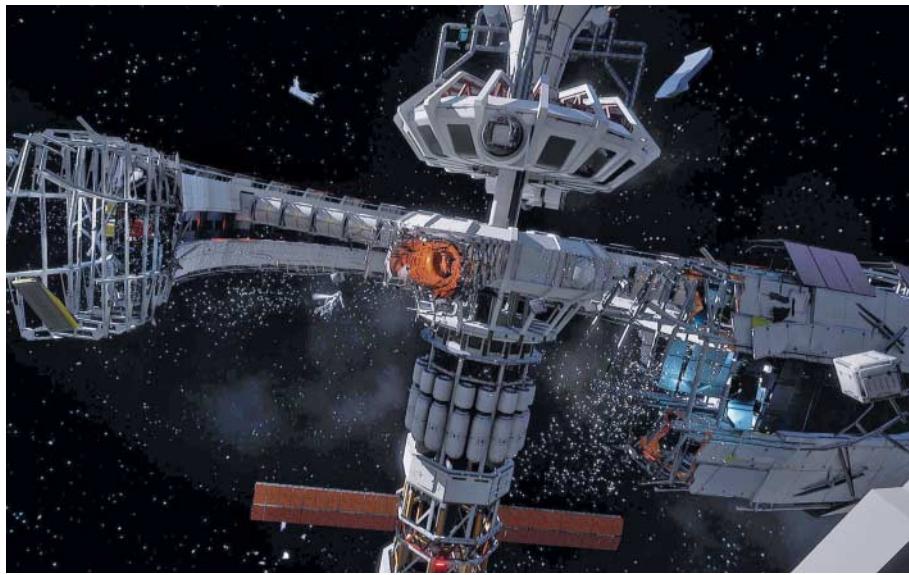
Der Spieler steuert den kleinen Astro Bot durch 26 Geschicklichkeitsparcours, wo er pfiffige Umgebungsrätsel lösen und einfache Kämpfe bestehen muss. Unterwegs sucht Astro Bot über 200 kleine Roboter, die ein fieser Alien in alle Ecken des Universums verstreut hat. Unter der VR-Brille verfolgt man den kleinen Astronauten aus einer schwebenden und sich automatisch bewegenden Kamera und sieht sein Gamepad als gerenderte Einblendung. Es verwandelt sich mitunter in eine Spritzpistole und verschießt Wurfhaken. So fühlen sich selbst 8-Jährige wie der großer Bruder des kleinen Abenteurers.

Die Immersion unter der VR-Brille ist derart gelungen, dass man in alle Richtungen nach Laufwegen und Verstecken späht. Mitunter hüpfst der kleine Kompagnon gar um den eigenen Kopf herum, ohne dass einem übel wird. Hier stimmt jedes Detail, besonders wenn die geretteten Bots den Spieler mit einem fröhlichen Jauchzen begrüßen.

„Astro Bot Rescue Mission“ gehört zu den hübschesten VR-Titeln auf der PS4. Man erlebt tropischen Strände sowie Grotten voll lachender Pilze, die an Super Mario erinnern. Vier bis fünf Stunden freut man sich über die vielen Rätsel- und Design-Ideen, die Sony so liebevoll wie amüsant in Szene gesetzt hat. (Peter Kusenberg/hag@ct.de)

## Astro Bot Rescue Mission

VR-Jump & Run	
Vertrieb	Sony, <a href="http://www.playstation.com">www.playstation.com</a>
Systeme	PS4 mit PS-VR
Preis	40 € (USK 6)



## Mond-Blackout

**Das Adventure Deliver Us The Moon: Fortuna des Indie-Studios KeokeN Interactive zeigt die düstere Zukunft einer Erde ohne Energie. Der Spieler muss als letzter Astronaut das Rätsel um eine Mondkatastrophe lösen und die Energieübertragung vom Mond wiederherstellen.**

In einer nicht allzu fernen Zukunft herrscht auf der Erde Energieknappheit – bis auf dem Mond eine neue Energiequelle entdeckt wird. Doch dann fallen die Übertragungssysteme und die Verbindung zur Mondbasis aus. Jahre nach dem Blackout macht sich ein Astronaut der WSA, der World Space Agency, mit der letzten Rakete auf den Weg zum Mond, um das Geheimnis um den Mond-Blackout zu lösen und die Energieversorgung wiederherzustellen.

Bis auf wenige Kollegen der WSA, die dem Protagonisten per Funk am Anfang Hilfestellung geben, ist der Spieler allein. Er muss die Rakete startbereit machen und dabei immer wieder unerwartete technische Probleme lösen. Dazu gehört nicht nur das Andocken an die Raumstation im Mondorbit, sondern auch das eigene Überleben – speziell Atemluft ist ein knappes Gut. Hier gilt es schnell zu handeln, denn das Spiel gewährt nur wenige Sekunden zum Überlegen.

Immerhin gibt es genug Zeit, um die Station und die Mondbasen zu erkunden und nach Hinweisen zu forschen, was die Katastrophe auf der Mondkolonie ausgelöst hat. Dabei unterstützt den Spieler ein

kleiner Roboter als einziger Begleiter. Anfangs lassen sich die Rätsel noch leicht lösen, doch das bleibt nicht so; dafür sorgen schon die überraschenden Wendungen der Story.

Deliver Us The Moon: Fortuna schafft mit der gelungenen Grafikumsetzung auf Basis der Unreal-4-Engine eine stimmige, zum Teil beklemmende Atmosphäre. Die Steuerung ist besonders im Raum bei Schwerelosigkeit gewöhnungsbedürftig – insbesondere für Linkshänder, denn die WASD-Steuerung lässt sich nicht auf andere Tasten umkonfigurieren. Besser klappt die Steuerung über ein Gamepad. Bei Konsolen, Geräten und anderen Dingen, die der Spieler benutzen, lesen oder näher betrachten kann, gibt das Spiel Hinweise auf die nötige Taste. Um weiterzukommen, muss man feste Speicherpunkte erreichen, eine Funktion zum manuellen Speichern fehlt.

Das 2013 gegründete niederländische Entwickler-Team KeokeN Interactive hatte das Spiel 2016 über eine Kickstarter-Kampagne finanziert. Bislang ist Deliver Us The Moon bei Steam nur für Windows-PCs erhältlich; die Entwickler empfehlen einen Vierkern-Prozessor, 8 GByte RAM und als Grafikkarte eine GeForce GTX 970. Nach Fortuna sind vier weitere Episoden geplant. (rop@ct.de)

### Deliver Us The Moon: Fortuna

Action-Adventure	
Entwickler	KeokeN Interactive, <a href="http://keoken.nl">http://keoken.nl</a>
Systemanf.	Windows ab 7, DirectX 11
Preis	20 €



## Unendlich 80er

**PinOut ist eine kreative Variante des Flipper-Prinzips in schönster Tron-Ästhetik.**

Das aus Schweden stammende Smartphone-Spiel PinOut beantwortet die Frage, wie Flipperspiele aussehen würden, wenn sie jegliche physische Einschränkung hinter sich lassen könnten und der Spieltisch unendlich lang wäre. In einer vor Neonlicht triefenden Umgebung schießt man den Flipperball über Rampen weiter und weiter durch verschiedene Level. Die schönen Soundeffekte erinnern an Tron und werden vom pumpenden Elektrosoundtrack ergänzt.

Das Ganze ist ein Rennen gegen die Zeit. Überrollt der Ball auf seinem Weg über die Rampen kleine weiße Punkte, bekommt man eine Sekunde extra. Power-ups helfen beim Zeitsammeln ebenso wie Minigames in Dot-Matrix-Optik, wie man sie von echten Flippertischen kennt. Unter den Minigames finden sich Klassiker wie Laser Racer oder Asteroids.

Auch wenn PinOut kostenlos ist, kommt man um die 2,99 Euro teure Premium-Version als In-App-Kauf nicht herum. Ohne sie muss man das Spiel immer wieder von vorne anfangen, was schnell frustriert. Erst der In-App-Kauf schaltet Checkpoints frei, durch die man in einem der späteren Levels wieder anfangen kann. (mls@ct.de)

### PinOut

Flipperspiel	
Hersteller	Mediocre
Systemanf.	iOS, Android
Preis	kostenlos / 2,99 €



# Schnellster Achter

## Achtkerner Core i9-9900K gegen Ryzen: Duell um die Performance-Krone

**Mit 5 GHz Turbotakt und zwei zusätzlichen Kernen soll Intels neunte Core-i-Generation AMDs Ryzen-Prozessoren schlagen. Der Z390-Chipsatz tritt mit mehr USB-3.1-Gen-2-Ports und integrierter WLAN-Logik an.**

**Von Christian Hirsch**

**E**ndlich gibt es acht CPU-Kerne für die Brot- und Butter-Plattform LGA-1151v2 von Intel. Nur ein Jahr nach dem Schritt von Quad- auf Hexa-Cores geht die neunte Core-i-Generation mit dem Achtkerner Core i9-9900K an den Start. Um AMDs Topmodell Ryzen 7 2700X mit gleicher Kernanzahl Paroli zu bieten,

spendiert Intel ihm einen hohen Turbo-Takt von bis zu 5 GHz. Für den passenden Unterbau sorgt der Z390-Chipsatz, der den veralteten Z370 ablöst und bis zu sechs SuperSpeedPlus-Ports für schnelle USB-Transfers bereitstellt.

Außer dem Core i9-9900K hat Intel zwei weitere CPUs mit sechs (Core i5-9600K) und acht Kernen (Core i7-9700K) vorgestellt, denen im Unterschied zum Core i9 Hyper-Threading fehlt und die geringfügig langsamer takten. Die Core-i-9000K-Prozessoren sollen vor allem Gamer und Hardware-Enthusiasten ansprechen, deren Anwendungen gleichermaßen von hoher Single- und Multithreading-Leistung profitieren. Intel nennt als Musterbeispiel, 3D-Spiele live in hoher Auflösung auf Videoplattformen wie Twitch oder YouTube zu streamen, ohne dass Ruckler das Spiel stören.

### Meltdown-Schutz

Da es sich um K-Prozessoren handelt, lassen sie sich dank offenem Taktmultiplikator übertakten. Schon die Vorgänger Core i7-8700K und Core i7-8086K mit sechs Kernen schöpfen die Thermal Design Power (TDP) von 95 Watt voll aus. Selbst mit leistungsfähigem Kühlern werden sie unter Volllast sehr warm, weil der Wärmeübergang vom Halbleiter-Die zum fest montierten Heatspreader mit Wärmeleitungspaste nicht optimal war.

Damit die neuen Prozessoren trotz der zwei zusätzlichen CPU-Kerne in allen LGA1151v2-Mainboards mit Serie-300-Chipsatz bei unveränderter TDP laufen, hat Intel einige Änderungen vorgenommen: Heatspreader und Die sind bei den K-Prozessoren der neunten Core-i-Generation nun verlötet, wodurch sie sich besser kühlen lassen. Weil Intel immer noch mit der 10-nm-Massenfertigung zu kämpfen hat, laufen die CPUs weiterhin mit 14 nm Strukturgröße vom Band. Für den Core i9-9900K siebt der Hersteller vermutlich stark aus und nimmt nur die wenigen Chips, die die hohen Taktfrequenzen bei vergleichsweise geringer Kernspannung von rund 1,0 bis 1,1 Volt schaffen.

Die zwei neu hinzugekommenen Kerne und den größeren Level-3-Cache hängt Intel in den seit der zweiten Core-i-Generation „Sandy Bridge“ bestehenden Ring-Bus ein, der die HD-630-GPU, die Kerne und den System Agent mit PCI Express Root Hub, Speicher-Controller und Display-Ausgängen untereinander verbindet. Dadurch wächst der Chip im Vergleich zu den Hexa-Cores etwas weiter in die Länge. Die Rechenwerke bleiben bei Coffee Lake Refresh nahezu unverändert. Eingebaut hat Intel einen Hardwareschutz gegen die Seitenkanalattacken Rogue Data Cache Load (Meltdown alias Spectre V3) und L1 Terminal Fault. Vor den übrigen in den vergangenen 11 Monaten aufgedeckten Sicherheitslücken sollen Microcode-Patches und Softwareanpassungen schützen.

Die Coffee-Lake-Refresh-Prozessoren steuern zwei Speicherkanäle mit je zwei DIMMs pro Kanal an. Die maximale RAM-Geschwindigkeit beträgt weiterhin DDR4-2666. Das gilt auch bei Vollbestückung, sofern die Module vom gleichen Hersteller stammen und dieselbe Teilenummer tragen. Höhere Geschwindigkeiten sind möglich, fallen aber unter Übertakten, weshalb wir mit DDR4-2666-Riegeln getestet haben. Mit den

schon länger versprochenen, aber wohl erst in einigen Monaten lieferbaren 32-GByte-DIMMs verdoppelt sich die maximale Arbeitsspeichermenge bei vier Steckplätzen auf 128 GByte. Grafikkarten binden die Core-i-9000-Prozessoren über 16 PCI-3.0-Lanes an. Alternativ können die Board-Hersteller diese Leistungen auf zwei PCIe-x8-Slots oder einen x8-Steckplatz und zwei PCIe-x4-Geräte aufteilen, um so NVMe-SSDs direkt an die CPU zu hängen.

## Chipsatz mit WLAN

Keine neue Prozessorgeneration ohne Chipsatz-Update – der Z390 löst den bisher auf High-End-Mainboards verwendeten Z370 ab. Die 30 High-Speed-I/O-Leistungen (HSIO) können die Board-Hersteller in gewissen Grenzen flexibel auf bis zu 14 USB-Ports (davon maximal 6 × USB 3.1 Gen2, 10 × USB 3.0), 6 × SATA 6G sowie 24 × PCIe 3.0 verteilen. Mit dem Prozessor kommuniziert der Z390 wie gehabt per DMI 3.0 (PCIe 3.0 x4), sodass bereits

Die Palette an Z390-Mainboards reicht von Allroundern für 130 Euro bis zu voll ausgestatteten High-End-Platinen wie dem Asus ROG Maximum XI Hero (WI-FI) für über 300 Euro.



eine schnelle NVMe-SSD die gesamte Bandbreite zur CPU ausschöpft.

Alle Serie-300-Chipsätze enthalten die WLAN- und Bluetooth-Funktion Intel Integrated Connectivity (CNVi) mit dem Drahtlos-Standard 802.11ac, 2x2, 160 MHz für bis zu 1733 MBit/s. Allerdings müssen die Board-Hersteller dafür ein sogenanntes Companion-Modul als M.2-

Kärtchen auf dem Board unterbringen, da nur der Logik-, aber nicht der Funkteil mit den Antennenanschlüssen im Chipsatz enthalten ist. Für den Test haben wir das Asus ROG Maximum XI Hero (WI-FI) verwendet, auf dem ein CNVi-Modul vom Typ Intel Wireless-AC 9560 sitzt. In der Praxis konnten wir einen Durchsatz von 411 MBit/s messen.

Anzeige

## Benchmark-optimiert

Der Core i9-9900K schneidet dank seiner hohen Taktfrequenz in allen Benchmarks besser ab als der direkte Konkurrent Ryzen 7 2700X. Bei gleicher Kern- und Thread-Anzahl rechnet Intels Achtkerner je nach Anwendung 9 bis 15 Prozent schneller als der Octa-Core von AMD, was ziemlich genau der Turbotaktdifferenz der beiden CPUs entspricht.

Die Vorgaben für Turbo Boost 2.0 hat Intel beim Core i9-9900K nach Benchmark-Gesichtspunkten geschickt gewählt: Bislang durften Desktop-Prozessoren der Core-i-Serie ihre Thermal Design Power per Turbo Boost 2.0 bis zu 8 Sekunden lang (Power Limit 1 Tau, PL1 Tau) um 20 bis 25 Prozent überschreiten. Der Core i9-9900K darf erheblich großzügiger haushalten. Erst nach 28 Sekunden Volllast muss er seine TDP von 95 Watt (Power Limit 1, PL1) einhalten und dann dafür seine Turbotaktfrequenz und Kernspannung reduzieren. Bis dahin erlaubt Intel eine Package Power des Prozessors von theoretisch bis zu 210 Watt (Power Limit 2, PL2). In der Praxis konsumierte die CPU mit hochoptimiertem AVX2-Code in der Spitzte während PL1 Tau 148 Watt, also 50 Prozent über der TDP.

Die 28 Sekunden sind vermutlich kein Zufall, denn sie reichen beim Core i9-9900K für einen kompletten Durchlauf des Cinebench in der Multithreading-Wertung. Dieser Rendering-Benchmark skaliert sehr gut mit Kernanzahl und Taktfrequenz und hat sich nicht nur bei c't, sondern weltweit bei den Herstellern und Hardwaretestern als Referenz-Benchmark

durchgesetzt. Durch die großzügige PL1-Tau-Dauer rechnet die CPU dabei mit dem maximalen All-Core-Turbo von 4,7 GHz und lässt mit über 2000 Punkten alle anderen Octa-Core-CPU's deutlich hinter sich.

Bei längerer Volllast wie unter der Raytracing-Software Blender oder bei der Videokodierung mit Handbrake liegt der Core i9-9900K zwar nicht mehr ganz so weit, aber immer noch 10 Prozent vor Ryzen 7 2700X und Core i9-7820X (beide 8 Kerne/16 Threads). Die Taktfrequenzen der Coffee-Lake-Refresh-CPU pendeln sich zwischen 3,9 und 4,2 GHz ein. Der Hexa-Core-Vorgänger Core i7-8700K kann nur bei Anwendungen mithalten, die wenige Kerne beanspruchen wie 3D-Spiele oder Bürossoftware. Im Office-Benchmark Sysmark 2018 liefern sich die beiden Prozessoren ein Kopf-an-Kopf-Rennen [1].

Bei der wenigen Software mit hochoptimiertem AVX2-Code wie Flops oder Linpack überrunden die getesteten Intel-Prozessoren inklusive dem Core-i9-Achtkerner den Ryzen 7 2700X, weil letzterer dafür nur 128 statt 256 Bit breite Funktionseinheiten mitbringt und deshalb für diese Berechnungen doppelt so viele Taktzyklen benötigt [2]. In dieser Disziplin lässt der Core i9-9900K sogar den 16-Kerner Threadripper 2950X hinter sich.

Zusätzlich zu Assassin's Creed haben wir die Spieltauglichkeit beim Core i9-9900K und Ryzen 7 2700X mit FarCry 5 getestet. Die Bildrate lag mit einer GeForce GTX 1080 Ti bei Full-HD-Auflösung und hoher Bildqualität bei beiden

CPUs oberhalb 90 fps, meist im dreistelligen Bereich. Flaschenhals ist bei den leistungsfähigen Achtkernern also eher die Grafikkarte als der Prozessor. Bei solch hohen Bildraten spielt es dann auch nur eine untergeordnete Rolle, dass der Core i9 17 bis 35 Prozent vor dem Ryzen liegt.

## Fazit

Mit dem Core i9-9900K holt sich Intel die Performance-Krone bei Mainstream-Desktop-Prozessoren zurück. Er übertrumpft die Ryzen-Konkurrenz nicht nur in der Core-i-Paradedisziplin Singlethreading-Leistung, sondern nun auch in Anwendungen, die von vielen Kernen profitieren. Wer einen Prozessor für einen potenzen Allround-PC sucht, der uneingeschränkt sowohl für 3D-Spiele als auch für anspruchsvolle Aufgaben wie Videoschnitt oder Rendering geeignet ist, für den ist das neue LGA1151v2-Topmodell bestens geeignet.

Mit dem Core i9-9900K macht sich Intel zudem selbst Konkurrenz und wildert in Performance-Gefilden, die bisher der teuren High-End-Plattform LGA2066 vorbehalten waren. Diese lohnt nur noch, wenn man mehr als zehn CPU-Kerne oder viele PCIe-3.0-Lanes benötigt.

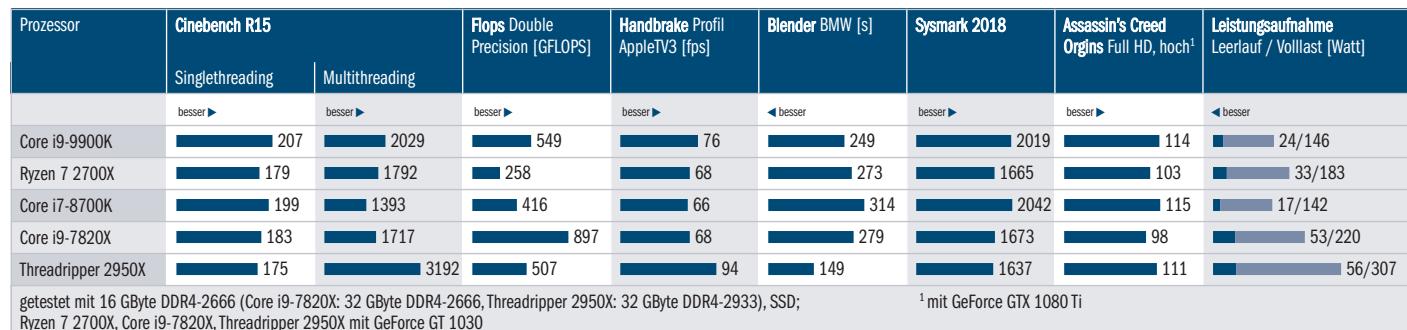
Die hohe Leistung hat aber im wahrsten Sinne des Wortes ihren Preis: Der neue Achtkerner kostet 700 Euro. Für die Hälfte davon bekommt man bereits das AM4-Topmodell Ryzen 7 2700X, der lediglich 10 Prozent langsamer rechnet. Investiert man das gesparte Geld stattdessen in eine schnellere Grafikkarte, hat man bei 3D-Spielen wesentlich mehr davon.

(chh@ct.de) ct

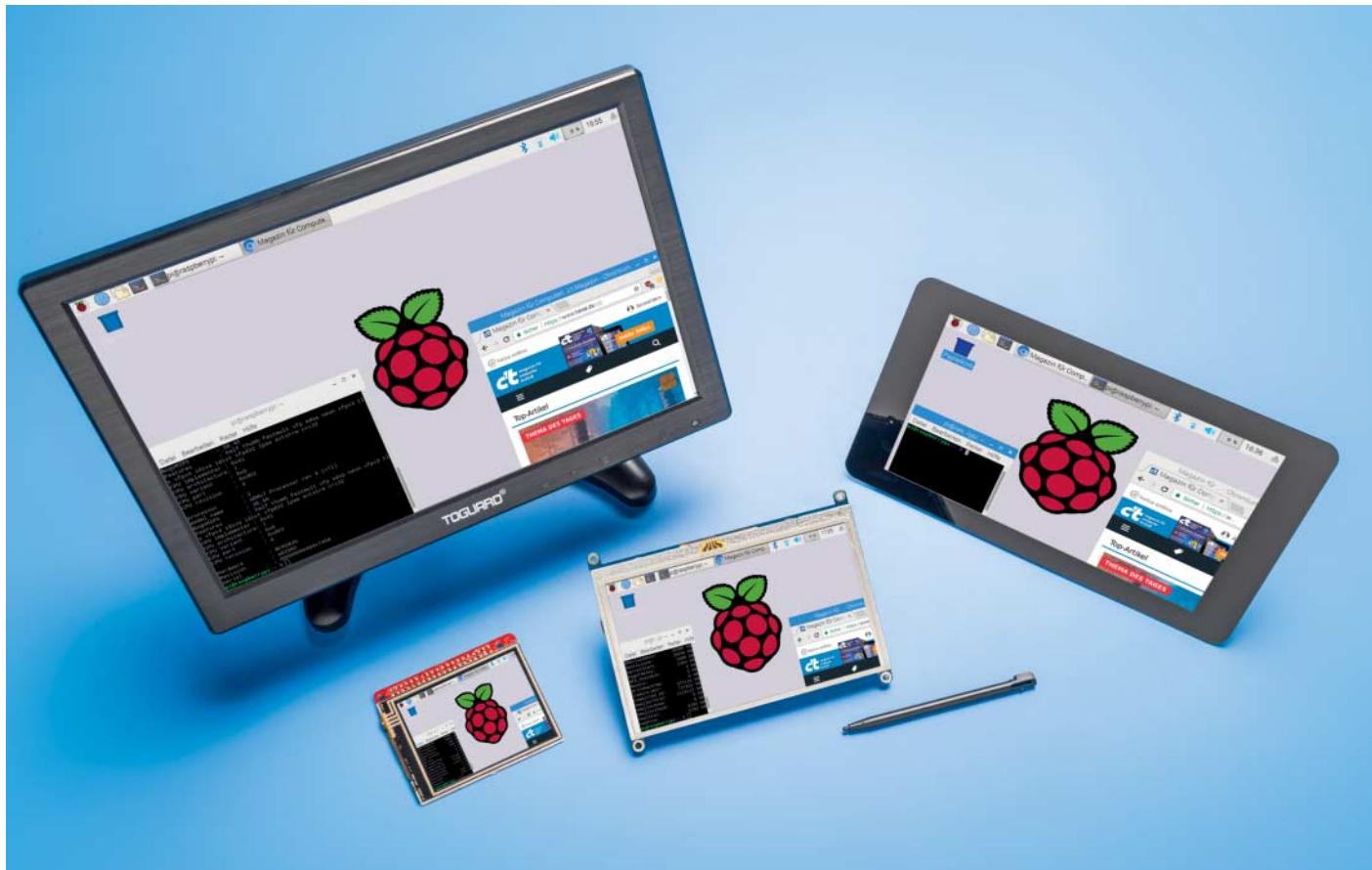
## Intel Core i-9000 Coffee Lake Refresh (LGA1151v2)

Prozessor	Kerne / Threads	Takt / Turbo	L3-Cache	TDP	Preis
Core i9-9900K	8 / 16	3,6 / 5,0 GHz	16 MByte	95 W	700 €
Core i7-9700K	8 / 8	3,6 / 4,9 GHz	12 MByte	95 W	600 €
Core i5-9600K	6 / 6	3,7 / 4,6 GHz	9 MByte	95 W	400 €

## Performance und Leistungsaufnahme



Anzeige



# Raspi-Anzeigen

**Kompakte Touch-Displays ab 33 Euro für Raspberry Pi & Co.**

**Ein Bildschirm mit Touch-Bedienung gibt vielen Bastelprojekten den letzten Schliff. Bei Auflösung, Bildqualität, Ansteuerung, Robustheit, Montage und Preis gibt es aber große Unterschiede, wie unser Test zeigt.**

**Von Ulrike Kuhlmann und Christof Windeck**

Der Raspberry Pi lädt zum Experimentieren ein. Für viele Projekte wünscht man sich als Glanzstück ein Touch-Display, das nicht nur Daten und Grafiken anzeigt, sondern auch die Bedienung per Fingerdruck ermöglicht. Wir haben sechs Displays mit Bilddiagonalen zwischen 2,8 und 10,1 Zoll ins c't-Labor geholt. Sie decken eine weite Preisspanne

von 33 bis 270 Euro ab und lassen sich auf ganz unterschiedliche Arten mit dem Raspi verbinden. Das betrifft erstens die eigentliche Display-Schnittstelle – HDMI, DSI, SPI –, zweitens die Touch-Sensoren – USB, I<sup>2</sup>C und SPI –, drittens die Stromversorgung und viertens die mechanische Kopplung. Zwei Monitore haben rückseitige Halterungen, an die sich der Raspi anschrauben lässt, zwei sitzen auf dem Raspi auf und zwei sind zur Aufstellung in der Nähe gedacht, also ähnlich wie PC-Monitore.

Die vier Displays mit HDMI- und teilweise auch VGA-Buchsen lassen sich nicht bloß mit einem Raspi koppeln, sondern funktionieren auch an anderen Bastelrechnern sowie an beliebigen PCs mit Windows oder Linux. Große Unterschiede gibt es bei den Touch-Sensoren: Drei arbeiten resistiv, sind also druckempfindlich, und werten nur eine einzige Berührung aus. Die drei anderen haben kapazi-

tive Multitouch-Sensoren, wie man sie vom Smartphone kennt.

Die kapazitiven Touchscreens sind komfortabler und beeinträchtigen bei den hier getesteten Geräten die Bildqualität weniger als bei vielen resistiven Sensoren. Letztere erkennen zudem keine Multitouch-Gesten. Resistive Sensoren haben wiederum den Vorteil, dass sie nicht nur auf trockene Finger reagieren, sondern auch auf nasse oder behandschuhte Finger und auf Berührungen mit beliebigen Gegenständen – etwa auf Plastikstäbe, die keinen Schmierfilm aus Hautfett hinterlassen.

Ähnliche Displays gibt es jeweils auch ohne Touch-Sensoren – darauf sollte man bei der Bestellung achten. Der auf Bastelkomponenten spezialisierte Hersteller Waveshare versendet via Amazon Marketplace direkt aus China, die Bestellseite ist verwirrend. Dokumentation findet man aber auch bei den anderen Displays oft erst nach geduldiger Suche.

## Montage

Nur ein Display im Testfeld, das Toguard WR952, lässt sich wie ein kleiner PC-Monitor aufstellen. Der Ständer hat ein Neigegeelenk und Toguard liefert ein Klebepad mit, um den Monitor beispielsweise in einem Fahrzeug anzukleben. Crash-tauglich sieht diese Verbindung aber nicht aus.

Alle anderen Displays muss man auf verschiedene Weise selbst montieren. Das winzige Watterott-Schirmchen und den 3,5-Zöller von Waveshare steckt man direkt auf die Pinleiste des Raspi. Sie beziehen von dort ihren Strom – man braucht also kein separates Netzteil fürs Display, aber ein etwas stärkeres für Raspi plus Bildschirm – und auch der Touch-Sensor braucht kein weiteres Kabel. Die 40 GPIO-Pins sind dann aber für andere (Bastel-)Zwecke nicht mehr direkt nutzbar. Der kleine 2,8-Zöller passt in dieser Montageposition sogar mit in manche Raspi-Kunststoffgehäuse.

Das offizielle Raspi-7-Zoll-Display sowie der 10,1-Zöller von Waveshare haben Gewindebohrungen, an die man den Raspi mithilfe von mitgelieferten Abstandshaltern anschraubt. Für das Raspi-Display gibt es von anderen Firmen noch ein Plastikgehäuse. Waveshare legt dem 10-Zöller Kunststoffteile bei, mit denen er sich inklusive angeschraubtem Raspi wie ein Bilderrahmen aufstellen lässt, allerdings muss man dazu etwas tüfteln und geduldig schrauben.

Das eigentlich für den harten Industrie-Einsatz ausgelegte Faytech-Display wiederum ist zum Einbau in Schalttafeln oder andere Gehäuse gedacht. Es ist an der Frontseite wasserdicht nach IP65 und hat eine Silikondichtung, die beim planen

Einbau für Dichtigkeit am Gehäuseauschnitt sorgt. Für den Raspi muss man selbst ein anderes Plätzchen suchen.

## Anschlüsse

Die Displays mit HDMI-Eingängen schließt man wie gewöhnliche PC-Displays an den Raspi an. Jene mit  $1280 \times 800$  Bildpunkten funktionierten sofort. Für das mit  $480 \times 320$  Pixeln muss man in der Datei `/boot/config.txt` eine Zeile mit den Steuerparametern hinzufügen (siehe Kasten rechts).

Besondere Schnittstellen verwenden der 2,8-Zöller und der 7-Zöller. Letzterer ist der „offizielle“ Touchscreen der Raspberry Pi Foundation. An seiner Rückseite schraubt man den Raspi fest; ein mitgeliefertes Folienkabel stellt dann die Verbindung per MIPI Display Serial Interface (DSI) her – eine für Smartphone-Chips wie den BCM2387 des Raspi entwickelte Schnittstelle. Die Stromversorgung erfolgt vom Raspi aus über zwei einadrige Kabelchen, die zum großen Pfostenstecker führen; der Raspi benötigt deshalb ein Netzteil, das mindestens 2,5 Ampere liefert.

Treiber für den Touchscreen bringt ein aktuelles Raspbian schon mit. Für einige ältere Raspis braucht man noch zwei weitere Kabel für die I<sup>2</sup>C-Schnittstelle des Touch-Sensors; bei jüngeren Raspis läuft das mit über das erwähnte Folienkabel. Das 7-Zoll-Raspi-Display ist also praktisch nur für Raspis geeignet.

Letzteres gilt auch für das kleinste Display, den 2,8-Zöller von Watterott: Es steckt direkt auf der Raspi-Kontakteiste und verwendet das Serial Peripheral Interface (SPI) sowohl für den Touch-Sensor als auch für die Bildsignale. SPI ist viel langsamer als HDMI, daher sind Auflö-



Schraubt man den Raspi an das offizielle 7-Zoll-Display der Raspi-Foundation, passen beide zusammen in fertige Komplettgehäuse.

## Auflösung einstellen

Einige wenige Display-Standardauflösungen lassen sich bequem über die grafische Raspbian-Oberfläche wählen

–  $480 \times 320$  Pixel gehören beispielsweise nicht dazu. Beim offiziellen Raspi-Siebenzöller klappt die Erkennung trotzdem automatisch, beim 3,5-Zöller von Waveshare muss man selbst die Datei `config.txt` anpassen. Das klappt am einfachsten, indem man die Terminal-Anwendung öffnet und auf der Kommandozeile eintippt:

```
sudo leafpad /boot/config.txt
```

Dann öffnet sich der Editor Leafpad, in dem man folgende Zeilen hinzufügt:

```
max_usb_current=1
hdmi_group=2
hdmi_mode=87
hdmi_cvt 480 320 60 6 0 0 0
hdmi_drive=1
```

Um hingegen das Backlight des 7-Zöllers zu steuern, sendet man via Terminal den Befehl

```
sudo bash -c "echo 100 > /sys/class/backlight/rpi_backlight/brightness"
```

Statt der Zahl 100 hinter echo wählt man einen Wert zwischen 0 und 255, aber Achtung: Unter 15 ist der Schirm kaum noch lesbar, dann tippt man blind weiter.

sung und Bildwiederholrate beschränkt. Außerdem sind etwas komplizierte Einstellungen im Raspi-Betriebssystem nötig – das klappt am besten mit dem offiziellen Raspbian. Watterott stellt ein passend vorkonfiguriertes Raspbian-Image für eine MicroSD-Karte zum Download bereit, von der der Raspi dann startet.

## Touch-Treiber

Beim 3,5-Zoll-Display von Waveshare fließen Bildsignale über einen speziellen HDMI-Winkelstecker, Strom und Touch-Sensordaten per SPI über die Raspi-Stiftleiste. Auch hier muss man den Treiber für den resistiven Sensor von Hand ins Raspbian einspielen. Die Anleitungen finden sich jeweils auf Wiki-Seiten zu den einzelnen Displays, siehe ct.de/yrccr. Die



### Watterott RPi-Display B+

Das 2,8-zöllige Raspi-Display von Watterott sitzt mit seiner Anschlussleiste direkt auf der Raspi-Kontakteiste – das ist narrensicher. Wir haben es mit dem Model B2 verbunden, mit dem es zusammen in ein Tek-Berry-Gehäuse passt, das einen Display-Ausschnitt hat. Winzige Taster an der rechten Displayseite sind mit den GPIO-Pins 17, 22 und 27 verbunden und lassen sich für eigene Anwendungen nutzen.

Der resistive Touchscreen liegt als dünne Folie auf dem Displayglas. Der Touchscreen gibt beim Berühren etwas nach und wirkt irgendwie wabbelig. Dafür ist das Bild darunter glasklar zu sehen.

Watterott nutzt für das RPi-Display B+ ein TN-Panel, das einen mittleren Kontrast von über 1050:1 erreicht und 200 cd/m<sup>2</sup> hell leuchtet. Die Auflösung von 320 × 240 Bildpunkten sorgt für eine hohe Pixeldichte von 140 dpi und damit für eine scharfe, aber auch sehr kleine Darstellung. Die Farben des kleinen Watterott-LCDs sind die sattesten unter allen sechs hier vorgestellten Schirmen; Rot wird bei schräger Betrachtung allerdings deutlich flauer.

- ⬆️ passt in Tek-Berry-Gehäuse
- ⬇️ satte Farben
- ⬇️ langsame Ansteuerung via SPI



### Waveshare 3.5inch HDMI LCD

Das 3,5-zöllige LCD von Waveshare steckt auf der GPIO-Leiste des Raspi. Vierzehn Pins bleiben frei. Displaysignale laufen über zwei aufeinandergestapelte HDMI-Buchsen. Dieses Konstrukt steht seitlich etwas über. Man kann das LCD auch über Kabel mit dem Raspi verbinden.

Das eingebaute IPS-Panel mit resistivem Touch zeigt von vorn betrachtet ansehnliche Bilder, ist aber deutlich blickwinkelabhängig, als man es bei IPS erwarten würde: Es gibt eine Vorzugsblickrichtung, von den drei anderen Seiten wird die Darstellung grau. Das sollte man beim Einbau beachten. Auch der mittlere Kontrast schwächtelt mit nur 550:1. Die Leuchtdichte des Schirms liegt im Auslieferungszustand bei 250 cd/m<sup>2</sup>. Über vier winzige Taster am Rand gelangt man zwar in ein Displaymenü. Doch die dort angebotene Brightness regelt nur den Schwarzpegel – zieht man sie hoch, wird Schwarz hellgrau und der Kontrast geht in die Knie; der Energiebedarf ändert sich nicht. Das Display schaltet sich bei heruntergefahrenem Raspi nicht automatisch aus.

- ⬆️ kompakt, günstig
- ⬇️ blickwinkelabhängig
- ⬇️ Helligkeitsregler verändert Kontrast



### Raspberry Pi 7" Touchscreen

Das 7-zöllige LCD wurde von der Raspi-Foundation entwickelt und strahlt besonders hell (einstellbar). Es sitzt hinter einer breiten Glasscheibe mit eingelassemem kapazitivem Touchscreen. Das eingebaute TN-Panel ist kontraststark, wird aber von oben und unten (lange Seite) matter. Die Farben sind ebenfalls etwas vom Einblickwinkel abhängig. Blau und Grün sind angenehm satt, Rot allerdings deutlich zu orange.

Das Display hat quadratische Pixel auf einer Fläche von 154 mm × 86 mm. Mit den vom Raspi genutzten 800 × 480 Pixeln müsste sich daraus eine vertikal um 7 Prozent gestauchte Darstellung ergeben, aber der Treiber korrigiert das: Kreise sind rund.

Die Touchsignale fließen bei aktuellen Raspis zusammen mit den Videodaten über das DSI-Flachbandkabel. Zwei weitere Kabel zwischen GPIO-Leiste und Display liefern Strom. Den Raspi schraubt man über vier Pfosten an die metallene Displayrückseite. Hat man die gesamte Konstruktion erst mal zusammengeschraubt, wirkt sie recht edel. Man findet auch passende Gehäuse als Zubehör.

- ⬆️ einfache Inbetriebnahme
- ⬇️ Backlight hell und einstellbar
- ⬇️ kapazitiver Touch-Sensor





### Faytech FT10WTMBCAP

Das durch eine umlaufende Gummierung geschützte Faytech-Display mit frontseitiger IP65-Dichtung hat drei Signaleingänge und Stereolautsprecher eingebaut. Der Stecker zum 12-Volt-Netzteil ist verschraubt. Der Hinweis „German Brand, made in China“ auf dem Typenschild erinnert an den Apple-Slogan.

Im Gehäuse steckt ein IPS-Display, das für blickwinkelunabhängige Farben sorgt, die den sRGB-Raum weitgehend abdecken. Leider ist die Farbauflösung intern auf Video eingestellt, weshalb sehr dunkle Grau- und Farbtöne nicht aufgelöst werden. Der mittlere Kontrast von 1270:1 ist für ein IPS-LCD sehr hoch. Die durch Ätzung mattierte Frontscheibe sorgt für ein etwas kriseliges Bild.

Den kapazitiven Touchscreen schließt man per USB an den Raspi an, er wird automatisch erkannt. Ein Ärger ist die Menüsteuerung über vier Tasten an der Seite – hier vertippt man sich ständig und schaltet entweder den Signaleingang um oder das Display aus. Davon abgesehen wirkt das Faytech-LCD insgesamt sehr professionell – das gilt leider auch für den Preis.

- ⬆️ robust, flexibel nutzbar
- ⬆️ blickwinkelunabhängig
- ⬇️ sehr teuer



### Toguard WR952

Der Monitor von Toguard sieht wie ein verkleinerter PC-Monitor aus; er ist auch zur Montage in Fahrzeugen gedacht, aber dazu scheint uns die Mechanik zu wenig robust. Der WR952 hat außer HDMI auch VGA- und AV-Eingänge sowie eingebaute Lautsprecher.

Im Werkspreset leuchtet das Display mit guten 170 cd/m<sup>2</sup>. Der Helligkeitsregler im Displaymenü erhöht zwar die Leuchtdichte auf 250 cd/m<sup>2</sup>, zugleich wird aber Schwarz hellgrau und Hellgrau weiß. Deshalb belässt man es besser bei der mittleren Helligkeitseinstellung und erhöht stattdessen etwas den Kontrast (Weißpegel) oder nutzt den Dynamikmodus.

Farb- und Grauverläufe löst das Display sehr fein auf. Die Farben sind zwar nicht besonders satt, dafür aber blickwinkelstabil. Insgesamt ist die Darstellung in sich stimmig. Im Monitor steckt – anders als angegeben – ein VA-Panel mit einem mittleren Kontrast von 1170:1. Durch die resistive Touchscheibe vor dem Panel wirken feine Strukturen im Bild unruhig und verrauscht. Den Touch schließt man über das mitgelieferte Kabel an, das an beiden Seiten USB-A-Stecker hat.

- ⬆️ sehr flexibel nutzbar
- ⬇️ feine Bildstrukturen verrauscht
- ⬇️ Helligkeitsregler verändert Kontrast



### Waveshare 10.1inch HDMI LCD B

Waveshare presst das IPS-Display zwischen schwarze Kunststoffplatten. Man kann die zusätzliche rückwärtige Platte entfernen (elf Schräubchen lösen) und die beiden mitgelieferten Aufsteller über die Platine stülpen. Dann schiebt man die Platte über die Stützen und schraubt alles wieder fest. Anschließend lehnt das Display auf dem Tisch wie ein Bilderrahmen. Hinten lässt sich der Raspi befestigen. Mit ihm verbindet man das LCD per HDMI, für den genauen Touchscreen liegt ein kurzes Micro-USB-Kabel bei.

Das IPS-Display stammt von BOE und steckt beispielsweise auch im Lenovo-Tablet IdeaPad S600F. Es erreicht einen Kontrast von guten 1180:1, wobei die kapazitive, klare Touchscheibe den guten Bildeindruck nicht beeinträchtigt. Der Farbraum deckt zwar nicht ganz sRGB ab, ist aber etwas größer als bei den anderen beiden 10-Zöllern. Die angeblich in fünf Stufen veränderbare Helligkeitsregelung konnten wir nicht einstellen. Auch dieses Waveshare-Display schaltet bei heruntergefahrenem Raspi nicht automatisch ab.

- ⬆️ schönes Bild
- ⬆️ flexibel nutzbar
- ⬇️ Backlight nicht steuerbar



resistiven Touchscreens benötigen oft auch eine Kalibrierung, damit man kleine Symbole überhaupt per Fingertipp trifft. Dazu wiederum muss man unter Raspbian eine Textdatei bearbeiten – das ist recht fummelig.

Die Touch-Sensoren der anderen drei Displays übertragen ihre Signale jeweils per USB; dazu ist ein separates Kabel nötig, das eine der wenigen USB-Buchsen des Raspi belegt. Sowohl die kapazitiven Touch-Sensoren der 10,1-Zöller von Faytech und Waveshare als auch den resistiven Sensor des Toguard WR 952 erkennt ein aktuelles Raspbian automatisch – sehr komfortabel. Eine Kalibrierung war bei unseren Versuchen nicht nötig. Unter Windows 10 funktionieren nur die kapazitiven Sensoren ebenso problemlos. Für den resistiven „eGalax“-Sensor auf dem Toguard-Panel muss man hingegen unter

Windows einen Treiber der Firma EETI einspielen.

Dass das Raspi-Betriebssystem Touch-Eingaben erkennt, ist nur die halbe Miete, denn es bringt kaum Software mit, die für Fingerbedienung ausgelegt ist. Gerade auf den winzigsten Displays braucht man Anwendungen, die große Schaltflächen mit großer Beschriftung zeigen, sonst erkennt man nichts. Dafür gibt es angepasste Software, wie in c't 19/2016 beschrieben [1]. Dort finden Sie auch Hinweise zur Konfiguration, beispielsweise zur Änderung der Bildschirmausrichtung.

### Fazit

Wer ein Bastelprojekt mit einem passenden Display aufhübschen möchte, muss genau überlegen, was er dazu braucht. Die kleinen Schirme sind keine Generalisten, sondern eignen sich für ganz unterschied-

liche Zwecke jeweils besonders gut. Besonders reibungslos funktioniert das offizielle 7-Zoll-Display; mit seinen 800 × 480 Pixeln zeigt es auch genügend Informationen, um notfalls mal auf der Konsole zu arbeiten. Die Winzlinge mit nur 2,8 beziehungsweise 3,5 Zoll machen nur mit angepasster Software Spaß. Die vergleichsweise riesigen 10,1-Zöller wiederum sind nur für teurere Basteleien interessant; das Industrie-Display von Faytech fällt hier etwas aus dem Rahmen, weil es so teuer ist. Es zielt eigentlich auf den Einsatz in rauer Umgebung. (ciw@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Dr. Till Harbaum, Raspi mit Touch, Touchscreens und fingerfreundliche Bedienung für den Raspberry Pi, c't 19/2016, S. 174

**Installationsanleitungen und Treiber:**  
[ct.de/yrcr](http://ct.de/yrcr)

## Touch-Displays für Raspberry Pi & Co

Hersteller	Watterott	Waveshare	Raspberry Pi	Faytech	Toguard	Waveshare
Modell	RPi-Display B+	3.5inch HDMI LCD	7" Touchscreen	FT10WTMBCAP	WR952	10.1inch HDMI LCD B with case
Lieferant	Watterott	Rasppishop	diverse (heise shop)	Reichelt, Jakob u. a.	Amazon Marketplace	Amazon Marketplace
Diagonale / Bildfläche	2,8" / 5,8 cm × 4,3 cm	3,5" / 7,5 cm × 5 cm	7" / 15,4 cm × 8,6 cm	10,1" / 21,8 cm × 13,6 cm	10,1" / 21,7 cm × 13,5 cm	10,1" / 21,8 cm × 13,6 cm
Auflösung (Format) / Pixel-dichte	320 × 240 (4:3) / 140 dpi	480 × 320 (3:2) / 163 dpi	800 × 480 (5:3) / 132 (142) dpi	1280 × 800 (16:10) / 150 dpi	1280 × 800 (16:10) / 150 dpi	1280 × 800 (16:10) / 150 dpi
Panel-Typ lt. Hersteller / gemessen	k. A. / TN	IPS / IPS	k. A. / TN	IPS / IPS	IPS / VA	IPS / IPS
Touch	resistiv	resistiv	kapazitiv (10 Punkte)	kapazitiv (10 Punkte)	resistiv	kapazitiv (10 Punkte)
Backlight-Helligkeit steuerbar vom RPi / am Display	✓ <sup>1</sup> / –	– / ✓ (Schwarzpegel)	✓ / –	– / ✓	– / ✓ (Schwarzpegel)	– / – <sup>1</sup>
Display-Interface zum RPi	SPI	HDMI	MIPI DSI	HDMI	HDMI	HDMI
weitere Videoanschlüsse	–	–	–	VGA, DVI-D	VGA, AV (Cinch), BNC	–
Lautsprecher	–	–	–	✓ (Stereo, hinten)	✓ (Stereo, hinten)	–
Touch-Interface zum RPi	SPI	SPI	I <sup>2</sup> C (DSI)	USB (Typ B)	USB (Typ A)	USB (Micro-USB)
Stift beigelegt	–	✓	–	–	–	–
Steuerungstasten	✓ (konfigurierbar an GPIO17, 22, 27)	4 × Displaymenü, 1 × Backlight aus	–	✓ (Displaymenü)	✓ (Displaymenü)	✓ (Sensortaste, funktionierte nicht)
Abmessungen Display B × H × T (mit Ständer/am Rasp) / Gewicht	7 cm × 5,6 cm × 1,5 cm / 49 g	8,6 cm × 6,5 cm × 2,5 cm / 60 g	19,5 cm × 11 cm × 3 cm / 270 g	27,7 cm × 19,3 cm × 3,3 cm / 1122 g	24,5 cm × 18,5 cm × 13,2 cm (3,5 cm Display) / 754 g	27,5 cm × 18,7 cm × 2 cm / 692 g
Montage an RPi / Halter	✓ / –	✓	✓	– / ✓ (10 cm VESA)	– / ✓ (7,5 cm VESA)	✓
mit Ständer / Aufsteller	–	–	–	–	✓ (Standfuß, Gelenk)	✓
Kabel mitgeliefert	–	✓ (HDMI-Anschlussstück)	✓ (4 × 10 cm mit Kabelschuh)	VGA, USB, Audio-Klinke	VGA, USB	HDMI, USB
Netzteil mitgeliefert	– (versorgt sich aus RPi)	– (versorgt sich aus RPi)	– (versorgt sich aus RPi)	✓	✓	✓
Stromversorgung	über den Rasp	über den Rasp (alternativ Micro-USB)	über den Rasp (alternativ Micro-USB)	Hohlstecker, 12 V	Hohlstecker, 12 V	Micro-USB
Kontrast min. Sichtfeld / Abweichung	1056:1 / 2,7 %	555:1 / 3,8 %	1307:1 / 2,2 %	1272:1 / 5,6 %	1168:1 / 8,6 %	1181:1 / 2,9 %
Kontr. erweitertes Sichtfeld / Abweichung	1044:1 / 3,2 %	556:1 / 7 %	1245:1 / 5,9 %	1205:1 / 14,7 %	887:1 / 24,2 %	1110:1 / 9,7 %
Leistungsaufnahme min. / max. (je nach Leuchtdichte)	0,6 W <sup>1</sup>	2,2 W <sup>2</sup>	0,5 bis 3 W	4,6 W bis 7,2 W	6,7 W bis 6,8 W <sup>2</sup>	5,8 W <sup>1</sup>
Regelbereich Helligkeit gemessen	200 cd/m <sup>2</sup>	165–250 cd/m <sup>2</sup>	4–510 cd/m <sup>2</sup>	25–300 cd/m <sup>2</sup>	55–250 cd/m <sup>2</sup>	250 cd/m <sup>2</sup>
Preis	34 €	33 €	75 €	270 €	130 €	110 €

<sup>1</sup> ließ sich nicht nach Anleitung regeln

<sup>2</sup> Regelung ändert Schwarzpegel

✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

Anzeige



# Marathon-Kärtchen

## Ausdauernde MicroSD-Karten für die Videoaufzeichnung

**MicroSD-Karten speichern immer mehr Daten, aber nicht alle vertragen häufiges Über-schreiben. Spezielle Karten mit hoher Ausdauer sollen sich vor allem für die permanente Aufzeichnung von Videos eignen, aber auch in Kleinst-computern wie dem Raspberry Pi eine gute Figur machen.**

Von Lutz Labs

**S**tationäre Überwachungskameras nehmen rund um die Uhr Videos auf, um Haus oder Geschäft zu schützen. Auf dem Armaturenbrett des Autos montierte Dashcams starten die Aufzeichnung, sobald man den Zündschlüssel dreht. Je nach Auflösung und Bitrate der Kamera kommen dabei pro Stunde mehrere Gigabyte Daten zusammen – und diese sollen die Speicherkarten über Jahre fehlerfrei speichern.

Normale SD- oder MicroSD-Karten sind für eine solche Belastung nicht aus-

gelegt. Einige Hersteller haben jedoch spezielle Speicherkarten für die Videoaufzeichnung im Programm, meistens mit dem Zusatz Video, Surveillance oder High Endurance bezeichnet. Fünf solcher Karten haben wir auf den c't-Prüfstand geholt: Goodram M3AA, Samsung PRO Endurance, SanDisk High Endurance Video Monitoring Card, Transcend High Endurance und Western Digital Purple. Eine weitere Karte, die Teamgroup Dash Card, ist in Deutschland noch nicht erhältlich. Preislich liegen alle Karten im Mittelfeld; vor allem besonders schnelle Karten sind teurer.

Das wichtigste Kriterium für diese Karten ist die Ausdauer, englisch Endurance, denn auch Flash-Speicherzellen nutzen sich mit der Zeit ab. Eine einzelne TLC-Speicherzelle verträgt nur rund 1000 Löschzyklen, die etwas älteren und teureren, aber robusteren MLC-Zellen rund 3000. Daraus berechnen die Hersteller die Ausdauer: Grob geschätzt liegt diese bei dem 1000- oder 3000-Fachen der Kapazität, also etwa 60 oder 180 TByte bei einer Kartengröße von 64 GByte. Den werbewirksamen MLC-Speicher verbauen den Angaben zufolge Goodram und Transcend sowie aufgrund der Endurance-Angaben wahrscheinlich auch Samsung. Bei SanDisk und WD dürfte TLC-Speicher zum Einsatz kommen.

Meistens aber nennen die Hersteller nicht die Endurance, sondern einen Wert für die maximale Anzahl Stunden der Videoaufzeichnung. In der Tabelle finden Sie den von uns daraus berechneten Wert für die Endurance.

Prinzipiell sollte man – wie beim Kauf von Festplatten für ein NAS-System – auf den Websites der Kamerahersteller schauen, ob diese eine Liste mit kompatiblen oder empfehlenswerten Speicherkarten bereithalten. Die Empfehlungen sind durchaus unterschiedlich: Einige setzen auf Karten einzelner Hersteller, andere warnen vor der Benutzung anderer und der Kamera-Hersteller Mobotix empfiehlt in seiner Whitelist (siehe ct.de/yvg) sogar, auf TLC-Karten generell zu verzichten.

### Endurance vs. Ausfallsicherheit

Eine hohe Endurance könnte dazu verleiten, eine solche Karte auch zur Speichererweiterung im Smartphone zu verwenden. Dafür aber haben die Hersteller andere Karten im Programm. Diese schmü-

cken sich mit dem A1-Logo, das vor allem für einen schnellen App-Start sorgen soll. Die A1-Spezifikation verlangt beim Lesen 1500 IOPS, beim Schreiben 500 – das erreicht nur die SanDisk-Karte.

Zudem sind diese High-Endurance-Karten auch nicht besser gegen den Hauptgrund für Ausfälle im Smartphone gerüstet. Nach Angaben des Schweizer SD-Karten-Herstellers Swissbit gehen die meisten MicroSD-Karten im Smartphone nicht etwa aufgrund zu hoher Schreiblast kaputt, sondern aufgrund der Stromsparfunktionen von Android.

Das Smartphone-Betriebssystem schaltet die Karten im laufenden Betrieb häufig ab, um Strom zu sparen; Swissbit hat bei einem Test mit einer älteren Android-Version eine Abschaltung etwa alle 40 Sekunden gemessen. Android kümmert sich jedoch nicht darum, ob die Karte im Hintergrund eventuell gerade mit Aufräumarbeiten beschäftigt ist – und so kann es passieren, dass die Karte nach dem Wiedereinschalten zunächst Reparaturen ausführen muss (Power On Data Repairs), die nicht immer fehlerfrei ablaufen. Im Extremfall kann die Karte dadurch unbrauchbar werden, weil etwa die Flash-Translation-Tabelle fehlerhaft ist.

Bei der Haltbarkeit spielt auch die Größe der Speicherplatte eine Rolle: Je mehr Flashzellen da sind, desto länger hält die Karte bei gleicher Beanspruchung durch. Es kann sich also durchaus lohnen, eine größere Karte zu kaufen als unbedingt notwendig. Für Dashcams gibt es noch einen weiteren Grund, diese High-Endurance-Karten zu verwenden: Die meisten dürfen in einem erweiterten Temperaturbereich betrieben werden, sie kommen daher auch mit extremer Kälte bis -25 °C sowie mit der Sommerhitze im geschlossenen Auto (bis zu 85 °C) klar.

Die hohe Haltbarkeit ist jedoch ein guter Grund, solche Karten auch in



### Goodram microSDHC M3AA

Goodram ist ein Exot unter den Herstellern von SSDs und Speicherplatten: Das Unternehmen sitzt in Polen. Neben Flash-Produkten hat Goodram auch DRAM im Angebot. Die M3AA-Speicherplatten sind mit MLC-Speicherchips bestückt und vertragen bei einer Kapazität von 32 GByte das Speichern von rund 100 TByte Daten.

Für den Einsatz in einer Dashcam im Auto sind die Karten nicht geeignet: Sie dürfen nur in einem Temperaturbereich zwischen 0 und 70 °C betrieben werden – also weder im Hochsommer noch im Winter.

- ⬆ schnell
- ⬆ hohe Endurance
- ⬇ teuer



### Samsung PRO Endurance microSD

Samsungs Speicherplatten gibt es in drei verschiedenen Größen – und alle kommen mit einer unterschiedlichen Garantiefrist: Unsere 32er-Karte hat zwei Jahre, das 64-GByte-Modell drei Jahre und das Spitzenmodell mit 128 GByte erhält fünf Jahre. Das ist komisch, denn Samsung dürfte in allen Karten den gleichen Speicher verwenden.

Die Geschwindigkeit der Karte aber gibt keinen Grund zu Beanstandungen: Beim Lesen liegt sie in der Spitzengruppe, beim Schreiben im Mittelfeld. Die Smartphone-Spezifikation A1 verpasst sie beim Schreiben knapp, hier haben wir nur 440 IOPS gemessen.

- ⬆ schnell
- ⬆ sehr hohe Endurance
- ⬇ verwirrende Garantiepolitik

Kleincomputern wie dem Raspberry Pi einzusetzen. SanDisk etwa gab auf Nachfrage an, dass es „Anwendungsfälle gibt – zu denen auch der Betrieb im RasPi zählt“, die bei den meisten Karten nicht durch die normale Garantie abgedeckt sind“.

### Geschwindigkeit unwichtig

Die meisten Kameras liefern bei FullHD-Aufnahmen Bitraten von 10 bis 25 MBit/s,

also maximal rund 3 MByte/s. Ob eine Speicherplatte beim Schreiben also 15 oder 90 MByte/s schafft, ist für den Einsatzzweck Videoaufzeichnung unerheblich. Selbst 4K-Videos kommen nur selten auf eine Bitrate von mehr als 50 MBit/s, entsprechend 6,25 MByte/s – auch die langsamste Karte im Test schafft das spielend. Allenfalls beim Kopieren der Videos auf den eigenen PC spielt die Karten-Geschwindigkeit eine Rolle.

## MicroSD-Karten mit hoher Endurance – Benchmarks und Praxiswerte

	seq. Transferraten schreiben/lesen <sup>1</sup> [MByte/s]	IOPS schreiben/lesen <sup>2</sup>	Kopiergeschwindigkeiten lesen <sup>3</sup> [MByte/s]	Kopiergeschwindigkeiten schreiben <sup>3</sup> [MByte/s]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Goodram microSDHC M3AA	90/93	124/2410	10/81/85	0,4/10/77
Samsung PRO Endurance	54/95	410/1857	12/86/89	0,5/30/44
SanDisk High Endurance Video Monitoring Card	44/46	654/1930	12/44/44	1,3/36/41
Transcend High Endurance	22/23	267/1582	8/22/22	0,1/11/20
SanDisk Purple	76/99	422/1486	12/83/89	0,9/31/50

<sup>1</sup> gemessen mit IOMeter, Blockgröße 128 KByte

<sup>2</sup> gemessen mit IOMeter, Blockgröße 4 KByte

<sup>3</sup> Kopie von Text, MP3- und Videodateien



### SanDisk High Endurance Video Monitoring Card

SanDisk bewirbt seine High-Endurance-Karte mit Schreib- und Lesegeschwindigkeiten von bis zu 20 MByte/s. Gemessen haben wir mehr als das Doppelte, und zwar in beiden Richtungen. Das verdient ein Lob, auch weil die Karte mit rund 40 Cent pro GByte die günstigste in diesem Test ist.

Zudem ist die SanDisk-Karte die einzige in diesem Test, die beim Schreiben mehr als 500 IOPS schaffte und damit die A1-Spezifikation für einen schnellen App-Start auf Smartphones einhält.

- ⬆️ lange Garantiedauer
- ⬆️ erfüllt A1-Spezifikation
- ⬇️ niedrige Endurance



### Transcend High Endurance

Die Transcend-Karten aus der High-Endurance-Serie versprechen vor allem eine hohe Ausdauer: Die 64 GByte große Karte soll dank robustem MLC-Speicher eine Schreblast von 12.000 Stunden Video bei einer Bitrate von 26 MBit/s vertragen. Die Endurance einer vergleichbaren 32-GByte-Karte liegt damit nur bei 67 TByte.

Die Geschwindigkeit reicht für das Schreiben eines Video-Streams locker aus, beim Auslesen am PC aber muss man länger warten als bei den anderen Karten: Hier schafft die Karte gerade einmal 20 MByte/s.

- ⬇️ niedrige Endurance
- ⬇️ langsam
- ⬇️ teuer



### Western Digital Purple

Obwohl SanDisk seit einiger Zeit eine Tochter von WD ist, brachte WD vor einigen Monaten eine eigene Serie hoch belastbarer MicroSD-Karten auf den Markt. Bei der Namenswahl orientierte sich WD an seinen Festplatten: Die auf Videoaufzeichnung spezialisierten heißen ebenfalls Purple.

WDs Speicherkarten sind beim Schreiben und Lesen deutlich schneller als die SanDisk-Modelle, mit bis zu 90 MByte/s reizen sie die UHS-Schnittstelle fast aus. WD dürfte hier moderneren Flash-Speicher einsetzen, die Endurance liegt jedoch auf einem eher niedrigen Wert.

- ⬆️ günstig
- ⬆️ schnell
- ⬇️ niedrige Endurance

## Fazit

Vor dem Kauf einer ausdauernden SD-Karte steht vor allem die Frage, wie viele Daten die Karte wie lange speichern soll. Größere Karten sind zwar teurer, halten aber wahrscheinlich auch länger, da sie die Schreibzugriffe auf wesentlich mehr Flash-Zellen verteilen können.

Bei der Ausdauer ragen die Modelle mit MLC-Speicher heraus: Goodrams M3AA und Samsungs PRO Endurance sollen mehr als 100 TByte Daten vertragen. Die Transcend-Karte kann trotz robustem MLC-Speicher hier nicht mithalten. Für den Einsatz in einer Dashcam aber ist das Goodram-Modell nicht ge-

eignet, da der Temperaturbereich eingeschränkt ist. Wer auf ein möglichst schnelles Auslesen der Karten am PC Wert legt, greift zu den Modellen von Goodram, Samsung oder WD.

(ll@ct.de) ct

**Whitelist Mobotix-Kameras:** ct.de/yvgh

## MicroSD-Karten mit hoher Endurance

Modell	microSDHC M3AA	PRO Endurance microSD	High Endurance Video Monitoring Card	High Endurance	Purple
Hersteller	Goodram, www.goodram.com	Samsung, www.samsung.de	SanDisk, www.sandisk.de	Transcend, www.transcend.de	Western Digital, www.wdc.com
Bezeichnung	M3AA-0320R11-DD	MB-MJ32GA/EU	SDSDQQ-032G-G46A	TS64GUSDXC10V	WDD064G1POA
Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup>	32 GByte	32 GByte	32 GByte	64 GByte	64 GByte
von Windows erkannte Kapazität	29,91 GByte	29,81 GByte	29,72 GByte	60,37 GByte	59,48 GByte
Endurance <sup>2</sup>	108 TBW	195 TBW	56 TBW	134 TBW	60 TBW
Zubehör	SD-Adapter	SD-Adapter	SD-Adapter	SD-Adapter	–
weitere erhältliche Kapazitäten	16 GByte (16 €), 64 GByte (44 €)	64 GByte (43 €), 128 GByte (82 €)	64 GByte (22 €)	16 GByte (13 €), 32 GByte (22 €)	32 GByte (17 €), 64 GByte (30 €)
Garantie	lebenslang	2 Jahre	5 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
Preis pro Gigabyte	97 ct	69 ct	41 ct	77 ct	45 ct
Straßenpreis	31 €	22 €	13 €	49 €	29 €

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner.

<sup>2</sup> berechnet aus den Herstellerangaben, TBW steht für Terabytes written ✓ vorhanden – nicht vorhanden

Anzeige

# Spielerische Wahl

Von 100 Euro bis 4K:  
Die richtige Grafikkarte zum Spielen



**Gaming-Grafikkarten ..... Seite 114**  
**Arbeitsplatzgrafikkarten .... Seite 120**  
**Grafikkarten für Linux ..... Seite 124**

**Einfachen Spielspaß gibt es schon für unter 100 Euro. Wer Auflösung und Detailstufe hochdrehen will, muss mehr ausgeben. Die gute Nachricht: Full-HD-Gaming mit allen Schikanen gibt es für unter 200 Euro, 4K kostet auch nicht mehr die Welt.**

**Von Benjamin Kraft**

Nachdem die Grafikkartenpreise im vergangenen Jahr Rekordstände erreichten, haben sich die Preise inzwischen nicht nur normalisiert, sie geben in einigen Bereichen sogar nach. Zudem kommt durch den Start von Nvidias neuer Turing-Generation endlich wieder Bewegung in den Markt. Es ist also eine gute Zeit, über ein Grafik-Update nachzudenken.

Die Preisspanne bei spieletauglichen Karten reicht von rund 80 Euro bis gut 1500 Euro. Alle unterstützen die aktuellen Grafikschnittstellen DirectX 12, OpenGL 4.5 und Vulkan. Wenn man sein Budget klar absteckt und Erwartungen definiert, etwa mit welcher Bildrate man in welcher Auflösung spielen möchte, ist man bei der Auswahl schon auf einem guten Weg. Wir haben im Folgenden die Grafikkarten in fünf Preisklassen unterteilt: bis 100 Euro, ab 100 Euro, ab 200 Euro, ab 400 Euro und ab 700 Euro. Wer eine Grafikkarte für professionelle Anwendungen sucht, findet im Artikel ab Seite 120 eine Orientierungshilfe.

Durch die ungewöhnlich langen Produktzyklen bei AMD und Nvidia – die Radeon-RX-400/500-Familie mit Polaris-GPU und Nvidias GeForce-1000-Serie mit Pascal-Chips sind immerhin schon über zwei Jahre auf dem Markt – sollte man keine Karten älterer Generationen mehr kaufen. Nvidias GeForce-900er und AMDs Radeon-Rx-300er schlucken mehr Strom und lassen Features vermissen, die inzwischen selbst Prozessorgrafik mitbringt. Daher sind sie auch gebraucht nicht mehr attraktiv.

## Anschlusskunde

Grafikkarten geben ihr Bild über verschiedene, fast ausnahmslos digitale Anschlüsse aus. Der analoge VGA-Ausgang ist so gut wie ausgestorben; man findet ihn nur

noch an einfachen Office-Grafikkarten. Aber auch die alte digitale DVI-Buchse stirbt allmählich aus: Nur HDMI ab 2.0 und DisplayPort ab 1.2 liefern bei den hohen Auflösungen, die inzwischen alle modernen GPUs ausgeben können, noch ergonomische 60 Hz. Bei geringer Bildfrequenz stocken Animationen und der Mauszeiger ruckelt beim Weg über den Desktop.

Selbst die billigsten aktuellen Grafikkarten haben mindestens zwei Signalausgänge, in höheren Preislagen sind vier bis fünf Monitoranschlüsse üblich. Die breite DVI-Buchse gibt in der Single-Link-Ausführung maximal  $1920 \times 1200$  Pixel bei 60 Hz aus, in der Dual-Link-Variante mit zusätzlichen Kontakten  $2560 \times 1600$  Bildpunkte. Bei HDMI 1.4b ist bei  $2560 \times 1600$  Schluss. Die am PC als 4K (oder UHD für Ultra HD, vierfaches Full HD) bezeichnete Auflösung besteht aus  $3840 \times 2160$  Pixeln. Die gibt erst DisplayPort 1.2 mit 60 Hz aus, allerdings ohne HDR.

Mit HDR gelingt es den neueren Versionen HDMI 2.0b und DisplayPort 1.4, die bei allen Pascal-, Turing, Polaris- und

Vega-Karten zu finden sind. Via DisplayPort 1.4 befeuert man schnelle 4K-Displays für Gamer mit 120 Hz oder bindet über ein einzelnes Kabel ein 5K-Display ( $5120 \times 2880$ ) mit 60 Hz an; über zwei DisplayPorts mit je einer Strippe sind 8K drin ( $7680 \times 4320$ ). Mit der GeForce-RTX-2000-Serie ist bei Nvidia der USB-C-Anschluss hinzugekommen, der primär für VR-Headsets gedacht ist. Er dient aber auch als klassische Datendose mit 1 GByte/s Übertragungsgeschwindigkeit, gibt ein DisplayPort-1.4-Signal aus und versorgt angeschlossene Geräte mit bis zu 27 Watt.

Ein moderner Anschluss ist auch Voraussetzung für die dynamische Bildsynchrosynchronisierung, bei der die Grafikkarte dem Monitor die Bildwiederholrate vorgibt. Dadurch wirken Spiele selbst bei 30 oder 45 fps (frames per second, Bilder pro Sekunde) beinahe so flüssig wie mit 60 fps. Schnelle Displays gehen sogar bis 144 Hz mit, was der Bildschärfe in Bewegungen zugute kommt: Gegner sind im Shooter nicht verwaschen, das Zielen fällt leichter. Bei Nvidia heißt diese Technik G-Sync und setzt DisplayPort 1.2 voraus, AMDs FreeSync (angelehnt an den VESA-Standard Adaptive Sync) funktioniert auch über HDMI. Die überarbeiteten Versionen FreeSync 2 und G-Sync HDR beherrschen zusätzlich die Wiedergabe von HDR-Inhalten. Dazu benötigen sie aber die höhere Bandbreite von DisplayPort 1.4 oder HDMI 2.0b. Ärgerlicherweise sind diese beiden Sync-Standards zueinander inkompatibel. Die Grafikkarte diktiert also möglicherweise die Wahl des Monitors.



E-Sports-Titel wie Dota 2 laufen in Full HD schon auf einer 80-Euro-Grafikkarte wie der GeForce GT 1030 flüssig.



Die GeForce GTX 1050 packt moderne Spiele in Full HD und mit hoher Detailstufe.

## Videofähigkeiten

Moderne GPUs entlasten den Hauptprozessor bei der Videowiedergabe, indem sie den Datenstrom dekodieren. Schon ältere Generationen entschlüsseln MPEG-2, DivX, AVC/H.264 und Microsofts VC-1 quasi nebenbei. Ab AMDs 400er-Serie und der Vega-Generation sowie Nvidias GTX-1000-Reihe sind auch die anspruchsvolleren Formate H.265/HEVC und VP9 durchgängig an Bord und können mit Hochkontrastinhalten (High Definition Range, HDR) umgehen. Den li-

zenzfreien VP9-Nachfolger und H.265-Konkurrenten AV1 werden erst GPUs verarbeiten können, die ab 2020 erscheinen.

Für Spieler und Streamer interessant sind die Video-Encoder-Blöcke, die AMD und Nvidia ihren GPUs einpflanzen. Sie schneiden das Spielgeschehen mit, und zwar bis 4K mit 60 Hz. Nvidia kodiert im H.264-Format, AMD alternativ auch im effizienteren H.265.

## Netflix 4K und HDR

Seit vergangenem Jahr bietet der Streaming-Dienst Netflix einige Inhalte auch in 4K und HDR an. Voraussetzung dafür ist, dass Windows 10 mindestens auf dem Release-Stand 1709 (Fall Creators Update) ist, Grafikkarte und -treiber Microsofts DRM-System PlayReady-3.0 unterstützen und der Monitor den Kopierschutz HDCP 2.2 beherrscht.

Nvidia erfüllt die Voraussetzungen ab der GeForce GTX 1050 mit 3 GByte, die Variante mit weniger Speicher bleibt außen vor. Bei AMD kommen seit der Treiberversion Radeon Crimson 18.4.1 alle Polaris- und Vega-Grafikkarten mit mindestens 4 GByte Speicher infrage. Selbst einfache Intel-Prozessorgrafik der Kaby-Lake- oder Coffee-Lake-CPUs darf 4K-Streams empfangen. Netflix' Hauptkonkurrent Amazon Prime Video bietet zwar ebenfalls 4K-Inhalte an, erlaubt die Wiedergabe aber nur auf bestimmten 4K-Fernsehern und Streaming-Geräten, nicht

aber an Notebook und PC. YouTube macht bei seinen HDR-Videos keine Beschränkungen.

Die Auswahl an Spielen, die HDR nutzen, ist nach wie vor klein, wächst aber stetig. Aus der aktuellen Generation zählen unter anderem Battlefield V, Shadow of the Tomb Raider und Assassin's Creed: Odyssey dazu. Gleichzeitig unterstützen immer mehr Displays die HDR-Ausgabe, wobei es am PC inzwischen zwei Standards gibt. Für den Gamer sind sie aber austauschbar, beide funktionieren gleichermaßen. Der erste heißt HDR10, der zweite stammt vom Standardisierungsgremium VESA, nennt sich DisplayHDR und umfasst die drei Stufen 400, 600 und 1000. Sie definieren nicht nur die maximal erreichte (Spitzen-)Helligkeit, sondern auch andere Faktoren wie die Farbtiefe. HDR-fähige Monitore gibt es inzwischen ab rund 400 Euro.

## Speicherfragen

Die Speicherausstattung kann bei der Performance eine entscheidende Rolle spielen: Geht der Karte das RAM aus, sackt die Bildrate merklich ab – schlimmstenfalls ruckelt das Spiel. Für Full HD mit reduzierten Details reichen 2 GByte, mit allen Gimmicks sollten es mindestens 4 GByte sein. Ab WQHD sind 8 GByte ratsam, auch mit Blick auf die Zukunft. Die 11 GByte einer GeForce GTX 1080 Ti oder RTX 2080 Ti braucht man derzeit hingegen nur, wenn ein sehr detailliertes 4K-Texturpack zum Einsatz kommt.

Auch die Speicherbandbreite spielt eine Rolle. So wird eine Karte mit 2 GByte an einem 128-Bit-Interface das Schwestermodell mit 4 GByte an 96 Bit abhängen, solange der Speicher ausreicht. Dieser Effekt zeigt sich etwa bei der GeForce GTX 1050 mit 3 GByte: Obwohl sie ein Drittel mehr Recheneinheiten nutzt als die Version mit 2 GByte, ist sie nur dann schneller, wenn Speichergröße wichtiger als Speicherdurchsatz ist. Kurz gesagt: Speicher und -anbindung sollten zur Leistungsklasse der GPU passen.

## Karten unter 100 Euro

Schon Karten für weniger als 100 Euro haben zwei bis drei digitale Signalausgänge, von denen mindestens einer 4K mit 60 Hz ausgeben kann. Dazu kommen Hardware-Unterstützung für alle aktuellen Video-Codecs sowie Direct3D 12. Die Karten liefern genug 3D-Leistung für Spiele in Full HD, etwa die E-Sports-Titel

## Klassifikation aktueller AMD- und Nvidia-Grafikkarten

	Einstiger	Mittelklasse	Performance	High-End
Anzahl Shader-Rechenkerne	bis 512	bis 2048	bis 3584	bis 4352
Rechenleistung	bis 1,2 TFLOPS	bis 4 TFLOPS	bis 10,5 TFLOPS	bis 14,2 TFLOPS
Speicher-Interface	64 Bit - 128 Bit	bis 256 Bit	bis 4096 Bit	bis 2048 Bit
sinnvolle Speichergröße	2 GByte	4 GByte	8 GByte	8 bis 12 GByte
sinnvolle Antialiasing-Einst. bei Full HD	–	FXAA, MLAA	vierfach	vier-/achtfach oder Supersampling
sinnvolle anisotrope Filterung	–	sechzehnfach	sechzehnfach	sechzehnfach
flüssiges Spielen auf 4K-Displays	–	–	mit verminderter Detailstufe	ja
typische 3D-Leistungsaufnahme	30 bis 50 Watt	60 bis 180 Watt	130 bis 270 Watt	180 bis 300 Watt
AMD-Grafikchips	Radeon RX 550	Radeon RX 460, Radeon RX 560D, Radeon RX 560	Radeon RX 470/480, Radeon RX 570/580, Radeon RX Vega 56	Radeon RX Vega 64
Nvidia-Grafikchips	GeForce GT 1030 (GDDR5)	GeForce GTX 1050 (2 GB), GeForce GTX 1050 (3 GB), GeForce GTX 1070 Ti	GeForce GTX 1060 (3 GB), GeForce GTX 1060 (6 GB), GeForce GTX 1070, GeForce GTX 1070 Ti	GeForce GTX 1080, GeForce GTX 1080 Ti, GeForce RTX 2070, GeForce RTX 2080, GeForce RTX 2080 Ti
empfohlenes Netzteil	300 Watt	300 bis 450 Watt	450 bis 650 Watt	mindestens 500 Watt
Preisbereich	70 bis 100 €	100 bis 200 €	200 bis 430 €	500 bis 1500+ €
✓ vorhanden – nicht vorhanden				

Dota 2, Fortnite und Overwatch, aber auch den MMORPG-Klassiker World of Warcraft. Weil die Karten ziemlich sparsam sind, muss der Lüfter nicht viel arbeiten und bleibt in der Regel flüsterleise.

Ab 80 Euro findet man Nvidias GeForce GT 1030 mit dem sparsamen Pascal-Grafikchip GP108. Der gibt sich im Leerlauf mit nur 5 Watt zufrieden und lässt sich auch passiv und lautlos kühlen. Die lüfterlose Gigabyte GeForce GT 1030 Silent Low Profile 2G bringt einen DVI- und einen HDMI-Ausgang mit. Wer einen DisplayPort braucht, muss einen kleinen Lüfter in Kauf nehmen und wählt die ASUS GeForce GT 1030 low profile. In jedem Fall sollte man darauf achten, dass die Karte GDDR5-RAM nutzt. Die Varianten mit DDR4-RAM erzielen nur halb so viel 3D-Performance.

Knapp unter die 100-Euro-Marke schiebt sich noch AMDs Radeon RX 550, die etwa 20 Prozent mehr Spieleleistung liefert und drei digitale Anschlüsse mitbringt. Allerdings fordert sie unter Last mit 50 Watt mehr Leistung vom Netzteil als die GT 1030 (30 Watt). In Spielen akustisch unauffällig blieb beispielsweise die Gigabyte Radeon RX 550 D5 2G. Varianten mit 4 GByte kosten 20 Euro mehr.

## Karten ab 100 Euro

Im Preisbereich ab 100 Euro kann man in Full HD mit hoher Detailstufe flüssig spielen. Dazu reicht Nvidias GeForce GTX 1050, die im 3DMark Firestrike auf gut 6400 Punkte kommt. Es gibt sie mit 2 oder 3 GByte Speicher, doch beide haben ihren Pferdefuß: Bei der einen wird möglicherweise das Grafik-RAM knapp, die andere bindet den größeren Speicher nicht mit 128, sondern nur mit 96 Datenleitungen an, sodass der Vorteil ihrer zusätzlichen Shader-Einheiten verpufft. Immerhin gibt sie aber 4K- und HDR-Videos von Netflix wieder.

Bei der Kantenglättung sollte man sich mit der GTX 1050 auf die schnelleren Methoden FXAA und MLAA beschränken, für anspruchsvolleres Multisampling-Antialiasing (MSAA) fehlen ihr bei neuen Spielen die Reserven. Auch Post-Processing, Ambient Occlusion und Bewegungsunschärfe bringen die GPU an ihre Grenzen. Wer auf das eine oder andere optische Schmankerl verzichtet, kommt mit dieser Karte recht weit. Empfehlenswerte Modelle liegen bei rund 130 Euro, etwa die Gigabyte GV-N1050D5-2GD. Für flache HTPCs eignet sich die Low-

Profile-Karte MSI GeForce GTX 1050 2GT LP.

Für alle bisher genannten Karten reicht ein 300-Watt-Netzteil. Manche werksübertaktete Versionen brauchen einen sechspoligen Stecker, der aber so manchem älteren Netzteil fehlt.

Ein Preis-Leistungs-Kracher ist aktuell die Radeon RX 570, die es ab etwa 175 Euro gibt, und zwar zum Teil schon mit 8 GByte. Die leise Sapphire Nitro+ Radeon RX 570 4GD5 mit 4 GByte findet man ab knapp 190 Euro. In puncto 3D-Leistung spielt sie bereits eine Klasse höher als die GeForce GTX 1050 Ti und wird mit ihrem Firestrike-Wert von 11.643 bereits einer GeForce GTX 1060 mit 6 GByte gefährlich.

Ihre 3D-Power reicht somit, um Spiele in Full HD mit maximaler Detailstufe flüssig darzustellen und auch für das eine oder andere Spiel in WQHD (2560 × 1440), wenngleich nicht immer mit maximaler Detail- oder Effektstufe. Im Leerlauf schluckt die Karte etwa 12 Watt, unter Last bis zu 150 Watt. AMD empfiehlt ein 450-Watt-Netzteil, das für werksübertaktete Karten einen sechs- und einen achtpoligen Stromstecker mitbringt.

## Karten ab 200 Euro

Durch die aktuellen Preisverschiebungen im Bereich ab 200 Euro kommt nach der Radeon RX 570 erst einmal eine Weile nichts. Die nächste interessante Karte ist die Radeon RX 580 mit 8 GByte, die etwa 10 Prozent schneller ist (Firestrike: zirka 13.000 Punkte). Dank gereifter Treiber liegt sie inzwischen meist mindestens gleichauf mit einer GeForce GTX 1060 6 GByte (Firestrike: rund 11.800 Punkte). Die günstigsten Modelle starten bei 220 Euro, besonders leise Karten wie die PowerColor Radeon RX 580 Red Devil oder die Sapphire Nitro+ Radeon RX 580 8GD5 gibt es ab 270 Euro. Das Netzteil sollte einen sechs- und einen achtpoligen PCIe-Stecker haben und laut Hersteller 650 Watt leisten.

Für eine GeForce GTX 1060 6 GByte spricht bei ähnlichem Preis die höhere Effizienz, etwa bei der MSI GeForce GTX 1060 Gaming X 6G. Denn während die Radeon RX 580 unter Last knapp 200 Watt fordert, begnügt sich die Nvidia-Karte mit etwa 120 Watt und bleibt unhörbar.

## Karten ab 400 Euro

Wer in WQHD mit vollen Details bei mindestens 60 fps spielen oder einen 144-Hz-fähigen Full-HD-Monitor mit FreeSync

oder G-Sync mit hohen Bildraten ansteuern will, muss tiefer in die Tasche greifen.

Für 400 Euro bekommt man erste Grafikkarten aus AMDs Vega-56-Reihe, etwa die flüsterleise PowerColor Radeon RX Vega 56 Red Dragon. Im per Schiebeschalter verordneten Quiet-Mode blieb sie im Test selbst unter 3D-Last mit 0,2 Sone unhörbar. Wie alle Vega-Karten ist sie allerdings recht stromdurstig und gönnt sich in Spielen bis zu 220 Watt – empfohlene Netzteilgröße: 650 Watt. Außerdem sind die Vegas recht lang und passen damit nicht in jedes Gehäuse.

Ähnlich leistungsfähige Alternativen für ein Mini-ITX-System gibt es als GeForce GTX 1070. Die Kompaktkarten MSI GeForce GTX 1070 Aero ITX 8G OC und Gigabyte GeForce GTX 1070 Mini ITX OC führt der Online-Preisvergleich ab 400 und 430 Euro auf. Sie sind mit 180 Watt sparsamer als eine Vega-56-Karte, aber unter Last nicht so leise. Im Leerlauf schalten hingegen auch sie ihre Lüfter aus.

Für 4K mit allen Schikanen fehlen Vega 56 und GTX 1070 die Reserven – in anspruchsvollen Spielen kommen sie mit aktivierter Kantenglättung und voller Detailstufe nur auf 30 bis 40 fps, was für Strategiespiele reicht, nicht jedoch für Shooter oder Rennspiele.

Den nächsten klaren Performance-Schritt gibt es erst ab 500 Euro. Hier tummeln sich die GeForce GTX 1080 und deren Quasi-Nachfolgerin GeForce RTX 2070 (siehe S. 42). Beide sind rund 20 Prozent schneller als die Vega 56 und



AMDs Radeon RX Vega 56 liefert genug 3D-Power für WQHD (2560 × 1440 Pixel) mit allen Reglern am Anschlag.



Mehr Render- und Rechenleistung als die GeForce RTX 2080 Ti bietet keine andere Consumer-Karte. Auch der Preis ist mit mindestens 1300 Euro rekordverdächtig.

taugen bereits für flüssiges Spielen auf mehreren Full-HD-Monitoren oder in 4K mit mindestens 60 fps. Das gilt allerdings nur, wenn man auf die Kantenglättung verzichtet, einen genügsamen AA-Modus oder statt der besten nur die zweithöchste Detailstufe wählt.

Die GeForce GTX 1080 ist aktuell noch die billigere Wahl: Karten mit einfachen, aber unter Last brummigen Kühlern gibt es ab 500 Euro. Leisere Modelle wie die Gainward GeForce GTX 1080 Phoenix oder MSIs GeForce GTX 1080 Gaming 8G kosten 20 bis 40 Euro mehr. Bei werksübertakteten Modellen reicht die Preisspanne bis über 700 Euro. Zotac und Gigabyte haben auch Karten für Mini-ITX-Systeme im Angebot.

Zum Redaktionsschluss war die GeForce RTX 2070 noch schlecht verfügbar und teurer – selbst die günstigsten lagerten Modelle kosteten mindestens 520 Euro. Bei ähnlichem Preis wie die GTX 1080 ist sie aber die zukunftssicherere Wahl. Auch wenn der 3DMark-Wert von etwa 20.500 Punkten etwas anderes suggeriert, liegt ihre Spieleleistung zwischen der GeForce GTX 1080 und der 1080 Ti.

In ihrer TU106-GPU aus der Turing-Generation stecken einige Neuheiten in Form von RT- und Tensor-Cores. Erstere sollen Raytracing-Effekte wie weiche Schatten, realitätsnahe Reflexionen oder Farbmischungen bei sich überlagernden

Lichtquellen in Spielen beschleunigen. Letztere liefern in KI-Anwendungen wie Machine-Learning eine enorme Rechenleistung. Nvidia will sie für den neuen Kantenglättungsmodus DLSS (Deep Learning Supersampling) einspannen. Noch ist das alles Zukunftsmusik und es bleibt schwer einzuschätzen, was für eine Rolle den neuen Recheneinheiten in Spielen zukünftig zukommt. Neu ist auch der erwähnte USB-C-Anschluss.

### Karten ab 700 Euro

Bei 700 Euro beginnt nicht nur preislich die Königsklasse. De facto löst die GeForce RTX 2080 die GeForce GTX 1080 Ti ab und bietet zum gleichen Preis etwas mehr Performance bei geringerem Stromverbrauch. Ihre durchschnittliche Leistungsaufnahme liegt bei etwa 240 Watt, aufgrund kurzzeitiger Spitzen bis 400 Watt ist ein 650-Watt-Netzteil Pflicht, am besten mit zwei achtpoligen PCIe-Stromsteckern.

Die RTX 2080 liefert genug Performance für WQHD mit allen Reglern am Anschlag inklusive Antialiasing mit über 100 fps. Bei 4K reicht es in modernen Titeln noch für 50 bis 80 fps. Einfache Modelle findet man ab rund 760 Euro, die relativ kurze und unter Last mit 1,4 Sone noch erträglich laute MSI GeForce RTX 2080 Ventus 8G OC kostete zum Redaktionsschluss etwa 80 Euro mehr. Schneller und selbst unter Last quasi unhörbar ist die Asus ROG Strix GeForce RTX 2080 OC- mit 970 Euro aber auch selbstbewusst ausgepreist.

Höchste 3D-Performance, die für 4K mit voller Detailstufe, allen Effekten und Kantenglättung bei mindestens 60 fps genügt, gibt es bei der GeForce RTX 2080 Ti. Auf ihr rechnet die vorerst größte Ausbaustufe der Turing-Generation in Form der TU102-GPU mit 4352 Shader-Kernen, 68 Raytracing- und 544 Tensor-Cores. Sie stellt nicht nur bei der 3D-Leistung alle anderen Consumer-Karten in den Schatten, auch die Machine-Learning-Performance lässt bisherige Rechenboliden wie die Titan V alt aussehen. Die Netzteilempfehlung lautet ebenfalls auf 650 Watt.

Preislich geht Nvidia in die Vollen: Kein Händler führte die Karte zum Redaktionsschluss unter 1200 Euro, verfügbar waren gar nur Modelle für mindestens 1350 Euro. Im Test machte die Gigabyte GeForce RTX 2080 Ti eine gute Figur und drängte sich beim Spielen mit 1,2 Sone akustisch nicht besonders auf. Quasi laut-

los arbeitete die Asus ROG Strix GeForce RTX 2080 Ti OC im per Schieber aktivierten Quiet-Mode. Wenn man sie findet, kosten diese Karten etwa 1300 respektive 1400 Euro.

Noch mehr Leistung erhält man nur, indem man zwei Karten zusammenschaltet. Das gelingt nur noch bei Nvidia. In der Pascal-Generation lassen sich ab der GeForce GTX 1070 zwei Exemplare via Steckbrücke zu einem SLI-Verbund kombinieren. In der Turing-Familie heißt die Verbindung NVLink, benötigt eine andere, 85 Euro teure Brücke und ist nur auf der GeForce RTX 2080 und 2080 Ti vorhanden. Je nach Spiel bringt die Verdoppelung der Hardware bis zu 70 Prozent Mehrleistung – manchmal sackt die Leistung stattdessen aber auch ab. Liefert Nvidia kein SLI-Profil für ein Spiel, kann es auch zu Problemen kommen.

### Ausblick

Nach dem Start der Turing-Generation sind bei Nvidia für den Rest des Jahres keine weiteren Neuerscheinungen zu erwarten. Um das GeForce-Portfolio zu vervollständigen, fehlt in der Spitzenklasse noch eine hypothetische Titan-Karte mit TU102-Chip im Vollausbau, also mit 4608 Shader-Cores und möglicherweise mehr Speicher. Gerüchteweise sollen die günstigeren Mainstream- und Performance-Karten im Frühjahr 2019 folgen – dann als GeForce GTX 2050 und GTX 2060. Das RTX-Präfix bekommen sie nicht, weil sie keine RT-Cores mitbringen werden. Mehr gibt die Glaskugel derzeit nicht her.

Bei AMD bahnt sich eine kleine Auffrischung innerhalb der Polaris-Familie an. Polaris 30 soll in 12 statt 14 nm gefertigt werden und vermutlich als Radeon RX 590 auf den Markt kommen. Ob dies mit höherem Takt, geringerer Leistungsaufnahme oder beidem einhergeht, steht noch in den Sternen. Vega soll hingegen einen Die-Shrink auf 7 nm bekommen, und zwar noch 2018. Allerdings ist dieser wohl Vega 20 genannte Chip nur für das HPC-Segment vorgesehen, also die Radeon-Instinct-Rechenkarten für Server. Dennoch hält sich hartnäckig das Gerücht, es könnte im Frühjahr 2019 auch ein geschrumpfter Gaming-Vega dabei herauspringen. Die Navi-Generation soll dann im Sommer 2019 Polaris im Mainstream-Segment beerben. Im High-End-Bereich hat man Nvidia vorerst nichts entgegenzusetzen. (bkr@ct.de) **ct**

## 3D-Performance von Grafikkarten im Vergleich

Grafikkarte	Shader-Kerne	Speichermenge / -art / -anbindung [Bit]	DirectX	Architektur	4K HEVC / DP 1.4 / HDMI 2.0	3DMark Firestrike [Punkte] besser ►	Leistungsaufnahme Leerlauf / 3D [Watt]	3DMark pro Euro	Preis ab zirka [Euro]
<b>Spiele auf 4K-Displays</b>									
Nvidia GeForce RTX 2080Ti	4352	11 GByte / GDDR6 / 352	12_1	Turing	✓ / ✓ / ✓	26269	13 / 250	20,2	1300
Nvidia GeForce GTX 1080Ti	3584	11 GByte / GDDR5X / 352	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	23814	9 / 231	30,5	780
Nvidia Titan X (Pascal)	3584	12 GByte / GDDR5X / 384	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	23215	13 / 246	—	n. v.
Nvidia GeForce RTX 2080	2944	8 GByte / GDDR6 / 256	12_1	Turing	✓ / ✓ / ✓	22939	11,5 / 235	28,7	800
Nvidia GeForce GTX 1080	2560	8 GByte / GDDR5X / 256	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	20679	10 / 179	41,4	500
Nvidia GeForce RTX 2070	2304	8 GByte / GDDR6 / 256	12_1	Turing	✓ / ✓ / ✓	20384	11 / 185	39,2	520
AMD Radeon RX Vega 64	4096	8 GByte / HBM2 / 2048	12_1	GCN 5 (Vega 10)	✓ / ✓ / ✓	19629	13 / 284	40,5	485
<b>Spiele in VR und WQHD (2560 × 1440)</b>									
Nvidia GeForce GTX 1070 Ti	2432	8 GByte / GDDR5 / 256	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	17502	11 / 165	40,7	430
AMD Radeon Vega 56	3584	8 GByte / HBM2 / 2048	12_1	GCN 5 (Vega 10)	✓ / ✓ / ✓	17026	12 / 213	42,6	400
Nvidia GeForce GTX 1070	1920	8 GByte / GDDR5 / 256	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	16913	11 / 180	42,3	400
Radeon RX Vega 56 Nano	3584	8 GByte / HBM2 / 2048	12_1	GCN 5 (Vega 10)	✓ / ✓ / ✓	16610	13 / 141	—	n. v.
Nvidia GeForce GTX Titan X	3072	12 GByte / GDDR5 / 384	12_1	Maxwell 2.0	— / — / —	16083	13 / 246	—	n. v.
Radeon R9 Fury X	4096	4 GByte / HBM / 4096	12_0	GCN 3 (Fiji)	— / — / —	15330	20 / 273	—	n. v.
AMD Radeon RX 580	2304	8 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 20)	✓ / ✓ / ✓	12998	12 / 198	59,1	220
AMD Radeon R9 390X	2816	4 GByte / GDDR5 / 512	12_0	GCN 2 (Hawaii)	— / — / —	12759	11 / 287	—	n. v.
Nvidia GeForce GTX 980	2048	4 GByte / GDDR5 / 256	12_1	Maxwell 2.0	— / — / —	12533	11 / 173	—	n. v.
AMD Radeon RX 480 (8 GB)	2304	8 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 10)	✓ / ✓ / ✓	12479	16 / 156	—	n. v.
AMD Radeon RX 570 (8 GB)	2048	8 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 20)	✓ / ✓ / ✓	11912	14 / 190	68,1	175
Nvidia GeForce GTX 1060 (6 GB)	1280	6 GByte / GDDR5 / 192	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	11725	5 / 117	46,9	250
AMD Radeon RX 570	2048	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 20)	✓ / ✓ / ✓	11643	12 / 150	66,5	175
AMD Radeon RX 470 (8 GB)	2048	8 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 10)	✓ / ✓ / ✓	11540	14 / 185	—	n. v.
Nvidia GeForce GTX 1060 (3 GB)	1152	4 GByte / GDDR5 / 192	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	11312	9 / 132	53,9	210
AMD Radeon RX 470	2048	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 10)	✓ / ✓ / ✓	10592	13 / 134	—	n. v.
Nvidia GeForce GTX 970	1664	4 GByte / GDDR5 / 256	12_1	Maxwell 2.0	— / — / —	9896	12 / 153	—	n. v.
<b>Spiele in Full HD (1920 × 1080)</b>									
AMD Radeon R9 380X	2048	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 3 (Tonga)	— / — / —	8889	14 / 178	—	n. v.
IGP: AMD Radeon RX Vega M <sup>1</sup>	1536	4 GByte / HBM2 / 1024	12_1	GCN 5 (RX Vega M GH)	✓ / ✓ / ✓	8492	—	—	n. v.
AMD Radeon R9 380	1792	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 3 (Tonga)	— / — / —	8334	15 / 165	—	n. v.
Nvidia GeForce GTX 1050Ti	768	4 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	7184	4 / 51	46,3	155
Nvidia GeForce GTX 960	1024	2 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Maxwell 2.0	✓ / ✓ / ✓	6979	9 / 118	—	n. v.
Nvidia GeForce GTX 960 (4 GB)	1024	4 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Maxwell 2.0	✓ / ✓ / ✓	6752	10 / 115	—	n. v.
Nvidia GeForce GTX 1050	640	2 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	6429	4 / 60	51,4	125
AMD Radeon RX 560	1024	4 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 21)	✓ / ✓ / ✓	6175	4 / 95	44,1	140
Nvidia GeForce GTX 950	768	2 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Maxwell 2.0	✓ / ✓ / ✓	6167	9 / 103	—	n. v.
Nvidia GeForce GTX 1050 (3 GB)	768	3 GByte / GDDR5 / 96	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	5962	6 / 68	42,6	140
AMD Radeon R7 370	1024	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 3 (Tonga)	— / — / —	5837	9 / 116	—	n. v.
AMD Radeon RX 460 (4 GB)	896	4 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 11)	✓ / ✓ / ✓	5829	8 / 89	—	n. v.
AMD Radeon RX 560D	896	4 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 21)	✓ / ✓ / ✓	5444	8 / 72	49,5	110
AMD Radeon RX 460	896	2 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 11)	✓ / ✓ / ✓	5323	12,5 / 65	—	n. v.
<b>Office, Internet, HD-Video, 3D-Spiele mit verringertem Detailgrad</b>									
AMD Radeon RX 550 (4 GB)	512	4 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 12)	✓ / ✓ / ✓	4092	6 / 55	34,1	120
AMD Radeon RX 550	512	2 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 12)	✓ / ✓ / ✓	4062	6 / 53	44,2	92
Nvidia GeForce GT 1030 (GDDR5)	384	2 GByte / GDDR5 / 64	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	3355	3 / 29	41,9	80
IGP: AMD Radeon Vega 11 <sup>2</sup>	704	— / DDR4 / 128	12_1	GCN 5 (Vega 11)	✓ / ✓ / ✓ <sup>9</sup>	2998	—	21,4	140
IGP: AMD Radeon Vega 8 <sup>3</sup>	512	— / DDR4 / 128	12_1	GCN 5 (Vega 8)	✓ / ✓ / ✓ <sup>9</sup>	2564	—	25,6	100
IGP: Intel Iris Pro 6200 <sup>4</sup>	24	— / DDR4 / 128	11_1	Broadwell	✓ / — / — <sup>9</sup>	1792	—	—	n. v.
Nvidia GeForce GT 1030 (DDR4)	384	4 GByte / DDR4 / 64	12_1	Pascal	✓ / ✓ / ✓	1534	4,6 / 22	20,5	75
IGP: Intel UHD Graphics 630 <sup>5</sup>	24	— / DDR4 / 128	12_0	Coffee Lake	✓ / — / — <sup>9</sup>	1359	—	3,2	430
IGP: AMD Radeon Vega 3 <sup>6</sup>	192	— / DDR4 / 128	12_1	GCN 5 (Vega 3)	✓ / ✓ / ✓	1280	—	23,3	55
IGP: Intel UHD Graphics 530 <sup>7</sup>	24	— / DDR4 / 128	12_0	Skylake	✓ / — / — <sup>9</sup>	1037	—	3,3	310
IGP: Intel HD 4600 <sup>8</sup>	20	— / DDR4 / 128	11_1	Haswell	— / — / —	727	—	—	n. v.

gemessen unter Windows 10 (1803) auf Intel Core i8-8700K, 32 GByte RAM, VSync aus

n. v. nicht vorhanden

<sup>1</sup> Intel Core i7-8809G    <sup>2</sup> im Ryzen 2400G    <sup>3</sup> im Ryzen 2200G    <sup>4</sup> im Core i7-5775C    <sup>5</sup> im Core i7-8700K    <sup>6</sup> im Athlon 200 GE    <sup>7</sup> im Core i7-6700K    <sup>8</sup> im Core i5-4430    <sup>9</sup> abhängig vom Mainboard



# Arbeitsbeschleuniger

## Der richtige Grafikprozessor für Bürocomputer und Workstations

**Die einfache integrierte Prozessorgrafik ist besser als ihr Ruf: Sie bringt ein hoch aufgelöstes Bild auf einen oder mehrere Bildschirme und dekodiert moderne Videoformate. Bei Workstations gelten andere Anforderungen, die erst dedizierte Grafikkarten erfüllen.**

**Von Benjamin Kraft**

**D**ie Zeiten, in denen eine Grafikkarte am Arbeitsplatz nur das Bild auf den Monitor brachte, sind lange vorbei. Die Fülle völlig unterschiedlicher Funktionen erschwert die Auswahl des passenden Modells. Dieser Weg-

weiser zeigt, was bei Büro-PC, Workstation und Server wichtig ist.

### Im Büro: Integrierte GPU oder Steckkarte?

In Bürocomputern dominieren Grafikprozessoren, die direkt in die CPU integriert sind, sogenannte IGPs (Integrated Graphics Processor). Bei Intel stecken sie in allen Mainstream-Desktop-CPUs, nur die Vielkern-Modelle der HEDT-Serie (High-End Desktop), die eigentlich von der Xeon-Familie für Server abstammen, verkauft die Firma grafiklos. AMD gibt die Prozessorgrafik nur bestimmten, vor allem günstigen Produktreihen mit: den älteren A-Modellen sowie den aktuellen Ryzen-G- und Athlon-GE-Prozessoren. Dass in Office-PCs oft allein die Prozessorgrafik zum Einsatz kommt, hat gute

Gründe: Sie ist billig, leise und für Alltagsaufgaben völlig ausreichend.

Überhaupt leisten IGPs erstaunlich viel: So übernehmen sie beispielsweise die Aufbereitung der grafischen Oberfläche des Betriebssystems, und moderne Browser fühlen sich nicht zuletzt deshalb so flott an, weil sie die Beschleunigungsfunktionen der GPU nutzen.

Seit der HD-Graphics-4000-Serie, die in den Prozessoren der Core-i-4000-Generation (Haswell) steckt, können Intels integrierte GPUs 4K ( $3840 \times 2160$  Pixel) mit augenschonenden 60 Hz ausgeben. Bei AMD gelingt das seit den APUs der Ax-7000-Familie (Kaveri). Voraussetzung bei beiden: Das Mainboard besitzt einen DisplayPort der Generation 1.2 oder einen HDMI-2.0-Ausgang. Letzteren findet man an Hauptplatinen für AMDs

Ryzen-GPUs, im Intel-Lager sind sie hingegen selten, weil auch aktuelle Intel-iGPUs noch nicht HDMI 2.0 beherrschen. Deshalb müssen die Hersteller einen zusätzlichen Chip auf die Platine löten. Mehr als 4K Auflösung schaffen integrierte Grafikeinheiten derzeit nicht.

GPUs entlasten außerdem die CPU-Kerne bei der Videowiedergabe, indem sie den Datenstrom dekodieren. Ältere Kompressionsverfahren wie DivX, H.264 und Microsofts VC-1 gehören schon lange zur Grundausrüstung. Anspruchsvollere Formate wie H.265 oder VP9 erfordern neuere Hardware. Bei AMD können APUs seit Carrizo oder Bristol-Ridge für Sockel FM2+ und AM4 diese Formate entschlüsseln; Intel baut die Fähigkeiten seit der Skylake-Generation (Core-i-6000) ein. Selbst die billigen Gemini-Lake-Modelle der Atom-Familie (Celeron N4100), die man in extrem günstigen Komplett-PCs findet, bringen 4K- und Video-Fertigkeiten mit [1]. Aktuelle Preis/Leistungs-Lieblinge für unter 80 Euro sind auf AMD-Seite der günstige Athlon 200GE [2], bei Intel der Pentium Gold G5400 – beide Einstiegsprozessoren besitzen zwei echte und zwei logische CPU-Kerne und bringen auf GPU-Seite alles mit, was man im Office braucht.

Wer die Grafikfähigkeiten seines ansonsten ausreichenden Arbeitsplatz-PCs aufmotzen will oder nur mehr Anschlüsse braucht, steckt eine Grafikkarte nach. Ein guter und sparsamer Allrounder fürs Büro bleibt die Nvidia GeForce GT 1030 [3], die es als passiv gekühlte und damit lautlose Version ab 75 Euro gibt. Zudem beherrscht sie alle aktuellen Video-Codecs. Den neuen lizenzenfreien Codec AV1, der als Nachfolger von VP9 und Konkurrent von H.265/HEVC positioniert wird, kann indes noch keine verfügbare Grafikkarte hardwarebeschleunigt wiedergeben. Das wird voraussichtlich erst GPUs gelingen, die ab 2020 erscheinen.

Die meisten Hersteller stattet ihre GeForce GT 1030 mit DVI und HDMI 2.0 aus. Weil DisplayPort 1.4 aus unserer Sicht zukunftssicherer ist, raten wir zum Kauf einer Karte mit diesem Signalausgang. An ihm gibt sie mit nur einem Kabel ein 5K-Signal mit 60 Hz aus. Doch Vorsicht: Einige ältere 5K-Displays nehmen Bildsignale nur über zwei parallel genutzte DisplayPorts entgegen, die keine Budget-Karte hat. Ob DDR4- oder der schnellere GDDR5-Speicher zum Einsatz kommt, ist für den Office-Einsatz hingegen unerheblich.



Schon der billige AMD Athlon 200 GE bringt alles mit, was der Büro-PC braucht.

Wer drei Signalausgänge braucht, kann zu AMDs Radeon RX 550 greifen. Sie liefert bei ansonsten gleichen Fähigkeiten mehr 3D-Performance, nimmt aber auch mehr Leistung auf. Eine lautlose, passiv gekühlte Version gibt es nicht.

### Workstation: Rendern, Rechnen, Retuschieren

Für den professionellen Einsatz bieten AMD und Nvidia spezielle Karten an, die hier Radeon Pro WX, da Quadro heißen. Die derzeit verfügbaren Modelle kosten bei AMD zwischen 110 und etwa 1800 Euro, Nvidia verlangt 120 bis über 10.000 Euro. Ihre Domäne: professionelle Fotobearbeitung in 10 Bit, Industriedesign per CAD und komplexe Berechnungen.

Das Besondere an den Workstation-Karten sind ihre Treiber: Sie sind für bestimmte Anwendungen zertifiziert, etwa AutoCAD, Solidworks, Siemens NX und PTC Creo. Durch sie leisten die Profi-

Modelle in diesen Anwendungen mehr als ihre Consumer-Varianten. Das zeigt sich beispielsweise bei der Darstellung von Drahtgittermodellen. Anwendungen wie der Pathtracer Luxmark oder professionelle Video-Encoder, die rein von der Shader-Performance abhängen, benötigen übrigens keine teure Karte – hier tut es auch ein günstigeres Modell aus dem Heimanwenderportfolio. Es kommt folglich auf die Software an, welche Karte man kaufen sollte.

Die Profi-Karten setzen grundsätzlich auf die gleiche Vega-, Polaris- oder Pascal-Architektur wie ihre Gamer-Gegenstücke. Sie bringen also auch deren Video-Encoder- und Decoder mit, die alle aktuellen Formate beherrschen und Inhalte in 10 Bit Farbtiefe und mit hohem Kontrastverhältnis (HDR) anzeigen können. Außerdem haben Sie moderne DisplayPort-1.4-Anschlüsse. Allerdings nutzen die Quadros oft eine andere Anzahl an Shader-Einheiten. Anders bei AMD, wo jede Radeon Pro WX auch ein Radeon-RX-Gegenstück besitzt.

Beim Preis-Leistungsverhältnis hat AMD auf den ersten Blick entlang der gesamten Produktlinie die Nase vorn; besonders extrem ist das bei den Spitzen-Quadros, die schon mal das Zweifache einer von den technischen Daten äquivalenten Radeon Pro kosten. Dabei liefern die AMD-Karten eine höhere theoretische Rechenleistung – erst recht bei doppelter Genauigkeit (FP64), denn Nvidia limitiert die FP64-Performance, um den Abstand zu den Spitzenmodellen der Quadro-, Titan- und Tesla-Familien zu wahren.

In OpenCL-Anwendungen spielen die AMD-Karten diesen Vorteil oft aus. Au-

### Für Photoshop und Video

In den allermeisten Fällen reicht die Prozessorgrafik für die Fotobearbeitung und den Videoschnitt, weil die CPU die meiste Arbeit stemmt. Zwar werben die Hersteller gern damit, ihre GPUs könnten bestimmte Funktionen um ein Vielfaches gegenüber der CPU beschleunigen, aber in Wahrheit handelt es sich um eher selten genutzte Filter.

Ähnlich sieht es beim Videoschnitt aus, denn die eingebauten Video-Encoder-Einheiten VCE (AMD), QuickSync (Intel) und NVENC (Nvidia) werden nur

von sehr wenigen Anwendungen unterstützt.

Wer Bilder in 10 Bit Farbtiefe bearbeiten will, muss hingegen eine teurere Profi-Karte kaufen: Zwar geben Radeons und GeForces via DisplayPort tatsächlich 10 Bit pro Farbkanal aus, doch muss das auch die Anwendung unterstützen. Photoshop tut das ausschließlich über den OpenGL-Pfad – und den passenden Treiber liefern Nvidia und AMD nur für die Quadros respektive die Radeon Pros mit.

ßerdem können sie anders als Nvidias Pascal-Karten parallel Grafikbeschleunigung und Berechnungen ausführen. In der CAD-Praxis bringt aber Nvidia mehr Leistung auf die Straße, wie der Workstation-Benchmark SPEC Viewperf [4] zeigt. Diesen Performance-Vorsprung will man mit den neuen Quadro-RTX-Modellen der Turing-Generation vergrößern, unter anderem durch den Einsatz von Tensor-Cores und Einheiten zur Raytracing-Beschleunigung. Allerdings sollen die neuen Karten bis zu 10.000 Euro kosten, etwa die Quadro RTX 8000 mit 48 GByte GDDR6-RAM. Dafür leistet sie über ihre Shader-Einheiten 16 TFLOPS und soll beim Raytracing 10 Gigarays pro Sekunde erzielen.

Auch an der Softwarefront kann Nvidia mit einem Trumpf aufwarten: der proprietären Programmierschnittstelle (API) CUDA für komplexe Berechnungen auf der GPU. Wer eigene Anwendungen entwickelt, findet bei Nvidia das bessere Rüstzeug und viel mehr Dokumentation als bei AMD. Zudem hat die Firma viel in Entwicklerbeziehungen investiert. Zwar setzt AMD mit OpenCL auf ein offenes API, unterstützt die Entwickler aber bei Weitem nicht so gut wie Nvidia bei CUDA. Beispielsweise liefert Nvidia viele hochoptimierte Bibliotheken, sodass man gleich loslegen kann, während es für OpenCL in einigen Fällen gar kein Gegenstück gibt – man müsste also bei null anfangen.

Weil schon die kleinsten Modelle der jeweiligen Profi-Produktfamilien Bilder mit 10 Bit pro Farbkanal ausgeben und damit besonders feine Farbverläufe zeichnen können, eignen sie sich für farbechte Fotobearbeitung an kalibrierbaren 10-Bit-Monitoren oder medizinische Bildgebungsverfahren.

Radeon Pro WX 4100 (270 Euro), WX 5100 (400 Euro) und Quadro P2000 (430 Euro) spielen etwa in derselben Leistungsklasse, mit leichtem Vorteil für AMD. In CAD-Benchmarks liegt die Nvidia-Karte allerdings mit der teureren AMD Radeon Pro WX 7100 (620 Euro) gleichauf, und beide halten einen gewissen Abstand zur Quadro P4000.

Bei den teureren Modellen steigt nicht nur der Preis, sondern auch der Speicheranbau. Sind es bei der Radeon Pro WX 8200 (1000 Euro) noch 8 GByte, haben die Quadro P5000 (1600 Euro) und Radeon Pro WX 9100 (1800 Euro) 16 GByte RAM an Bord, die P6000 (4700 Euro) 24 GByte. Damit sind gerade die



Nvidias Quadros P6000 bietet zu einem hohen Preis viel Rechenleistung, die sie vor allem in CUDA-Anwendungen voll ausschöpft.

Spitzenmodelle in Kombination mit ihrer hohen Rechenleistung für große Datens Mengen prädestiniert. Weitere Besonderheit: Alle vier können Speicherfehler per ECC entdecken und korrigieren.

Die knapp 9000 Euro teure Quadro GV100 hat sogar 32 GByte HBM2-Speicher an Bord, nutzt bereits die jüngere Volta-Architektur und enthält Tensor-Cores. Diese leisten bis zu 118,5 TFLOPS und beschleunigen KI-Anwendungen und maschinelles Lernen stark. Zudem halbiert sich ihre Performance bei Berechnungen in doppelter Genauigkeit (FP64) gegenüber einfacher Genauigkeit (FP32) nur von 14,8 auf 7,4 GFLOPS; die GeForce- und die kleineren Quadro-Karten schaffen bei FP64 nur ein Zweidrittel der FP32-Rechenleistung.

## Im Rechenzentrum: Rechnen und Lernen

Mehr noch als bei den Workstations kommt es bei Grafik- und Beschleunigerkarten für den Server-Einsatz auf den konkreten Einsatzzweck an. Die Anforderungen sind äußerst unterschiedlich. Eine allgemeine Empfehlung lässt sich damit kaum formulieren. So benötigen komplexe Berechnungen wie Wettersysteme eine hohe FP64-Leistung, die etwa Nvidias 9000 Euro teure Tesla V100 liefert. Auf dem Papier ist sie mit 14 GFLOPS via Shader und einer Tensor-Leistung von 112 TFLOPS etwas langsamer als die ähnlich teure Quadro GV100 mit gleicher GPU.

Dass sie mit einer Grafikkarte verwandt ist, erkennt man von außen nicht – als reine Beschleunigerkarte verfügt die Tesla V100 über keinerlei Signalausgänge.

Machine Learning (ML) hingegen setzt nicht unbedingt eine teure Karte voraus. Für viele Anwendungen genügt eine geringere Genauigkeit wie FP16 – und da sieht es für AMD gut aus, denn die Rechenleistung verdoppelt sich gegenüber FP32. Bleibt das Problem, dass die meisten ML-Anwendungen CUDA nutzen, sodass AMDs Performance-Vorteil theoretisch bleibt.

Bei Nvidias Quadros der Pascal-Generation ergibt sich hingegen kein solcher Geschwindigkeitsvorteil, wohl aber bei den Volta-Karten Quadro GV100 und Titan V [5] sowie den Modellen der neuen Serien Quadro und GeForce RTX 2000. Letztere sind immer noch günstiger als Titans oder Teslas. Allerdings verbieten Nvidias Nutzungsbedingungen den Einsatz von GeForce- und Titan-Grafikkarten im Rechenzentrum – das gilt übrigens auch für Anbieter von Spiele-Streaming-Diensten.

## Fazit

Bevor man eine neue Grafikkarte aussucht, sollten die Anforderungen feststehen. Die Software diktiert, welche Hardware überhaupt infrage kommt.

Wer nur Korrespondenz erledigt, im Web surft und Videos schaut, kommt gut mit einer halbwegs aktuellen IGP hin. Eine Workstation-Karte, die viel rechnen und rendern soll, braucht viele Shader-Einheiten – aber auch Anwendungen, die mit dem API laufen, das der GPU-Hersteller favorisiert. In der Hinsicht hat Nvidia mit CUDA einen massiven Vorteil. Im Server-Bereich gilt das umso mehr. AMD bietet das bessere Preis-Leistungsverhältnis, aber nur, wenn man mit OpenCL arbeitet oder die Shader-Einheiten sinnvoll einspannen kann. (bkr@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Streaming-Schreibmaschinen, Zwei Mini-PCs mit Celeron N4100 ab 200 Euro, c't 19/2018, S. 40
- [2] Carsten Spille, Wichtiger Lückenfüller, AMDs günstiger Zweikern-Prozessor Athlon 200GE, c't 22/2018, S. 48
- [3] Rudolf Opitz, Multimedia-Nachhilfe, Günstige Grafikkarten für 4K-Displays und Video, c't 15/17, S. 146
- [4] Martin Fischer, Profis für alle Fälle, Workstation-Grafikkarten von AMD und Nvidia, c't 6/2017, S. 142
- [5] Martin Fischer, Pina Merkert, Volles Rohr, Allesköninger-Grafikkarte Nvidia Titan V, c't 9/2018, S. 92

Anzeige

# Schritt für Schritt

## Grafikkarten für Linux-Nutzer

**Keiner der gängigen Grafiktreiber für Linux kann alle Wünsche erfüllen, daher sollten Sie beim Grafikkartenkauf auch die Eigenschaften der Treiber bedenken.**

Von Thorsten Leemhuis

**B**ei den meisten PCs brauchen sich Linuxer um die Grafiktreiber nicht sonderlich zu sorgen, denn die werden bei der Installation bereits eingerichtet. Bei AMD- und Intel-GPUs sind das sogar oft die besten Treiber. Probleme lauern aber auch hier.

Viele essenzielle Grundlagen zum Thema „Grafikkarten und Linux“ hat bereits ein im Herbst 2017 erschienener c’t-Artikel umrissen [1]. Eine aktualisierte Fassung dieses Textes haben wir zum Erscheinen dieser c’t online gestellt (siehe ct.de/yute), denn viel des damals Erläuterten gilt nach wie vor. Gerade zu den in Intel-CPUs verbauten und vergleichsweise schwachen Grafikprozessoren gibt es wenig Neues zu berichten: Dank einer recht ordentlichen Familie von quelloffenen Grafiktreibern eignen sich diese GPUs nach wie vor gut für viele Einsatzbereiche.

### AMD: macht sich

Die quoöffene und von AMD selbst vorangetriebene Treiberfamilie „Amdgpu“ arbeitet mittlerweile ähnlich ordentlich wie die von Intel. In immer mehr Spielen liefert ihr meist standardmäßig eingerichteter 3D-Treiber sogar mehr Performance als der proprietäre der Treiberfamilie „AMDGPU-PRO“, die vornehmlich für professionelle Einsatzgebiete (CAD, HPC & Co.) interessant ist. Mittlerweile sind auch die größeren Funktionseinschränkungen aus der Welt, die vor einem Jahr mit einigen von Amdgpu unterstützten Chips auftraten.

Bei GeForce-Karten reicht die quoöffene und von Distributionen meist standardmäßig eingerichtete Grafiktreiberfamilie „Nouveau“ zum Internet-Surfen

oder für Büroarbeiten. Für vieles andere dagegen nicht, weil Nvidia der Open-Source-Gemeinde bewusst Steine in den Weg legt.

Nvidias proprietäre Linux-Treiber arbeiten deutlich besser. Sie liefern schon lange ordentlich 3D-Leistung und haben daher bei Linux-Gamern einen guten Ruf. Die Einrichtung ist und bleibt mühsam, wenn es keine oder nur zu alte Treiberpakete für die jeweilige Linux-Distribution gibt. In letzter Zeit mehren sich zudem Nutzer, die von Stabilitätsproblemen mit Nvidias Treibern berichten.

### Videos von Vulkan

3D-Treiber für die Programmierschnittstelle Vulkan liegen Linux-Distributionen heute meist bei, denn der designierte OpenGL-Nachfolger gewinnt bei Linux-Spielen an Bedeutung. Außerdem greifen Übersetzungsschichten auf Vulkan zurück – darunter etwa das von Steam's Proton genutzte Dxvk, mit dem sich Direct3D 11 und 12 unter Linux nutzen lassen. Noch muss man die Vulkan-Treiber aber manchmal nachinstallieren, bei Ubuntu etwa über das Paket mesa-vulkan-drivers.

Immerhin installieren immer mehr Distributionen standardmäßig die Treiber zur hardwarebeschleunigten Videowiedergabe [2]. Der populäre Video-Player VLC ist zudem im letzten Jahr in Version 3 erschienen, die das Dekodieren mit der GPU deutlich besser zu nutzen weiß. Die Linux-Varianten von Chrome und

Firefox nutzen moderne Video-Beschleunigungsfunktionen indes immer noch nicht; allem Anschein nach wird das auf absehbare Zeit auch so bleiben.

Für Käufer jüngst eingeführter GPUs empfiehlt sich weiterhin der Einsatz einer Distribution, die topaktuelle Treiber mitbringt oder diese alle paar Wochen als reguläres Update erhält – etwa Fedora und Rolling-Release-Distributionen wie Arch Linux. Diese Empfehlung gilt auch für Zocker aktueller Spiele, weil neue Treiber oft Performance-Verbesserungen und Fehlerkorrekturen bringen, die neuen Spielen auf die Sprünge helfen. Das gilt um so mehr für Games, die Vulkan nutzen.

### Weites Feld

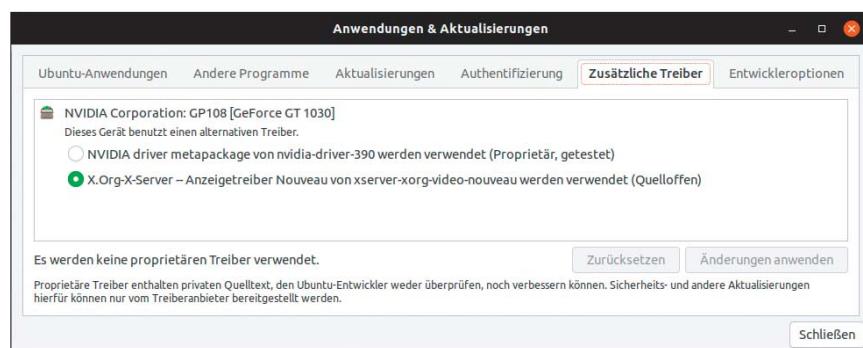
Die erwähnten Vor- und Nachteile der verschiedenen Treiberfamilien sind nur ein kleiner Ausschnitt eines komplexen Gebiets, dessen Erläuterung einen längeren Artikel erfordert. So gibt es auch beim Encodieren von Videos mithilfe der GPU größere Unterschiede, denn dazu sind vielfach wieder andere Treiber nötig. Das Gleiche gilt zum Rechnen auf Grafikchips über CUDA oder OpenCL. Auch beim Zuschalten von GPUs, wie es etwa Notebooks mit Nvidias Optimus bieten, läuft längst nicht alles rund.

Durch die ständige Weiterentwicklung von Treibern und Linux-Distributionen ändert sich die Situation bei den Grafiktreibern zudem ständig: Was heute nicht funktioniert, kann morgen schon einfach so laufen. Alles in allem hat sich die Gesamtsituation im vergangenen Jahr aber spürbar verbessert. (thl@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Thorsten Leemhuis, Höhen und Tiefen, Grafik-Hardware für Linux-Anwender, c’t 24/2017, S. 122

[2] Thorsten Leemhuis, Bilderwege, Die Grafiktreiber-Architektur von Linux, c’t 23/2014, S. 160



Für AMD- und Intel-Chips richten Linux-Distributionen die besten Grafiktreiber automatisch ein – die für Nvidia-GPUs muss man meist nachinstallieren.

Anzeige



Bild: Rudolf A. Blaha

# Jeder mit jedem

## Leichter Einstieg in Microsoft Teams

**Hier eine Mail, dort eine abgelegte Datei und ausgetauschte Links via Chat. Microsofts Kommunikationslösung Teams bündelt solche Informationen und Kommunikationskanäle. Der Einstieg ist nicht schwierig und für private Zwecke kostet Teams nicht einmal etwas.**

**Von Sigrid Hess**

Anstehende Aufgaben und Projekte werden heute immer häufiger in Arbeitsgruppen organisiert, die Expertenwissen geschickt bündeln. Kommunikation ist in solchen Gruppenarbeiten das A und O. Doch die scheitert oft schon daran, dass

die Gruppenmitglieder nicht in demselben Gebäude sitzen, sondern einer im Homeoffice, der zweite in einer anderen Stadt und der dritte in einer anderen Zeitzone.

Damit man sich in der Zusammenarbeit nicht in strukturellen Problemen verheddert, muss eine leicht einzurichtende Lösung her; am besten ein Social Intranet. Dann wird aus dem deutschen „Team, das heißt: Toll, ein anderer macht“ das im englischen Sprachgebrauch gängige „Together everyone achieves more“. Wir zeigen, was man mit Microsoft Teams tun kann und wie man das Programm am besten nutzt.

Teams eignet sich insbesondere für Firmen, die ohnehin auf Office 365 setzen: Die Anwendung gibts im Paket mit dazu. Microsoft hat zudem angekündigt, Skype for Business durch Teams zu ersetzen.

Selbst wer also zunächst gar nicht unbedingt den virtuellen Arbeitsraum nutzen will, aber regelmäßig Videokonferenzen via Skype durchführt, der sollte sich Teams bereits jetzt näher anschauen. Das Programm eignet sich allerdings nicht nur für große Firmenprojekte, auch Vereinen und ihren ehrenamtlich Mitarbeitenden Mitgliedern erleichtert das Programm die Zusammenarbeit – und das, ohne Kosten zu verursachen. Es gibt eine native Desktop-Anwendung, eine Web-App und Mobil-Apps für Android und iOS.

In unserem Beispiel soll in einem Unternehmen ein neues Bistro entstehen. Dazu bildet sich eine Bistro-Arbeitsgruppe mit Mitarbeitern aus unterschiedlichen Abteilungen. Gemeinsam sammeln sie Vorschläge und erarbeiten Konzepte, bis zum Schluss die feierliche Eröffnung ansteht. Eine abteilungsübergreifende IT-Lösung gibt es derzeit nicht, wohl aber ein eingerichtetes Office 365, sodass Teams genutzt werden soll, um effizient zusammenzuarbeiten. Wie das am besten funktioniert, zeigen wir anhand der Web-App.

### Alles eingerichtet

Die Teams-Oberfläche fügt sich nahtlos ins typische Office-365-Design ein: oben

die Suchleiste und links die Menüleiste. Wer OneNote kennt, findet sich sofort zu recht – allen anderen Nutzern erschließt sich die Menüführung nach kurzer Zeit.

Um komplett neu zu beginnen, klicken Sie unten links auf „Einem Team beitreten oder ein Team erstellen“ und wählen Sie „Team erstellen“. Im folgenden Fenster geben Sie den Teamnamen ein, in unserem Beispiel „Bistro NEU“, und fügen optional eine Beschreibung hinzu. Zusätzlich legen Sie fest, ob nur Sie als Besitzer Mitglieder hinzufügen können (Privat) oder ob alle Mitglieder Ihrer Organisation beitreten können (Öffentlich). Im nächsten Fenster fügen Sie Ihre Kollegen hinzu, die am Projekt mitarbeiten. Optional überspringen Sie diesen Schritt: Teammitglieder lassen sich zu jeder Zeit hinzufügen oder wieder entfernen. Dazu klicken Sie auf die drei Punkte hinter dem Teamnamen und wählen „Mitglieder hinzufügen“.

Falls Sie später weitere Teams anlegen wollen, müssen Sie nicht jedes Mal bei null beginnen. Stattdessen können Sie ein vorhandenes Team als Vorlage verwenden. Übrigens: Falls Sie eine Office-365-Gruppe mit den zugehörigen Kollegen angelegt haben sollten, können Sie aus dieser Gruppe ein Team erzeugen. Das hat den Vorteil, dass die Anwendung bestehende Kalender oder SharePoint-Seiten übernimmt.

## Jedem Thema sein Kanal

Es hilft nicht, wenn alle unkoordiniert drauflos quasseln und blind jegliche Inhalte an einer beliebigen Stelle ablegen. Je umfangreicher das Projekt ist, desto größer ist die Gefahr, am Ende die relevanten Infos nicht mehr zu finden: Wer auf der Suche nach dem Grundriss fürs Bistro ist, der will sich nicht durch die Unterhaltungen zum Speisenangebot wühlen müssen. In Teams gibt es deshalb Kanäle, mit denen sich selbst große Projekte übersichtlich strukturieren lassen. Sie sind vergleichbar mit Unterordnern, weshalb es sinnvoll ist, einen Kanal auf genau ein Thema zu beschränken. Für eine Bistro-Eröffnung bieten sich Kanäle für „Bauliches“, „Angebot“ und „Personal“ an. Öffnen Sie dazu das Kontextmenü des Teamnamens und klicken Sie auf „Kanal hinzufügen“. In den Einstellungen des Kanals legen Sie „Diesen Kanal automatisch als Favorit für das ganze Team“ fest, das bedeutet, dass er fest in der linken Seitenleiste angepinnt bleibt. Andernfalls verschwindet er einklappt unter „weiterer Kanal“.

Jeder Kanal erhält eine eigene E-Mail-Adresse, sodass man an ihn E-Mails verschicken beziehungsweise weiterleiten kann. Wenn beispielsweise der Haustechniker eine Mail zu den aktuellen Brandschutzbestimmungen verschickt, leitet man diese Mail an den Bauliches-Kanal weiter. Somit sind die Infos sofort zur Hand, ohne dass man zu Outlook wechseln muss, um die passende Mail zu suchen. Außerdem lassen sich Kanäle abonnieren: Sobald es etwas Neues gibt, erhält man eine Benachrichtigung. Das ist zum Beispiel für Mitglieder des Teams sinnvoll, die den Bau-Kanal nicht aktiv überwachen müssen oder wollen.

## Registerkarten

Standardmäßig bringt Teams drei Registerkarten mit: Unterhaltungen, Dateien und Wiki. In den Dateien landen zum Beispiel die Grundrisse der infrage kommenden Bistroräume und die Entwürfe des Innenarchitekten zum Lounge-Bereich. Im Wiki trägt die Bistro-Gruppe Informationen zusammen, die mehr als Tageswert haben, beispielsweise Erklärungen zu Hygienevorschriften oder zur Mindestbreite von Wegen.

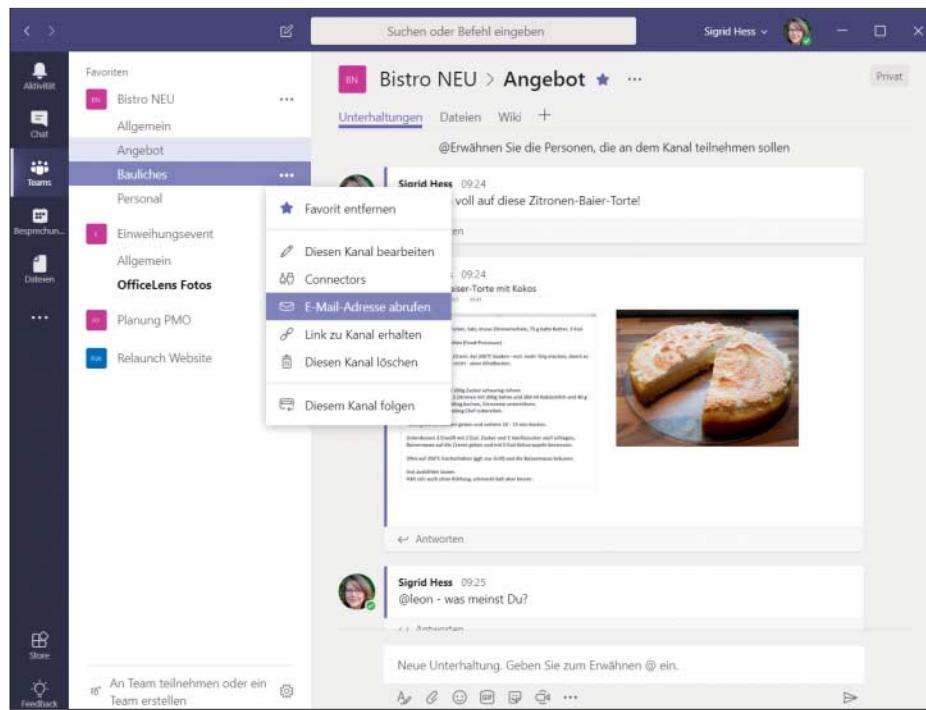
Sie können beliebig viele weitere Karten hinzufügen, indem Sie auf das Plus-Symbol klicken – hier lassen sich weitere

Apps anbinden und zwar sowohl solche von Microsoft als auch jene von Drittanbietern. Das Bistro-Team benötigt beispielsweise Excel für seine Kalkulationen, aber nicht wie das Personal-Team eine Bindung an PowerBI. Auf YouTube gibt es einen Kanal mit vielseitigen Snack-Rezepten, aus dem das Team Anregungen beziehen möchte. Dieser Kanal landet via YouTube-Anbindung ebenfalls festgepinnt als Registerkarte am oberen Rand. Unsere Bistro-Arbeitsgruppe sammelt außerdem Ideen, welche Artikel im Bistro frisch zubereitet werden sollen, in einem OneNote-Notizbuch, da sich hier Rezepte samt Bildern und Links übersichtlich ablegen lassen. Deshalb landet die Verknüpfung zu OneNote ebenfalls im Angebote-Kanal.

Auch das Umfrage-Tool Forms lässt sich einbinden: Die Bistro-Truppe will beispielsweise herausfinden, wie groß das vegetarische Angebot sein soll und ob vegane Gerichte gefragt sind. Alle Mitarbeitenden im Unternehmen erhalten einen Link zu einem schlichten Fragebogen: „Forms/Teilen/Jeder mit dem Link kann antworten“. Die Ergebnisse lassen sich in einer Excel-Tabelle anzeigen und sind dort gut auswertbar. Anonym ist diese Form der Umfrage allerdings nicht, die Antworten sind der jeweiligen E-Mail-Adresse zugeordnet.



**Der Willkommensschirm informiert über die letzten Aktivitäten des Teams. Zusätzlich lässt sich von hier direkt die FAQ öffnen, sodass man sich einen ersten Überblick verschaffen kann. Alternativ beginnt man gleich mit der ersten Unterhaltung.**



Teams-Kanäle strukturieren umfangreiche Projekte und lassen sich abonnieren.

## Lasst uns reden

Hinter der Registerkarte „Unterhaltungen“ verbirgt sich ein klassischer umfangreicher Chat. Das Eingabefenster lässt sich mit einem Klick auf das Stift-Symbol ganz links vergrößern und wird zu einem vollwertigen Editor: In ihm lassen sich Textteile mit Textmarker hervorheben, man kann Aufzählungen, Zitate und Links einfügen – sogar formatierte Code-

Schnipsel mit Zeilenummerierung sind möglich. Selbst Emojis und GIFs kommen in der Business-Umgebung oft und gerne zum Einsatz. Die kleine Videokamera startet eine Videokonferenz, zu der man die Teilnehmer aus der Mitgliederliste per Klick hinzufügt. Falls zu Beginn noch nicht alle Teammitglieder dabei sind, muss der Gesprächsinitiator nicht permanent darauf achten, ob inzwischen jemand

eingetrudelt ist: Sobald eine Konferenz startet, sehen alle Teammitglieder ein Videokamerasymbol neben dem Kanalnamen und können selbstständig ins Gespräch einsteigen.

Mittels der Büroklammer teilt man Dateien, die von Teams, OneDrive oder der eigenen Festplatte stammen können. In Teams geteilte Dateien findet man aber nicht nur im Chatverlauf, sondern ebenfalls in der Registerkarte „Dateien“. Hinter den drei kleinen Punkten ganz rechts verbergen sich verschiedene Apps, die es erlauben, weitere Infos einzubetten. Unsere Projektgruppe nutzt die Anbindung an Wikipedia und fügt einen Artikel zum Thema Brandschutz ein.

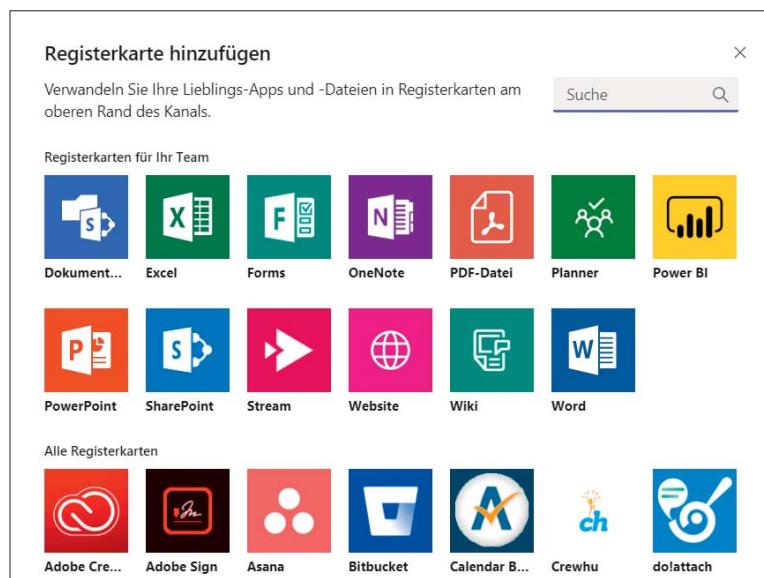
Teams-Unterhaltungen ersetzen vor allem jene Mails, die zumeist mit „Zur Info“ oder „FYI“ betitelt sind. Wenn die Bistro-Arbeitsgruppe etwa über das künftige Speisenangebot diskutiert, gibt es naturgemäß unterschiedliche Meinungen. Ein Mailwechsel würde die Posteingänge der betreffenden Mitarbeiter innerhalb kürzester Zeit mit Ein- oder Zweisatz-Mails fluten.

Falls zu einem späteren Zeitpunkt weitere Kollegen zum Projekt dazustossen, können diese auf alle alten Unterhaltungen zurückgreifen und sich die für sie wichtigen Informationen herausziehen: Inhalte bleiben so lange erhalten, wie das Team besteht oder bis sie jemand löscht.

## Dateien gemeinsam bearbeiten

Eine in der Registerkarte „Datei“ abgelegte Datei öffnet sich zunächst in der Online-Version des entsprechenden Programms. Am oberen Rand rechts in der geöffneten Datei sieht man, welche Person auch gerade am Dokument arbeitet. Anders als zum Beispiel bei OneNote lässt sich jedoch nicht erkennen, wer welche Änderungen vorgenommen hat. In Word-Dokumenten hilft ein kleiner Trick: Man kann die Änderungskennung aktivieren. Stets sichtbar ist in der Dateiliste der Name des letzten Bearbeiters.

Auf der rechten Fensterseite lässt sich ein auf die Arbeit an diesem Dokument bezogener Chat aktivieren: Ein Klick auf „Unterhaltung beginnen“ genügt. Sobald die Unterhaltung einmal gestartet wurde, zeigt Teams anstelle des Buttons ein Sprechblasensymbol an, über das sich der Chat jederzeit ein- und ausklappen lässt. Die Bistro-Projektgruppe legt in einer Excel-Tabelle eine erste Zusammenstel-



Teams lässt sich um zusätzliche Registerkarten ergänzen – je nachdem, welche Programme die Arbeitsgruppe benötigt.

lung der zu beschaffenden Dinge an. Parallel dazu landen Rückfragen und Erläuterungen im Chat, beispielsweise die Frage, ob die Liste auch für den Essbereich gelten soll oder nur für die Küche. Diese zur Datei gehörende Unterhaltung ist in der Unterhaltungen-Registerkarte gelistet, sodass unbeteiligte Kollegen in der Arbeitsgruppe sofort sehen, dass die Datei bearbeitet wurde und eine Diskussion stattgefunden hat.

Falls die Arbeitsgruppe eine gemeinsame Bibliothek in SharePoint besitzt, ist es sehr viel besser, die Dateien dort abzulegen und die SharePoint-Bibliothek im Team als eigene Registerkarte anzulegen.

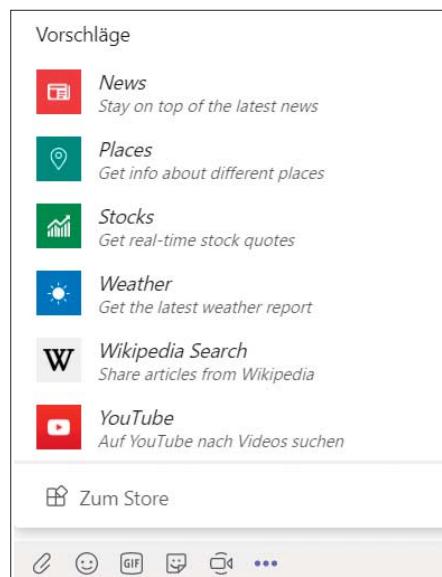
## Suchen und befehlen

Egal, wie strukturiert man vorgeht, nach einiger Zeit wird so eine Informationssammlung unübersichtlich. Diese Sammlung nach der benötigten Info zu durchforsten kostet unnötig Zeit. Besser gelingt es mit der Suche in Teams: Sie funktioniert kanalübergreifend und listet die Treffer in den Registerkarten Nachrichten, Mitglieder und Dateien. Für die Ergebnisse sollte man sich alle Registerkarten des Ergebnisbereichs anschauen – eine ungefilterte Trefferanzeige gibt es nicht. Tippt man den Namen eines Kollegen in das Suchfeld ein, kann man sich dessen Aktivitäten in allen Teams anzeigen lassen. Zusätzlich lässt sich ein Suchfilter einrichten, der beispielsweise nur Ergebnisse innerhalb der letzten Woche oder des letzten Monats anzeigt oder nur Ergebnisse des Baulichen Kanals. Somit findet man ganz leicht den Grundriss des Gebäudes wieder.

Im Suchfeld lassen sich nicht nur Suchbegriffe eintippen, auch Kurzbefehle funktionieren. Sie starten mit einem vorangestellten „/“. Die Eingabe „/aktivität/NUTZER“ liefert einen schnellen Überblick darüber, was der betreffende Nutzer zuletzt in Teams getan hat. Falls man nur mal eben schnell eine kurze Nachricht an einen Kollegen verschicken möchte, tippt man ein „@“ ein und fügt den gewünschten Namen hinzu. Schon kann man direkt im Suchfeld die Nachricht eingeben.

## Teams kostenlos

Seit Kurzem gibt es Teams ohne Bindung an ein Office-365-Paket. Doch auch hier hat Microsoft als Kunden eher kleinere Unternehmen als Privatanwender im Blick, was der privaten Nutzung nicht im Wege steht. Während der Anmeldung



**Unterhaltungen lassen sich mit ergänzenden Informationen anreichern, indem man auf Fremdquellen zurückgreift.**

muss man sich einer Organisation zuordnen, das kann jedoch auch ohne Weiteres „Familie Huber“ sein. Verzichten muss man auf Exchange-Hosting, SharePoint und andere Office-365-Dienste sowie auf geplante Besprechungen. Alles in allem also Dinge, auf die zumindest Privatnutzer gut und gern verzichten können.

Die kostenlose Version lässt sich auch mit einer geschäftlichen Mail-Adresse nutzen, selbst wenn diese bereits im Unternehmen für ein Office 365 verwendet wird. Wenn zum Beispiel im Sportverein Teams zum Einsatz kommen und die E-Mail-Adresse einer Mutter mit ihrem geschäftlichen Account gekoppelt ist, dann stößt sie als Guest zum Vereins-Team dazu. Die Anwendung kann verschiedene

Organisationen verwalten, zu denen eine Person gehört.

Falls Sie keine Gäste hinzufügen können, müssen Sie diese Option zunächst über das Admin Center aktivieren: Navigieren Sie zu „Admin Center/Einstellungen/Dienste und Add-Ins/Microsoft Teams“ und aktivieren Sie unter „Einstellungen nach Benutzer-/Lizenztyp/Gast“ die Option, dass Sie Microsoft Teams für alle Benutzer dieses Typs aktivieren wollen.

Als Guest kann man lesen und zu den Unterhaltungen beitragen, doch das Anlegen von Registerkarten oder Kanälen ist standardmäßig nicht gestattet. Dies lässt sich seitens des Besitzers in den Teams-Einstellungen anpassen. Klicken Sie auf die drei Punkte hinter dem Teamnamen und wählen Sie „Team verwalten/Einstellungen/Gastberechtigungen“.

## Charakterstudie

Teams ist schnell, direkt, und gut geeignet für tagesaktuelle Infos, die für die Zusammenarbeit wichtig sind. Auch das zwischenmenschliche Miteinander hat in Teams einen Platz. Für die detaillierte Dokumentation umfangreicher Projekte ist die Anwendung weniger geeignet. Wo das nötig und sinnvoll ist, ist es wichtig, für diese Zwecke eine Registerkarte oder einen Connector im Kanal zu erstellen und dort SharePoint oder andere den Aufgaben entsprechende Apps zu hinterlegen.

Die kostenlose Teams-Version richtet sich zwar an kleine Firmen, eignet sich jedoch auch für Privatnutzer, die beispielsweise mit anderen gemeinsam eine große Feier organisieren wollen. In einzelnen Kanälen sammeln und strukturieren sie alle Infos rund um Location, Essen, Gäste und Anreise. Wir freuen uns, wenn Sie uns einladen!

(apo@ct.de) ct

Artikel	Kostenst.	Budget	Betrag	Lieferant
Kaffeemaschine		1.000,00 €		WMF
Küchtheke für Kuchen und Brötchen				winterhalter
kleine Spülmaschine - Gastro				winterhalter

Anstatt sich zu einer gemeinsam zu bearbeitenden Datei erklärende Mails hin- und herzuschicken, bespricht man die wesentlichen Dinge in einem Chat.



# Fit für neue Jobs

## Webdienste für Lebensläufe als PDF-Dokument und Webseite

**Den Lebenslauf von Grund auf selbst gestalten ist nicht jedermann's Sache. Zum Glück gibt es Webdienste, die alle erforderlichen Daten abfragen und dann die Gestaltung übernehmen. Längst nicht alle führen aber zum gewünschten Ergebnis.**

Von André Kramer

**E**ine Bewerbungsmappe muss nicht nur inhaltlich, sondern auch in der Form überzeugen, und Kern des Ganzen ist ein tabellarischer Lebenslauf. Er muss vorrangig die relevanten Informationen über Werdegang sowie Kompetenzen in knapper Form transportieren. Auf der Metalebene soll er den Kandidaten positiv von potenziellen Mitbewerbern abgrenzen.

Wie Sie das Anschreiben inhaltlich und gestalterisch in einer Textverarbeitung aufsetzen und anschließend nahtlos am Lebenslauf weiterarbeiten, erfahren Sie Artikel auf Seite 132. Nicht allen liegt es jedoch, mit einem weißen Blatt zu begin-

nen. Webanwendungen helfen nicht nur bei der Gestaltung, sie strukturieren im Idealfall auch die Datenbasis und liefern Anregungen, wie Sie Ihrer Bewerbung das gewisse Extra verpassen. Selbst wenn Sie das letztlich exportierte PDF-Dokument nicht direkt verwenden, kann so ein Dienst den Impuls in die richtige Richtung geben.

Wir haben einige Webdienste für diese Übersicht ausgewählt und getestet. Resumonk, VisualCV und Zety gestalten einen mehr oder weniger amerikanisch anmutenden PDF-Lebenslauf. Das Portal Xing bietet einen Lebenslauf-Dienst an, der die Daten direkt aus dem Profil der

Jobbörsen übernimmt. Über StepStone können Sie sich auf Basis Ihrer Daten eine personalisierte Bewerbung für eine konkrete Stelle vorschlagen lassen.

Gestalterisch mutig gehen die Lebenslauf-Vorlagen von Canva und Prezi drauflos: Canva bereitet Druckerzeugnisse aller Art vor; Prezi ist ein Tool für Präsentationen. Eine eigene Webpräsenz bauen Sie auf die Schnelle mit dem Baukasten von Adobe Spark auf, der sich auch für die Präsentation der eigenen Fähigkeiten eignet. Wix.com bietet Hilfestellung mit speziellem Fokus auf Lebensläufe.

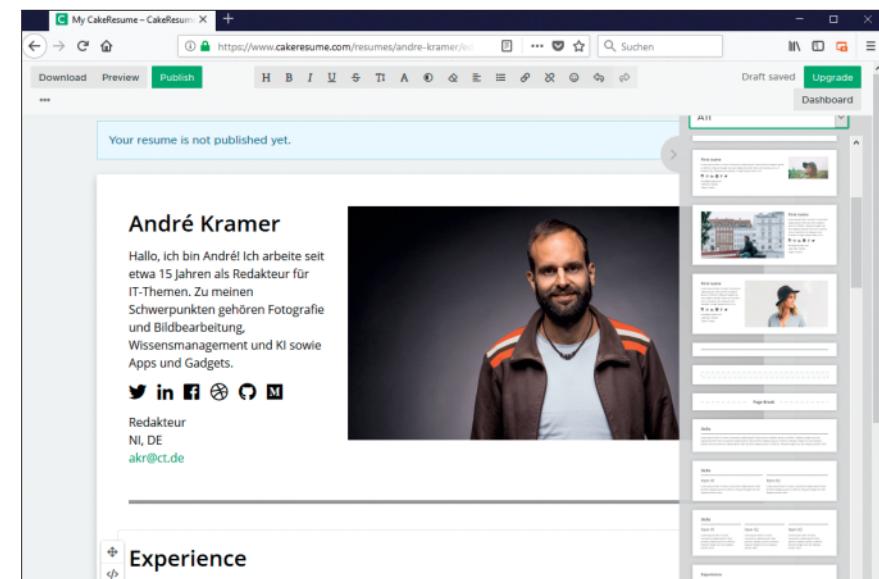
Einige Dienste schafften es nicht in den Test: Vizualize.me erzeugte ein völlig unbrauchbares Design. CakeResume wirkt piefig wie die Standard-Listenfunktion der Textverarbeitung – dafür braucht man keinen Webdienst, sondern kann einfach in Word oder LibreOffice drauflostippen. Der Editor von Ausbildung.de bietet eine gute Alternative für Leute in Ausbildung, ist aber darauf beschränkt. Bewerbung.net hat nur zwei Vorlagen im Angebot, von denen eine das Foto verzerrt.

## Form und Funktion

Die wichtigsten Blöcke des Lebenslaufs heißen Persönliches, Ausbildung, Arbeits erfahrung und Fähigkeiten. Diese Struktur bilden nahezu alle Dienste ab. Sie sollte durch das Design gut hervorgehoben werden. Generell sollte die Form den Inhalt unterstützen, nicht umgekehrt.

Canva, Prezi und Wix präsentieren nach Auswahl einer Themenvorlage ein bereits fertig aussehendes Dokument. Die Max-Mustermann-Angaben ersetzt man anschließend durch die eigenen. Das hat Vor- und Nachteile. Der Dienst vermittelt von Beginn an eine genaue Vorstellung von der Struktur und dem Design des Endprodukts. Er schnürt dem Nutzer aber auch ein enges Korsett, das nicht zu jeder Vita passt. Berufseinsteiger können mit drei Blöcken zur Praxiserfahrung nichts anfangen; Handwerker brauchen keine Vorgaben zu mehreren Studienabschlüssen samt Doktorat und Auslandsaufenthalten. Außerdem kann es so leicht passieren, dass man einen Teil der Vorlage versehentlich un bearbeitet lässt, weil das Dokument bei einem flüchtigen Blick fertig aussieht.

Resumonk, StepStone und Zety hingegen stellen zunächst nur ein Webformular zur Verfügung, das die Daten für den Lebenslauf aufnimmt. So konzentriert man sich anfangs vollständig auf den Inhalt, ohne sich Gedanken zu machen, wie er



**Der Lebenslaufbaukasten von CakeResume wirkt uninspiriert und nimmt daher nicht am Test teil. Wer es nüchtern mag, kann ihm eine Chance geben.**

später präsentiert wird. Auch dieses Vorgehen hat zwei Seiten. Es zwingt zu strukturierter Arbeit. Wer nicht an Zeilenabstand und Schriftgröße fummeln kann, konzentriert sich auf den Text. Form und Inhalt sollten jedoch Hand in Hand gehen. Wenn beides völlig voneinander entkoppelt ist, gerät der Lebenslauf am Ende unter Umständen unpassend kurz oder lang. Zety beherrscht hier den fliegenden Wechsel zwischen Formular und Vorschau.

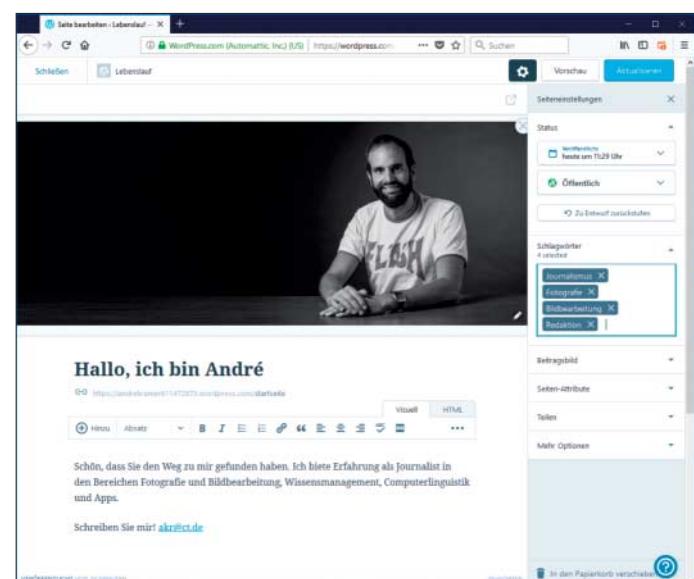
## Gestaltung und Umgestaltung

Im Idealfall kostet die Gestaltung des Lebenslaufes nicht viel Zeit. Nicht nur fertige Designs beschleunigen den Weg zum

Ziel, sondern auch Formatvorlagen. Die Schrifteinstellungen von Überschriften und Fließtext sollte man für das ganze Dokument bearbeiten können.

Resumonk, VisualVC und Zety ändern Größe, Farbe und Abstand des Textes in einem Rutsch. In VisualCV bearbeitet man lediglich die Einstellungen zu „Header“ und „Körper“. Zety bietet Schemata aus drei Farben an, die man auf die Schnelle am Dokument durchprobieren kann. Resumonk kennt in der kostenlosen Variante nur die Schrifteinstellungen klein, mittel und groß; im kostenpflichtigen Abo kommen Optionen zur Schriftart und Farbe hinzu. Bei Canva und Prezi muss man einzelne Textblöcke mühsam nacheinander

**Wer viel zu sagen hat, kann in WordPress einen Blog aufsetzen. Im Unterschied zu Adobe Spark und Wix kann man hier den HTML-Code direkt bearbeiten.**





## Adobe Spark

Mit dem Webdienst Adobe Spark entstehen Webseiten, Foto-Postings für soziale Netzwerke und Videos. Er bringt keine Vorlagen für Webseiten mit, sondern „Themes“ – Kombinationen aus Schriftarten, Farben und Rahmen. Einige sind im Stil kalifornischer Kaffeeröstereien verspielt, andere klassisch businessauglich.

Kleine Plus-Symbole laden ein, die Leinwand mit Leben zu füllen: mit Fotos, Text, Schaltflächen, Videos, Foto-Collagen, Diashows oder einem Split-Layout wie im Bild oben. Eine schwebende Leiste bietet jeweils etwa eine Handvoll Optionen an, wie Schriftschnitt, Ausrichtung oder Verlinkung. Schrift gestaltet Spark als Fließtext, Überschrift, Zitat oder Liste. Wenn man den Text löscht, verschwindet automatisch der Gestaltungsblock.

Fotos integriert der Dienst nach Upload oder aus Diensten wie der Creative Cloud, Dropbox oder Google Fotos. Videos bindet er aus YouTube, Vimeo oder Spark Video ein. Eingebundene Medien platziert Spark automatisch; für Überschriften oder Beschreibungstexte ergänzt man ein Textobjekt.

Die fertige Seite enthält in der kostenlosen Variante eine Fußzeile, die auf Adobe Spark hinweist. In der Kopfzeile öffnet sich bei Mausbewegung ein Spark-Logo. Für Creative-Cloud-Kunden ist der Dienst werbefrei. Die Reduktion auf wenige Optionen macht Spark zu einem sinnvollen Werkzeug für Leute, die keine Erfahrung in Webdesign oder -entwicklung haben und auf die Schnelle eine professionelle Webpräsenz wollen.

- ↑ intuitive Werkzeuge
- ↓ professionelles Design



## Canva

Der Webdienst Canva generiert Social-Media-Grafiken, Einladungen, Präsentationen, Grußkarten und andere grafische Dokumente. Zunächst fragt er ab, in welcher Branche man arbeitet, dann bietet er Designtypen an; einer heißt Lebenslauf.

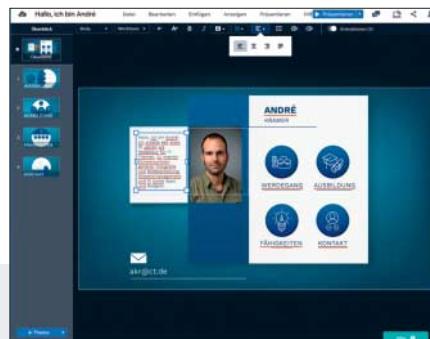
Neun Themen stehen in dieser Rubrik zur Verfügung. Deren Bandbreite ist enorm: Sie heißen professionell, kreativ, farbig, minimalistisch, modern, Foto oder Infografik. Nachdem man sich für ein Thema entschieden hat, öffnet sich der Editor mit einer Vielzahl Designvorlagen des ausgewählten Themas.

Besonders die Infografik-Lebensläufe sind ein Hingucker. Fähigkeiten und Erfahrungen präsentieren sie plakativ als Prozentzahlen, als Balken- oder Tortendiagramme.

Die englischsprachigen Vorlagen mit eigenem Text zu füllen ist im WYSIWYG-Editor etwas fummelig und die Werkzeuge reagieren träge. Nach US-amerikanischem Vorbild sehen viele Vorlagen leider kein Foto vor. Eine Variante ist ein großes Foto im Hintergrund, das man mit verminderter Deckkraft ins Gesamtbild integriert. Zur Illustration kann man sich bei den mitgelieferten kostenlosen Stock-Fotos und Grafiken bedienen. Das Resultat steht in den Formaten PDF, JPEG oder PNG zum Download bereit. Eine erweiterte Version mit mehr Inhalten kostet 12,95 US-Dollar im Monat.

Das Schriftwerkzeug bringt etliche Fonts mit, von denen viele aber zu verspielt wirken und schlecht leserlich sind. Gleicher gilt für die Designvorlagen: Sie wirken deutlich inspirierter als bei vielen Diensten, viele sind aber etwas zu bunt.

- ↑ fantasievolle Vorlagen
- ↓ teils unleserlich und zu bunt



## Prezi

Die Online-Anwendung für den etwas anderen Vortrag: Prezi verbindet das PowerPoint-Konzept mit Schwenk und Zoom zu animierten Präsentationen. Man startet mit einer Übersichtskarte und zoomt von dort in die Details.

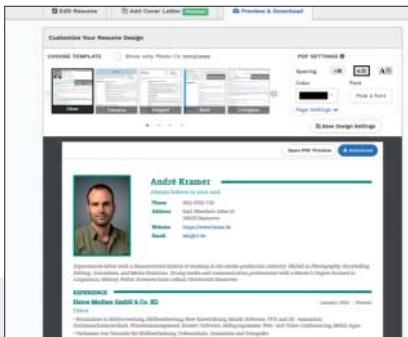
Für Lebensläufe bietet Prezi drei klassisch-elegante Vorlagen. Es gibt aber auch Designs wie „Persönliche Story – Büro“. Letztlich läuft es auf die Blöcke Persönliches, Ausbildung, Erfahrung und Interessen hinaus – und die kann man mit etlichen der 127 Prezi-Designs umsetzen.

Die Lebenslaufvorlagen nehmen sich sehr detailliert aus. So sieht die Unterrubrik Ausbildung einzelne Folien für Grundschule, weiterführende Schule, Bachelor, Master und Doktorstudium vor – zu viel. Wenn man den richtigen Rahmen löscht, verschwindet der gesamte Menüpunkt inklusive verlinkter Folie. Wer den falschen erwischt, löscht nur die Grafik und lässt eine klickbare Lücke. Um Text zu ändern, muss man zweimal in einen Textrahmen klicken. Wie man Animationen hinzufügt, erschließt sich nicht auf Anhieb. So bleibt man an den Vorlagen kleben und fummelt sich diese mühsam zurecht, wird aber mit einer Präsentation der anderen Art belohnt.

Das Resultat kann man als Web-Link weitergeben. Der Betrachter arbeitet sich per Pfeiltasten durch die vorgegebene Chronologie oder klickt gezielt Menüpunkte an. In der kostenlosen Variante weist die Kopfzeile auf Prezi hin. Für 228 Euro im Jahr darf man PDF-Dokumente exportieren und die Sichtbarkeit der Präsentationen kontrollieren – sonst sind alle öffentlich. Außerdem erhält man 4 GByte Speicherplatz.

- ↑ innovativ animierte Präsentation
- ↓ fummelige Bedienoberfläche

Anzeige



## Resumonk

Der englischsprachige Webdienst Resumonk startet mit einer Formular-Ansicht: Unter „Contact information“, „Summary“, „Experience“, „Education“ und „Skills“ trägt man seine Lebensdaten ein. Alternativ kann man Daten aus einem LinkedIn-PDF-Profil übernehmen. Der LinkedIn-Import überschreibt alle übrigen Daten.

Der Import funktionierte im Test weitgehend reibungslos. Manuelle Umbrüche in Listen mussten wir in den Freitextfeldern zur Job-Beschreibung wieder hinzufügen. Die Felder für Firmennamen und Jobbezeichnung wird man in den meisten Fällen selbst ausfüllen müssen. Etwas mühsam und für Webanwendungen unzeitgemäß ist, dass man die Eingaben manuell speichern muss.

Die Schriftoptionen sind recht umfangreich: Resumonks Freitextfelder unterstützen verschiedene Ausrichtungen, sortierte und unsortierte Listen, Tabellen, Links, hoch- und tiefgestellte Schrift sowie die Stile fett, kursiv, unterstrichen und durchgestrichen.

Die Vorschau zeigt 17 meist recht pfeifige Designvorlagen, von denen die meisten Premium-Nutzern vorbehalten sind. Nur diese können außerdem Schriftarten und Farben beim PDF-Export bestimmen. Den Lebenslauf kann man auf Wunsch über eine URL weitergeben. Das exportierte PDF ist unten mit „Created using Resumonk“ gebrandet. Ein Jahresabo kostet 29 US-Dollar.

Nur drei Vorlagen zeigen ein Foto. In den USA ist es üblich, kein Foto einzubinden, um Rassismus vorzubeugen. Auch sonst orientiert sich Resumonk an US-amerikanischen Geprägtheiten. Wer sich international bewirbt, ist hier gut aufgehoben.

- ▲ umfangreiche Textoptionen
- ▼ stark US-orientiert



## StepStone Bewerbung.de

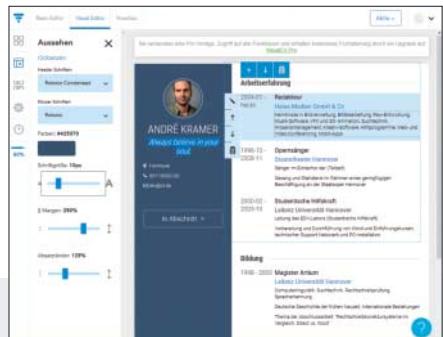
Die Online-Jobbörse StepStone, ein Tochterunternehmen der Axel Springer SE, bietet unter Bewerbung.de einen eigenen Generator für Lebensläufe und Anschreiben. Der Webdienst ist auf Bewerbungen für konkrete Stellen zugeschnitten und fragt zunächst Daten zum Lebenslauf ab: persönliche Daten, Angaben zur Ausbildung, berufliche Erfahrungen, Zivil-, Wehrdienst oder soziales Engagement und Kenntnisse. Weiter geht es mit Angaben zur Bewerbung, zum gegenwärtigen Anstellungsverhältnis und zu den persönlichen Stärken und Schwächen. Schließlich fragt der Dienst Gehaltsvorstellungen und den möglichen Eintrittstermin ab.

Unter „Stärken & Schwächen“ wählt der Bewerber jeweils drei Einträge aus einer Liste mit Eigenschaften aus. Schließlich stellt der Dienst Gestaltungsvorlagen zur Wahl, die sich aber nur marginal unterscheiden.

Am Ende erhält man ein Deckblatt, ein Anschreiben und einen Lebenslauf als PDF-Dokument per E-Mail zugesandt. Einen WYSIWYG-Editor gibt es nicht: Bewerbung.de läuft ausschließlich über Text- sowie Datumsfelder und Checkboxen. Übliche Formatierungsfehler bleiben so aus, der persönliche Touch fehlt aber auch.

Bewerbung.de erstellt ein Anschreiben, das sich im Stil an modernem Bewerbungsdeutsch orientiert. Es ist kurz und bündig abgefasst, enthält aktive, dynamische Formulierungen und nimmt auf die Person Bezug. Es gibt die angekreuzten Fähigkeiten im Wortlaut wieder – Hexerei ist das nicht. Der Dienst kann aber helfen, wenn man sich mit dem Anschreiben schwertut.

- ▲ gute Formulierungshilfe
- ▼ keine individuelle Gestaltung



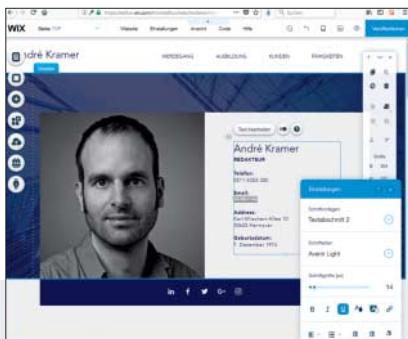
## VisualCV

VisualCV bringt 21 Gestaltungsvorlagen für Lebensläufe mit, die ein breites Spektrum abdecken vom minimalistisch-nüchternen Abriss bis zum bunten Hingucker. Der Dienst importiert PDF-Profiles aus LinkedIn leicht fehlerhaft. Außerdem strotzt die deutsche Oberfläche von VisualCV vor Übersetzungsfehlern: Die Angabe „present“, im Sinne von „bis zum heutigen Tag“, übersetzt der Dienst als „Geschenk“. Weitere Fehler deuten auf automatische Übersetzung ohne Kontrolle hin.

Den Lebenslauf kann man sowohl in einer tabellarischen als auch in einer WYSIWYG-Ansicht bearbeiten. Als praktisch erweist sich, dass man die Schriftarten sowie die Größe und Farben jeweils für Überschriften und Fließtext im Reiter „Aussehen“ bestimmen kann, ohne sich durch das ganze Dokument klicken zu müssen. Die Vorlagen für Anschreiben („cover letter“) orientieren sich in Form sowie Inhalt an US-amerikanischen Geprägtheiten und sind für Mitteleuropa unbrauchbar.

In der kostenlosen Basisversion kann man nur einen Lebenslauf anlegen. Gelöschte Blöcke sind unwiederbringlich verloren, denn VisualCV bietet keine Undo-Funktion. Wünschenswert wären mindestens ein vollständiger und ein angepasster Lebenslauf, um das Dokument an unterschiedliche Unternehmen anzupassen zu können und dabei keine mühsam gefeilten Formulierungen zu verlieren. Beim PDF-Export fordert der Dienst zum Erwerb der Pro-Version auf; sie kostet 12 US-Dollar bei dreimonatiger Laufzeit.

- ▲ ansprechende Vorlagen
- ▼ leicht US-orientiert



## Wix

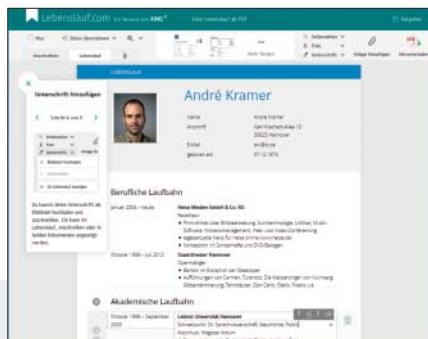
Der Website-Baukasten-Dienst Wix.com bietet zwölf Kategorien für den eigenen Internet-Auftritt: Unternehmen, Online-Shop, Restaurant & Essen, Schönheit & Wellness oder Lebenslauf & Portfolio zum Beispiel. Dort versammeln sich unter anderem 43, nach Job geordnete Vorlagen für Lebensläufe, darunter welche für Fotografen, Innenarchitekten, Journalisten, Studenten oder Wissenschaftler.

Nach Auswahl einer Kategorie kann man Fotos austauschen und die Beschreibungstexte ändern. Die Vorlagen sind auf Englisch verfasst. Die Schrifteinstellung zeigt ein Pop-up-Menü, über das sich Größe, Farbe und Stil schnell anpassen lassen. All das erschließt sich sofort. Über die obere Menüzeile kann man Einstellungen zurücknehmen und zwischen Desktop- und Mobil-Ansicht wechseln; responsiv reagiert die Seite allerdings nicht. Die Code-Ansicht ist zahlenden Kunden vorbehalten.

Viele Vorlagen liefern einen One-pager, eine lange Webseite, deren Abschnitte über Anker mit den Einträgen der oben fixierten Menüzeile verlinkt sind. Hübsche Animationen verzuckern beim Aufruf den Übergang. Ein E-Mail-Formular gehört zum Basisangebot.

Design-Vorlagen und Website-Hosting gibts bei Wix kostenlos – allerdings werbefinanziert. Die oberste Zeile informiert darüber, dass „diese Website [...] mit dem Homepage-Baukasten von Wix.com erstellt“ wurde. Ab 8,25 Euro pro Monat fällt die Werbung weg und man bekommt 3 GByte Speicherplatz sowie eine eigene Domain. Ab 16,16 Euro monatlich kommt einen Web-Shop hinzu.

- ➔ hochwertige Vorlagen
- ➔ einfache Werkzeuge



## Xing

Das Karriereportal Xing bietet auf Lebenslauf.com einen kostenlosen Dienst an, der beim Zusammenstellen der Bewerbungsunterlagen unterstützt. Die Daten holt er aus dem Xing-Profil je nach Ausführlichkeit auf ein bis zwei Seiten. Das ist eine gute Gelegenheit, die Daten im Profil zu aktualisieren, fehlende Beschreibungen zu ergänzen und die Texte zu optimieren.

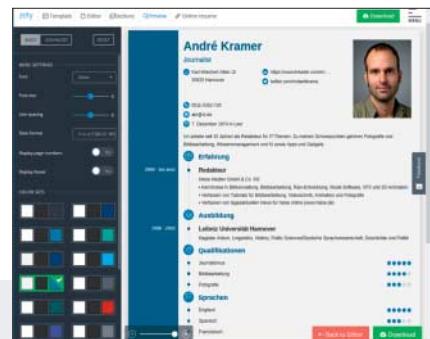
Mit den Texten wandert auch das Foto aus dem Xing-Profil in den Lebenslauf, man kann aber auf Wunsch ein anderes hochladen. In neun Schritten führt der Dienst durch die Bearbeitung. Das verhindert, dass man Wichtiges vergisst, beispielsweise eine gescannte Unterschrift hochzuladen.

In der WYSIWYG-Oberfläche lassen sich ganze Blöcke mit einem Klick löschen oder verschieben. Die Werkzeuge sind überschaubar. Man wählt eine von neun Designvorlagen aus, kann Texte bearbeiten und Passagen wie die Namen der Unternehmen fett, kursiv oder unterstrichen setzen.

Zusätzlich zum Lebenslauf assistiert der Dienst beim Anschreiben. Den Mustertext sollte man ganz sicher nicht so übernehmen, er stellt aber eine gute und zeitgemäße Grundlage mit vielen sinnvollen Empfehlungen dar, wie das Anschreiben aufgebaut sein sollte und welche Formulierungen sich dabei anbieten. Am Ende stehen alle Unterlagen als PDF-Dokumente zum Download bereit. Man bekommt sie außerdem automatisch per E-Mail zugesandt.

Die Vorlagen sind nüchtern und brauchbar, aber nicht die Spießspitze modernen Designs. Der Vorteil des Dienstes: Unterlagen und Online-Profil sind aus einem Guss.

- ➔ gute Vorschläge zur Formulierung
- ➔ trockenes Design



## Zety

Zety gestaltet die Arbeit am Lebenslauf so einfach, dass man gar nicht aufhören will, diesen weiter zu verfeinern. Zu Beginn wählt man ein Design aus einer der zahlreichen Vorlagen aus. Viele davon sind allerdings kostenpflichtig. Auch der PDF-Export kostet Geld. Ein Abo mit allen 18 Vorlagen kostet 14,99 US-Dollar pro Monat, ist aber jederzeit kündbar.

Der Editor sammelt zunächst nur Informationen zu persönlichen Daten, Arbeitserfahrung, Ausbildung und Qualifikationen, ohne das Design sofort anzuzeigen. Zusätzlich zu diesen kann man sich passende Blöcke aussuchen, die in der deutschsprachigen Oberfläche beispielsweise „Sprachen“, „Veröffentlichungen“ oder „Referenzen“ heißen.

Zety gibt wenig vor. Ein Block startet beispielsweise mit „Company #1“ und ein paar Textfeldern für Firma, Beruf, Beschreibung sowie Anfangs- und Enddatum. Erst bei Bedarf klickt man eine „Company #2“ hinzu. Fähigkeiten und Sprachen ergänzt man um Fünf-Sterne-Bewertungen, die sich, wie im Screenshot zu sehen ist, grafisch niederschlagen. Von der tabellarischen Ansicht springt man blitzschnell zur Vorschau und zurück in den Editor. In der Vorschau kann man Farbschemata durchspielen und die Schriftgröße für das ganze Dokument ändern.

Der Dienst orientiert sich an US-amerikanischen Gepflogenheiten, lässt sich aber auf deutsche Verhältnisse spielend leicht übertragen. Lediglich das Datum nach dem Schema „1974-12-07“ ließ sich im Test nicht ändern; hier muss man auf ein benutzerdefiniertes Textfeld zurückgreifen.

- ➔ modernes Design
- ➔ einfache & schnelle Werkzeuge

## Webdienste für Lebensläufe

Produkt	Adobe Spark	Canva	Prezi	Resumonk
Web	spark.adobe.com	www.canva.com	www.prezi.com	www.resumonk.com
Sprache	Englisch	Deutsch	Deutsch	Englisch
Kurzbeschreibung	modularer Webseitenbaukasten etwa für Reiseblogs, Portfolios oder Kleinunternehmen	Webdienst u. a. für Grußkarten, Poster, Flyer, Visitenkarten und Social-Media-Posts	Online-Tool für Präsentationen und Webseiten mit Zoom- und Schwenk-Animation	Gestaltungswerzeug für PDF-Lebensläufe nach US-amerikanischem Vorbild
kostenloses Basisangebot	mit Eigenwerbung	beschränkt auf wenige Vorlagen und Werkzeuge	alle Präsentationen öffentlich einsehbar	4 Vorlagen, nur PDF-Export
<b>Funktionen</b>				
Import: PDF / Word / Sonstige	– / – / –	– / – / –	– / – / –	✓ (LinkedIn-Profil) / – / –
Designvorlagen (Dokument)	13	über 120 <sup>1</sup>	127 (3 für Lebensläufe)	17 (3 mit Foto) <sup>1</sup>
Schriftformate	Überschrift 1 und 2, Fließtext, Zitat, ungeordnete Liste, geordnete Liste, Web-Link	Überschrift, Zwischenüberschrift, Fließtext, ungeordnete Liste	Überschrift, Zwischenüberschrift 1 und 2, Fließtext 1 und 2	Überschrift 1 und 2, Fließtext, geordnete Liste, ungeordnete Liste, Web-Link
Farbwähler	wie in Formatvorlagen	ein- und mehrfarbige Hintergründe	Standardfarbpalette und Themenfarben	wie in Vorlage
Format: fett / kursiv / weitere	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / unterstrichen, durchgestrichen, hoch, tief
Ausrichtung: links / zentriert / Block	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Schriftarten	13 × 2	180	60	10 <sup>2</sup>
inhaltliche Vorgaben	–	generischer Inhalt der Designvorlage	generischer Inhalt der Designvorlage	z.B. Publikationen, Projekte, Zertifikate, Empfehlungen (englischsprachig)
Infografiken	–	✓ (Balken, Torten, Linien, Venn, Pyramiden u. a.)	Balken, Torten, Karten u. a. <sup>2</sup>	–
Stock-Fotos	bindet Adobe Stock und Flickr-Galerie ein	400.000 Premium-Bilder <sup>2</sup>	– (nur eigene)	–
eigene Marke	persönliches Logo <sup>2</sup>	persönliches Logo, persönliche Farben	–	–
weitere Gestaltungsmittel	Video, Button, Fotocollage, Diashow, Split-Layout	Raster, Rahmen, Formen, Linien, Illustrationen, Symbole, Diagramme	Audio und Video <sup>2</sup> , Formen, Pfeile & Linien, Icons & Symbole	–
Anschreiben-Generator	–	–	–	✓ (englischsprachig) <sup>2</sup>
<b>Ausgabe</b>				
Veröffentlichen: PDF / Web / weitere	– / ✓ / –	✓ / ✓ / JPEG, PNG	✓ <sup>2</sup> / ✓ / –	✓ / – / DOCX (für CVs ohne Foto) <sup>2</sup>
URL verlinkbar / personalisierbar	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –
Websicht: privat / öffentlich	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ <sup>2</sup> / ✓	✓ / ✓
<b>Bewertung</b>				
Funktionsumfang	○	⊕	⊕	⊖
Bedienung	⊕⊕	⊖	⊖	○
Layout	⊕⊕	○	○	○
Flexibilität	⊕⊕	⊕	⊕	○
Preis	ab 11,89 €/Monat (Creative Cloud Foto-Abo)	12,95 US-\$/Monat	228 €/Jahr	29 US-\$/Jahr

<sup>1</sup> teils kostenpflichtig    <sup>2</sup> kostenpflichtig

bearbeiten. Der StepStone-Dienst bietet gar keine gestalterischen Werkzeuge an. Xing beschränkt sich auf wesentliche Merkmale wie die Schnitte fett und kursiv.

Ein modernes Gestaltungsmittel sind Infografikelemente wie Fortschrittsbalken, die visuell über Fertigkeiten informieren. Varianten sind fünf Punkte oder Sterne wie aus einer Bildverwaltung oder plakative Prozentangaben. Sie fangen den Blick des Betrachters ein und regen an, genauer hinzusehen – auch und gerade, wenn mehrere Lebensläufe auf dem Tisch liegen.

### Import und Export

Jobsuchende pflegen ihre Profile bei Xing und LinkedIn. Was dort steht, sollte dem

Dokument entsprechen, das der Arbeitgeber in spe vorgelegt bekommt – dass dieser online nachschaut, ist schließlich nicht abwegig.

Xing bietet unter der Adresse Lebenslauf.com einen eigenen Generator an, der die Daten aus dem Profil direkt übernimmt. Das sorgt für Datenkonsistenz und spart eine Menge Arbeit – in der Regel wird man aus der Fülle der Einträge eher Daten löschen als hinzufügen wollen.

LinkedIn exportiert das Profil als ungestaltetes PDF-Dokument, das man in Resumonk und VisualCV importieren kann. Dabei gerät allerdings einiges durcheinander. Es geht schneller, den Namen des Unternehmens, den Jobtitel und den Zeit-

raum der Beschäftigung in die passenden Felder einzutippen und dann den Block mit der Kurzbeschreibung aus dem Profil hineinzukopieren, als ein komplettes PDF-Profil zu importieren und aufzuräumen.

Wichtig ist, was hinten rauskommt. Spark, Prezi und Wix geben eine Webseite aus, die anderen ein PDF-Dokument. Bei Prezi, VisualCV und Zety ist der PDF-Export kostenpflichtig, die Kosten bleiben aber überschaubar. Resumonk und VisualCV exportieren alternativ auch Word-Dokumente, Canva auch Bilddateien.

### Fazit

Die Testkandidaten könnten unterschiedlicher kaum sein. Sie zeigen, wie breit das

StepStone	VisualCV	Wix	Xing	Zety (ehemals upwork)
generator.bewerbung.de	www.visualcv.com	de.wix.com	lebenslauf.com	zety.com
Deutsch	Deutsch (schlecht übersetzt)	Deutsch	Deutsch	Englisch
Bewerbungshilfe der Jobbörsen StepStone mit Formulierungshilfe für das Anschreiben	Webdienst für PDF-Lebensläufe in verschiedenen Designs und mit Formatvorlagen	themenbasierter Baukasten für die private Webpräsenz vom Fotografen bis zum Online-Shop	Generator des Jobportals, der die Xing-Profildaten in ein druckbares PDF wandelt	gut strukturiertes Tool für PDF-Lebensläufe mit Formatvorlagen und sinnvollen Grafikelementen
vollständig kostenlos	mit Eigenwerbung, kein PDF-Export	mit Eigenwerbung	vollständig kostenlos	nur Gestaltung, kein Download
– / – / –	✓ (LinkedIn-Profil) / ✓ / –	– / – / –	✓ / ✓ / aus Xing-Profil	– / – / –
5	21	43 Vorlagen für Lebensläufe	9	14 (4 kostenlos)
wie in Vorlage	Überschrift, Fließtext, geordnete Liste, ungeordnete Liste, Web-Link (Regler für Größe, Zeilen- und Absatzabstand)	Überschrift 1 bis 6, Fließtext, geordnete Liste, ungeordnete Liste, Web-Link (Regler für Größe und Zeilenabstand)	Überschrift, Fließtext, ungeordnete Liste	Überschrift, Fließtext, ungeordnete Liste, Web-Link (Regler für Schriftgröße und Zeilenabstand u. a.)
wie in Vorlage	Farbpalette (8 × 7)	Farbpalette (5 × 5)	vierfarbige Designvorlagen	20 Paletten (je 3 Farben)
wie in Vorlage	✓ / ✓ / unterstrichen	✓ / ✓ / unterstrichen	✓ / ✓ / unterstrichen	✓ / ✓ / unterstrichen
wie in Vorlage	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	wie in Vorlage	✓ / ✓ / ✓
Arial, Times, Trebuchet	7 für Überschriften, 6 für Fließtext	über 100	wie in Vorlage	32
Personelles, Werdegang & Praktika, Bildungsweg, Zivil-, Wehrdienst & soziales Engagement, Sprachen, Kenntnisse, Qualifikationen, berufsbez. Interessen	Erfahrung, Bildung, Kompetenzen, Zusammenfassung (rudimentär)	generischer Inhalt der Designvorlage	Personelles, Berufserfahrung, Ausbildung, Sprachen, Qualifikationen, Auszeichnungen, Organisationen, Interessen (wie Xing-Profil)	Karriereziele, Erfahrung, Ausbildung, Qualifikationen, Sprachen, Interessen, Zertifikate, Konferenzen, Veröffentlichungen, Referenzen, Software, Lizenzen u. a.
–	✓ (Balken, Torten, Linien)	–	–	✓ (Balken aus fünf Bausteinen)
–	–	Wix-eigene und Shutterstock-Bilder	–	–
–	–	persönliches Logo	–	–
–	–	Formen, Vektorgrafiken, Bildergalerien, Stock-Video, Blog, Shop, SEO u. a.	Anlage hinzufügen, Unterschrift hochladen	–
✓ (deutschsprachig, personalisierte Textvorschläge)	✓ (englischsprachig)	–	✓ (deutschsprachig, personalisierte Textvorschläge)	✓ (englischsprachig)
✓ / – / –	✓² / ✓² / DOCX²	– / ✓ / –	✓ / – / –	✓² / ✓ / –
– / –	✓² / ✓²	✓ / ✓ (eigene Domain kostenpflichtig)	– / –	✓ / ✓
– / –	✓ / ✓²	– / ✓	– / –	✓ / ✓
⊕⊕	○	⊕⊕	⊖	○
○	⊖⊖	○	⊕⊕	⊕
⊖	⊕	⊕	○	⊕⊕
⊖⊖	⊖	⊕⊕	⊖	⊖
kostenlos	36 US-\$/Quartal	ab 4,08 €/Monat (werbefrei für 8,25 €/Monat)	kostenlos	ab 4,99 US-\$/Monat (18 Vorlagen für 17,99 US-\$/Monat)
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht
✓ vorhanden	– nicht vorhanden			

Spektrum möglicher Repräsentationen der eigenen Vita ist.

Die Webseitenbaukästen von Adobe Spark und Wix erfüllen im Bewerbungskontext eine unterstützende Funktion. Sie zeigen, dass jemand im Internet zu Hause ist, können den Lebenslauf als PDF-Dokument oder auf Papier aber nicht ersetzen. Welchen man wählt, ist Geschmacksache: Beide sind einfach zu bedienen. Wix setzt auf vollständige Dokumente, die man nur noch anpassen muss, Spark auf ein Baukastensystem.

Bei den Quereinsteigern Canva und Prezi sind Lebensläufe nur ein Nebengeschäft. Prezi erzeugt animierte Präsentationen, die den tabellarischen Lebens-

lauf ähnlich wie Spark und Wix um eine ungewöhnliche Webpräsenz bereichern. Beim Dienst für Printobjekte Canva fallen die Lebensläufe gerne bunt und wenig seriös aus. Canva kann aber die entscheidende Inspiration geben, wenn die zündende Idee zur Gestaltung fehlt.

Resumonk, VisualCV und Zety gestalten Lebensläufe nach US-amerikanischem Vorbild. Vor allem die Erzeugnisse von Resumonk sehen aus, als wollte man in der Qualitätskontrolle eines Büroklammernherstellers aus Des Moines, Iowa, vorsprechen, derart provinziell amerikanisch wirkt sie. Die Oberfläche von VisualCV hat einige Übersetzungsschwächen, aber sinnvolle Gestaltungswerzeu-

ge und gutes Design zu bieten. Zety strukturiert die Daten sinnvoll, gibt ebenfalls professionell gestaltete Dokumente aus und ergänzt clevere grafische Elemente wie kleine Infografiken beispielsweise zur Qualität der Sprachkenntnisse.

Die deutschen Portale StepStone und Xing kommen mit nüchtern, effizient, fehlerfrei und auch ein wenig spaßbefreit gestalteten Lebensläufen daher. Beide haben gegenüber den US-Kollegen aber den Vorteil, genau abzubilden, was auf dem deutschen Arbeitsmarkt gefordert ist. So mag man sich bei Canva, VisualVC und Zety Gestaltungstipps holen, die richtigen Formulierungen für das Anschreiben verraten StepStone und Xing. (akr@ct.de) 

# Zeile für Zeile

## Bewerbungen von Hand gestalten

**Anschreiben und Lebenslauf zeugen bei der Bewerbung auf eine neue Position idealerweise von Kompetenz, Kreativität, Sorgfalt und Dynamik. Gut gestaltete Dokumente können dabei den entscheidenden Vorsprung sichern.**

**Von André Kramer**

Wenn Sie im Startbereich von Microsoft Word unter „Neu“ das Wort „Lebenslauf“ in die Suchleiste eingeben, präsentiert die Textverarbeitung 29 Vorlagen. Die wirken allerdings allesamt etwas spröde und sehr nahe an traditionellem Word-Layout mit doppelten horizontalen Linien und dergleichen. Das Web bietet kreativere Anregungen. Die Webseite karrierebibel.de beispielsweise hat 40 kostenlose und farbenfrohe Word-Vorlagen für Lebensläufe im Angebot. Auf der Seite tabellarischer-lebenslauf.net finden sich über 100 kostenlose Word-Vorlagen, von denen sich viele aber sehr ähneln und nur in der Farbe variieren. Professioneller wirken Muster vom Profi: Die Agentur KB-Design bietet für 8 bis 30 Euro geeignete Word-Vorlagen.

So ein Muster kann wertvolle Anregungen geben oder die Angst vor der weißen Leinwand nehmen. Auch wenn Sie die Vorlage nicht direkt übernehmen, lohnt sich ein Blick darauf, wie es andere machen.

### Geschäftsbrief nach Norm

Grundlage der geschäftlichen Kommunikation ist die DIN 5008 für Geschäftsbriefe. Nach ihr sollten Sie sich richten, beziehungsweise nur in begründeten Fällen von ihr abweichen. Wenn Sie sich zunächst anhand der DIN ein Anschreiben zusammenbasteln, können Sie Abstände, Schriftart und Schriftgröße anschließend für den Lebenslauf übernehmen – andersherum wird es komplizierter.

Die Norm schreibt einfachen Zeilenabstand und die Schriftgröße 12 Punkt vor. Den Zeilenabstand können Sie in Word unter dem Reiter „Start“ im Block „Absatz“ einstellen, nachdem Sie auf das kleine Kästchen unten rechts geklickt haben; LibreOffice Writer macht diese Einstellungen direkt über klassische Symbolleisten zugänglich. Verwenden Sie maximal zwei Schriftarten. Mit den Fonts Arial und Times New Roman signalisieren Sie, dass Sie noch Windows XP verwenden. Calibri und Cambria beispielsweise sehen nach Windows 10 aus und nach einem Bewerber, der am Puls der Zeit ist. Wenn Sie nicht die vorinstallierten Schriften nutzen wollen, können Sie auf viele kostenlose Fonts zurückgreifen, beispielsweise auf die dünnen Fonts Geo Sans und District Thin, die Serifenschriften Gentium und Tallys sowie die serifelosen Yanone Kaffeesatz oder Liberation sans.

Als Abstände wählen Sie links 2,5 cm, rechts 2 cm und unten ebenfalls 2,5 cm. Diese Werte stellen Sie in Word im Reiter „Seitenlayout“ unter „Seitenränder“ ein.

Das Feld für die Anschrift des Empfängers inklusive einer Zeile für die Rücksendeadresse misst 4,5 cm × 8,5 cm. Es

steht 2 cm vom linken Rand. Sein Inhalt wird aber um 5 mm eingerückt, also können Sie es bei dem Seitenrand von 2,5 cm belassen. Für die Position des Felds gibt es die Varianten A und B. Norm A sieht 2,7 cm Abstand von oben vor, Norm B 4,5 cm. Tragen Sie den entsprechenden Wert als oberen Seitenrand ein. In die Kopfzeile können Sie Ihre Kontaktdaten, also Anschrift, E-Mail-Adresse und Telefonnummer, aufnehmen.

Das Adressfeld umfasst neun Zeilen. Die ersten drei enthalten Vermerke wie „Einschreiben“ oder „Büchersendung“. Sie bleiben in diesem Fall leer, beziehungsweise enthalten in der ersten Zeile die Absenderadresse. Die verbliebenen sechs Zeilen füllen Sie mit der Anschrift. Dort tragen Sie Firmenname, Ansprechpartner oder Abteilung, Straße oder Postfach sowie Postleitzahl und Ort ein. Die letzten beiden Zeilen bleiben frei. Kleine Abweichungen sind erlaubt – niemand wird mit dem Lineal nachmessen; das Gesamtergebnis zählt.

### Kreativ in der Praxis

Die Angaben zum Absender stehen 12,5 cm nach rechts eingerückt und beginnen eine Zeile unterhalb des Adressfelds für den Empfänger. Wenn der linke Seitenrand auf 2,5 cm eingestellt ist, klicken Sie in Word auf das Lineal bei der Marke 10 cm und setzen so einen passenden Tabstop. Ort und Datum schließen mit der letzten Zeile dieses Felds ab. Schreiben Sie den Tag als Zahl ohne führende Null, den Monat als Wort und die Jahreszahl komplett, also: 1. Oktober 2018.

Die Falzmarke steht 10,5 cm vom oberen Rand, in diesem Fall abzüglich

**Word-Vorlagen von Designagenturen gibts für 8 bis 30 Euro. Viele Online-Ratgeber stellen kostenlose Dokumente zum Download bereit.**



Kopfzeile bei 6 cm. In der Zeile unmittelbar darüber steht in fetten Lettern der Betreff (allerdings ohne „Betreff“). Darunter ist Platz für Anrede, den Text des Anschreibens, Grußformel und Unterschrift.

Im Textfeld können Sie sich etwas Freiheit erlauben. Leser mit schlechten Augen danken es Ihnen, wenn Sie anderthalbischen Zeilenabstand wählen. Linksbündiger Flattersatz führt zu weniger Lücken und damit zu einem harmonischen Schriftbild. Viele Empfänger ziehen dennoch Blocksatz vor. Automatische Silbentrennung minimiert in diesem Fall die Lücken. Unter „Seitenlayout“ können Sie aktivieren oder deaktivieren.

## Individuell gestaltet

Die 4,5 cm hohe Kopfzeile bietet Raum für Gestaltung, die sich im Lebenslauf wiederfinden sollte. Wenn Sie den Brief für das Anschreiben vorbereiten, reicht in Word ein Druck auf Strg+Eingabe und Sie landen auf einer zweiten Seite mit bereits vorbereiteter Kopfzeile für den Lebenslauf. Beim Anschreiben sollten Sie sich auf eine Seite beschränken. Der Lebenslauf kann länger sein, muss er aber nicht.

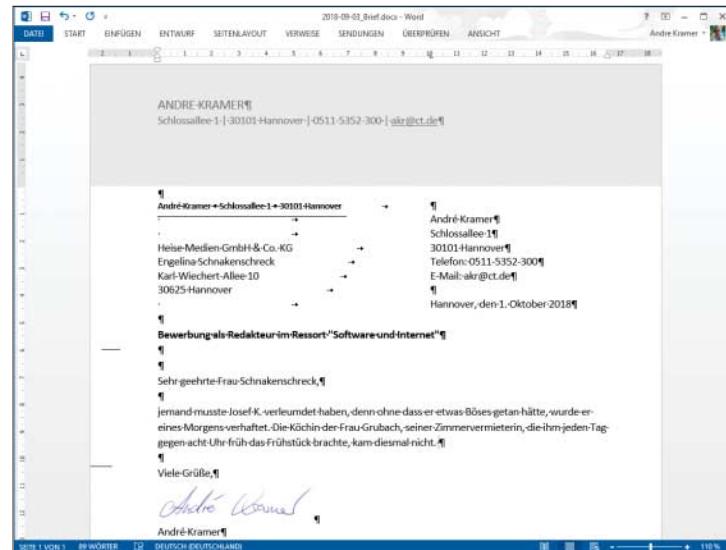
Ihre Kopfzeile gestalten Sie am besten pragmatisch und nüchtern. Pragmatisch ist, wenn sie Ihre Kontaktinformationen enthält: Namen, Anschrift, E-Mail-Adresse und Telefonnummer. Nüchtern sind horizontale und vertikale Linien, die sich am Rest des Dokuments orientieren.

Mit Grafikelementen sollten Sie sich zurückhalten. Spielen Sie mit freien Flächen. Kreuze erinnern an Todesanzeigen. Rechtecke wirken engstirnig und einengend. Ein einfaches grafisches Mittel ist ein vollflächig hellgrauer Hintergrund in der gesamten Kopfzeile. Dieses Gestaltungsmittel empfiehlt sich aber nur für PDF-Bewerbungen, denn ganz bis zum Rand können Sie nicht drucken. Ein weiteres Gestaltungsmittel ist eine horizontale Linie auf zwei Dritteln der Höhe, also bei 3 cm. Konfigurieren Sie dafür einen Tabulator bei 2 cm von rechts. In einer Zeile unterhalb der Adresseingaben müssen Sie dann nur den Schriftstil „Unterstreichen“ aktivieren und einmal auf die Tab-Taste drücken. Bei komplexeren Linien helfen die Zeichentools unter Einfügen/Formen.

## Übersichtlicher Lebenslauf

Den Lebenslauf müssen Sie nur einmal anlegen und können ihn dann immer wieder aktualisieren. Sie sollten ihn in drei bis

**Die DIN für Geschäftsbriebe enthält viele Maße. Sie müssen aber nur einmal mit Sorgfalt eine Vorlage anlegen.**



fünf Blöcken gut strukturieren. Am Anfang stehen „persönliche Daten“: Geburtsdatum und -ort, Staatsangehörigkeit und Familienstand. Dann folgen die beiden Blöcke Praxiserfahrungen und Ausbildung danach Kenntnisse, Fähigkeiten sowie Hobbys.

Sie beginnen mit der aktuellen Tätigkeit und arbeiten sich dann in die Vergangenheit zurück. Außer Arbeitgeber, Position und Zeitraum Ihrer Anstellung nennen Sie stichpunktartig Ihre dortigen Aufgaben. Wenn Sie noch nicht über Berufserfahrung verfügen, können Sie in dieser Form Studienschwerpunkte nennen. Zu den Fähigkeiten gehören Hard-Skills wie Kenntnisse in .NET-Entwicklung und Soft-Skills wie Teamfähigkeit oder Fremdsprachen.

Integrieren Sie ein Foto in Ihren Lebenslauf, am besten eines, das ein professioneller Fotograf genau für diesen Zweck aufgenommen hat. Optional können Sie ein Deckblatt entwerfen, das außer diesem Foto Ihren Namen und Ihre Kontaktinformationen enthält.

Das Anschreiben komplettiert die Bewerbung und ist Ihre Chance, sich zu profilieren und zu positionieren. Finden Sie heraus, wer Ihre Kontaktperson ist und sprechen Sie sie direkt an – „Sehr geehrte Damen und Herren“ ist wenig besser als „Liebes Unternehmen“.

Beginnen Sie nicht mit „hiermit schicke ich Ihnen“ oder „mit Begeisterung habe ich Ihre Anzeige gelesen“. Zeigen Sie, dass Sie sich mit dem Unternehmen beschäftigt haben und dass Ihr Anschreiben keine Massenware ist, die in gleichem Wortlaut an zwölf Adressaten geht. Schreiben Sie, was Sie an der Stelle interessiert.

Gab es bereits einen persönlichen Kontakt, sprechen Sie dies im ersten Satz an: „Im Gespräch mit Herrn Schmidt auf der CeBIT erfuhr ich, dass Ihr Team Verstärkung sucht.“ Wenn die Marke Sie begeistert, können Sie auch damit beginnen: „Schon als Schüler habe ich begeistert c't gelesen.“

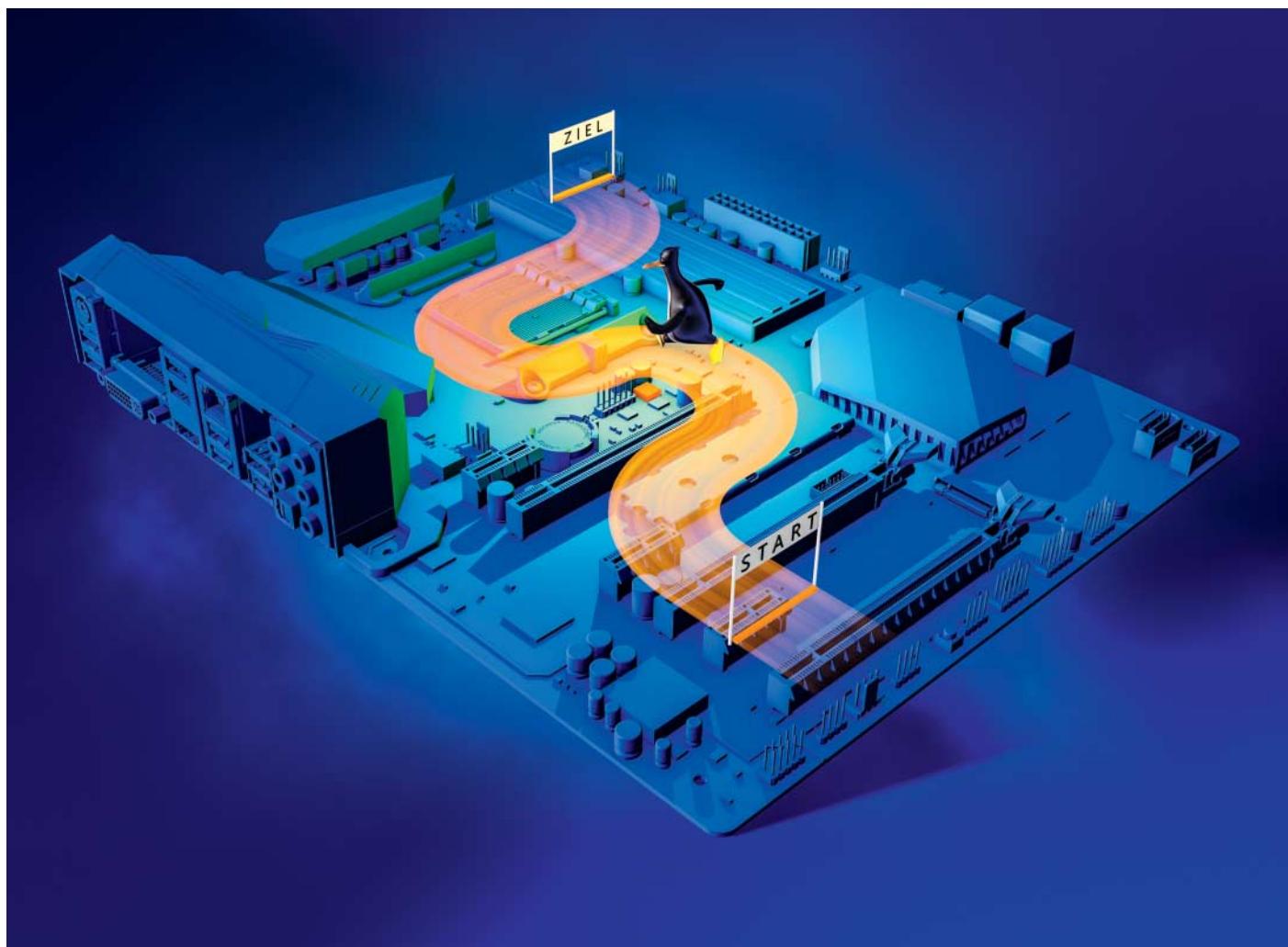
Strukturieren Sie nach dieser Kurzvorstellung Ihren Hauptteil in sinnvolle Absätze, etwa in einen zu Praxiserfahrungen für die Stelle und in einen zu Ihren persönlichen Stärken.

Nennen Sie im Schluss Ihr Wunschgehalt und -eintrittsdatum. Erklären Sie im letzten Satz, dass Sie für ein persönliches Gespräch zur Verfügung stehen und sich auf ein Vorstellungsgespräch freuen. Vermeiden Sie dabei den Konjunktiv: „Ich freue mich“ wirkt entschiedener als „Ich würde mich freuen“. Vergessen Sie Ihre Unterschrift nicht – sowohl im Anschreiben als auch im Lebenslauf.

## Hochglanzpoliert

Damit die Bewerbung Erfolg hat, muss sie in Form und Inhalt fehlerfrei sein. Überprüfen Sie Rechtschreibung und Formatierung genau. Lassen Sie Freunde und Familie Korrektur lesen. Achten Sie auf Liniengleichheit bei den Tabulatoren und Seitenrändern, auf einheitliche Schriftart und Schriftgröße.

Am Ende schicken Sie Ihre komplette Bewerbung bestehend aus Anschreiben, Lebenslauf und Zeugnissen als ein einziges PDF-Dokument ab. Wenn Sie die Bewerbung per Post verschicken, sparen Sie nicht am Material. In diesem Fall gehört das Anschreiben nicht mit in die Mappe. Viel Erfolg bei der Bewerbung! (akr@ct.de) **ct**



# Im Einklang

## Stolperfallen bei der Linux-Installation auf UEFI-PCs vermeiden

**UEFI durchdringt die PC-Welt immer stärker und wird dadurch schwerer zu meiden. Das ist nicht weiter schlimm für Linux-Anwender, denn das freie Betriebssystem kommt mit der Technik mittlerweile gut klar. Stolperfallen gibt es dennoch. Unsere Tipps ersparen Ihnen die meisten.**

Von Thorsten Leemhuis

**U**EFI hat einen miserablen Ruf in der Open-Source-Szene, obwohl es viele Vorteile für Linuxer hat. Zwei davon: kinderleichte BIOS-Updates und eine deutlich robustere Parallelinstallation mehrerer Betriebssysteme. Manch alter Hase mag da nur abwinken und spöttisch lachen. Über kurz oder lang müssen sich aber auch die mit dem moderneren Startprozedere beschäftigen, schließlich booten neue PCs ihr Betriebssystem mittlerweile fast immer über UEFI-Mechanismen. Noch können die meisten UEFI-BIOS ein Betriebssys-

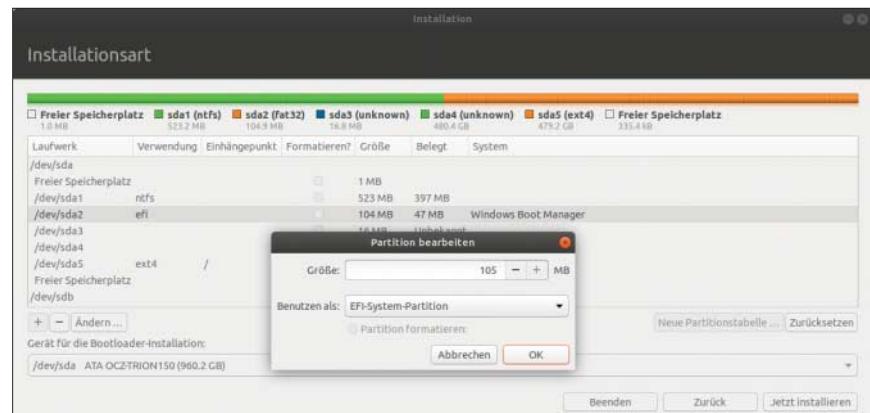
tem zwar wie klassische BIOSe starten – der Abgesang auf das dafür zuständige CSM (Compatibility Support Module) hat aber bereits begonnen. Außerdem lassen sich mehr und mehr Hardwarefunktionen nur noch nutzen, wenn das BIOS das Betriebssystem mittels UEFI startet.

Ohnehin ist UEFI mittlerweile meist das bessere Bootverfahren, denn die Linux- und Firmware-Entwickler haben viele Probleme beseitigt, die in den Anfangstagen auftraten. Solange Sie das CSM meiden, müssen Sie sich um UEFI

auch gar nicht groß kümmern. Auch nicht bei der Parallelinstallation mehrerer Betriebssysteme, die der Artikel auf Seite 150 beschreibt. Viele Grundlagen zu UEFI bleiben hier indes außen vor, denn die haben zwei Texte in der vorangegangenen c't erläutert [1, 2].

## Die Eckdaten

Vorweg die Kurzform zum alleinigen Linux-Betrieb auf UEFI-PCs: Auf einem fabrikneuen Windows-System eines großen Herstellers ein Linux wie Fedora, Linux Mint, OpenSuse Leap oder Ubuntu einzurichten unterscheidet sich nicht sonderlich vom Vorgehen vor zehn oder fünfzehn Jahren. Einfach das Installationsmedium wie vom Linux-Distributor beschrieben anlegen, davon booten und den Anweisungen des Installers folgen. Um das bei neuen PCs allgegenwärtige UEFI müssen Sie sich dabei nicht weiter sorgen, solange Sie das Installationsprogramm partitionieren lassen. Falls Sie das lieber manuell erledigen,



Auf vielen PCs müssen Sie sich bei der Linux-Installation nicht um UEFI scheren, solange Sie automatisch partitionieren; wer das lieber selbst erledigt, muss eine EFI System Partition (ESP) einbinden oder anlegen.

müssen Sie sich allerdings eine Partition vom Typ „EFI System Partition“ (ESP) anlegen oder eine bestehende einbinden. Das ist der in manchen Installern schlicht „EFI Partition“ genannte Bereich, in dem

Installer den EFI-Boot-Loader ablegen, über den UEFI-BIOS die auf einem System installierten Betriebssysteme später starten. Für typische Einsatzzwecke reichen 100 MByte. Falls Sie allerdings häufig

## Linux lieber klassisch oder per UEFI starten?

Für Neuinstallationen auf moderner Hardware ist der Start mit UEFI-Mechanismen meist die bessere Wahl, weil er auch für Linux viele Vorteile, aber kaum Nachteile hat. Natürlich müssen Sie umlernen, falls Sie UEFI bislang gemieden haben. Früher oder später müssen Sie das aber wohl sowieso, denn mit der Zeit wird das CSM verschwinden, mit dem UEFI-BIOS ein Betriebssystem so starten kann, wie es klassische BIOS machen. Das CSM fehlt etwa schon länger bei UEFI-BIOSen vieler Notebooks, die beim Bereitschaftsmodus in den Suspend-to-Idle (S2I bzw. im Windows-Jargon „Modern Standby“) wechseln. Außerdem lassen sich einige jüngst aufgekommene Hardwarefunktionen und -komponenten nur nutzen, wenn das Betriebssystem per UEFI startet. Dazu gehören Intels NVMe-RAID oder die Unterstützung für RAM-Module mit nichtflüchtigem Speicher (NV-DIMMs). Die Hardwarehersteller haben bereits durchblicken lassen, dass die Liste der nur beim UEFI-Start nutzbaren Funktionen bald länger wird. Ferner will Intel das Kompatibilitätsmodul ab 2019 nicht mehr in Produkten unterstützen, die zur „Client & Data Center Platform“ zählen; das Unternehmen

hat andere Hersteller aufgerufen mitzu ziehen.

Damit ist absehbar: Mit dem CSM schränkt man sich ein, denn mittelfristig stirbt das klassische Bootverfahren aus. Für einige altbackene, exotische oder für Oldtimer-Hardware ausgelegte Betriebssysteme mag das ein Problem sein – für das Gros der Linux-Distributionen sowie Wartungs- und Reparatur-Werkzeuge wie Desinfec't aber nicht, denn die booten schon seit Jahren auch mit UEFI-Mechanismen.

Letztlich ist der Start via UEFI somit das eindeutig zukunftsweisendere Bootverfahren. Das ist wichtig, falls Sie den Systemdatenträger irgendwann in ein stärkeres und CSM-loses System umhängen wollen, um die Betriebssysteme dort ohne Neuinstallation weiter zu nutzen: Bei einem installierten System die Boot-Methode umzustellen ist zwar möglich, aber ohne Vorkenntnisse und Erfahrung so aufwendig und kompliziert, dass frisch installieren meist der bessere Weg ist.

Ganz nebenbei macht UEFI auch noch BIOS-Updates leichter (siehe Kasten „UEFI macht BIOS-Updates bei Linux kinderleicht“). Der Start per UEFI ist auch für

Systemdatenträger mit mehr als 2 TByte Kapazität wichtig, denn der beim klassischen Systemstart verwendete MBR (Master Boot Record) stößt da an seine Grenze. Für die GPT (GUID Partition Table) ist das kein Problem; sie fand mit dem Booten via UEFI größere Verbreitung, weil ein per UEFI gestartetes Windows-Setup den Boot-Loader nur auf einen per GPT eingeteilten Datenträger ablegt. Die Linux-Welt ist nicht so engstirnig: Bei gängigen Distributionen startet Grub mithilfe der „BIOS Boot Partition“ auch von GPT-Datenträgern, selbst wenn klassisch gebootet wird. Dieses Startprozedere ist aber eher rar, daher hakt es damit in der Praxis gelegentlich.

Ein weiterer Grund für UEFI sind die Vorteile bei der Parallelinstallation mehrerer Betriebssysteme (siehe S. 150). UEFI weicht dabei auch die alte Dual-Boot-Weisheit „erst Windows installieren, dann Linux“ auf. Außerdem bringen die Linux-Boot-Loader größere Windows-Updates nicht mehr ins Straucheln, wenn man Windows per BIOS-Boot-Menü bootet; bei Upgrade- oder Neuinstallation von Windows muss man auch nicht mehr fürchten, dass Linux nicht mehr startet.

verschiedene Distributionen ausprobieren oder mit EFI-Boot-Techniken experimentieren wollen, spendieren Sie der ESP besser 250 oder 500 MByte. Spezifizieren Sie, falls erforderlich, `/boot/efi/` als Mount-Punkt für die ESP, denn das ist der Ort, wo Linux-Programme die Partition später im Betrieb erwarten.

## **Die Details**

Das bislang Gesagte reicht für viele Anwender bereits aus, die Linux als alleiniges Betriebssystem einrichten wollen – leider aber eben nicht für alle. Schwieriger wird es bereits, falls Sie etwa Arch Linux oder Debian GNU/Linux aufspielen wollen: Diese booten auf Systemen großer Hersteller nicht. Das liegt an UEFI Secure Boot, das bei solchen Rechnern praktisch immer aktiv ist, von diesen Distributionen aber nicht unterstützt wird. Um sie zu installieren, müssen Sie ins BIOS-Setup wechseln und die Sicherheitstechnik dort lahmlegen. Das kann auch für Ubuntu & Co. interessant sein, denn es vermeidet einige Einschränkungen (siehe Kasten).

Wenn Sie Secure Boot deaktivieren, wird eine zweite Sache wichtig – eine, die Sie auch tunlichst beachten sollten, falls – womöglich jemand an den Einstellungen des BIOS-Setups gedreht hat,

- das System von einem kleineren Hersteller stammt oder
- Sie den PC selbst zusammengebaut haben.

In solchen Fällen ist das CSM womöglich aktiv, das sich nicht parallel mit Secure Boot verwenden lässt – manche UEFI-BIOSe schalten den BIOS-Kompatibilitätsmodus daher sogar automatisch ein, wenn man Secure Boot lahmlegt.

Das Problem: Wenn das CSM aktiv ist, tauchen Datenträger im BIOS Boot Menü und bei der Boot-Reihenfolge-Konfiguration des BIOS-Setup zweimal auf. Das ist auch kein Wunder, schließlich kann das UEFI-BIOS die auf den Datenträgern befindlichen Betriebssysteme in dieser Konfiguration entweder klassisch oder per UEFI booten – zumindest, wenn sie Boot-Code für beide Verfahren enthalten, was bei den Medien moderner Betriebssysteme meist der Fall ist. Dieser Mischbetrieb ist der

Quell vieler Probleme, denn egal ob Linux oder Windows: Die Art, mit der Sie das Installationsmedium booten, entscheidet bereits darüber, wie ein damit aufgespieltes Betriebssystem startet.

## **Der große Fallstrick**

Das liegt an den zum UEFI-Start verwendeten Boot-Einträgen, die Sie nach der

Betriebssysteminstallation im BIOS-Boot-Menü oder bei der BIOS-Setup-Konfiguration der Boot-Reihenfolge sehen. Diese entstehen aus UEFI-Variablen, die die Installer in einem Speicherbereich des BIOS hinterlegen. Sie verraten dem UEFI-BIOS, wo es die Boot-Loader zum Starten der aufgespielten Betriebssysteme findet. Der Knackpunkt dabei: Die Installationsroutine erstellt die Variablen über Schnittstellen, über die Betriebssystem und UEFI-BIOSe interagieren. Damit dieser Kommunikationsweg zur Verfügung steht, muss bereits das Installationsmedium per UEFI booten. Einem versehentlich und daher womöglich unbemerkt per CSM gestarteten Installer bleibt daher

gar nichts anderes übrig, als ein klassisch bootendes Linux einzurichten.

Der Mischbetrieb ist nicht nur tückisch für Live-Linux und Installationsmedien, sondern auch für per DVD oder USB-Stick gestartete Diagnose- und Reparatursysteme wie Partitionierungs-tools, Imager oder Desinfec't. Beim Einsatz solcher Werkzeuge entsteht nämlich

## **Bereits die Art, mit der Sie das Installationsmedium booten, entscheidet darüber, wie das damit aufgespielte Betriebssystem startet.**

## **Secure Boot ausschalten für Linux?**

Sie müssen UEFI Secure Boot nicht im BIOS-Setup ausschalten, um Linux-Distributionen wie Fedora, Linux Mint oder Ubuntu zu installieren. Das ist einer von Microsoft erzeugten Signatur am Boot-Loader „Shim“ zu verdanken, durch die gängige UEFI-BIOSe diese und viele weitere Linux-Distributionen als vertrauenswürdig einstufen und ohne zu murren starten. Bei Debian GNU/Linux sieht es anders aus: Das soll eine solche Signatur erst mit der 2019 erwarteten Version 10 bekommen, daher muss man Secure Boot zur Installation der aktuellen Ausgabe lahmlegen. Auch bei der Einrichtung von Arch Linux und Derivaten wie Antergos und Manjaro stört die Sicherheitstechnik, denn sie unterstützen Secure Boot nicht oder nur rudimentär.

Ein Deaktivieren ist aber auch bei Fedora, Ubuntu & Co. nötig, falls Sie etwa einen selbst kompliierten Kernel einsetzen wollen; dasselbe gilt, wenn Sie Nvidias proprietären Grafiktreiber einzurichten gedenken. Die Boot-Loader und Kernel vieler für Secure Boot ausgelegter Distributionen unterbinden diese und einige weitere Dinge, solange die Sicherheitstechnik aktiv ist. Das soll einerseits sicherstellen, dass Bösewichte diese Komponenten nicht für ihre Zwecke missbrauchen, denn dadurch könnte der Bootcode der Distributionen auf einer schwarzen Liste landen. Andererseits kann das Ganze auch vor einigen Angriffszenarien schützen – allerdings ist umstritten, ob das die Nachteile wettmacht.

Letztlich hat sich als Faustregel etabliert: Lassen Sie Secure Boot ruhig an, solange es Ihnen nicht in die Quere kommt. Sollte das früher oder später passieren, schalten Sie es ab, ohne sich groß den Kopf über reduzierte Sicherheit zu zerbrechen. Leider verstecken manche BIOS-Setups die Optionen zum Deaktivieren von Secure Boot; hin und wieder fehlen sie auch. Bei Distributionen, die für die Sicherheitstechnik ausgelegt sind, kann man aus den Distributionen heraus einen Prozess anstoßen, um die mit Secure Boot einhergehenden Einschränkungen beim nächsten Boot zu deaktivieren [3] – Secure Boot selbst bleibt dabei aber aktiv, daher starten Distributionen ohne Support für die Sicherheitstechnik auch dann nicht.

```
cctest@cctest-desktop:~$ efibootmgr -v
BootCurrent: 0000
Timeout: 1 seconds
BootOrder: 0000,0001,0002,0003
Boot0000* ubuntu      HD(2,GPT,1a5896ea-a4c8-4b1b-9630-e6ab90f080fd,0xfa000,0x32000)/File(\EFI\ubuntu\shimx64.efi)
Boot0001* Windows Boot Manager HD(2,GPT,1a5896ea-a4c8-4b1b-9630-e6ab90f080fd,0xfa000,0x32000)/File(\EFI\Microsoft\Boot\bootmgfw.efi)WINDOWS.....x...B.C.D.O.B.J.E.C.T.=.{.9.d.e.a.8.6.2.c.-.5.c.d.d.-.4.e.7.0.-.a.c.c.1.-.f.3.2.b.3.4.4.d.4.7.9.0.}.....
Boot0002* Fedora       HD(2,GPT,1a5896ea-a4c8-4b1b-9630-e6ab90f080fd,0xfa000,0x32000)/File(\EFI\FEDORA\shimx64.efi)
Boot0003* UEFI : USB : KingstonDTR30G2 PMAP : PART 0 : OS Bootloader   PciRoot(0x0)/Pci(0x14,0x0)/USB(21,0)/USB(2,0)/HD(1,MBR,0x663eb4c4,0x3906b4,0x1240)..BO
cctest@cctest-desktop:~$
```

Ein UEFI-BIOS bootet installierte Betriebssysteme über UEFI-Boot-Variablen, die den eindeutigen Bezeichner der ESP und den darauf liegenden Boot-Loader spezifizieren.

leicht Kuddelmuddel, wenn Sie diese nicht über den Mechanismus booten, mit dem das installierte Betriebssystem startet. Letzteres kann dadurch Schaden nehmen und startet womöglich nicht mehr; das gilt insbesondere für Multi-Boot-Systeme und beim Basteln an Boot-Loader oder Partitionierung.

Wir raten daher nachdrücklich vom Mischbetrieb ab. Entscheiden Sie sich vielmehr für eine Boot-Methode – deaktivieren sie also besser das CSM, um ganz auf das zukunftssichere UEFI zu setzen. Falls Sie hingegen UEFI fürs Erste meiden wollen, sollten Sie die UEFI-Boot-Mechanismen im BIOS-Setup deaktivieren. So oder so sollten Sie diese Wahl vor Aufspielen des ersten Betriebssystems treffen, damit dieses das gewünschte Bootverfahren nutzt. Installierte Betriebssysteme starten nämlich nicht mehr, wenn Sie im BIOS-Setup das Verfahren deaktivieren, mit dem es bootet.

**Vorsicht:** Die BIOSen einiger Systeme aktivieren das CSM unter bestimmten Bedingungen ungefragt. Außerdem gibt es BIOS-Setups, bei denen man sich nur schwerlich auf die ein oder andere Boot-Methode festlegen kann. Idealerweise sollten Sie daher vor Beginn der Linux-Installation prüfen, ob das Installations-

medium über den gewünschten Mechanismus gestartet wurde, damit das darüber aufgespielte System später mit eben diesem Verfahren startet. Rufen Sie dazu nach dem Start des Installationsmediums den Kommandozeilenbefehl `efibootmgr` auf, der die UEFI-Boot-Einträge auflistet. Falls das Kommando meldet, nicht auf UEFI-Variablen zugreifen zu können, wurde der Installer klassisch gestartet. Bei Ubuntu kann man das Startverfahren bereits am Boot-Loader erkennen: Erscheint hier ein rein textbasierter Menü von Grub, wie man es von installierten Linuxen kennt, dann hat das BIOS des Installationsmediums per UEFI gestartet; der Installer wurde hingegen klassisch gestartet, wenn kleine grafische Symbole erscheinen und sich auf Tastendruck ein Menü in der Bildschirmschirmmitte öffnet.

## Einteilungsverfahren

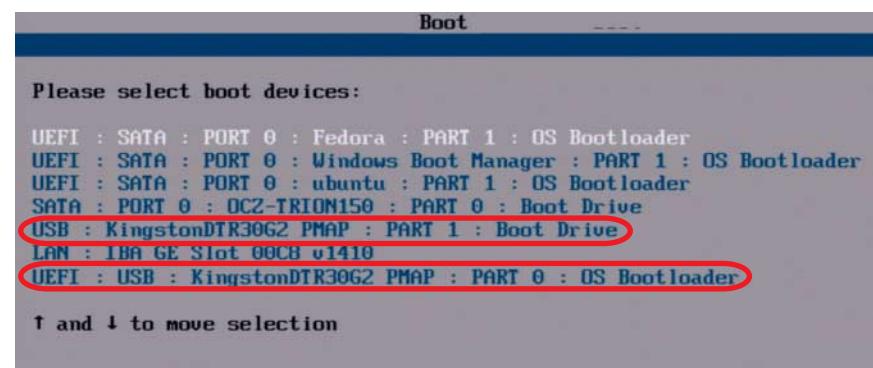
Bei der Installation lauert eine weitere Stolperfalle, falls sich irgendwelche Daten auf dem Datenträger befinden, auf dem die ESP landen soll. In dem Fall hat er höchstwahrscheinlich auch eine Partitionstabelle: Entweder im Rahmen eines MBR (Master Boot Record), der aus DOS-Zeiten stammt und beim klassischen Boot eine zentrale Rolle spielt, oder in Form

einer GPT (GUID Partition Table), die sich zusammen mit UEFI durchgesetzt hat. Theoretisch kann Ihnen das Partitionierungsschema egal sein, denn Ubuntu und einige andere Linux-Distributionen starten auch per UEFI von Datenträgern, die ein MBR einteilt. Die Kombination aus UEFI-Boot und MBR-Partitionierung ist eine in der Praxis aber seltene Konstellation, daher triggert sie gelegentlich Fehler, die in UEFI-BIOSen oder Linux-Distributionen schlummern. Außerdem führt so eine Kombination zu Problemen beim Dual-Boot mit Windows, denn dessen Setup-Routine erwartet, dass die ESP auf einem per GPT partitionierten Datenträger liegt. Legen Sie die ESP daher besser auf einem solchen ab. Prüfen Sie dazu, welche Einteilungsverfahren die im System verbauten Datenträger nutzen:

```
sudo fdisk -l | ↴
  ↪grep -e '/dev/' -e 'typ'
```

Falls der zur Installation vorgesehene Datenträger einen MBR enthält, sollten Sie umstellen. Allerdings sind fortgeschrittene Kenntnisse nötig, damit das unter Datenerhalt gelingt. Die Eckdaten eines Wegs: Man muss zuerst vorne und hinten auf der Platte ein paar Dutzend Sektoren (am besten: 2048) für die GPT freischau-

**Vorsicht:** Dieses BIOS kann Betriebssysteme per UEFI oder CSM starten, denn das BIOS-Boot-Menü zeigt zwei verschiedene Einträge an, um den USB-Stick mit dem Linux-Installer zu starten. Nur der zweite richtet ein per UEFI startendes Linux ein. Sie dürften nur diesen nutzen, wenn Sie Linux parallel zu einem bereits installierten Betriebssystem einrichten wollen, das per UEFI startet.



feln (etwa mit Gparted), um dann im Kommandozeilenwerkzeug `gdisk` das Experten-Menü aufzurufen, mit dem man zur GPT wechseln kann. Vor einem solch gefährlichen Eingriff sollte man immer ein Komplett-Backup anlegen – da kann man sich dann auch gleich überlegen, den Datenträger vollständig freizuräumen, um ihn dann via `fdisk` oder Gparted mit einer leeren GPT zu versorgen.

Apropos Datenträger: Achten Sie darauf, das Installationsmedium auf einem der Wege anzulegen, die der Distributor in der Dokumentation nennt. Universelle Tools wie Unetbootin funktionieren zwar oft, fallen aber hin und wieder auf die Nase, wenn Distributoren etwas am Boot-Prozess verändern – gerade beim UEFI-Boot hakt es dann schnell.

Eine weitere Stolperfalle lauert bei einigen Tablets und Netbook-artigen Notebooks, die zwar einen 64-Bit-x86-Prozessor enthalten, aber eine 32-Bit-UEFI-Firmware nutzen. Damit Linux dort bootet, muss das Installationsmedium

einen 32-Bit-UEFI-Loader enthalten. Abgesehen von den x86-64-Fassungen von Fedora und der x86-32-Ausgabe von Debian erfüllt derzeit kaum ein Linux diese Voraussetzung.

Darüber hinaus gibt es noch zahlreiche UEFI-BIOSes, in denen Fehler lauern, die sich erst beim Einsatz von Linux zeigen. Das ist nicht ungewöhnlich, weil die Hersteller oft nur mit Windows testen. Gerade in der Anfangszeit gab es da kuriose Bugs, durch die BIOSes etwa Boot-Einträge zum Start von Linux unterschlugen. Auf aktueller Hardware treten derlei Probleme nur sehr selten auf. Dort brauchen Sie sich auch nicht davor zu fürchten, dass Linux irgendwelche Fehler im UEFI-BIOS triggert, die zum Defekt

der Hardware führen, wie es vor Jahren mit einigen Lenovo- und Samsung-Notebooks passiert ist. So was kann zwar auch in Zukunft wieder passieren – UEFI ist aber ohnehin nur ein Faktor, der da hineinspielt, denn solche Probleme sind auch schon mit klassischen BIOSen aufgetreten. So oder so ist die Gefahr, auf solch ein krasses Problem zu treffen, kleiner als die Chance auf einen Sechser im Lotto.

Bei neuen PCs ist es zudem oft nicht so leicht, den PC vom Installationsmedium booten zu lassen, weil dazu ganz unterschiedliche Tasten nötig sind; durch BIOS-Funktionen wie „Fast Boot“ ist das Zeitfenster zudem oft sehr klein, in dem man die Taste betätigen kann. Bei vielen

## Schalten Sie das CSM im BIOS-Setup besser ab, um den Mischbetrieb und viele seiner Stolperfallen zu vermeiden.

## UEFI macht BIOS-Updates bei Linux kinderleicht

Bei vielen aktuellen Notebooks von Dell und Lenovo ist ein BIOS-Update mit Fedora und Ubuntu Desktop ganz simpel: das System über die Software-Verwaltung von Gnome aktualisieren, neu starten, BIOS-Update abwarten, fertig. Das ist der Webseite Linux Vendor Firmware Service (LVFS/fwupd.org) und den zugehörigen aufbauenden Werkzeugen zu danken. Damit es so einfach funktioniert, müssen PC-Hersteller die BIOS-Updates allerdings auch beim LVFS hinterlegen. Außerdem muss die Hardware gleich drei dabei verwendete UEFI-Techniken unterstützen: das Firmware Management Protocol (FMP), die EFI System Resource Table (ESRT) und UEFI Capsules.

Diese Voraussetzungen erfüllen derzeit nur wenige Systeme. Vorreiter ist Dell, denn die meisten der in den letzten zwei bis drei Jahren verkauften Notebooks, PCs und Workstations der Serien Latitude, Optiplex, Precision und XPS beherrschen bereits seit einer Weile die BIOS-Updates via LVFS. Lenovo hat im Sommer 2018 begonnen, BIOS-Updates über den Webdienst zu verteilen und dessen Werkzeuge zu unterstützen. Zu den bislang unterstützten Geräten gehören unter anderem die jüngsten Jahrgänge von ThinkPad-Notebooks der T- und X-Serie, die in Linux-Kreisen recht beliebt sind. Das Unternehmen will schrittweise Support für weitere Geräte nachreichen, damit LVFS-

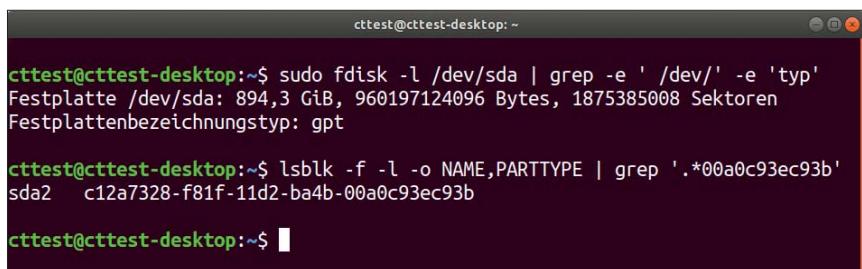
Updates mit modernen Systemen der Serien ThinkCenter (Desktop-PCs) und ThinkStation (Workstations) gelingen.

Von den drei dominierenden PC-Herstellern ist Marktführer HP somit der einzige, der den LVFS bislang nicht unterstützt. Das ist nicht der einzige Wermutstropfen, denn bislang beherrschen außer Fedora und Ubuntu auch nur wenige Distributionen die Updates via LVFS, weil die über einen mehrstufigen und komplexen Prozess erfolgen. Zuerst müssen die Tools die Firmware-Updates herunterladen und im System hinterlegen. Anschließend müssen die LVFS-Werkzeuge einen eigenen UEFI-Boot-Eintrag anlegen, der beim nächsten Neustart ein EFI-Loader mit einem Flash-Hilfsprogramm startet. Dieses ruft das BIOS-eigene Flash-Tool auf, das man auch via BIOS-Setup erreicht. Erst dieses spielt das zuvor hinterlegte Update ein und startet anschließend neu. Das Ganze passiert ohne Nutzerinteraktion und lässt sich über das Kommandozeilenprogramm `fwupdmgr` auch in Skripten verwenden – Admins können so auf Knopfdruck Hunderte Systeme aktualisieren.



Dank UEFI können einige Distributionen bei der regulären Systemaktualisierung auch gleich BIOS-Updates initiieren.

PCs kann man das BIOS-Setup aufrufen und dort die Boot-Reihenfolge festlegen, wenn man während des Selbsttests die Entf-Taste drückt. Manchmal muss es aber auch eine Funktionstaste wie F1 oder F2 sein, was die Dokumentation oder die BIOS-Statusinformationen erläutern sollten, oft aber nicht tun. Zum einmaligen Start eines Installationsmediums ist das Boot-Menü des BIOS (BIOS Boot Select, BBS) gut geeignet, das sich bei vielen PCs öffnet, wenn Sie während des Selbsttests die Tasten F8, F10, F11 oder F12 drücken. Solange Windows noch auf dem System ist, können Sie den PC von dort anweisen, beim nächsten Mal von DVD oder USB-Stick zu booten oder das BIOS-Setup zu öffnen (siehe S. 150). Unter Linux können Sie den PC via Efibootmgr dazu auffordern, beim nächsten Start von einem bestimmten Datenträger zu starten (siehe S. 146); bei vielen Distributionen enthält zudem das Boot-Menü eines per UEFI aufgerufenen Grub auch einen Menüpunkt, um ins BIOS-Setup zu wechseln.



```
cttest@cttest-desktop:~$ sudo fdisk -l /dev/sda | grep -e '/dev/' -e 'typ'
Festplatte /dev/sda: 894,3 GiB, 960197124096 Bytes, 1875385008 Sektoren
Festplattenbezeichnungstyp: gpt

cttest@cttest-desktop:~$ lsblk -f -l -o NAME,PARTTYPE | grep '.*00a0c93ec93b'
sda2    c12a7328-f81f-11d2-ba4b-00a0c93ec93b

cttest@cttest-desktop:~$
```

Fdisk verrät, ob ein Datenträger mit MBR oder GPT partitioniert ist. Mit Lsblk können Sie eine existierende ESP aufspüren.

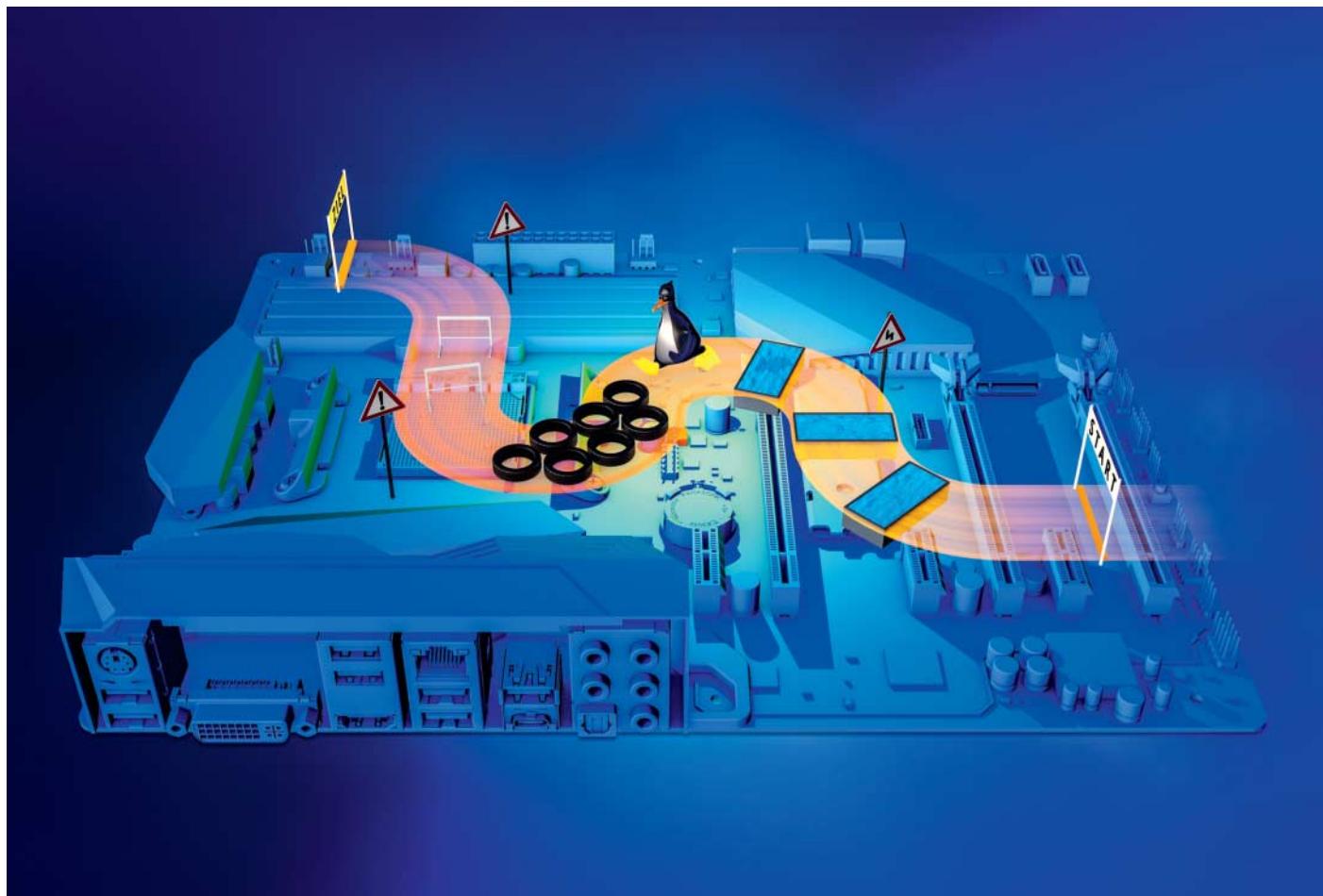
Auch diese Wege hat erst UEFI möglich gemacht. Nebenbei: Ja, dem Autor ist bewusst, dass dieser Text aufgrund der Flexibilität von Linux ein wenig den Eindruck hinterlässt, als sei das mit UEFI und Linux alles höllisch kompliziert. Das ist es aber gar nicht: Wie eingangs umrissen brauchen Sie sich bei PCs mit aktivem Secure Boot gar nicht um UEFI zu sorgen, solange Sie eine Distribution einsetzen, die die Sicherheitstechnik beherrscht; bei anderen müssen Sie halt Secure Boot aus-

schalten und unbedingt darauf achten, das CSM zu meiden. Dann beim manuellen Partitionieren noch an die ESP denken und gut ist. (thl@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Christof Windeck, UEFI-BIOS im Griff, Die Hakeleien des BIOS-Nachfolgers ausbügeln, c't 22/2018, S. 108
- [2] Christof Windeck, FAQ: UEFI-BIOS, c't 22/2018, S. 114
- [3] Thorsten Leemhuis, Ausgehobelt, Secure-Boot-Einschränkungen bei Fedora und Ubuntu loswerden, c't 14/2016, S. 176

Anzeige



# Startprozedere

## Den UEFI-Start von Linux im Griff

**Sie wollen sich zu helfen wissen, wenn es beim UEFI-Boot von Linux mal hakt? Dann sollten Sie sich mit dem Startprozedere vertraut machen.**

**Von Thorsten Leemhuis**

**U**EFI ist anders – mit klassischen BIOSen erlernte Tricks helfen Ihnen daher nicht, wenn ein per UEFI startendes Linux nicht in die Gänge kommt. Im Gegenteil: Die alten Tricks verschlimmern UEFI-Bootprobleme womöglich.

Beschäftigen Sie sich daher besser mit dem Startprozedere eines per UEFI bootenden Linux, damit Sie die richtigen Kniffe kennen, wenn es beim Starten via UEFI irgendwann mal klemmt.

Dreh- und Angelpunkt sind die UEFI-Boot-Variablen und die EFI-Loader, über die moderne, UEFI-implementierende BIOSe die Betriebssysteme mit UEFI-Mechanismen starten (siehe S. 140). Das Tückische: Betriebssysteme legen die Boot-Variablen beim Installieren in einem Speicherbereich des Mainboards an. So kann es passieren, dass installierte Betriebssysteme nicht mehr booten, wenn Sie das Board tauschen oder den Systemdatenträger in einen anderen PC

hängen. Dank eines Tricks starten viele Linux-Distributionen aber doch. Bei den anderen kann man das Problem leicht mit einem Live-Linux beseitigen; das ist sogar deutlich leichter als die Neuinstallation von Grub, dem gängigen Trick, der klassisch bootendes Linux wieder flott macht.

### Startprozedur

Ein UEFI-BIOS startet ein installiertes Linux über einen Boot-Eintrag, den es aus den Inhalten einer UEFI-Variable generiert. Diese legen Installeur beim Aufspielen des Betriebssystems in einem Speicherbereich des Mainboards ab, der normalerweise nichtflüchtig ist und daher als

„NVRAM“ (Non-volatile RAM) gilt. Die UEFI-Variable nennt unter anderem den typischerweise eindeutigen Bezeichner (Universally Unique Identifier, UUID) der EFI System Partition (ESP) – der Partition also, auf der Installer den EFI-Loader ablegen, über den das von ihnen installierte Betriebssystem startet. Diese UUIDs werden manchmal auch GUID (Globally Unique Identifier) genannt und stellen sicher, dass das BIOS die FAT-formatierte ESP auch dann zweifelsfrei identifizieren kann, wenn jemand einen zusätzlichen Datenträger einbaut, der eine ESP enthält.

## Weiter zeigen

Die Variable mit dem UEFI-Boot-Eintrag enthält ferner den Pfad

zum EFI-Boot-Loader, der das jeweilige Betriebssystem in Gang bringt. Diese liegen in einem herstellerspezifischen Verzeichnis auf der ESP. Bei Ubuntu ist das Shim, der in \EFI\ubuntu\shimx64.efi liegt. Er ist vornehmlich zur Secure-Boot-Unterstützung gedacht: Distributionen lassen ihn bei Microsoft signieren, damit gängige PCs dem Loader trauen und ihn ohne Widerworte ausführen. Linux-Distributoren scheuen diesen Signaturprozess allerdings, denn er kostet Zeit und Geld. Die Shim-Entwickler haben ihren EFI-Loader daher simpel gehalten und darauf zugeschnitten, einen mächtigeren Boot-Loader zu starten, den Distributio-

nen unabhängig von Microsoft aktualisieren können.

Bei Ubuntu ist das der in \EFI\ubuntu\grubx64.efi gespeicherte Grub2. Bevor es diesen ausführt, prüft Shim die Datei mit einem eingebauten Verifikationsschlüssel von Canonical auf Authentizität – das soll verhindern, dass Angreifer den Shim von Canonical zum Starten von Schadcode missbrauchen, denn dadurch könnte

Ubuntus Shim auf einer Secure-Boot-Blacklist landen.

Ein via Shim gestarteter Grub wiederum lädt die im selben Verzeichnis liegende Konfigurationsdatei grub.cfg. Bei Ubuntu enthält sie lediglich drei Zeilen, die die UUID des Dateisystems samt

dem Pfad spezifizieren, wo Grub seine eigentliche Konfiguration findet: die im laufenden System unter /boot/grub/grub.cfg zu findende Datei, die im Root-Dateisystem liegt, sofern Sie keine separate Boot-Partition angelegt haben. Mit dieser Konfigurationsdatei erzeugt Grub sein Boot-Menü; später startet es dann den automatisch oder vom Anwender gewählten Ubuntu-Kernel, der auf derselben Partition liegt. Bei Ubuntu bootet Grub derzeit beliebige Kernel-Images; bei anderen Distributionen mit Secure-Boot-Support lädt Grub nur Kernel, denen Shim durch Signaturen oder Hashes traut. Das soll den Start modifizierter Kernel unterbinden,

die Angreifer oder Malware eingeschmuggelt haben.

Viele Distributionen booten ähnlich wie Ubuntu. Bei Fedora liegt die Konfigurationsdatei von Grub allerdings direkt auf der ESP. Distributionen ohne Secure-Boot-Support starten Grub oft direkt und sparen sich Shim. Einzelne Linuxe nutzen auch andere EFI-Boot-Loader – etwa den von Systemd, der zuvor als Gummiboot bekannt war. Außerdem kann man Kernel und Initramfs auch direkt auf die ESP legen. UEFI-BIOSe können die zwei dank der Linux-Technik „Efistub“ auch direkt über einen EFI-Boot-Eintrag laden, sodass man sich einen EFI-Boot-Loader sogar sparen kann.

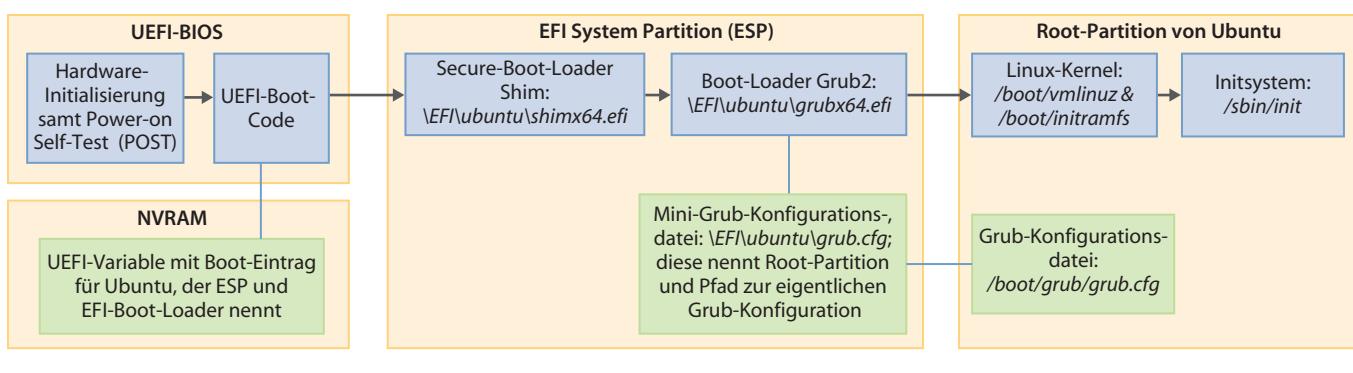
## Standardstartweg

UEFI-BIOSe versuchen auf anderem Weg, ein Betriebssystem zu starten, falls der standardmäßig genutzte UEFI-Boot-Eintrag nicht funktioniert oder es keine Boot-Variablen installierter Systeme gibt. Dazu durchsuchen sie die Systemdatenträger und alle Wechseldatenträger (USB-Sticks, DVDs & Co.) gemäß der im BIOS-Setup definierten Startreihenfolge nach dem EFI-Loader \EFI\Boot\Bootx64.efi, um diesen dann auszuführen. Auf der ESP steckt in der Datei meist ein EFI-Loader, den das zuletzt installierte Betriebssystem für den Fall hinterlegt hat, dass der bei der Installation erzeugte UEFI-Boot-Eintrag fehlt oder nicht funktioniert. Gängige Linux-Distributionen speichern Shim in dieser Datei; dem legen sie aber kein Grub zur Seite, sondern den „Fallback“-Loader Fbx64.efi. Dieser bootet kein Betriebssys-

## Distributionen lassen Shim bei Microsoft signieren, damit gängige PCs ihn ohne Widerworte ausführen.

## Linux-Start mit UEFI

Ein UEFI-BIOS bootet Ubuntu über eine UEFI-Boot-Variable, die das Linux bei der Installation im NVRAM anlegt. Sie führt zur EFI System Partition (ESP) und einem simplen, für Secure-Boot signierten Boot-Loader. Der übergibt an den Boot-Loader Grub, der über eine kleine Konfigurationsdatei die Root-Partition von Ubuntu samt seiner eigentlichen Konfigurationsdatei findet; Grub zeigt dann das darin definierte Boot-Menü und startet den gewählten Linux-Kernel.



```

cttest@cttest-desktop:~$ efibootmgr -v
BootCurrent: 0000
Timeout: 1 seconds
BootOrder: 0003,0000,0002,0001
Boot0000* ubuntu   HD(2,GPT 1a5896ea-a4c8-4b1b-9630-e6ab90f080fd 0xfa000,0x32000)/File(\EFI\ubuntu\shimx64.efi)
Boot0001* Windows Boot Manager  HD(z,\P\,1a5896ea-a4c8-4b1b-9630-e6ab90f080fd,0xfa000,0x32000)/File(\EFI\Microsoft\Boot\bootmgfw.efi)WINDOWS
.....x...B.C.D.O.B.J.E.C.T.=.{.9.d.e.a.8.6.2.c.-.5.c.d.d.-.4.e.7.0.-.a.c.c.1.-.f.3.2.b.3.4.4.d.4.7.9.5.}.....
Boot0002* Fedora    HD(2,GPT 1a5896ea-a4c8-4b1b-9630-e6ab90f080fd,0xfa000,0x32000)/File(\EFI\FEDORA\shimx64.efi)
Boot0003* USB : KingstonDTR30G2 PMAP : PART 1 : Boot Drive   BB5(HD,,0x0)..BO

cttest@cttest-desktop:~$ sudo cat /boot/efi/EFI/ubuntu/grub.cfg
search.fs_uuid 10c4062f-cc7c-4747-963e-ace693feb343 root hd0,gpt
set prefix=($root) /boot/grub
configfile $prefix/grub.cfg

cttest@cttest-desktop:~$ sudo lsblk -f -l -o NAME,SIZE,MOUNTPOINT,PARTTYPE,PARTUUID,UUID /dev/sda
NAME      SIZE MOUNTPOINT PARTTYPE        PARTUUID          UUID
sda       894,3G
sda1     499M
sda2     100M /boot/efi  efi            1a5896ea-a4c8-4b1b-9630-e6ab90f080fd  BC05-D6DE
sda3      16M
sda4    447,4G
sda5    446,3G /
               de94bbad-06d1-4d40-a16a-bfd50179d6ac 97abe776-fade-4382-ab9c-9f36c92eeef4  F4C2D5D6C2D59D64
               c12a7328-f81f-11d2-ba4b-00a0c93ec93b 1a5896ea-a4c8-4b1b-9630-e6ab90f080fd  BC05-D6DE
               e3c9e316-0b5c-4db8-817d-f92df00215ae bba00003-2747-411e-0250-7d5007219a00
               eb0a0a2-b9e5-4433-87c0-68b6b72699c7 b19dbeb9-b224-4e31-9b62-633e73974944
               0fc63daf-8483-4772-8e79-3d69d8477de4 f6dc5595-296f-4144-bda9-ad83a64e6c20 10c4062f-cc7c-4747-963e-ace693feb343

cttest@cttest-desktop:~$ 

```

**Verwirrend:** Das UEFI-BIOS findet die ESP über die im UEFI-Boot-Variablen hinterlegte UUID der Partition (rot); der später im Boot-Prozess von Ubuntu gestartete Grub findet seine Konfigurationsdatei hingegen über die UUID des Dateisystems (gelb), das in der Root- oder Boot-Partition steckt.

tem, sondern durchsucht das \EFI\Verzeichnis der jeweiligen ESP nach Unterverzeichnissen mit der Datei Bootx64.csv. Diese legen mit Shim startende Linux-Distributionen typischerweise an. Sie nennt Eckdaten, mit denen der Fallback-Loader dann UEFI-Boot-Variablen für die darin spezifizierten Loader erstellt; anschließend übergibt der Fallback-Loader zurück an das UEFI-BIOS, das damit einen der angelegten Einträge zu starten versucht.

## Reparieren

Installierte Linuxen starten dank des Fallback-Loaders auch nach einem Mainboard-Tausch. So die Theorie, denn Hard- und Software haben Fehler, daher geht gelegentlich mal was schief; außerdem fehlt manchen Distributionen der Fallback-Loader. In diesen und anderen Fällen kann es sich anbieten, die UEFI-Boot-Variablen selbst anzulegen. Nehmen Sie dazu Ihr Installationsmedium oder ein Live-Linux, das Sie mit UEFI-Mechanismen starten. Öffnen Sie ein Kommando-

zeilenterminal, um dort die ESP aufzuspüren. Das gelingt etwa, indem Sie via lsblk nach Partitionen mit dem für ESPs vorgesehenen Partitionstyp suchen:

```
lsblk -f -l -o NAME,PARTTYPE | 
  grep '.*00a0c93ec93b'
```

Das Kommando nennt in der ersten Spalte den Gerätenamen – beispielsweise „sda2“ oder „nvme0n1p1“. Hängen Sie dieses Device wie folgt irgendwo ein (etwa in /mnt/), um sich dann mit find die Inhalte der ESP anzusehen:

```
sudo mount /dev/sda2 /mnt/
find /mnt/
```

Dort sehen Sie das herstellerspezifische Verzeichnis, in dem die Boot-Loader der installierten Betriebssysteme liegen. Dort findet sich auch die CSV-Datei, die den standardmäßig zu startenden EFI-Loader nennt, typischerweise shimx64.efi. Mit diesen Informationen haben Sie dann alles zusammen, um die UEFI-Boot-Variablen für das jeweilige Linux manuell anzulegen:

```
efibootmgr --create ↵
  --disk /dev/sda --part 2 ↵
  --label 'Mein Ubuntu' ↵
  --loader '\EFI\ubuntu\shimx64.efi'
```

Gerätenamen wie /dev/sda2 müssen Sie dabei in die Angaben zum Datenträger (--disk /dev/sda) und der Partitionsnummer (--part 2) aufteilen; falls die ESP auf dem zuerst erkannten Datenträger in der ersten Partition liegt (also in /dev/sda1), können Sie sich diese beiden Optionen sparen. Groß- und Kleinschreibung ist bei der Pfadangabe zum EFI-Loader egal, dafür lauern eine Reihe anderer Stolpersteine:

- Nutzen Sie unbedingt wie im Beispiel einfache Anführungszeichen bei der Pfadangabe zum Boot-Loader, denn sie schützen die dazwischen verwendeten Backslashes vor der Interpretation durch die Shell, die sie sonst verschlucken würde.
- Geben Sie den Boot-Loader-Pfad relativ zum Hauptverzeichnis der ESP an.
- Verwenden Sie den von DOS und Windows bekannten Blackslash („\“) als Verzeichnistrenner, denn den in der Linux/Unix-Welt genutzten Schrägstrich („//“) verstehen UEFI-BIOS nicht.

Geben Sie nach dem Erstellen des UEFI-Eintrags efibootmgr -v ein, um die Boot-Variablen auf Plausibilität zu prüfen. Idealerweise kontrollieren Sie neben dem Pfad auch, ob die UUID der Partition mit der ihrer ESP übereinstimmt. Diese liefert der obige lsblk-Befehl, wenn Sie zwischen NAME und ,PARTTYPE noch ein ,PARTUUID einfügen. Vorsicht: Verwechseln Sie die UUID der Partition nicht mit dem Typ der Partition. Achtung auch: Die UUID einer Partition hat nichts mit der UUID eines

## Andere Architekturen

Alles im Artikel Beschriebene bezieht sich auf Systeme mit 64-Bit-x86-Prozessor (x86-64), wie das aus der Microsoft-Welt bekannte „x64“ in den Dateinamen der EFI-Loader andeutet. Die x86-64-Installationsmedien von Fedora enthalten auch EFI-Loader, wo sich statt „x64“ ein „ia32“ im Namen findet. Das sind 32-Bit-x86-Loader zum UEFI-Boot auf Tablets und günstigen Notebooks, die zwar

einen 64-Bit-x86-Prozessor enthalten, aber eine 32-Bit-UEFI-Firmware nutzen. Ähnlich wie ein 32-Bit-x86-Betriebssystem können sie keinen 64-Bit-Code ausführen; durch Tricks kann solch ein x86-32-Loader aber durchaus ein x86-64-Linux starten. EFI-Loader für ARM-Systeme kennzeichnet ein „arm“ im Dateinamen, Loader für das auch als Aarch64 bekannte ARM64 ein „aa64“.

darin angelegten Dateisystems zu tun. Der erwähnte Lsblk-Befehl zeigt diese an, wenn Sie den Abschnitt hinter dem -o noch um „UUID“ erweitern. Die Verwechslungsgefahr dieser zwei UUIDs ist besonders groß, weil das BIOS die ESP über die UUID der Partition findet; Ubuntus Grub hingegen findet seine vollwertige Konfigurationsdatei nicht über die UUID von Root- oder Boot-Partition, sondern über die UUID des darin enthaltenen Dateisystems.

### Für den Fall der Fälle

Erwägen Sie, sich die Ausgaben von efibootmgr -v für Notfälle auszudrucken: Dann haben Sie die EFI-Loader der installierten Betriebssysteme Schwarz auf Weiß und können deren Boot-Variablen leicht wieder anlegen. Sollte der Boot-Loader

auf der ESP mal Schaden nehmen, lässt sich der bei vielen Distributionen mit dem Befehl grub-install (manchmal auch grub2-install) wieder neu einrichten, der auch gleich eine Boot-Variable zum Start des jeweiligen Loaders anlegt. Dieses Kommando müssen Sie allerdings aus der Linux-Umgebung heraus starten, die der dabei eingerichtete Loader später starten soll. Dazu müssen Sie zuerst ein Ret-

tungs- oder Live-Linux mit UEFI-Mechanismen starten. Mounten Sie damit die Root-Partition des installierten Linux (beispielsweise in /mnt/), um die Pseudo-dateisysteme /dev/, /dev/ptc/ /sys/ und /proc/ per Bind-Mount darunter einzuhängen – etwa mit Befehlen wie

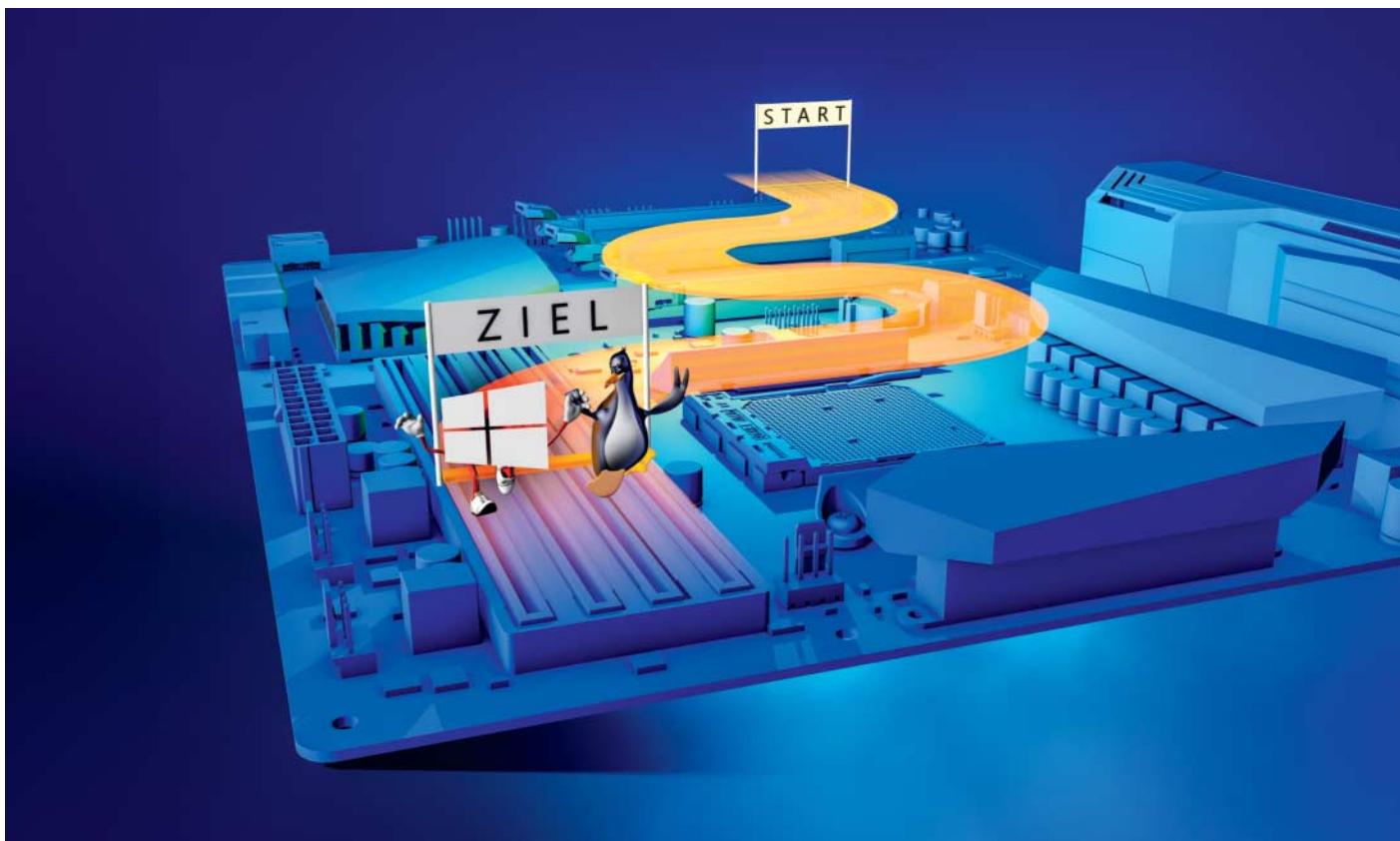
```
mount --bind /dev/ /mnt/dev/. Wechseln
Sie anschließend per chroot in die so
eingerichtete Dateisystemumgebung des
installierten Linux, um dort noch alle in
der Fstab definierten Dateisysteme per
mount -a zu mounten. Erst dann hängt
auch die ESP an der vorgesehenen Stelle,
womit alles bereit für grub-install ist.
```

### Umsehen

Starten Sie in einer ruhigen Minute auch ruhig mal efibootmgr --help, um die weiteren Möglichkeiten des EFI-Konfigurationswerkzeugs zu erkunden. Sie können es etwa mit -B -b 1 aufrufen, um die erste Boot-Variable („0001“) zu löschen. Das Werkzeug kann auch die Boot-Reihenfolge verändern sowie festlegen, beim nächsten Systemstart einmalig einen bestimmten Boot-Eintrag zu starten. Das ist etwa für die im folgenden Artikel beschriebenen Multi-Boot-Systeme interessant, um einmalig Windows zu starten, ohne beim Neustart das Boot-Menü von Grub abpassen zu müssen.

(thl@ct.de) 

Anzeige



# Gemeinsam und doch für sich

**Windows und Linux per UEFI parallel installieren**

**Speicherplatz freiräumen, Linux installieren, fertig: Auf vielen Windows-PCs ist eine Parallelinstallation von Linux tatsächlich so einfach. Selbst das Runterwerfen bei Nichtgefallen ist gefahrlos, sofern Sie auf ein paar Details achten.**

**Von Thorsten Leemhuis**

**D**as Booten mit UEFI-Mechanismen ist ein Segen für Anwender, die Windows und Linux parallel installieren wollen: Dank UEFI startet jedes Betriebssystem vollkommen unabhängig von anderen. Sie können dadurch eines neu installieren, aktualisieren oder löschen, ohne das zweite in Mitleidenschaft zu ziehen. Trotz dieser Vorteile lauern auch beim Dual-Boot mit UEFI einige Stolpersteine – besonders, wenn der BIOS-Kompatibilitätsmodus CSM (Compatibility Support Module) im Spiel ist. Mit etwas Umsicht können Sie viele Probleme aber umgehen. Hilfreich dabei sind die essenziellen Grundlagen rund um UEFI und dessen Zusammenspiel mit Linux, die die

Artikel auf den Seiten 140 und 146 vermitteln. Die Parallelinstallation klassisch (etwa per CSM) startender Betriebssysteme bleibt in folgendem Text indes außen vor, um ihn einfach zu halten; aus diesem Grund gilt der Artikel für Windows ab Version 8, mit der UEFI in der PC-Welt so richtig durchgestartet ist.

## **Das Grundprinzip**

Bei im Werk mit Windows vorinstallierten Desktop-PCs und Notebooks ist es nicht weiter schwer, eine Linux-Distribution wie Fedora, Linux Mint oder Ubuntu parallel zu installieren. Erstellen Sie zuerst eine Sicherheitskopie Ihrer Daten. Legen Sie zudem alles bereit, um gegebenenfalls

Windows samt aller Anwendungen wieder restaurieren zu können. Ein kompletter Datenverlust durch die Linux-Installation ist zwar äußerst unwahrscheinlich. Erfahrungsgemäß macht Hard- und Software aber hin und wieder nicht das, was sie soll – wappnen Sie sich daher für den Fall der Fälle, beispielsweise mit einem Imager wie c't-WIMage (<https://ct.de/wimage>).

Bevor Sie sich Linux zuwenden, müssen Sie sich noch dem Schnellstart von Windows widmen. Durch ihn wechselt Windows beim Herunterfahren heimlich in einen Ruhezustand, der beim Betrieb mehrerer Betriebssysteme zu Dateisystems schäden und somit Datenverlust führen kann: Ein wiedererwachtes Windows bekommt womöglich nicht mit, dass Sie zwischenzeitlich mit Linux etwas im Dateisystem verändert haben. Deaktivieren Sie den Schnellstart (Fast Startup) daher, indem Sie die Systemsteuerung öffnen, um sich dann über „System und Sicherheit“ zu den Energieoptionen durchzuhangeln. Klicken Sie dort den am linken Rand angezeigten Punkt „Auswählen, was beim Drücken von Netzschaltern geschehen soll“ aus, um anschließend auf



Windows kann Ihr UEFI-BIOS auffordern, beim nächsten Systemstart das BIOS-Setup zu öffnen.

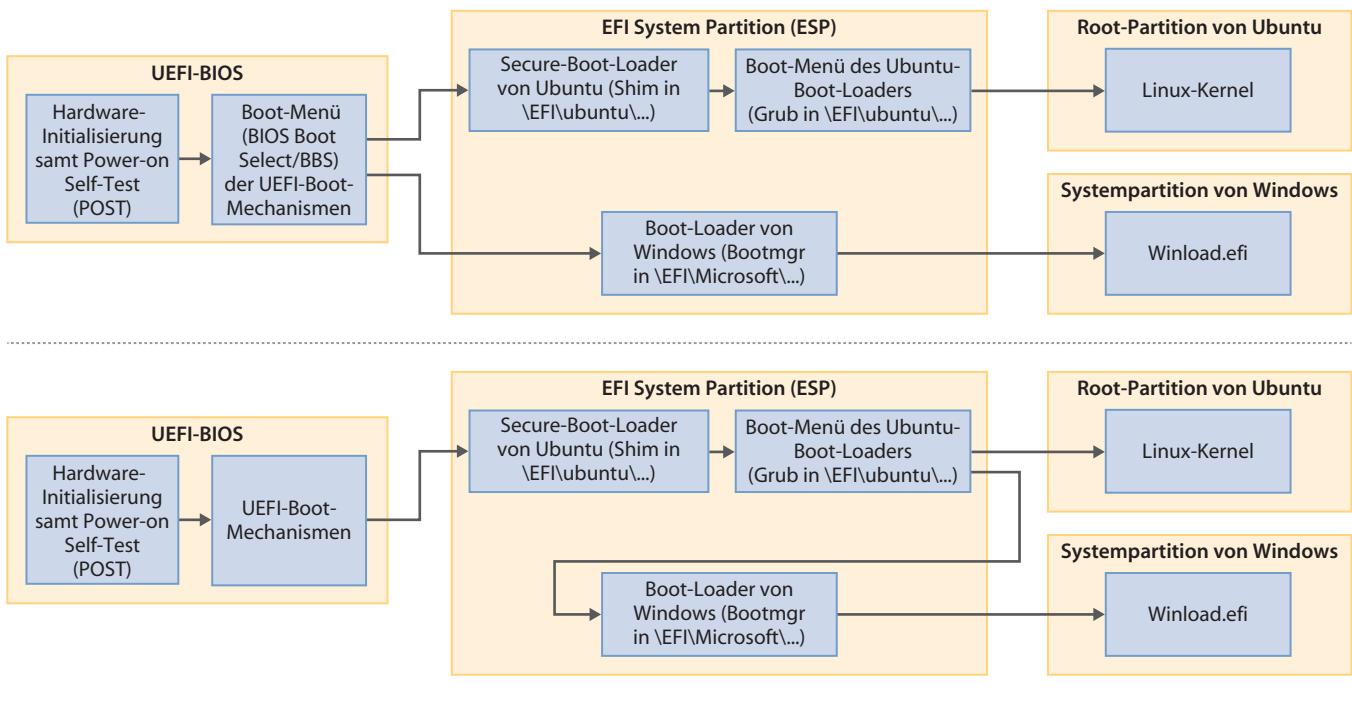
den im oberen Fensterviertel in Blau stehenden Text „Einige Einstellungen sind momentan nicht verfügbar“ zu klicken. Wählen Sie nun die weiter unten platzierte Checkbox „Schnellstart aktivieren“ ab.

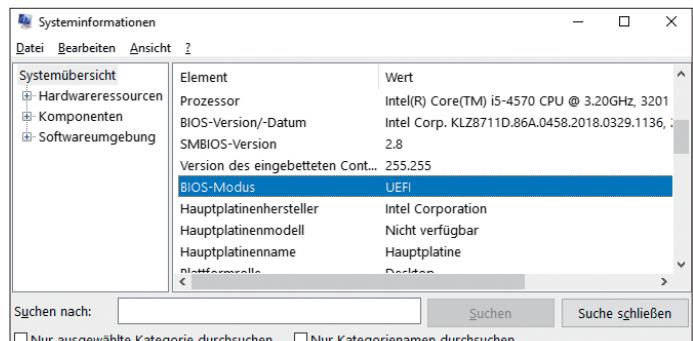
Schaffen Sie anschließend Platz für Linux, indem Sie die Datenträgerverwaltung von Windows öffnen und eine der Partitionen verkleinern. 15 bis 20 GByte

sind für gängige Linux-Distributionen genug; meist reichen schon 10 locker, aber dann geht schnell der Platz für Daten oder zusätzliche Software aus. Erstellen Sie nun das Linux-Installationsmedium, wie es der Distributor in der Dokumentation erläutert. Booten Sie von diesem Medium. Der daraufhin erscheinende Linux-Installer sollte den freien Platz erkennen und

## Dual-Boot mit UEFI

UEFI ist für den Einsatz mehrerer Betriebssysteme auf einem Rechner ausgelegt. Das macht die Parallelinstallation von Linux und Windows robuster: Dank BIOS-Boot-Menü kann jedes Betriebssystem vollkommen unabhängig von anderen starten (oben). Aufgrund von BIOS-Fehlern klappt das aber manchmal nicht; außerdem sind Linux-Anwender gewohnt, ein parallel installiertes Windows über den Boot-Loader ihrer Linux-Distributionen zu starten. Letztere richten daher oft diesen Startweg ein (unten).





Bei diesem PC ist Vorsicht ange- sagt: Windows bootet per UEFI, aber Secure Boot ist aus, denn sonst würde hier „Sicherer Startzustand“ stehen.

vorschlagen, Linux parallel einzurichten. Diesen Vorschlag können Sie annehmen. Wollen Sie lieber manuell partitionieren, wird ein Detail wichtig: Legen Sie bei der von Windows angelegten EFI System Partition (ESP) den Mount-Punkt /boot/efi fest. Die manchmal schlicht „EFI Partition“ genannte ESP dürfen Sie dabei keinesfalls formatieren oder löschen, schließlich enthält sie den EFI-Loader, über den Windows startet. Normalerweise ist die ESP 100 MByte groß; manche PC-Hersteller spendieren der FAT-formatierten Partition aber auch mehr Platz.

Bei ab Werk mit Windows versorgten PCs brauchen Sie zur UEFI-Installation nichts weiter zu beachten: Nach dem Aufspielen erscheint beim nächsten Neustart das Startmenü des Bootmanagers Grub, wie man es von klassisch bootenden Dual-Boot-Setups kennt. Neben der jeweiligen Distribution bietet es auch den Start von Windows an. Sie sollten Microsofts Betriebssystem aber auch vollkommen unabhängig vom installierten Linux starten können, indem Sie den Boot-Eintrag für Windows im Boot-Menü des UEFI-BIOS (BIOS Boot Select, BBS) auswählen oder in der Startreihenfolge des BIOS-Setup höher priorisieren. Diesen Bootweg sollten Sie während größerer Windows-Updates (etwa eine Upgrade-Installation) nutzen, denn Windows fällt bei solchen gelegentlich auf die Nase, wenn es über die Zwischenstation Grub startet. Im BBS und im BIOS-Setup finden sich auch UEFI-Boot-Einträge ihrer Linux-Installation. Über diese können Sie Linux starten, falls sich Windows irgendwann in der Bootreihenfolge nach vorne drängt und so Grub ausbootet.

## Fallstricke

Leider kann dieser Text an dieser Stelle nicht enden, denn es gibt viele Wenss und Abers, die obige Kurzbeschreibung zum

besseren Verständnis ausgelassen hat. So ist es bei vielen PCs nicht so leicht, BIOS-Setup oder BBS aufzurufen: Moderne BIOSe starten teilweise enorm schnell und liefern manchmal keine Hinweise auf die dazu nötigen Tastendrücke. Dank UEFI ist es aber nicht weiter tragisch, denn diese Dinge lassen sich vom Betriebssystem aus anstoßen.

Bei Windows 10 gelingt das, indem Sie die Shift-Taste festhalten, während Sie das Betriebssystem über das Startmenü zum Neustart auffordern. Windows fährt dann herunter, zeigt vor dem Neustart aber ein simples Menü, in dem man eine „Option auswählen“ kann. Über den Punkt „Ein Gerät verwenden“ legen Sie hier fest, welchen UEFI-Boot-Eintrag das BIOS beim nächsten Systemstart

booten soll. Hier sollte Ihr Stick oder die DVD zur Linux-Installation erscheinen. Bei manchen PCs scheitert dieser Boot-Weg jedoch an Fehlern im BIOS. Wechseln Sie in so einem Fall zum Hauptmenü des Herunterfahrdialogs von Windows zurück: Dort können Sie das System via „Problembearbeitung/Erweiterte Optionen/UEFI Firmwareeinstellung“ auffordern, beim nächsten Start das BIOS-Setup zu öffnen, um dort die Boot-Reihenfolge anzupassen.

## Boot-Methode

Die wichtigsten Schritte zum Dual-Boot mit Linux, die dieser Text am Anfang genannt hat, bezieht sich bewusst auf „ab Werk mit Windows versorgte PCs“. Bei Desktops und Notebooks größerer Hersteller ist Secure Boot im Auslieferungs-

zustand immer aktiv, was sicherstellt: Sowohl das installierte Windows als auch das Medium zur Linux-Installation booten garantiert per UEFI. Das vermeidet viele Probleme, die der CSM genannte BIOS-Kompatibilitätsmodus mit sich bringt, der sich nur bei deaktiviertem Secure Boot aktivieren lässt. Die Sicherheitstechnik schafft aber auch welche, denn durch sie starten nur Linux-Distributionen, die für Secure Boot ausgelegt sind. Bei den oben genannten ist das der Fall, bei Debian GNU/Linux oder Arch Linux hingegen nicht. Wie bereits auf Seite 141 erläutert, müssen Sie Secure Boot daher im BIOS-Setup deaktivieren, um solche Distributionen aufzuspielen.

Wenn Sie Secure Boot deaktivieren, wird eine zweite Sache wichtig – eine, die Sie auch tunlichst beachten sollten, falls jemand an den Einstellungen des BIOS-Setups gedreht hat, der PC von einem kleineren Hersteller stammt oder Sie ihn selbst zusammengebaut haben. In solchen Fällen ist das CSM womöglich aktiv oder wird vom UEFI-BIOS automatisch eingeschaltet. Das ist bei der Installation eines weiteren Betriebssystems gefährlich, denn für eine störungsfreie Parallelinstallation sollten alle Betriebssysteme unbedingt mit demselben Boot-Verfahren starten. Wie im Kasten rechts beschrieben, sollen Sie das BIOS-Setup

daher besser so einstellen, dass es nur eine Boot-Methode nutzt.

Bei manchen BIOS-Setups ist es allerdings schwer oder unmöglich, nur ein Boot-Verfahren zu aktivieren, wenn man Secure Boot deaktiviert. Bei solchen kann man sich behelfen, indem man beim Starten des Installationsmediums darauf achtet, den Eintrag zu wählen, der das gewünschte Boot-Verfahren verwendet. Meist erkennt man diese an einem „UEFI“, das vor dem Namen des jeweiligen Datenträgers steht. Wenn beide Startmethoden aktiv sind, sollten Sie vor Beginn der Installation nochmal prüfen, ob der Installer wirklich mit dem gewünschten Verfahren gestartet ist: Wenn der UEFI-Start vom USB-Stick oder DVD nicht geklappt hat, hat das BIOS diese wö möglich per CSM gestartet, ohne darauf

## UEFI Secure Boot schützt Sie vor Problemen beim Dual-Boot, die das CSM mit sich bringt.

hinzuwiesen. Einem per CSM gestarteten Installer bleibt aber gar nichts anderes übrig, als ein klassisch bootendes Linux einzurichten – genau das gilt es zu verhindern, falls das installierte Windows per UEFI startet.

## Verkleinern

Zum Platzschaffen hat die Kurzbeschreibung am Anfang zur Datenträgerverwaltung von Windows geraten, schließlich weiß Microsofts Betriebssystem selbst am besten, was es dabei alles zu beachten gilt. Bei manchen Systemen lässt sich die Partition, auf der Windows liegt, allerdings nur um knapp die Hälfte verkleinern. Diese Einschränkung kann man mit Tricks beseitigen oder umgehen [2]. Einer davon: Verkleinern Sie die Partition mit der Datenträgerverwaltung des c't Notfall Windows [3]. Alternativ können Sie den für Linux benötigten Platz auch mit den Installationsroutinen der Linux-Distribution freiräumen. Oder Sie nehmen ein Partitionierungswerkzeug wie Gparted, das Ubuntus Installationsmedien und viele andere Live-Linuxe mitbringen.

Bei vielen PCs klappt der beschriebene Installationsweg auch, wenn Sie die von Windows und Linux verwendeten Partitionen mit den Bordmitteln des jeweiligen Betriebssystems verschlüsseln (Bitlocker respektive DM-Crypt/Cryptsetup) – aktuelle Linux-Distributionen unterstützen die Bitlocker-Verschlüsselung allerdings nicht von Haus aus, daher können Sie von dort nicht auf von Windows

verschlüsselte Partitionen zugreifen. Eine Stolperfalle lauert noch bei Datenträgern mit Support für die Opal Storage Specification, denn dort nutzt Bitlocker die Verschlüsselungsfunktion des Datenträgers. Linux kommt mit Opal aber nicht gut klar, wodurch jeder Zugriff im verschlüsselten Bereich eine kurze Wartezeit nach sich zieht. Statt weniger Sekunden brauchen Distributionen dann teilweise eine Minute oder zwei zum Start. Auch das Einspielen von Updates und die Installation der Distribution benötigen viel mehr Zeit.

## Einrichtungsfolge

Übrigens: Die Weisheit „Erst Windows installieren, dann Linux“ ist durch UEFI weitgehend passé. Wer mit UEFI und den beim Booten involvierten Schritten nicht so firm ist, sollte dennoch in der altkannten Reihenfolge installieren: Das Windows-Setup stellt dabei automatisch sicher, dass per GPT partitioniert wird; durch diese Abfolge wird zudem später standardmäßig mit Grub gestartet, wie es viele Anwender schätzen. Lassen Sie bei der Windows-Installation auf einer leeren Platte allerdings am besten gleich Platz für Linux, um sich das Freiräumen für Linux zu sparen. Dazu legen Sie im Windows-Setup einfach die für Windows gedachte Partition in der gewünschten Größe an. Bestätigen Sie die daraufhin erscheinenden Warnmeldung, dass für die Windows-Installation weitere Partitionen nötig sind, denn dann legt das Setup diese automatisch an.

Apropos räumen: Sollten Sie Linux irgendwann loswerden wollen, brauchen Sie nicht mehr zuerst den Startcode von Windows zu restaurieren, bevor Sie die Linux-Partitionen löschen. Beim klassischen Dual-Boot ohne UEFI (etwa per CSM) ist das wichtig, denn nach dem Löschen der Linux-Partition funktioniert sonst der Boot-Manager Grub nicht mehr, sodass man Windows nicht mehr starten kann. Dieses Symptom begegnet Ihnen womöglich auch beim Dual-Boot mit UEFI. Das ist aber nicht weiter tragisch, schließlich können Sie Windows dann einfach über seinen eigenen UEFI-Eintrag starten. Da BIOS aber manchmal Murks machen, sollten Sie den UEFI-Boot-Eintrag zum Windows-Start besser testen. Setzen Sie ihn dazu in der Boot-Reihenfolge nach vorne und starten Sie neu. Wenn sich Grub dann nicht zeigt, können Sie die für Linux verwendeten Partitionen löschen, da Windows vollkommen unabhängig davon startet. UEFI schützt Sie so vor einer Falle beim klassischen Boot, aus der sich schon viele Anwender mühsam befreien mussten. (thl@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Thorsten Leemhuis, Startpositionen, Linux-Dual-Boot mit UEFI und GPT, c't 11/2012, S. 174
- [2] Axel Vahldiek, Plattenteiler, Partitionieren mit Windows-Bordmitteln – Teil 1: Datenträgerverwaltung, c't 02/2018, S. 154
- [3] Stephan Bäcker und Peter Siering, c't-Notfall-Windows 2019, Im Handumdrehen ein Notfallsystem auf Windows-Basis bauen, c't 20/2018, S. 70

## Vor der Parallelinstallation besser auf eine Boot-Methode festlegen!

Es ist nicht vorgesehen, klassisch und per UEFI bootende Betriebssysteme auf einem Datenträger parallel zu installieren. Einige Distributionen ignorieren das – entweder aus Unachtsamkeit oder weil sie (teilweise unsaubere) Tricks nutzen, mit denen es doch klappt [1]. Das Ganze funktioniert aber nicht mit allen BIOSen. Zudem sind solche Installationen selten, daher kommt beim Aufspielen schnell was durcheinander, wodurch das zuvor installierte Betriebssystem womöglich Schaden nimmt und nicht mehr bootet. Und selbst wenn es klappt: Oft verhaftet sich solch ein Mischbetrieb einige Wochen oder Monate später bei größeren Updates.

Ersparen Sie sich solche Probleme besser, indem Sie das BIOS-Setup ihres UEFI-PCs anweisen, nur ein Boot-Verfahren zu verwenden: klassisch (also via CSM) oder UEFI (mit oder ohne Secure Boot). Zur Einrichtung eines jungfräulichen PCs empfiehlt sich das zukunftsweisende UEFI. Wenn Sie ein zweites Betriebssystem installieren, sollen Sie möglichst die Methode fest einstellen, über die das bereits installierte Betriebssystem startet.

Bei einem installierten Windows können Sie das Boot-Verfahren über das als Systeminformationen oder Msinfo32 bekannte Werkzeug erfragen, das das Start-

verfahren in der Zeile „BIOS-Modus“ spezifiziert. Bei den meisten neuen PCs findet sich hier „Sicherer Startzustand“ oder „UEFI“, weil diese per UEFI booten – entweder mit oder ohne Secure Boot. Beim Start per CSM oder klassischem BIOS steht an dieser Stelle „Vorgängerversion“ (bei englischem Windows: „Legacy“).

Bei Linux-Distributionen testen Sie das Boot-Verfahren durch Aufruf des Programms efibootmgr: Listet das Kommandozeilenprogramm die UEFI-Boot-Variablen auf, bootet das Betriebssystem per UEFI; es startet hingegen klassisch, falls das Werkzeug den Fehler „EFI variables are not supported on this system“ liefert.



Bild: Albert Hulm

# Freier Eintritt

## Türöffner Nello ins Smart Home einbinden

**Das Nello-Modul betätigt den Türsummer per Fingertipp in der App. Wir zeigen, wie man das automatisiert und per Sprachbefehl auslöst.**

**Von Stefan Porteck**

**S**marte Schlosser für die Wohnungstür stehen hoch im Kurs bei Smart-Home-Enthusiasten. Statt lange in der Tasche nach dem Schlüssel zu kramen, springt die Tür auf Knopfdruck in der Smartphone-App oder sogar wie von Geisterhand vollautomatisch auf, wenn man sich der Tür nähert.

Doch in Mehrfamilienhäusern verhindert die Hauseingangstür echtes Key-

less-Entry von der Straße bis in die Wohnung. Wer nach einer Lösung sucht, ist wahrscheinlich bereits auf das Nello-Modul gestoßen, das wir in [1] getestet und auch rechtlich eingeordnet haben. Es versmartet gängige Gegensprechanlagen, indem es mit wenigen Drähten mit deren Bedienteil im eigenen Wohnungsflur verbunden wird. Nach der Installation nimmt es Befehle von der Nello-App auf dem Smartphone entgegen und simuliert das Drücken des Türsummer-Knops.

So kommt man zwar ohne Schlüssel ins Haus, es bleiben aber einige Wünsche offen: An der Haustür eine App zum Aufschließen zu starten und an der Wohnungstür eine zweite App für das Motorschloss ist eigentlich umständlicher, als mit dem Schlüssel aufzuschließen. Zudem wünschen sich viele Nutzer Sprachbefehle.

Für letzteres gibt es für Nello zwar einen Alexa-Skill, doch muss man wegen Sicherheitsvorgaben zum Betätigen des Türsummers stets eine Sicherheits-PIN einsprechen, was ziemlich nervt. Für den Google Assistant gibt es derzeit keine Einbindung, weshalb man hier noch auf eine Sprachsteuerung verzichten muss.

Mit wenig Aufwand kann man die Sprachsteuerung und weitere Funktionen leicht nachrüsten. Dieser Artikel beschreibt die dafür nötigen Vorarbeiten und stellt als Anregung für eigene Projekte einige beispielhafte Umsetzungen vor, mit denen man Nello in Smart-Home-Zentralen wie Openhab einbinden oder ganz ohne Nello-App mit dem Automatisierungstool Tasker vom Android-Handy steuert.

### Schlüsselübergabe

Dreh- und Angelpunkt ist das von Nello veröffentlichte API. Es erlaubt die Steuerung des smarten Türöffners mit HTTPS-Requests über Internet. Als ersten Schritt legt man in der Nello-App einen neuen Benutzer an, den man ausschließlich für Programmierzwecke nutzt.

Danach ist man auf die Hilfe des Nello-Herstellers angewiesen, denn im Nello-API kann man sich nicht mit den

Nutzerdaten aus der Nello-App anmelden. Für den ersten API-Zugriff benötigt man eine OAuth-2.0-Client-ID und das dazugehörige -Secret. Diese Daten muss man per Mail beim Nello-Support (hello@nello.io) unter Angabe der Login-Daten des neu angelegten Nutzers erfragen.

Für die Interaktion mit dem Nello-API über HTTP-Requests haben wir das Windows-Tool Insomnia benutzt. Wer mag, kann auch beliebige andere REST-Clients verwenden.

Voraussetzung für den Zugriff auf das API ist eine Authentifizierung mit einem OAuth-2.0-Token. Als ersten Schritt sendet man ein GET an die Adresse <https://auth.nello.io/oauth/token/>, um ihn zu erhalten.

Tragen Sie dafür diese Adresse oben ins Adressfeld von Insomnia ein und wählen Sie als Methode GET. Wechseln Sie nun auf den Reiter „Header“ und tragen dort den Header-Namen und den Header-Wert (Content-Type:application/x-www-form-urlencoded) ein. Nach dem Wechsel auf den Reiter „Form“ muss nun ein Attribut mit dem Namen grant\_type und dem Wert passwort eingegeben werden, in der nächsten und übernächsten Zeile die OAuth-Client-ID client\_id sowie das Secret client\_secret und als Wert die beim Nello-Support angeforderten Daten. Zudem werden die Attribute username und passwort benötigt, die die Nutzerdaten des vorab in der Nello-App angelegten neuen Nutzers enthalten.

Nach dem Senden liefert der API-Server eine Antwort wie folgende zurück:

```
{
  "scope": "user",
  "access_token": "[Token]"
  "refresh_token": "[nicht wichtig]",
  "token_type": "Bearer",
}
```

Mit einem REST-Client lässt sich in wenigen Sekunden ein OAuth-Token für spätere Zugriffe anfordern.

Für alle weiteren Zugriffe auf das API wird das unter access\_token angegebene Bearer-Token benötigt. Damit die Nello-Server bei späteren Befehlen wissen, welches Nello-Modul sie ansprechen sollen, braucht man zusätzlich die location\_id des eigenen Nello. Diese spuckt das API über ein HTTP-GET an die Adresse <https://public-api.nello.io/v1/locations/> aus. Der Header für die zweite Anfrage enthält Angaben zur Kodierung und das vorab angeforderte Token. Er lautet somit:

```
Content-Type: application/json
Authorization: Bearer [Token]
```

Als Antwort liefert der Server neben der eigenen Anschrift auch die ID des eigenen Nello-Moduls: location\_id:[Location-ID]

Nun haben Sie alle nötigen Daten, um Nello aus beliebigen Apps und Programmen Befehle zu schicken – beispielsweise um den Türsummer zu aktivieren oder Zeitfenster zu bearbeiten, in denen Nello auf jedes Klingeln automatisch die Tür öffnet.

Wer es gleich ausprobieren will, trägt die URL [https://public-api.nello.io/v1/locations/\[location\\_id\]/open/](https://public-api.nello.io/v1/locations/[location_id]/open/) mit der eben erhaltenen location\_id in den REST-Client ein und sendet einen PUT-Request.

Der Header bleibt mit Content-Typ und Token identisch zum vorherigen Befehl. Unmittelbar nach dem Senden sollte der Server

```
{
  "result": {
    "success": true,
    "code": 200,
    "message": "Door has been opened successfully!"
  }
}
```

zurückliefern und gleichzeitig der Türöffner anfangen zu summen.

## Freier Durchgang

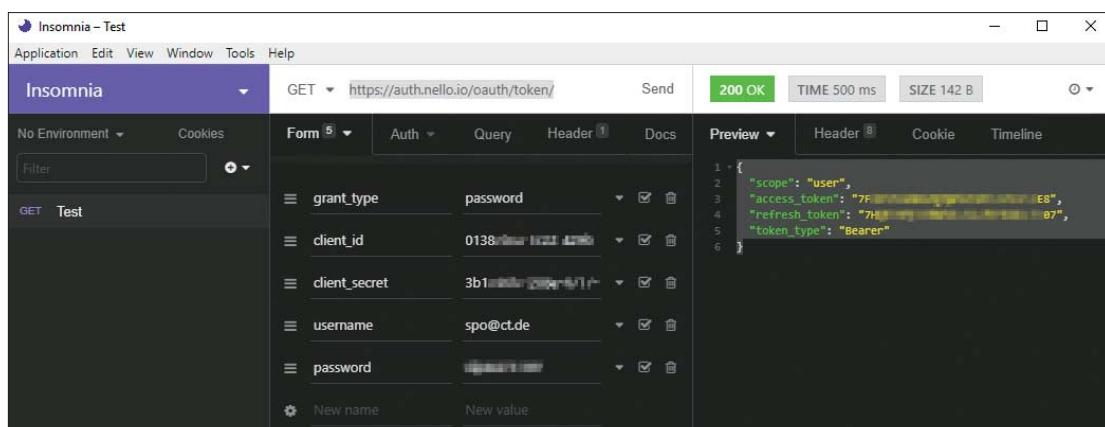
Über das API lässt sich das Nello-Modul mit dem Automatisierungs-Tool Tasker nutzen. In der 3 Euro teuren App kann man selbst komplexe Abläufe ohne Programmiersprache festlegen.

Um einen Task zum Auslösen des Türsummers anzulegen, wechseln Sie in den Reiter „Tasks“ und tippen dort auf das Pluszeichen und vergeben einen Namen für den Task. Anschließend wechselt die App in den Aktionsbereich, wo sich die „Actions“ genannten Befehle angeben lassen. Hier müssen Sie den HTTP-Request zum Nello-API unterbringen.

Doch dafür muss man ein wenig in die Trickkiste greifen: Von Haus aus unterstützt Tasker nur die HTTP-Requests POST und GET – Nello verlangt aber ein PUT. Hier hilft das Tasker-Plug-in RESTask, das kostenlos aus dem Play Store installiert werden kann. Es ist keine eigenständige App, sondern integriert sich nahtlos in Tasker. Um die Action zum Öffnen der Tür anzulegen, wählt man also in den Aktionskategorien „Plugin“ und dort „RESTask“ und tippt in der nun geöffneten Ansicht auf das Editieren-Symbol in der ersten Zeile, woraufhin sich das Plugin öffnet.

Hier wird zunächst der Request Type von GET auf PUT umgestellt und unter Host die bereits bekannte URL [https://public-api.nello.io/v1/locations/\[Location-ID\]/open/](https://public-api.nello.io/v1/locations/[Location-ID]/open/) mit der eigenen Location-ID eingetragen. Die übrigen Felder können auf den Standardwerten bleiben.

Wie schon beim Einrichten des API-Zugangs am PC muss auch bei Tasker der Header die API-spezifischen Angaben enthalten: Wechseln Sie auf den Reiter „Headers“ und legen mit dem Plus-Symbol einen neuen Eintrag an. Die erste Zeile bekommt den Wert Content-Type und die zweite Zeile den Wert application/json.



Im erneut über das Pluszeichen angelegten zweiten Eintrag schreiben sie Authorization und in die zweite Zeile Bearer gefolgt von einem Leerzeichen und Ihrem O-Auth-Token.

Ein Tipp auf das Disketten-Icon speichert den Request und führt zurück in die Oberfläche von Tasker. Dort bietet es sich an, das Timeout für den Befehl auf einen Wert von 15 bis 30 Sekunden zu setzen. Das sorgt dafür, dass der Task bei schlechter Internetverbindung nach der gewünschten Zeit abgebrochen wird und sich die Haustür nicht ungewollt zu einem späteren Zeitpunkt öffnet. Der angelegte Task lässt sich als Widget auf dem Home-screen ablegen, sodass man jederzeit mit nur einem Fingertipp den Türöffner auslösen kann.

Wer für die Wohnungstür ein Schloss von Nuki besitzt und es wie in [2] beschrieben in Tasker integriert hat, kann den Task zu einem vollständigen Keyless-Entry umstricken. Dafür fügt man als zweite Aktion einfach eine Wartezeit ein, die etwa der Zeit entspricht, die man vom Hauseingang zur Wohnungstür benötigt. Als dritte Aktion folgt der HTTP-Request, der Nuki die Wohnungstür aufschließen lässt.

## Zu Befehl

Wer per Sprachbefehl an den Google Assistant oder an Amazon Alexa den Türsummer auslösen will, erledigt das auch ohne direkte Unterstützung von Google und Amazon. Dazu bindet man Nello einfach in die kostenlose Smart-Home-Software Openhab2 ein, die sich mit wenigen Handgriffen auf einem PC, einem Raspberry Pi oder vielen NAS-Geräten installieren lässt. Der heimische PC ist aber der ungeeignetste Host, da die Anbindung nur funktioniert, wenn der Rechner läuft.

Für den Zugriff auf Openhab mittels Alexa und Google Home muss zunächst wie in [3] beschrieben der Openhab-Cloud-Service installiert und eingerichtet werden. Anschließend wird ein virtueller Schalter beispielsweise mit dem Namen „Türöffner“ benötigt. Dafür legt man mit einem Texteditor eine Datei namens Nello.items und dem Inhalt Switch Türöffner "Türöffner" ["Switchable"] an und speichert die Datei je nach Art der Openhab-Installation unter /etc/openhab2/items oder unter /opt/openhab2/conf/items auf dem Openhab-Rechner. Im Paper-UI genannten Web-Frontend von Openhab lässt sich der virtuelle Schalter in

den Openhab-Cloud-Einstellungen (unter Konfiguration/Dienste/IO) für den externen Zugriff aus dem Internet freigeben.

Nun kann in der Alexa- respektive Google-Home-App der Openhab-Skill installiert werden. Nachdem die jeweiligen Assistenten eine Suche nach neuen Smart-Home-Komponenten durchgeführt haben, lässt sich der virtuelle Schalter mit dem Sprachbefehl „Schalte den Türöffner ein“ einschalten. (Falls Sie es ausprobieren, muss der Schalter anschließend per Sprachbefehl auch wieder ausgeschaltet werden, da andernfalls die folgende Automatisierungsregel von Openhab nicht funktioniert.)

Nun kommen die Automatisierungsregeln von Openhab ins Spiel, die das Nello-Modul ansprechen. Legen Sie dafür unter /etc/openhab2/rules oder /opt/openhab2/conf/rules eine weitere Textdatei namens Nello.rules mit folgendem Inhalt an:

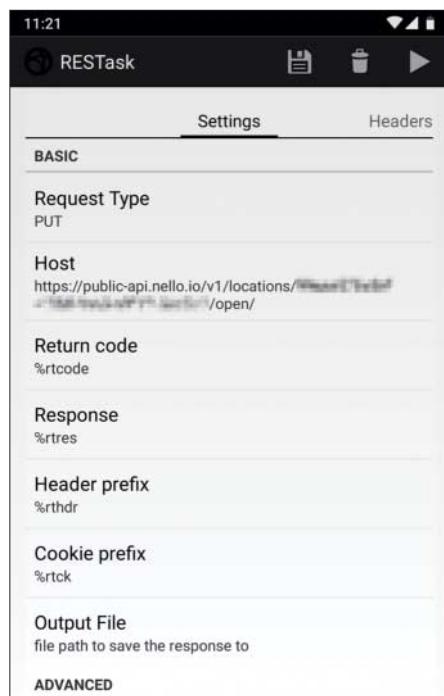
```
rule "Öffne Haustür"
when
    Item Türöffner changed to ON
then
    executeCommandLine("curl@-k@-H@ -XPUT@ -HAuthorization: Bearer [Token] -dhttps://public-api.nello.io/v1/locations/[Nello-ID]/open/")
    sendCommand(Türöffner, OFF)
end
```

Die Regel überwacht, ob der virtuelle Schalter eingeschaltet wurde. In diesem Fall sendet Openhab den HTTP-Request an das Nello-API und schaltet den virtuellen Schalter sofort wieder aus, damit er für spätere Kommandos wieder bereitsteht. Wie auch Tasker unterstützt Openhab keine PUT-Befehle, weshalb das Kommando einfach mithilfe von Curl losgeschickt wird. Die doppelten @-Zeichen werden innerhalb von Openhab benötigt, um die einzelnen Argumente voneinander zu separieren.

## Ideenvielfalt

In der Dokumentation zum Nello-API [4] finden sich diverse Beispiele, um die Befehle nicht nur RAW, sondern, wie im Falle von Openhab, mit Curl oder aber beispielsweise auch mit PHP, Java oder JavaScript zu übergeben. So lässt sich Nello auch von eigenen Apps, Webdiensten oder anderen Software-Smart-Home-Zentralen ansprechen.

Zudem unterstützt das API WebHooks. Wer bei IFTTT einen WebHook



Mit der Android-App Tasker und dessen Plug-in RESTTask gelingt der Zugriff auf das Nello-Modul problemlos.

anlegt und ihn bei der Nello-API anmeldet, kann darüber weitere virtuelle Schalter in Openhab einschalten – beispielsweise wenn draußen jemand klingelt. Wer etwa im Urlaub morgens nicht vom Postboten aus dem Bett geklingelt werden möchte, schaltet die Klingel einfach stumm und lässt sich über eine Openhab-Regel durch kurzes Blinken der Flurlampe anzeigen, dass jemand vor der Tür steht.

Möglich wäre auch, dass Openhab, sofern man zu Hause ist, bei jedem Klingeln stets automatisch den Türsummer aktiviert. Der Fantasie sind hier kaum Grenzen gesetzt, und dank der Programmierschnittstelle lässt sich das Nello-Modul deutlich mehr ausreizen als mit der zugehörigen Smartphone-App.

(spo@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Nico Jurran, Persönlicher Türsteher, Gegen sprechanlage smart gemacht, c't 12/2018, S. 116
- [2] Stefan Porteck, Unabhängig, Smarte Schlösser mit Tasker steuern und ins Smart Home einbinden, c't 15/2018, S. 128
- [3] Dokumentation der Openhab-Cloud: <https://www.openhab.org/addons/integrations/openhabcloud/#openhab-cloud-connector>
- [4] Dokumentation des Nello-API: <https://nello-publicapi.docs.apiary.io>

Dokumentation, Downloads: [ct.de/yke7](http://ct.de/yke7)

Anzeige

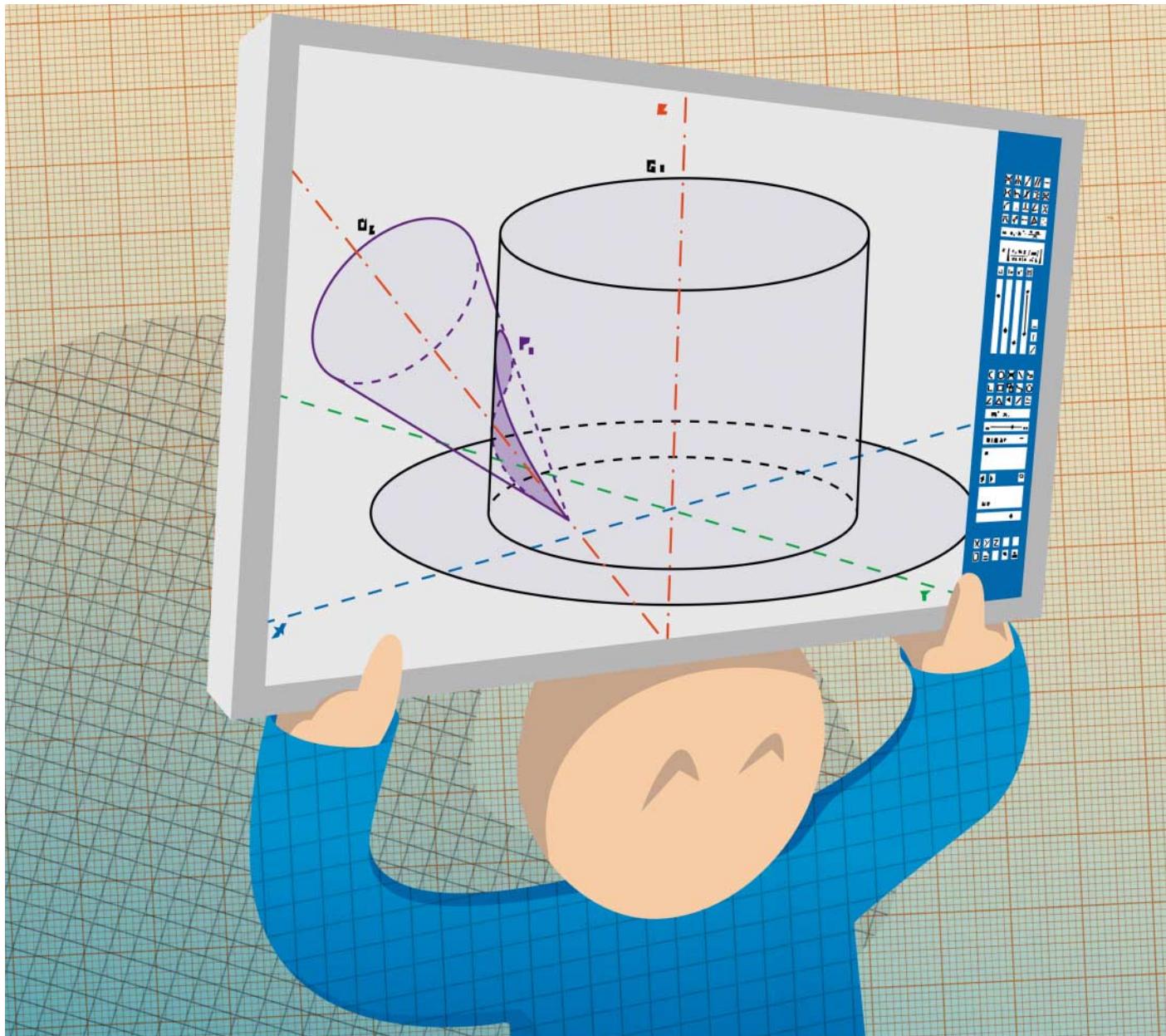


Bild: Rudolf A. Böhme

# Begreifbare Mathematik

## Mathematische Zusammenhänge intuitiv verstehen mit GeoGebra

**Mit GeoGebra sind geometrische Formen oder mathematische Gleichungen rasch skizziert. In den Apps für Browser und Smartphone lassen sie sich interaktiv verändern. Das lädt zum Experimentieren ein und garantiert Aha-Erlebnisse.**

**Von Dr. Ewald Bichler**

**M**it dem Geometrie- und Computeralgebra-System GeoGebra lassen sich mathematische Aufgabenstellungen in Schule, Studium und Beruf mit minimalem Aufwand visualisieren. Die Software hilft nicht nur beim Konstruieren, Berechnen und Überprüfen von Lösungswegen, sondern vermittelt auch ein tieferes Verständnis der Zusammenhänge: Geometrische Zeichnungen und Gleichungssysteme kann man interaktiv um-

formen und räumliche Konstruktionen aus allen möglichen Perspektiven betrachten. Weil sich auf diese Art auch komplexere Gebilde spielerisch erforschen lassen, braucht man kein überdurchschnittliches Abstraktionsvermögen, um mathematische Gesetzmäßigkeiten zu ergründen. Und es macht deutlich mehr Spaß, als die immer gleichen Zeichnungen mit Bleistift, Zirkel und Lineal anzufertigen.

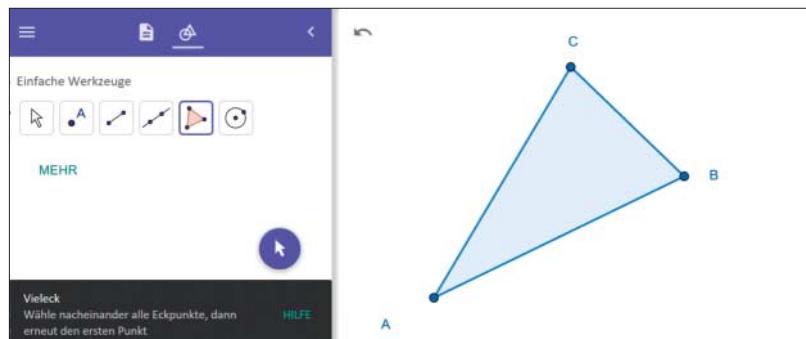
Dieser Artikel zeigt anhand dreier Beispiele die Möglichkeiten von GeoGebra und lädt dazu ein, sich auf mathematische Expeditionen zu begeben. Aber keine Angst: Es werden keine vertieften mathematischen Kenntnisse vorausgesetzt. Fertige Projekte lassen sich als sogenannte GeoGebra-Books auf den Servern von [geogebra.org](http://geogebra.org) speichern. Alle Beispiele dieses Artikels haben wir in einem Book zusammengefasst, das Sie über [ct.de/y44h](http://ct.de/y44h) finden. Es lässt sich im Browser betrachten und bearbeiten. Darüber hinaus stehen auch Apps für PC und Mobilgeräte zur Verfügung: Es gibt Installer für Windows, macOS, Chrome OS und Linux sowie iOS- und Android-Apps. Alle Versionen dürfen für nichtkommerzielle Zwecke kostenlos genutzt werden.

Die Oberfläche teilt sich in ein großes Hauptfenster sowie eine Leiste auf, die Konstruktionswerkzeuge und Eingabedialoge für Formeln beherbergt. Beim Start zeigt GeoGebra nur einige Basiswerkzeuge, ein Klick auf die MEHR-Schaltfläche blendet weitere Tools ein, etwa zum Bearbeiten, Messen und Transformieren. Bei Auswahl eines Werkzeugs erscheint am unteren Rand der Leiste eine Kontexthilfe mit kurzer Bedienanleitung. Über das Zahnrad-Icon im Hauptfenster oben definieren Sie Ansichtsoptionen für Objekte, Achsen und Koordinatengitter.

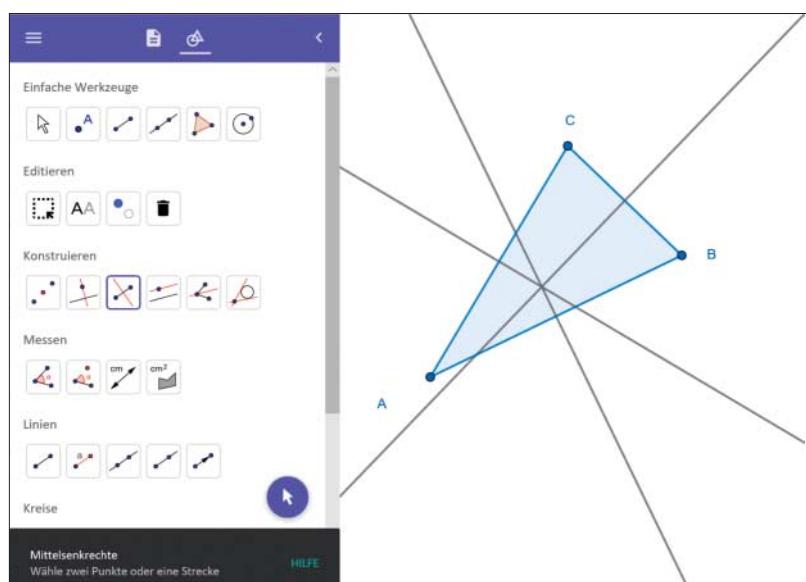
## Expedition 1: Umkreis eines Dreiecks

Als Umkreis eines Dreiecks bezeichnet man denjenigen Kreis, auf dem die drei Eckpunkte des Dreiecks liegen. Der Kreismittelpunkt liegt somit von jeder Ecke gleich weit entfernt. Um den Mittelpunkt zu konstruieren, nutzt man die Erkenntnis, dass alle Punkte, die von zwei gegebenen Punkten A und B gleich weit entfernt sind, auf der Mittelsenkrechten der Strecke [AB] liegen müssen. Die Mittelsenkrechte ist das Lot auf der Strecke [AB] durch deren Mittelpunkt. Den Mittelpunkt des Umkreises zum Dreieck ABC sollte man demzufolge auf den Mittelsenkrechten der Strecken [AB], [AC] und [BC] finden.

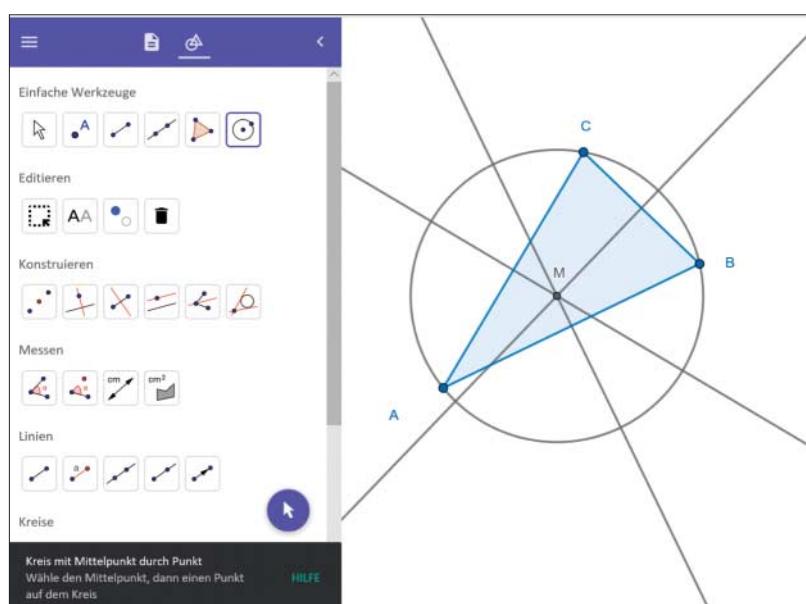
Mit GeoGebra lässt sich der beschriebene Lösungsweg leicht umsetzen und für weitere Experimente nutzen. Dazu öffnen Sie entweder die Smartphone-App „GeoGebra Geometrie“ oder die Browser-Anwendung [www.geogebra.org/geometry](http://www.geogebra.org/geometry). Mit dem Vieleck-Werkzeug zeichnen Sie zunächst ein beliebiges Dreieck durch



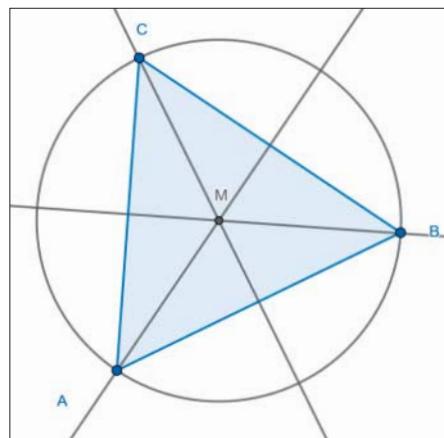
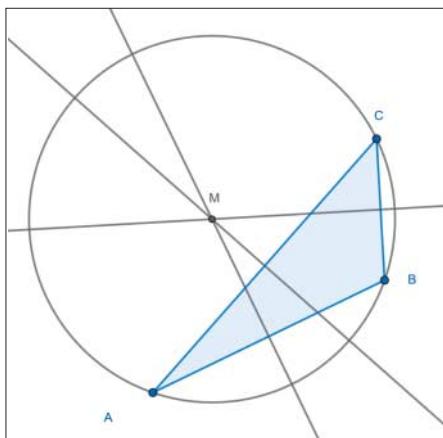
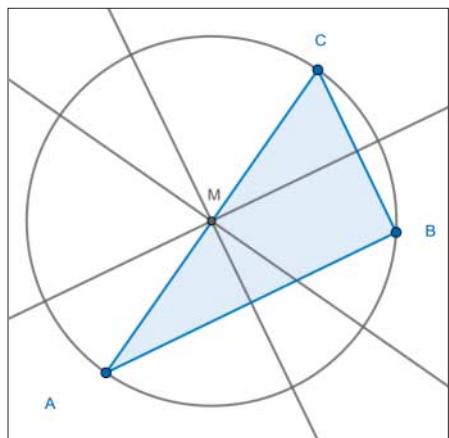
Geometrische Formen sind mit den GeoGebra-Spezialwerkzeugen schnell erstellt: Dem Vieleck-Werkzeug genügen vier Klicks als Eingabe, um ein Dreieck zu zeichnen.



Drei weitere Mausklicks mit dem Mittelsenkrechten-Werkzeug ergänzen die Geraden, auf denen der Mittelpunkt des Umkreises liegen muss.



Auch der Kreis ist schnell konstruiert: Punkt in den Schnittpunkt der Mittelsenkrechten setzen und das Kreiswerkzeug arbeiten lassen.



Der Mittelpunkt des Umkreises kann auch außerhalb des Dreiecks liegen. Sämtliche Sonderfälle lassen sich in GeoGebra durch Verschieben einzelner Konstruktionselemente erforschen.

Setzen drei Punkte – die automatisch mit Großbuchstaben benannt werden. Damit GeoGebra diese zu einem geschlossenen Dreieck verbindet, muss der erste Punkt erneut markiert werden. Falls Sie mal nicht weiter wissen: Werfen Sie einen Blick in die Kontexthilfe links unten.

Blenden Sie nun über die MEHR-Schaltfläche weitere Hilfsmittel ein und wählen Sie aus dem Abschnitt Konstruieren das Werkzeug für Mittelsenkrechten (drittes von links). Damit wählen Sie nun nacheinander die Dreiecksseiten aus, woraufhin GeoGebra die Lote automatisch mittig platziert.

Es gibt genau einen Punkt, der auf allen drei Mittelsenkrechten liegt, also zu allen drei Eckpunkten denselben Abstand aufweist. Diesen Schnittpunkt markieren Sie mit dem Punkt-Tool aus dem Abschnitt „Einfache Werkzeuge“; GeoGebra bezeichnet ihn dem Alphabet folgend mit D. Weil M für Mittelpunkt passender ist, sollten Sie diese Bezeichnung ändern: Ein Klick mit dem Bewege-Werkzeug (Abschnitt „Einfache Werkzeuge“; Pfeil-Icon) auf den Punkt öffnet das Kontextmenü, hinter der AA-Schaltfläche verbergen sich die Beschriftungsoptionen. Zum Schluss lässt man das Werkzeug „Kreis mit Mittelpunkt durch Punkt“ durch Auswahl von M und einem der drei Punkte A, B oder C den Umkreis des Dreiecks zeichnen.

Erst jetzt zeigt sich der größte Vorteil einer Software wie GeoGebra. Die gesamte Konstruktion lässt sich dynamisch verändern, indem man mit dem Bewege-Werkzeug einen der Eckpunkte des Dreiecks verschiebt. Dabei passen sich die Mittelsenkrechten und der Kreis an die neuen Gegebenheiten an. Ohne Software müsste man jede Variante mit Zirkel und

Lineal neu konstruieren – oder müsste sich die Änderungen vorstellen. Allerdings setzt das Vorstellen bereits ein gewisses Verständnis der mathematischen Zusammenhänge voraus, während exploratives Untersuchen ein Weg zum mathematischen Verständnis ist.

Verändert man die Lage der Punkte A, B oder C, also das zugrunde liegende Dreieck, so kann man Fragen nachgehen wie: Gibt es immer einen Umkreis? Kann der Umkreismittelpunkt mit einem Eckpunkt zusammenfallen? Kann er auch außerhalb des Dreiecks oder auf einer der Seiten liegen, und unter welchen Umständen ist dies der Fall? Gibt es weitere besondere Lagen des Mittelpunktes? All dies sind typisch mathematische Fragestellungen, die jetzt leicht und anschaulich erforscht werden können. So erbringt man zwar keine mathematischen Beweise, aber Ideen und Vermutungen über mathematische Zusammenhänge können intuitiv bestätigt oder widerlegt werden.

Wenn Sie jetzt am Ende der ersten Expedition Lust auf mehr bekommen haben, können Sie mit GeoGebra zum Beispiel der Frage nachgehen, wie es mit einem Umkreis bei einem Viereck aussieht ...

## Expedition 2: Der Kegelschnitt

In die Welt der Quader, Würfel, Zylinder und anderer geometrischer Körper führt die App GeoGebra 3D Grafikrechner ([geogebra.org/3d](http://geogebra.org/3d)). Dreidimensionale Objekte entstehen damit ähnlich intuitiv wie die 2D-Grafiken im ersten Beispiel. Wichtig ist es hier, sich klarzumachen, wie man Punkte im Raum setzt und bewegt: Wählt man mit dem Bewege-Werkzeug einen Punkt aus, erscheint der Cursor als Pfeil-

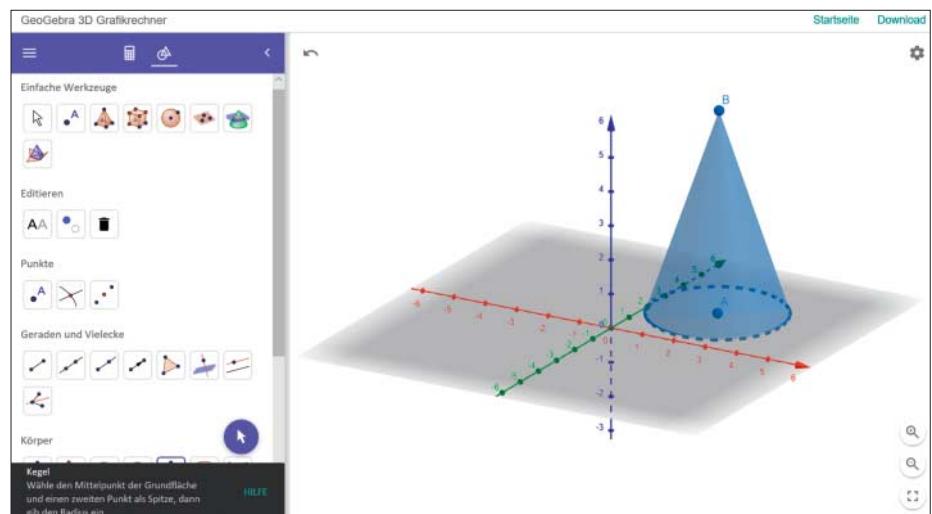
kreuz. Dieses signalisiert, dass sich der Punkt in der Grundebene ( $x_1x_2$ -Ebene) verschieben lässt. Ein erneuter Klick auf den Punkt ändert das Pfeilkreuz zu einem Doppelpfeil: Damit wird der Punkt parallel zur  $x_3$ -Achse verschoben.

Ein Kegelschnitt ist mit wenigen Handgriffen konstruiert: Zunächst erstellen Sie einen geraden Kreiskegel, dessen Grundfläche (der Kreis) in der grau schattierten  $x_1x_2$ -Ebene liegt. Dazu setzen Sie mit dem Punkt-Werkzeug einen Punkt A in die  $x_1x_2$ -Ebene und positionieren den zweiten Punkt B so, dass er vertikal über A liegt. Den Punkt B können Sie nicht direkt im Raum positionieren, sondern platzieren ihn zunächst in die Grundebene und ziehen ihn dann bei gedrückter Maustaste entlang der  $x_3$ -Achse nach oben. Wenn Sie nun mit dem Kegel-Werkzeug zuerst den Mittelpunkt der Grundfläche (Punkt A), dann die Spitze (Punkt B) markieren und den Radius eingeben, zeichnet GeoGebra den Kegel (siehe auch die Kontexthilfe des Werkzeugs).

Nun soll eine Ebene angelegt werden, die den Kegel schneidet. Setzen Sie dazu mit dem Werkzeug „Ebene durch drei Punkte“ die Punkte C, D und E – GeoGebra nutzt sie, um die Fläche daran auszurichten. Beachten Sie auch hier, dass ein einfacher Klick den Punkt in die  $x_1x_2$ -Ebene setzt, während Klick plus Zug nach oben/unten die  $x_3$ -Koordinate beeinflusst.

Mit dem Werkzeug „Schneide zwei Flächen“ lässt sich durch Auswahl der Kegeloberfläche und der Ebene die Schnittfigur darstellen. „Bewege“ erlaubt es, durch Drag & Drop in einem freien Bereich die Konstruktion aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu betrachten. Das erhöht die Anschaulichkeit enorm.

Anzeige



Zwei Punkte und der Radius der kreisförmigen Grundfläche genügen, um mit GeoGebra einen Kegel zu konstruieren.

Außerdem lässt sich die Schnittfigur näher erforschen. Um welche Schnittfigur handelt es sich? Ändert sie sich mit der Lage der Ebene? Wie schon in der ersten Expedition kann man nun experimentell Beobachtungen durchführen sowie Vermutungen aufstellen und überprüfen. Diverse Varianten von Ebene und Kegel können Sie durch Verschieben der zugehörigen Punkte durchspielen.

### Expedition 3: Geometrie trifft Algebra

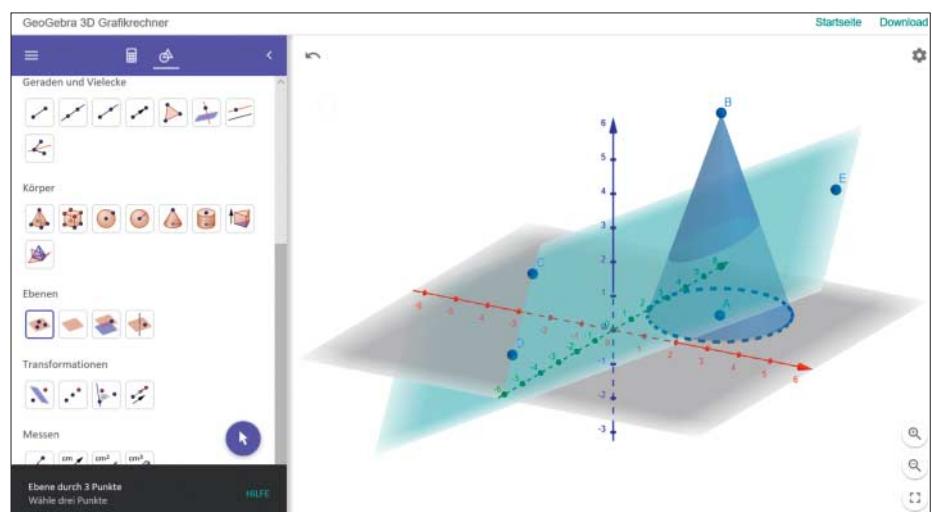
Mit GeoGebra lassen sich auch algebraische Berechnungen durchführen und geometrisch veranschaulichen. Als Beispiel soll ein lineares Gleichungssystem mit zwei Gleichungen und zwei Unbekannten dienen – Aufgaben dieser Art werden im Mathematikunterricht in der Regel in der Jahrgangsstufe 8 behandelt.

Eine typische Textaufgabe könnte lauten: Ausgewählte Einwohner der Dörfer Altdorf und Neudorf feiern ein Fest. Jeder am Fest teilnehmende Altdorfer isst 4 Schnitzel und trinkt 5 Gläser Bier. Jeder Teilnehmer aus Neudorf isst dagegen nur 3 Schnitzel, trinkt aber 7 Gläser Bier. Insgesamt werden 65 Schnitzel verzehrt und 117 Gläser Bier getrunken. Wie viele Dorfbewohner nahmen aus den Dörfern jeweils teil?

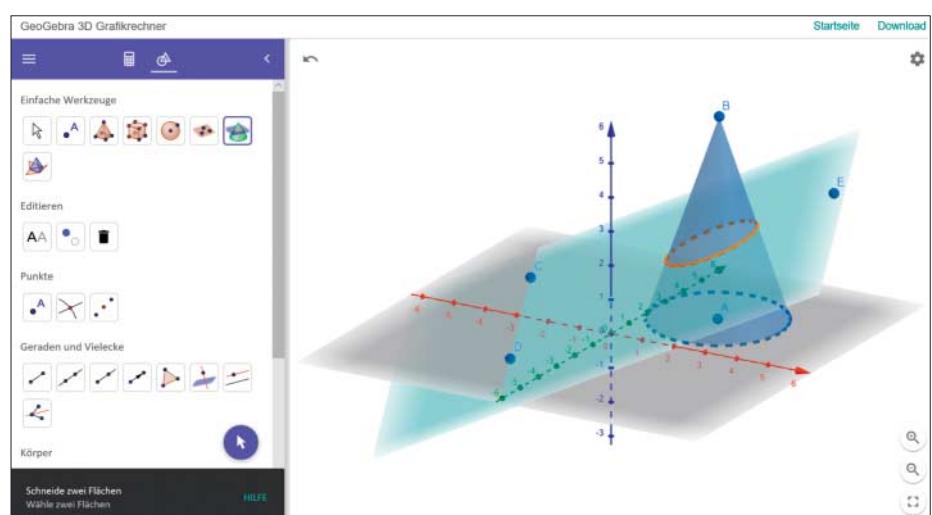
Dieses Problem kann man mithilfe eines Gleichungssystems lösen, wobei  $x$  die Anzahl der Teilnehmer aus Altdorf und  $y$  die aus Neudorf bezeichnet. Dann erhält man für die Anzahl verspeister Schnitzel die Gleichung  $4x + 3y = 65$  und für die Menge an geleerten Biergläsern die Gleichung  $5x + 7y = 117$ .

Zur Lösung solcher Gleichungssysteme werden im Unterricht diverse rechnerische Methoden vorgestellt: Einsetzungs-, Gleichsetzungs-, Additions-, Subtraktions- sowie Determinantenverfahren. Auch ein grafisches Verfahren kann besprochen und verwendet werden. Ganz egal, wofür man sich entscheidet: Mit dem Computeralgebrasystem von GeoGebra kann jeder leicht überprüfen, ob er die Aufgabe richtig gelöst hat. Die zugehörige App startet im Browser via [www.geogebra.org/cas](http://www.geogebra.org/cas).

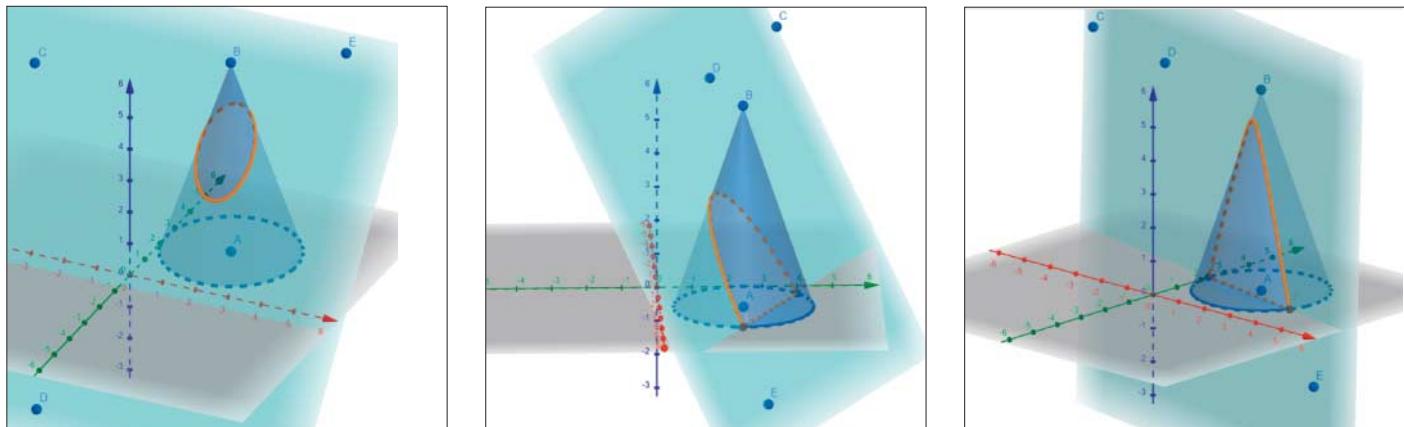
Im linken Eingabefenster gibt man die beiden Gleichungen direkt ein, GeoGebra benennt diese dann automatisch mit  $f$  beziehungsweise  $g$  und zeichnet die Graphen der zugehörigen linearen Funktionen. Der Befehl „Löse({f,g})“ (die geschweiften Klammern bezeichnen eine Liste – hier eine Liste von Gleichungen)



Das Ebenen-Werkzeug definiert anhand von drei Punkten eine Ebene.



Die Funktion „Schneide zwei Flächen“ markiert die Schnittfigur.



Kippen und Drehen der Ebene erzeugt unterschiedliche Schnittfiguren.

berechnet als Ergebnis  $x = 8$  (für die Anzahl der Teilnehmer aus Altdorf) und  $y = 11$  (für die Anzahl der Teilnehmer aus Neudorf). Diese Lösung kann man auch in der Zeichnung im Schnittpunkt A der beiden Graphen ablesen. Der Schnittpunkt kann mit dem Punkt-Werkzeug am Graphen ermittelt werden.

Die Aufgabe lässt sich in zahlreichen Varianten stellen, etwa indem man die Anzahl insgesamt konsumierter Schnitzel und Getränke verändert. Solche Varianten lassen sich in GeoGebra ganz einfach per Schieberegler-Variable realisieren. Starten Sie dazu per Datei/Neu im Menü links oben ein neues GeoGebra-CAS-Fenster und geben als erste Gleichung ein:  $4x + 3y = a$ . Da a eine bisher mit keinem Wert belegte Variable ist, bietet GeoGebra an, dafür einen Schieberegler anzulegen.

Analog verfährt man mit der zweiten Gleichung  $5x + 7y = b$ , wobei man auch

für b einen Schieberegler anlegt. GeoGebra belegt die Schieberegler jeweils mit Standardwerten, einem variablen Bereich zwischen -5 und 5 und einer beliebigen Schrittweite. Die Einstellungen lassen sich ändern, indem man im linken Fenster bei dem jeweiligen Schieberegler das Kontextmenü auswählt (die drei gestapelten Punkte), dort auf Einstellungen klickt und dann im Bereich Schieberegler die Werte ändert, etwa auf einen Bereich zwischen 0 und 50 bei einer Schrittweite von 1.

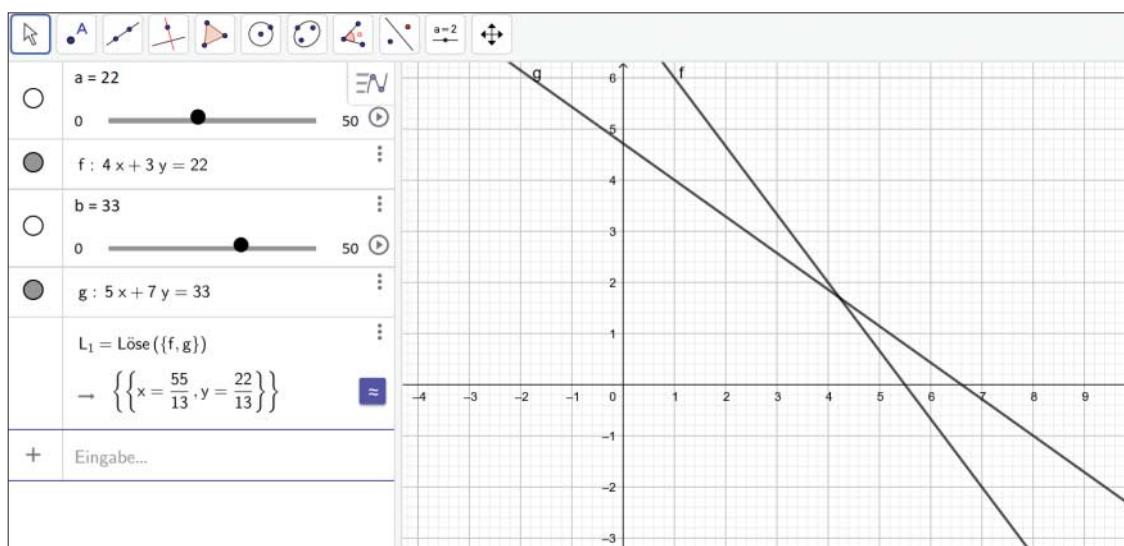
Jetzt kann man die Position der beiden Schiebereglern (und so die Werte von a und b) verändern und direkt beobachten, welche Auswirkungen dies auf die Graphen und deren Schnittpunkt hat. Gibt man den Befehl „Löse({f,g})“ zur Lösung der beiden Gleichungen ein, so verändert sich auch die vom Computeralgebra-System angezeigte Lösung entsprechend.

## Vielfältig und intuitiv

GeoGebra bietet vielfältige Möglichkeiten, um geometrische und mathematische Zusammenhänge eigenständig zu erforschen. Es kann als individuelle Lernhilfe, als Lehr- und Demonstrationswerkzeug oder auch als einfacher Rechner dienen.

Dieser Artikel konnte nur eine kleine Einführung in die Möglichkeiten von GeoGebra geben. Wer sich intensiver damit beschäftigen möchte, findet im Internet zahlreiche Beispiele und Anleitungen – oder probiert intuitiv, denn vieles kann man durchaus ohne ausführliche Lektüre von Anleitungen herausfinden. Eine Auswahl empfehlenswerter Tutorials haben wir für Sie zusammengestellt (siehe ct.de/y44h). [atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)

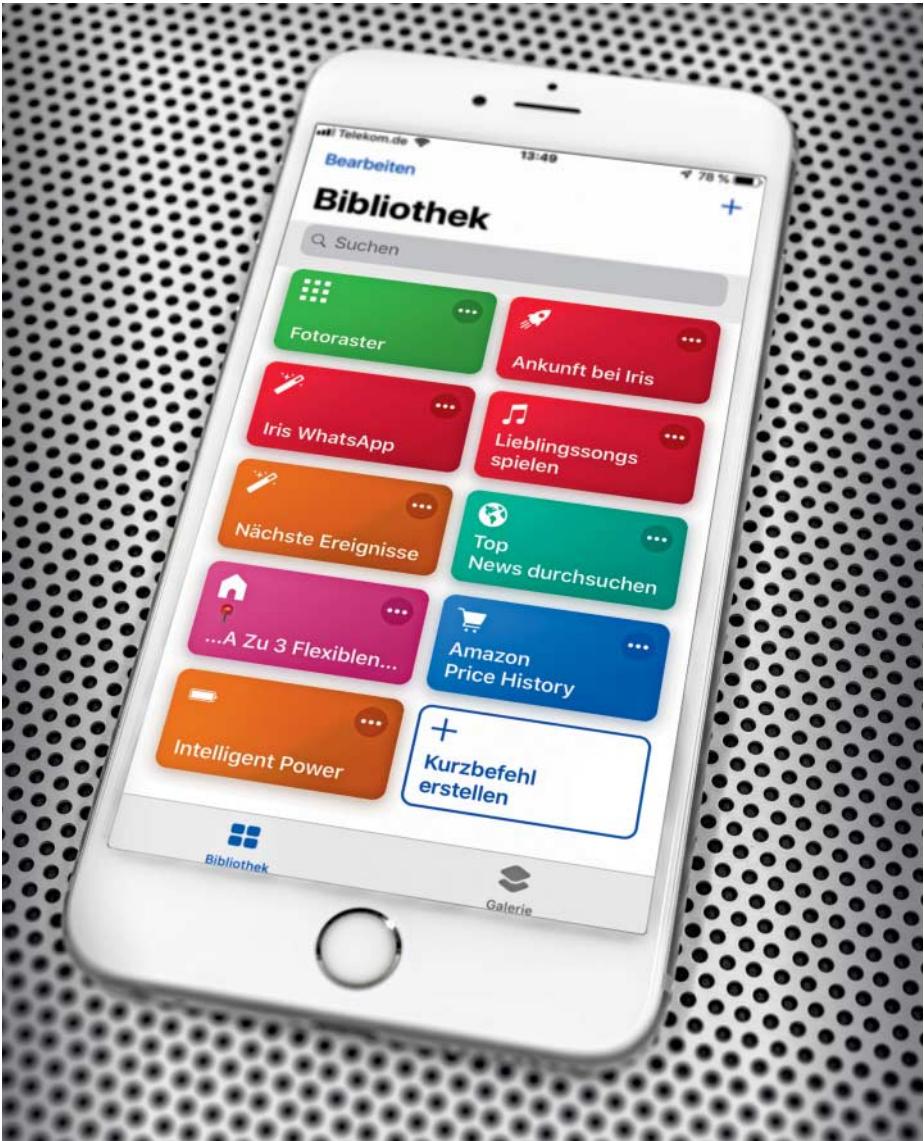
**Beispiele aus dem Text, GeoGebra-Resourcen und -Dokumentation:** [ct.de/y44h](http://ct.de/y44h)



Per Schieberegler lassen sich diverse Aufgabenstellungen durchspielen: Grafische Darstellung und rechnerische Lösung passen sich dynamisch an.

Anzeige

Anzeige



# Mal kurz die Welt retten

**iPhone und iPad mit iOS-12-Kurzbefehlen automatisieren**

**Sie navigieren oft zum gleichen Ort? Sie tippen immer Nachrichten an bestimmte Leute? iOS-Kurzbefehle sparen Wisch- und Tipparbeit. Wir helfen über den etwas spröden Einstieg hinweg.**

**Von Michael Link**

Wie ein dressiertes Äffchen kommt man sich manchmal vor, wenn man auf dem Smartphone immer wieder die gleichen Dinge tut und sich dafür wuschig wischt und tippt. Wäre doch schön, wenn man wiederkehrende Abläufe automatisieren könnte.

Das schreit geradezu nach Makros, wie man sie von Automatisier-Tools wie IFTTT [1] kennt. Seit iOS 12 gibt es sie

unter dem Namen „Kurzbefehle“, oft auch Shortcuts genannt. Am einfachsten erstellt und benutzt man sie mit dem Sprachassistenten Siri. Das erinnert an den Google Assistant der Android-Welt, der ebenfalls versucht vorauszusehen, was man als Nächstes wissen oder tun will.

Siri lernt seit iOS 12 nun Ihre persönlichen Kommandos und schlägt vor, dafür Sprachkommandos aufzuzeichnen. So ein Kurzbefehl fasst in der Regel mehrere Bedienschritte zusammen. Komplexere Dinge lassen sich mit und ohne Sprachkommando besser mit der Kurzbefehle-App erledigen, die man aber zunächst aus dem App-Store aufs Gerät schaufeln muss.

Der App-Bildschirm erinnert nicht von ungefähr an die erfolgreiche Automatisier-App Workflow. Apple hat 2017 das Entwicklerteam eingekauft, das die Workflow-App programmiert hatte. Abläufe, die Workflow automatisiert, importiert die Kurzbefehle-App beim ersten Start.

Die Automatisierungsfunktionen von iOS 12 sind allerdings begrenzt. Eine App muss Kurzbefehle explizit unterstützen: Apples Musik-App tut's. Spotify hingegen nicht – laut c't-Anfrage bleibt das auch erst mal so. Für viele wichtig: WhatsApp lässt sich bereits in Kurzfehle integrieren, allerdings nur mit zwei rudimentären Befehlen zum Schicken von Nachrichten und Fotos. Welche Apps Kurzbefehle befolgen, lässt sich über die Suchfunktion der Kurzbefehle-App herausfinden.

## Siri lernt selbst

Beginnen wir mit dem Einfachsten: den Befehlen, die man sofort per Siri einrichten kann. Einmal erstellte Kurzbefehle findet später auch die Spotlight-Suche, egal ob Sie ein dafür aufgezeichnetes Siri-Sprachkommando haben oder nicht. Zum Start finden Sie einige auf Ihre letzten Aktionen angepasste Vorschläge unter „Einstellungen“ und „Siri & Suchen“. Hier listet das iPhone drei kurzbefehltaugliche Funktionen, etwa „Lieblingslieder spielen“ oder „Senden eine SMS an Iris“.

Brauchen Sie einen anderen Befehl, dann tippen Sie im Menü „Siri & Suchen“ auf „Alle Kurzbefehle“. In der Suchzeile geben Sie den Namen der App ein. Es erscheint eine Liste mit drei Kurzbefehlen pro App. Mehr gibts nach Antippen von „Alle anzeigen“. Ein paar Beispiele:

**Tweet schreiben:** Bislang konnte man mit Siri die Twitter-App aufrufen, musste aber zum Schreiben eines Tweets noch auf das entsprechende Icon tippen. Damit

sofort das Schreibfenster erscheint, suchen Sie in der Liste der Kurzbefehle nach „Twitter“ und wählen dann „Neuen Tweet schreiben“ durch Antippen des Pluszeichens. Mit einem Druck auf den roten Knopf zeichnen Sie ein Siri-Sprachkommando zum Auslösen des Befehls auf.

**Lieblings-Internetseite aufrufen:** Rufen Sie die betreffende Internetseite mit dem Safari-Browser auf. Wechseln Sie dann wie oben beschrieben in die Kurzbefehlsuche und lokalisieren Sie darin die Liste für Safari. Wählen Sie „Alle anzeigen“, worauf die eben aufgerufene Seite an erster Stelle erscheint. Fügen Sie den Eintrag per Druck aufs Pluszeichen hinzu und zeichnen Sie ein Sprachkommando auf, etwa „Heise-News aufrufen“. Die URL dafür: [www.heise.de/newsticker/](http://www.heise.de/newsticker/).

**Route berechnen, Orte suchen:** Auch für die zuletzt mit der Karten-App benutzten Funktionen kann man Kurzbefehle einrichten. Dazu führt man die gewünschte Funktion einmal mit der App aus, etwa die Suche nach einer Tankstelle oder die Navigation nach Hause. Dann wechselt man in die Kurzbefehlsuche und findet den Befehl unter „Karten“.

Gerade der letzte Befehl macht deutlich, dass Kurzbefehle, die man nur mit Siri allein erstellt, zurzeit noch wenig potent sind. Wer sich beispielsweise den

Weg nach Hause weisen lässt, kann das so nur mit der nach wie vor lausigen Karten-App tun – auch dann, wenn Google Maps auf dem iPhone installiert ist. Spätestens hier sollte man sich etwas mit den deutlich größeren Möglichkeiten der Kurzbefehle-App anfreunden.

## Mehr Möglichkeiten mit der Kurzbefehl-App

Nach der Installation aus dem App-Store können Sie eigene Kurzbefehle stricken und in der Bibliothek lokal speichern. Ihre gelungensten Kreationen können Sie mit anderen Nutzern teilen. Für erste Gehversuche durchflöhen Sie am besten die Galerie nach Brauchbarem und verändern die Skripte der Kurzbefehle nach Gusto, idealerweise Schritt für Schritt, wie das folgende Beispiel zeigt.

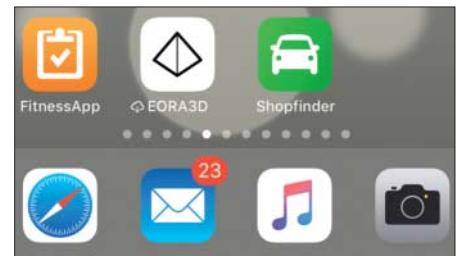
**Shopfinder:** Ihr Auftrag: Der von Ihnen gebaute Kurzbefehl findet Geschäfte und Adressen und navigiert wahlweise per Apple Karten oder Google Maps dorthin. Kobra, übernehmen Sie!

Beginnen Sie damit, den neuen „Shopfinder“-Kurzbefehl zu erstellen. Tippen Sie dazu in der Kurzbefehle-App das Pluszeichen im Bibliotheksfenster an. Als Basis dient der Kurzbefehl „Lokale Betriebe suchen“. Tippen Sie auf die betreffende Zeile. Der Befehl ist eine Art Matroschka-Puppe, weil er außer der Suche andere Dinge gleich mit erledigt, etwa die Ortsbestimmung.

Tragen Sie zum Testen „Tankstelle“ in die erste Zeile ein. Die Eingabemöglichkeit für den Suchradius können Sie ignorieren, denn Änderungen dort haben keinerlei Effekt. Tippen Sie auf das dreieckige „Abspielen“-Symbol. Es erscheint ein Textkasten mit den Daten für die nächstgelegene Tanke. Durch Wischgesten können Sie sich weitere Suchergebnisse anschauen.

Zum Navigieren brauchen Sie einen weiteren Baustein. Zuerst ermöglichen Sie die Wahl des Ziels. Tippen Sie dazu kurz auf das Suchfeld unten und dann auf „Arbeiten mit Skripten“. Hier ist ein Baukasten mit derzeit 63 Befehlen zu finden. Darunter sind so geläufige wie „Wenn/dann“-Konstrukte, aber auch mysteriöse wie „Tally-Liste abrufen“. Lassen Sie sich davon nicht erschrecken.

Um eine Adresse aus der Ergebnisliste herauszupicken, nutzen Sie „Aus Liste auswählen“ und schauen mal, was passiert. Es erscheint nun eine Auswahlliste, und nach Antippen eines Eintrags landet dessen Adresse in einem Textkasten.



Kurzbefehle lassen sich mit Icons versehen und auf den Homescreen legen, sodass sie wie Apps aussehen.

Nun hängen Sie aus dem Bereich „Karten“ den Befehl „Route einblenden“ an. Soll nicht die Karten-App von Apple, sondern Google Maps den Weg weisen, tippen Sie auf den entsprechenden Eintrag. Den Modus „Fahren“ lassen Sie einstweilen unverändert. Wählen Sie „Beim Ausführen fragen“, wenn die Wegbeschreibungen auch für Fußmärsche, Öffis oder Radfahrten abrufbar sein sollen. Letzteres geht nur bei Google Maps – auch was Öffis angeht, ist man damit besser bedient.

## Veredeln und tunen

Der Shopfinder besteht nun aus drei Befehlsblöcken. Im nächsten Schritt machen Sie ihn etwas flexibler, indem Sie ihn vorher fragen lassen, wonach Sie suchen.

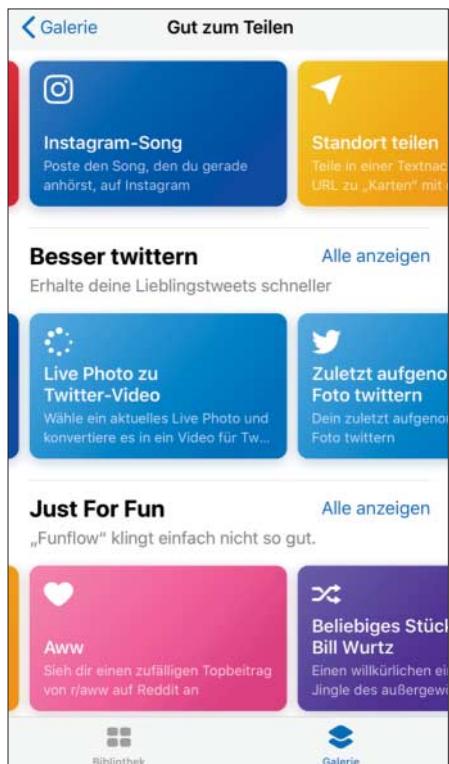
Dazu tippen Sie wieder ins Suchfeld unten und dann auf „Arbeiten mit Skripten“. Wählen Sie im Bereich „Mitteilung“ den Eintrag „Nach Eingabe fragen“. Weil es zu spät wäre, erst am Schluss des Skriptes nach dem Ziel fragen zu lassen, tippen Sie auf die Zeile und ziehen sie an den Anfang der Befehlsfolge. Als Frage tippen Sie ein: „Was will ich finden?“. Eine Standardantwort als Vorbelegung können Sie frei wählen (etwa: Tankstelle) oder leer lassen.

Wenn Sie den Kurzbefehl jetzt ausführen, wird er aber dennoch nur nach Tankstellen suchen, egal, wie man die Frage beantwortet hat. Um das zu ändern, tippen Sie in Ihrem Kurzbefehl im Bereich „Lokale Betriebe suchen“ auf die „Suchen“-Zeile und löschen die Eingabe. Anschließend tippen Sie auf den Eintrag „Nach Eingabe fragen“, der oberhalb der Tastatur als Knopf erscheint.

Die Variable „Nach Eingabe fragen“ nutzen Sie auch, um die Auswahlliste aufzuhübschen. Tippen Sie im Bereich „Aus Liste auswählen“ auf die Zeile „Auswählen“ und ersetzen Sie den Inhalt der Zeile durch „Wegbeschreibung für“, gefolgt vom Element „Nach Eingabe fragen“.



Mit vorbelegten Feldern sparen Sie Tipparbeit. Mit Variablen lässt sich ändern, wonach das iPhone suchen soll.



Die Galerie deutet an, welche Möglichkeiten in Kurzbefehlen stecken.

Zum Schluss tippen Sie auf die beiden kleinen Schaltersymbole rechts oben. Vergeben Sie einen Namen und ein Symbol für Ihren Kurzbefehl. In der nächsten Zeile können Sie ihm gleich einen Siri-Sprachbefehl verpassen, mit dem Sie ihn aufrufen können. Tippen Sie auf die entsprechende Zeile, was Sie automatisch zum Aufnahme-Dialog für das Siri-Sprachkommando bringt. Nach dem Einspielen erscheint die Phrase auf der Einstellungen-Seite für Ihren Kurzbefehl.

Dort, unterhalb des Siri-Befehls, entscheiden Sie, ob Ihr Kurzbefehl im Widget auf der Startseite erscheinen soll.

Mit „Zum Home-Bildschirm“ legen Sie ein Icon des Kurzbefehls auf dem Homescreen ab. Das spart den irrwitzigen Umweg, zum Aufrufen des Kurzbefehls zunächst die Kurzbefehle-App starten zu müssen. Tipp: Sie können auch später noch Sprachbefehle für Kurzbefehle einspielen. Hängeln Sie sich dafür in den Einstellungen zum Punkt „Siri & Suchen“ durch.

## Experimentieren ist alles

Nicht ganz so feinziert ausgearbeitet folgen hier noch ein paar andere Verwendungen für Kurzbefehle.

**Wasserzeichen für Fotos:** Die Kollegen von der Mac & i zeigen in Heft 5/2018, wie

Kurzbefehle auch mit Bild und Ton zu rechtkommen [2]. Dazu erzeugt man ein kleines Bild im .PNG-Format, zum Beispiel ein Logo, das Sie als Wasserzeichen verwenden wollen. Das speichern Sie mit der Dateien-App im Ordner „iCloud/Shortcuts“ unter dem Dateinamen „logo.png“; alternativ gehts auch auf Dropbox. Danach wirds etwas kompliziert. Erstellen Sie mit der Kurzbefehle-App einen neuen Kurzbefehl und tippen Sie auf „Dokumente“, dann im Bereich „Dateispeicher“ auf „Datei abrufen“. Wählen Sie den Speicherort aus und rufen Sie das Skript auf. Wählen Sie dabei Ihr Logo aus. Ergänzen Sie den Befehl „Variable festlegen“ aus dem Bereich „Arbeiten mit Skripten“ und benennen Sie die Variable „logo“. Diese Variable brauchen Sie im übernächsten Schritt.

Zunächst fügen Sie mit „Fotos wählen“ eine Wahlmöglichkeit hinzu, mit der Sie bestimmen können, welches Foto ein Wasserzeichen bekommen soll. Darunter folgt der Befehl „Überlagerungsbild“. In der Zeile „Bild“ fügen Sie die Variable „logo“ ein. Achten Sie darauf, dass die Option „Fotoeditor anzeigen“ aktiv bleibt, damit Sie beim Anwenden die Größe, Position und Transparenz des Wasserzeichens auf dem Foto ändern können. Der „Teilen“-Befehl sorgt dafür, dass Sie das Ergebnis weitergeben können.

**Automatischer Stromsparmodus:** Zum Schluss noch ein Beispiel für „Wenn/dann“-Konstruktionen. Der Kurzbefehl (siehe Bild rechts) schaltet das iPhone bei Unterschreiten eines eingestellten Akkustands in den Stromsparmodus und schaltet bei totaler Ebbe auch WLAN, Bluetooth sowie die Internetfunktionen ab.

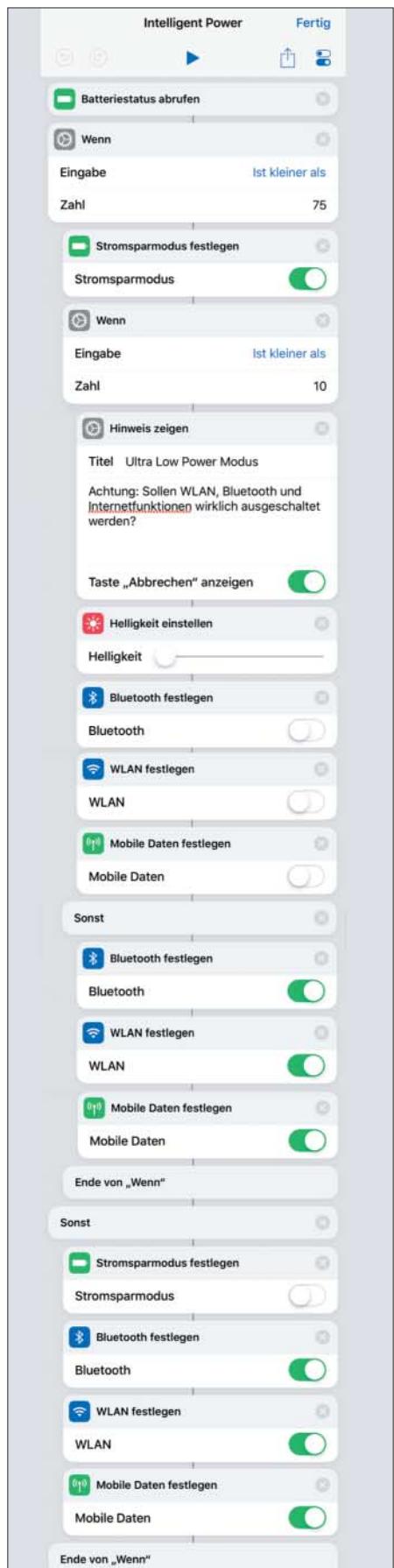
## Ausblick

Schon jetzt bieten die Kurzbefehle in iOS für Tüftler ein großes Geläuf für Automatisierungsfunktionen. Und das, obwohl noch nicht allzu viele Anbieter ihre Apps für Kurzbefehle aufgemacht haben. Etwas schade ist zudem, dass der Aktionskreis etlicher Kurzbefehle noch arg begrenzt ist. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber Automatisierungsdiensten wie IFTTT ist aber, dass iOS-Kurzbefehle lokal auf dem Gerät laufen und nicht über externe Server.

(mil@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Jo Bager, Der Alles-Automatisierer, Routine-aufgaben im Netz automatisieren mit IFTTT, c't 5/2015, S. 130
- [2] Immo Jung härtchen, Kurzbefehle, Mac & i 5/2018, S. 68



Dieser Kurzbefehl prüft den Batteriestatus beim Aufruf und schaltet abhängig vom Ergebnis Stromsparmodus.

Anzeige

# Servus Rundfunk

## Was der neue Medienstaatsvertrag für Nutzer und Anbieter bedeutet



**In einem ungewöhnlich transparenten Verfahren arbeiten die Bundesländer an der Neuregulierung für Rundfunk und Internet. Schon jetzt ist klar: Der sendende Bürger soll unbehelligt bleiben, aber auf Streaming-Plattformen und soziale Netze kommen zusätzliche Pflichten zu.**

**Von Holger Bleich**

Bei der Medienregulierung ist die Politik oft in der Rolle des Sisyphus: Immer wenn sie – meist nach jahrelangem Ringen – mit Gesetzen auf die veränderte Medienlandschaft reagiert hat, ist die Technik schon wieder viel weiter. Lange dauerte es etwa, für das Mitmach-Web 2.0 Begriffe und Regeln zu finden. Als man so weit war, war der Hype vorbei, stattdessen kamen soziale Plattformen in Mode, die ganz andere Probleme brachten.

In Deutschland gestaltet sich die Regulierung besonders kompliziert, weil sie aus historischen Gründen nicht zentral vom Bund gesteuert, sondern von den Bundesländern beschlossen wird. Im Mittelpunkt steht der Staatsvertrag für Rundfunk und Telemedien (Rundfunkstaatsvertrag, RStV), den alle 16 Ministerpräsidenten einstimmig tragen müssen.

Der RStV setzt die regulatorischen Rahmenbedingungen für das Rundfunk- und Medienrecht, das in anderen Gesetzen konkret ausgestaltet ist. Hier geht es um die Definition von Begriffen wie Rundfunk, Linearität oder Plattform. Insbesondere wird hier festgelegt, welche Medien überhaupt von Regulierung umfasst sind.

Die letzte Anpassung des Regelwerks („21. Rundfunkänderungsstaatsvertrag“) trat am 25. Mai 2018 in Kraft und enthielt lediglich Anpassungen ans neue EU-Datenschutzregime (DSGVO). Parallel arbei-

tete die Rundfunkkommission bereits an einer umfassenden Reform des RStV. Sogar der Name des Gesetzes soll gekippt werden: Aus dem RStV wird der „Medienstaatsvertrag“ – ein deutliches Signal dafür, dass die zuständigen Politiker vom überkommenen Rundfunkbegriff abrücken wollen.

### Transparente Synopse

Die Rundfunkkommission fungiert als Vermittlungsgremium zwischen den Ländern. Sie erarbeitet auf Staatssekretärs-ebene Gesetzesänderungen, die sie dann den Länderparlamenten als fertig geschnürte Beschlüsse zur Abstimmung vorlegt. Seit Gründung des Gremiums hält Rheinland-Pfalz den Vorsitz und führt die Verhandlungen – so auch aktuell beim Medienstaatsvertrag.

Im Juni dieses Jahres veröffentlichte die Kommission einen ersten Arbeitentwurf, der alle geplanten Änderungen in einer übersichtlich gestalteten Synopse darstellt; Änderungsvorschläge sind darin je nach Teilgebiet farblich hervorgehoben. Damit nicht genug der Transparenz: Das

Gremium rief alle Bürger, Verbände und Unternehmen auf, den Entwurf im Internet zu kommentieren und um Ideen zu ergänzen. Dieses „Beteiligungsverfahren“ war zunächst bis Ende August geplant, wurde dann aber bis zum 30. September verlängert.

„In der Rundfunkkommission werden wir mit der Auswertung jetzt zügig beginnen, angesichts der Menge der Eingaben bitte ich aber auch um etwas Geduld“, erläuterte die rheinland-pfälzische Staatssekretärin für Medien und Digitales, Heike Raab, Anfang Oktober. Über das Online-Formular habe die Landesregierung „rund 1200 Eingaben erhalten, von denen sich etwa zwei Drittel auf die konkret zur Diskussion gestellten Vorschläge beziehen“, erfuhren wir auf Anfrage. Bis zum Jahreswechsel sollen alle Eingaben ausgewertet sein.

### Lets-Play-Sonderregel

Der Medienstaatsvertrag soll die durchs Internet geänderte Medienlandschaft und daran angepasste Konsumgewohnheiten besser abbilden als der bisherige RStV. Bislang wird lediglich zwischen linear ausgestrahltem Rundfunk und – nicht von der Regulierung betroffenen – „Telemedien“ unterschieden. Nun führt die Kommission gänzlich neue Akteure in die Regulierung ein, insbesondere die „Plattformen“ und die „Intermediäre“. Hinzu kommt eine Neudeinition des Rundfunkbegriffs, an die sich sofort schlimme Befürchtungen geknüpft haben.

Bei YouTubern, Influencern und Lets-Playern herrschte Sorge, dass sie künftig

The screenshot shows the official website of the Rhineland-Palatinate State Government. The main navigation bar includes links for 'UNSER LAND', 'BÜRGERPORTALE', 'REGIERUNG', and 'SERVICE'. A search bar is at the top left. The header features the state's coat of arms and the text 'RheinlandPfalz' and 'DE LINDESREGIERUNG'. Below the header, there's a large image of a person using a laptop on a wooden table with other devices like a smartphone and a tablet. A red banner at the bottom of the page reads 'Plattformregulierung'. To the right, there's a section titled 'Erläuterungen zur Novellierung der Plattformregulierung' with a sub-section 'Ausgangslage und Ziele'. A small image shows a person interacting with a screen. Another section on the right is titled 'Arbeitentwurf für einen „Medienstaatsvertrag“' with a small image of a smartphone.

Die rheinland-pfälzische Landesregierung bemüht sich, ihre Beweggründe zur Neuregulierung des Staatsvertrags verständlich darzustellen.

als zulassungspflichtige Sender eingestuft werden könnten. Doch dem Entwurf war bereits zu entnehmen, dass der Rundfunkbegriff nicht über Gebühr aufs Internet ausgedehnt werden soll. Die Definition handelt sich nun weniger am Begriff der „Linearität“ – also an einer Ausstrahlung nach Sendeplanabfolge – entlang, sondern an der „journalistisch-redaktionell gestalteten“ Tiefe.

Wer „nur geringe Bedeutung für die individuelle und öffentliche Meinungsbildung“ hat, fällt nun tendenziell in die neu geschaffene Kategorie „Bagatellrundfunk“, für die keine komplizierte Zulassung einer Landesmedienanstalt nötig ist. Dazu zählen auch Streaming-Angebote, die weniger als 5000 gleichzeitige Zuschauer oder weniger als 20.000 Abrufe pro Monat verzeichnen. Die Zulassungsfreiheit kann man sich dem Entwurf zu folge auf Antrag schriftlich bestätigen lassen. Die bei Gamern so beliebte Streaming-Plattform Twitch erhält sogar eine implizite Erwähnung, denn ausgenommen sind auch „Rundfunkprogramme im Internet, die vorwiegend dem Vorführen und Kommentieren des Spielens eines virtuellen Spiels dienen.“

## Plattformen

Komplizierter wird es bei dem neuen Begriff „Medienplattform“. Darunter fallen auf jeden Fall die TV-Kabelnetze sowie lineare und nichtlineare TV-Streaming-Dienste wie Netflix und Amazon Prime Video. Inwieweit auch YouTube von der Definition umfasst ist, bleibt bislang unklar. Wahrscheinlich verantwortet Google als Plattform nur den selbstproduzierten Content und gilt ansonsten als „Intermediär“ für User-Generated-Content.

Eine Plattform muss dem Entwurf zu folge bei der zuständigen Landesmedienanstalt angemeldet sein. Werden dort illegale oder jugendgefährdende Inhalte Dritter gemeldet, muss der Plattformbetreiber nach dem Notice-and-Takedown-Prinzip reagieren und die Inhalte entfernen, ansonsten drohen Bußgelder und eine Abschaltverfügung.

Neben dem Plattform-Begriff führt der Entwurf die „Benutzeroberfläche“ ein. Gemeint sind Medienverzeichnisse, „die der Orientierung dienen“, etwa die Electronic Program Guides (EPG) für Smart-TVs. Für sie soll ein Diskriminierungsverbot eingeführt werden: „Gleichartige Angebote oder Inhalte dürfen bei der Auffindbarkeit, insbesondere der

Sortierung, Anordnung oder Abbildung nicht ohne sachlich gerechtfertigten Grund unterschiedlich behandelt werden“, heißt es wörtlich. Beispielsweise dürfen die öffentlich-rechtlichen Angebote nicht prominenter platziert sein als die private TV-Konkurrenz.

## Medienintermediäre

Separiert von der Plattform-Regulierung läuft die neue Kategorie der „Intermediäre“ – der heikelste Punkt im Entwurf. Die Definition im Vertragsentwurf fällt entsprechend kompliziert aus: „Medienintermediär ist jedes Telemedium, das auch journalistisch-redaktionelle Angebote Dritter aggregiert, selektiert und allgemein zugänglich präsentiert, ohne diese zu einem Gesamtangebot zusammenzufassen“. Gemeint sind unter anderem Suchmaschinen, News-Aggregatoren und soziale Netzwerke wie Facebook und YouTube. Ausgenommen sind beispielsweise Preisvergleichsportale und Anbieter mit weniger als einer Million Nutzer.

Im Zentrum der Regulierungsbestrebung steht auch hier die Transparenz. Die Betreiber sollen Kriterien offenlegen, nach denen ihre Algorithmen Inhalte sortieren, zeigen oder unterdrücken. Eine solche Pflicht zur Algorithmtransparenz wäre ein Novum in der deutschen Regulierung.

Umgekehrt gilt ein Diskriminierungsverbot: „Zur Sicherung der Meinungsvielfalt dürfen Medienintermediäre journalistisch-redaktionell gestaltete Angebote, auf deren Wahrnehmbarkeit sie potenziell besonders hohen Einfluss haben, weder mittelbar noch unmittelbar unbillig behindern oder ohne sachlich gerechtfertigten Grund unterschiedlich behandeln.“ Facebook dürfte diese Regelung besonders treffen, denn die jüngsten Änderungen der Algorithmen drücken derzeit gerade Medieninhalte vermehrt aus den Timelines der Nutzer.

Spannend ist eine in Paragraf 55 vorgeschlagene Informationspflicht für Betreiber sozialer Medien. Sie sollen demnach kenntlich machen, ob ein Posting von einer „natürlichen Person“ eingestellt wurde. Umgekehrt soll sofort erkennbar sein, wenn ein Social Bot agiert hat. Unklar ist, ob diese Pflicht nur die Betreiber selbst treffen würde oder auch die Anwender von Bots. Offenbar adressiert die Kommission hier die Sorge, dass Bots beispielsweise durch Desinformationskampagnen die öffentliche Meinung gezielt beeinflussen.



Bild: Marc-Steffen Unger

**Heike Maas, Medienstaatssekretärin in Rheinland-Pfalz:** „Streaming ist längst keine Nische mehr.“

## Fazit

In diesem frühen Entwurfsstatus ist erst einmal noch alles in Bewegung. Welche Vorschläge der Kommission es in den Medienstaatsvertrag schaffen, ist offen. Außerdem enthält der Entwurf bislang keine Regelungen zu möglichen Ordnungswidrigkeiten und Bußgeldhöhen, die die Akzeptanz erheblich mitbestimmen werden.

Staatssekretärin Maas zeigte sich begeistert über die Resonanz aus der Bevölkerung: „Die meisten Eingaben haben wir zum Thema ‚Rundfunkbegriff‘ beziehungsweise zu den Zulassungsregeln für Rundfunk- und Streaming-Angebote im Internet erhalten. Streaming ist längst keine Nische mehr.“

Was die Sache schwierig macht: Die Reform des Staatsvertrags fällt zusammen mit einer Neuregulierung in der Europäischen Union. Die EU hat die Richtlinie über audiovisuelle Mediendienste (AVMD-Richtlinie) überarbeitet. Am 4. Oktober hat das Parlament dem Verhandlungsergebnis zugestimmt, sodass eine Verabschiedung wohl nur noch Formalsache ist. Tritt die Richtlinie in Kraft, haben die EU-Mitgliedsstaaten zwei Jahre Zeit, um den neuen Rechtsrahmen in ihre nationalen Gesetze zu integrieren.

Und dann müsste die Rundfunkkommission einiges ergänzen. Beispielsweise legt die Richtlinie strengere Jugendschutzbarrieren fest sowie eine 30-Prozent-Quote von in Europa produzierten Inhalten für Video-on-Demand-Dienste. In der Richtlinie definierte neue Vorschriften zur Bekämpfung von Hassrede und Terror-Inhalten könnten die bislang recht liberalen Vorschläge der Rundfunkkommission ins Wanken bringen. (hob@ct.de) **ct**

# Tipps & Tricks

## Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

### unsere Kontaktmöglichkeiten:

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

[c't magazin](#)

[@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

Damit ist die Situation ähnlich wie bei Kabel-TV-Anschlüssen, bei denen ebenfalls kein Wettbewerb besteht, sondern nur der Betreiber des Kabelnetzes Zugänge dafür liefert.

Um nicht auf Gedeih und Verderb dem Glasfaseranbieter ausgeliefert zu sein, sollten Sie versuchen, noch einen konventionellen Telefonanschluss auf Kupferbasis oder einen Kabel-TV-Anschluss zu bekommen. Wenn die Verlegung zu einem Zeitpunkt erfolgt, zu dem die Versorgungsgräben für Ihren Neubau noch offen sind, sodass die Unternehmen keine Grabungsarbeiten vornehmen müssen, sind Aufwand und Kosten dafür sehr gering.

(uma@ct.de)

! Das stimmt: Windows 10 Home fehlt Hyper-V, man kann also keine virtuellen Maschinen mit Bordmitteln erzeugen. Der Hyper-V zugrunde liegende Hypervisor ist aber trotzdem an Bord und auf manchen Geräten auch aktiv, denn mittlerweile kann auch der Windows-Defender Virtualisierungsfunktionen für zusätzliche Schutzmaßnahmen nutzen (siehe c't 15/2018, S. 72).

Zum Abschalten öffnen Sie die Einstellungen (Windows+I), klicken darin auf „Apps & Features“ und dort rechts auf „Programme und Features“. Nun finden Sie links den Link „Windows-Features aktivieren oder deaktivieren“. Dort hangeln Sie sich in der alphabetischen Liste nach unten durch, allerdings nicht nur bis H wie Hyper-V, sondern weiter nach unten bis W: Entfernen Sie dort das Häkchen vor „Windows-Hypervisor-Plattform“. Einen Neustart später funktionieren dann auch VMware und Virtual Box.

(axv@ct.de)

## Das beste Glasfaserangebot

? Ich bekomme in den nächsten Wochen einen Glasfaseranschluss für mein neu gebautes Eigenheim. In Ihren Tarifvergleichen finde ich aber nur DSL- und Kabel-Anbieter. Welche Provider haben denn für Glasfaser-Anschlüsse das günstigste Angebot?

! Bei Glasfaseranschlüssen gibt es bislang keinen richtigen Wettbewerb. Sie können einen Anschluss in aller Regel nur bei dem Unternehmen bekommen, das Ihren Glasfaseranschluss gelegt hat.

## Virtualisierung klemmt immer noch

? In den Tipps & Tricks in der letzten c't haben Sie einem Leser geholfen, bei dem weder VMware Workstation Player noch Virtual Box funktioniert. Ihr Rat war, Hyper-V zu deaktivieren, weil dessen Hypervisor nicht mit den genannten Desktop-Virtualisierern zusammenarbeitet. Ich habe das gleiche Problem, aber da ich nur Windows 10 Home besitze, funktioniert Ihre Lösung bei mir nicht, denn hier gibt es in der Liste der Windows-Features keinen Eintrag namens „Hyper-V“, den ich Ihrer Anleitung zufolge deaktivieren soll.

## Let's Encrypt versagt

? Seit Kurzem versagt mein Let's-Encrypt-Client. Er meldet, dass der Let's-Encrypt-Server den Webserver zur Verifikation der Domain nicht erreichen kann. An der Konfiguration habe ich nichts geändert, seit der Client zuletzt funktioniert hat, und der HTTPS-Server-Port 443 ist auch geöffnet.

! Damit die Verifikation der Domain funktioniert, müssen Sie auch den normalen HTTP-Port 80 öffnen, denn darüber ruft der Let's-Encrypt-Server die Prüf-URL ab. Dann sollte die Erzeugung der Zertifikate klappen. (mls@ct.de)

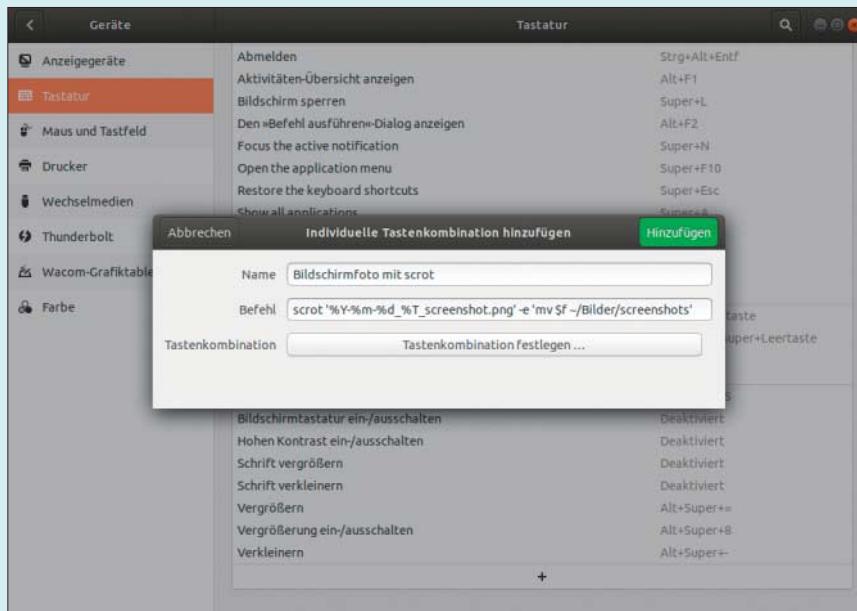
Die Telekom hat eine eigene Abteilung für den Bauherrenservice, der für die Verlegung neuer Anschlüsse zuständig ist.



## Linux-Screenshot per Tastendruck

? Nicht in allen meinen Spielen lässt sich eine Taste zum Anfertigen eines Screenshots definieren. Auch laufen nicht alle meine Spiele unter Steam, wo eine solche Funktion integriert ist. Wie kann ich unter Linux eine Taste definieren, um einen Screenshot in einem festgelegten Verzeichnis mit sinnvollem Dateinamen zu speichern?

! Recht unkompliziert erledigt diese Aufgabe das Kommandozeilentool



Um ein Tastenkürzel für den scrot-Befehl festzulegen, klicken Sie in den Gnome-Einstellungen auf „Tastatur“ und dort auf die Schaltfläche mit dem Pluszeichen.

scrot. Die meisten großen Distributionen dürften es in ihren Paketquellen vorhalten. Unter Ubuntu und Debian installieren Sie es mit dem Befehl `sudo apt install scrot`.

Testen Sie den scrot-Befehl zunächst in einem Terminalfenster, bevor Sie diesem eine Taste zuweisen. scrot erlaubt den Einsatz von Platzhaltern für den Dateinamen. Der folgende Befehl beispielsweise speichert einen Screenshot mit Datums- und Zeitangabe:

```
scrot '%Y-%m-%d_%T_screenshot.png' -e
'mv $f ~/Bilder/screenshots/'
```

Dabei sorgt `-e` dafür, dass der Screenshot an das angegebene Programm weitergeleitet wird. Daraufhin verschiebt `mv` den Screenshot, der beispielsweise den Namen `2018-10-10_15:33:41_screenshot.png` trägt, ins angegebene Verzeichnis. Verwenden Sie zwei Monitore, sollten Sie zusätzlich den Parameter `-u` verwenden, der dafür sorgt, dass nur das aktuelle Fenster geknipst wird – also in Ihrem Fall das Spiel.

Funktioniert der Befehl wie gewünscht, können Sie das Tastenkürzel definieren. Dieser Schritt unterscheidet sich je nach Desktop-Umgebung. Unter XFCE suchen Sie im Menü nach „Tastatur“. Im folgenden Dialog wechseln Sie zu „Tastenkürzel für Anwendungen“, klicken auf „Hinzufügen“, tragen den Befehl ein und

drücken nach einem Klick auf „OK“ das gewünschte Tastenkürzel.

Unter Gnome öffnen Sie die „Einstellungen“ und wechseln zu „Tastatur“. Ganz unten in der Liste finden Sie eine Schaltfläche mit Pluszeichen, um einen neuen Eintrag hinzuzufügen. Vergeben Sie einen Namen und tragen Sie darunter den scrot-Befehl ein. Nach einem Klick auf die Schaltfläche „Tastenkombination festlegen“ drücken Sie das gewünschte Tastenkürzel. Mit „Hinzufügen“ schließen Sie den Vorgang ab.

(lmd@ct.de)

## Kennwort-Problem mit Bitlocker

**?** Die SSD meines Notebooks, auf dem Windows 10 Pro läuft, habe ich soeben mit Bitlocker verschlüsselt. Doch obwohl ich mir absolut sicher bin, dass ich mein Kennwort nach dem dabei fälligen Neustart korrekt eingebe, hält Bitlocker es für falsch. Was nun?

**!** Sofern Sie nicht einfach nur versehentlich die Feststelltaste aktiviert haben, hat BitLocker womöglich sogar Recht, wofür Sie aber nichts können. Einige PCs haben nämlich direkt nach dem Start erst mal eine englische Tastaturbelegung, sodass beispielsweise Umlaute fehlen und die Buchstaben Z und Y vertauscht sind. Ob

das bei Ihnen der Fall ist, entdecken Sie, wenn Sie beim Erscheinen der Kennwort-Abfrage die Taste „Einf“ drücken, denn dann erscheint das Kennwort als Text.

Falls Sie Buchstaben für Ihr Kennwort verwendet haben, die die englische Tastaturbelegung nicht anbietet, verwenden Sie Ihren Wiederherstellungsschlüssel, um Windows wieder starten zu können. Dort ändern Sie dann das Kennwort so, dass es keine Umlaute, kein Y, Z oder ß und nur die Sonderzeichen !, \$ und % enthält, die in beiden Tastaturlayouts auf denselben Tasten liegen.

Alternativ können Sie Ihr Passwort gleich im englischen Layout eingeben. Dafür fügen Sie in den Einstellungen „Zeit und Sprache/Region und Sprache“ die Sprache „Englisch (United States)“ hinzu. Die „Sprachfeatures“, die Windows dann zusätzlich zur Installation anbietet, brauchen Sie alle nicht. Anschließend stellen Sie vorübergehend durch Drücken von Windows+Leertaste auf das englische Tastaturlayout um, vergeben Ihr Kennwort wie gewünscht und stellen anschließend auf dem gleichen Weg wieder um auf Deutsch.

(axv@ct.de)

---

## Watchtower im Synology-Docker wiederherstellen

**?** Nach einem Update der Docker-App in meinem Synology-NAS auf die Version 17.05.0-0394 scheint der Watchtower-Container verschwunden zu sein, der die anderen Container aktuell hält. Wie bekomme ich Watchtower wieder zum Laufen?

**!** Glücklicherweise wirft die neue Docker-App Watchtower nicht komplett hinaus, sondern schaltet es beim Update nur aus. Es genügt, im Docker-Menü unter Container bei Watchtower den Schiebeschalter auf Ein zu stellen, damit es wieder automatisch startet.

(ea@ct.de)

---

## Multiband-Antennen für LTE

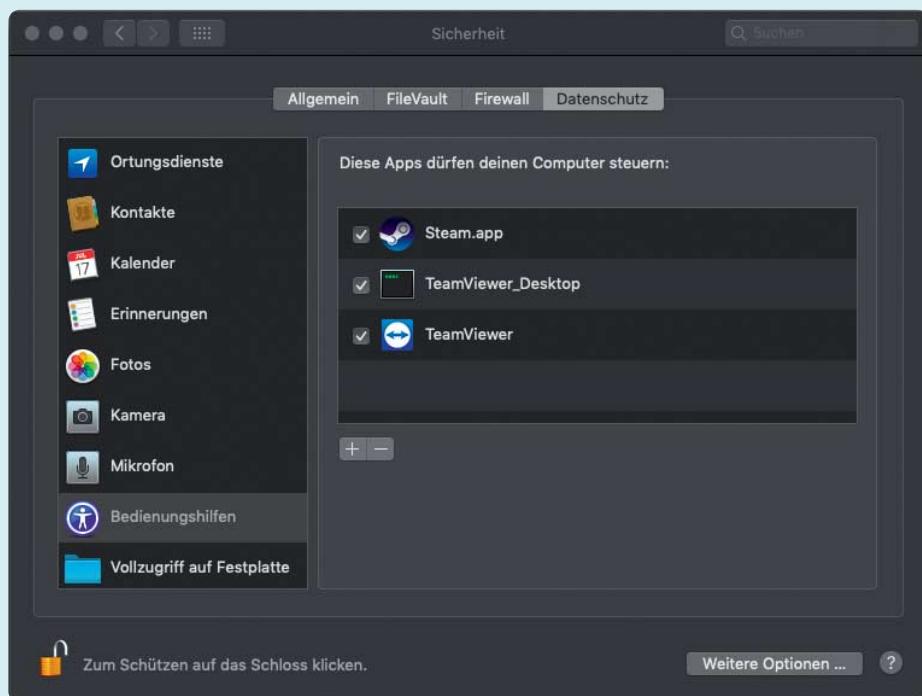
**?** Ich möchte den Empfang meines LTE-Routers durch den Anschluss einer hochwertigen Antenne verbessern. Die Auswahl an solchen Geräten ist nahezu unüberschaubar. Worauf muss ich bei der Auswahl achten?

**!** Sie sollten vor allem darauf achten, dass die Antenne die für die LTE-Nutzung relevanten Frequenzbereiche abdeckt. In Deutschland sind das derzeit vor allem 800, 1800 und 2600 MHz für LTE und 2100 MHz für UMTS. Es schadet nichts, wenn die Antenne zusätzlich auch 700, 900, 1500 und 3500 MHz beherrscht, um für Erweiterungen der genutzten Frequenzbänder gerüstet zu sein.

Die Qualität von Antennen bemisst sich an ihrem Gewinn in dB (Dezibel) gegenüber einer Vergleichsantenne, meist in dBi (dB über Isotropstrahler). 3 dB entsprechen einer Leistungsverdopplung gegenüber der Vergleichsantenne.

Lange Verbindungsleitungen machen den Gewinn aber womöglich wieder zu nichte. Falls die Antennen nicht direkt mit dem Router verbunden werden, sondern ein längerer Kabelweg nötig ist, sollten Sie unbedingt zu hochwertigen Kabeln mit möglichst geringer Dämpfung greifen.

(uma@ct.de)



Damit der Remote-Zugriff mit Teamviewer klappt, muss man der Fernsteuerungssoftware unter macOS 10.14 zusätzliche Rechte einräumen.

## Teamviewer unter macOS 10.14 Mojave

**?** Ich verwende Teamviewer, um einen Mac aus der Ferne zu steuern. Seit dem Update auf macOS 10.14 sehe ich zwar per Remote-Zugriff den Desktop, der Zielrechner reagiert aber nicht auf Tastatur- und Mauseingaben.

**!** Dieses Problem wird von zusätzlichen Sicherheitsfunktionen des neuen Apple-Betriebssystems verursacht. Um weiterhin aus der Ferne auf Ihren Mac zugreifen, müssen Sie die Systemeinstellungen öffnen und dort unter Sicherheit den Reiter Datenschutz aufrufen. Dort wählen Sie die Einstellungen für die Bedienungshilfen aus. Um eine Erlaubnis für den Teamviewer zu erteilen, müssen Sie zunächst die Sperre über das Schloss-Symbol unten links entfernen. Dafür benötigen Sie die Logindaten für einen Admin-Nutzer. Fügen Sie nun mit dem „+“-Icon die Teamviewer-Anwendung hinzu.

Wenn Sie den Teamviewer automatisch mit dem System starten lassen, müssen Sie dort zusätzlich die Anwendung Teamviewer/Desktop hinzufügen. Diese verbirgt sich im Programmepaket von Teamviewer. Wechseln Sie deshalb zum Finder ins Programmeverzeichnis und öffnen Sie das Paket durch Rechtsklick auf Teamviewer und den Menüpunkt „Paket-

inhalt anzeigen“. Unter Contents/Helpers finden Sie die Anwendung Teamviewer/Desktop. Per Drag & Drop ziehen Sie diese dann in das Einstellungsfenster für die Bedienungshilfen. Nun sollte der entfernte Zugriff mit Maus und Tastatur funktionieren.

(chh@ct.de)

Details zum Screenshot-Werkzeug haben wir unter [ct.de/ybw5](http://ct.de/ybw5) für Sie zusammengestellt.

(uma@ct.de)

## Screenshot-Werkzeug: ct.de/ybw5

## Netflix-Streaming streikt

**?** Ich habe mir eine günstige Streaming-Box von einem chinesischen Hersteller bestellt. Am Anfang konnte ich problemlos damit über die App Netflix schauen. Seit ein paar Wochen bekomme ich die Fehlermeldung „NW-6-404“ und die App verweigert den Dienst. Eine Lösung durch den Hersteller ist leider nicht in Sicht.

**!** Netflix hat bei zahlreichen billigen Android-Boxen den Zugriff gesperrt. Daher röhrt vermutlich auch die Fehlermeldung. Sollte der Hersteller kein Update liefern, können Sie sich mit der Medioplayer-Software Kodi unter Android helfen. Die noch in der Beta-Phase befindliche Version 18 kann mit einem Add-on (siehe [ct.de/ydvt](http://ct.de/ydvt)) auf Netflix zugreifen. Wie Sie Netflix mit einer Kodi-Distribution wie LibreElec zum Laufen bekommen, lesen Sie in c't 19/2017 auf Seite 128.

(mls@ct.de)

## Add-on für Kodi: ct.de/ydvt

Anzeige

# FAQ

## Windows 10 und das Microsoft-Konto

### Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Axel Vahldiek

#### Sinn und Zweck

**?** Was ist ein Microsoft-Konto eigentlich und was habe ich davon?

**!** Mit einem Microsoft-Konto können Sie sich an diverse Microsoft-Websites und -Dienste wie Onedrive, Skype, Outlook und Xbox live anmelden, und zwar an alle mit denselben Anmeldedaten. Diesen Single-sign-on-Dienst bietet Microsoft schon länger an, in der Vergangenheit aber unter anderen Namen. Er hieß im Laufe der Jahre bereits unter anderem Microsoft Passport, .NET Passport und zuletzt Windows Live ID.

Als Windows 8 erschien, erhielt der Dienst den Namen „Microsoft Konto“, und seitdem kann man ihn auch zum Anmelden an Windows benutzen. Wenn Sie das tun, meldet Windows Sie bei Bedarf an einige (aber nicht alle) bordeigene Dienste wie Onedrive und Apps wie Outlook automatisch an. Außerdem können Sie zusätzliche Windows-Funktionen nutzen, beispielsweise „Mein Gerät suchen“ zum Nachverfolgen und Sperren des PCs aus der Ferne. Der Aktivitätsverlauf, die Zwischenablage sowie diverse Einstellungen etwa von Explorer, Desktop und WLAN-Verbindungen können via Cloud auf andere Geräte synchronisiert werden, an denen Sie sich mit demselben Konto anmelden. Was genau

alles synchronisiert wird, hat Microsoft allerdings nie im Detail verraten und man kann es auch nicht detailliert steuern.

#### Konto-Zwang?

**?** Muss ich mich zwingend an Windows mit einem Microsoft-Konto anmelden?

**!** Nein. Während der Installation von Windows drängt das Setup-Programm zwar zum Verwenden eines Microsoft-Kontos, doch es geht auch ohne. Klicken Sie dazu im Erstelldialog für das Konto unten auf „Offline-Konto“ und bestätigen Sie im nächsten Dialog, dass Sie wirklich kein Microsoft-Konto verwenden wollen. Plan B: Trennen Sie das Gerät während der Installation vom Internet. Was Windows dann als Konto für Sie erstellt, ist ein herkömmliches lokales Nutzerkonto, wie man es von Windows 7 und XP kennt.

#### Anmelden ohne Internet

**?** Wenn ich ein Microsoft-Konto zum Anmelden an Windows verwende, muss das Gerät dann während der Anmeldung online sein?

**!** Ja. Wenn Sie sich mit Mail-Adresse und Passwort anmelden wollen, ist tatsächlich eine Internetverbindung erforderlich. Dieses Problem ist aber auch Microsoft bewusst. Deswegen nötigt Sie Windows bei der Einrichtung dieser Anmeldeart, zusätzlich eine PIN zu vergeben. Denn die Anmeldung per PIN klappt auch offline. Falls Sie aber die PIN vergessen und deswegen stattdessen Ihre Kontodaten eingeben wollen, brauchen Sie doch wieder eine Internetverbindung. Mehr zu PINs lesen Sie in c't 19/2017 [1].

#### Anmeldeart ändern

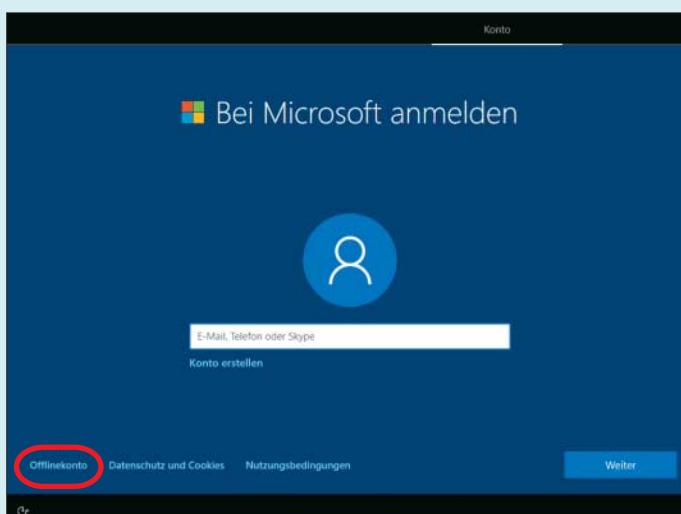
**?** Ich habe bei der Ersteinrichtung von Windows zugestimmt, ein Microsoft-Konto zu verwenden, aber auf Dauer keine Vorteile für mich entdecken können. Daher würde ich gern stattdessen ein lokales Nutzerkonto verwenden. Muss ich dafür einen neuen Nutzer einrichten?

**!** Das ist nicht nötig, denn Sie können die Anmeldung jederzeit von einem Microsoft- auf ein lokales Nutzerkonto umstellen. Das gilt übrigens auch anders herum. Den Dialog finden Sie in den Einstellungen unter „Konten“. Dort finden Sie unterhalb Ihres Nutzerbildes den Link „Stattdessen mit einem lokalen Konto anmelden“ beziehungsweise „Stattdessen mit einem Microsoft-Konto anmelden“.

#### Reale Daten erforderlich?

**?** Was muss ich für Daten angeben, wenn ich ein Microsoft-Konto einrichten will? Müssen die echt sein?

**!** Nein, es werden Fake-Daten akzeptiert. Auch Ihre Mail-Adresse brauchen Sie nicht anzugeben – Sie bekommen dann einfach eine neue. Wenn Sie das Konto während der Windows-Installation einrichten, endet die Mail-Adresse auf @outlook.de. Falls Sie das Konto stattdessen auf https://live.com einrichten, haben Sie die Wahl zwischen @outlook.de, @outlook.com und @hotmail.com. Der Name davor ist beliebig wählbar, sofern



er noch nicht von einem anderen Nutzer belegt wurde.

## Apps aus dem Store

**?** Ich würde gerne mal Apps aus dem Windows-eigenen Store ausprobieren. Brauche ich dafür ein Microsoft-Konto?

**!** Kostenlose Apps können Sie im Store einfach herunterladen, für kostenpflichtige hingegen müssen Sie ein Konto mit hinterlegten Zahlungsinformationen besitzen. Auch viele Apps verlangen eine Anmeldung mit einem Microsoft-Konto. Den Eingabedialog für Mail-Adresse und Kennwort können Sie aber manchmal einfach schließen und die App dann trotzdem nutzen.

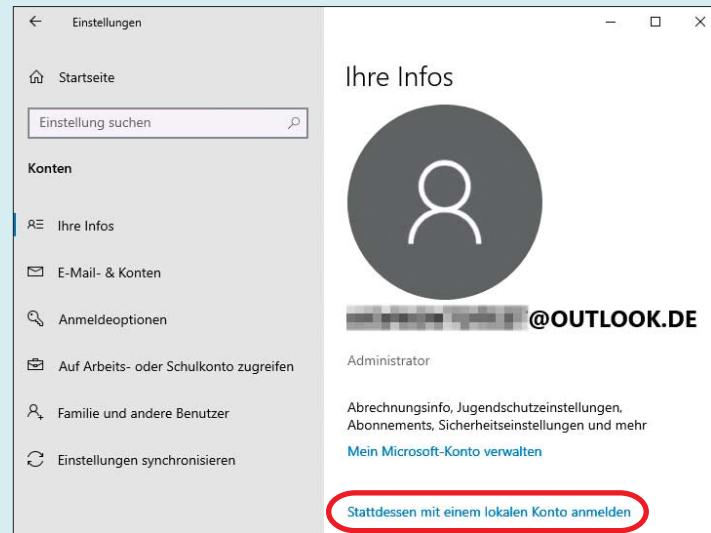
Wenn das Anmelden an eine App oder Store für die Nutzung unumgänglich ist, sollten Sie im AnmeldeDialog aufpassen: Üblicherweise nutzt Windows die von Ihnen eingegebenen Kontodaten, um Sie nicht nur an der App beziehungsweise im Store anzumelden, sondern stellt auch gleich die Anmeldung an Windows auf das Microsoft-Konto um. Verhindern können Sie das, wenn Sie nicht einfach auf „Weiter“ klicken, sondern stattdessen unten auf „Nur Microsoft-Apps“ – dann gilt die Anmeldung lediglich für die gerade laufende App.

## Aktivierung

**?** Gibt es irgendwelche Zusammenhänge zwischen meinem Microsoft-Konto und dem kostenlosen Upgrade von Windows 7/8.1 auf Windows 10? Oder wird meine Aktivierung an mein Konto gebunden?

**!** Nein, alles nicht. Sie brauchen kein Microsoft-Konto für das kostenlose Upgrade, weder während des Umstiegs noch danach. Wenn Sie allerdings ein Microsoft-Konto statt eines lokalen für die Anmeldung an Windows verwenden, wird Ihre Aktivierung darin hinterlegt. Das ist aber nicht als Zwangsverbindung mit Ihrem alten Schlüssel oder dem PC zu verstehen, sondern eher als Backup: Wenn sich Windows nach einem Rechnerwechsel oder Mainboard-Tausch nicht automatisch aktivieren will, können Sie im Aktivierungs-

Wer die Anmeldung nachträglich von einem Microsoft-Konto zu einem herkömmlichen Konto umstellen will (oder umgekehrt), findet den nötigen Dialog in den Einstellungen.



vierungsdialog auf „Problembehandlung“ klicken und dann auf „Ich habe kürzlich die Gerätehardware geändert“. Als Nächstes sollten Sie so Ihre bereits vorhandene Aktivierung auswählen und diesem PC zuweisen können. „Sollten“ meint, dass das bei unseren Tests immer mal wieder nicht klappte, ohne dass ein Grund erkennbar war.

## Noch ein lokales Konto

**?** Ich möchte gern einen weiteren Nutzer anlegen, der ein lokales Konto bekommen soll. Wenn ich aber in den Einstellungen unter „Konten/Familie & weitere Kontakte“ auf „Diesem PC eine andere Person hinzufügen“ klicke, muss ich als Erstes E-Mail-Adresse oder Telefonnummer eines Microsoft-Kontos angeben. Wie geht es ohne?

**!** Klicken Sie im Assistent auf „Ich kenne die Anmeldeinformationen für diese Person nicht“. Dann können Sie im nächsten Dialog „Benutzer ohne Microsoft-Konto hinzufügen“ auswählen.

## Konto-Name ändern

**?** Ich melde mich an Windows mit einem Microsoft-Konto an, möchte aber nun den Benutzernamen ändern. Ich finde aber partout keinen passenden Dialog in den Einstellungen.

**!** Den Benutzernamen von Microsoft-Konten können Sie nicht unter Windows ändern, sondern nur online. Unter

<https://account.microsoft.com> finden Sie den nötigen Dialog nach Ihrer Anmeldung unter „Ihre Informationen“ (ganz oben).

## Mehrere Konten

**?** Kann ich für unterschiedliche Verwendungszwecke mehrere Konten einrichten?

**!** Ja, das geht. Einschränkungen sind uns dabei keine bekannt.

## Konto löschen

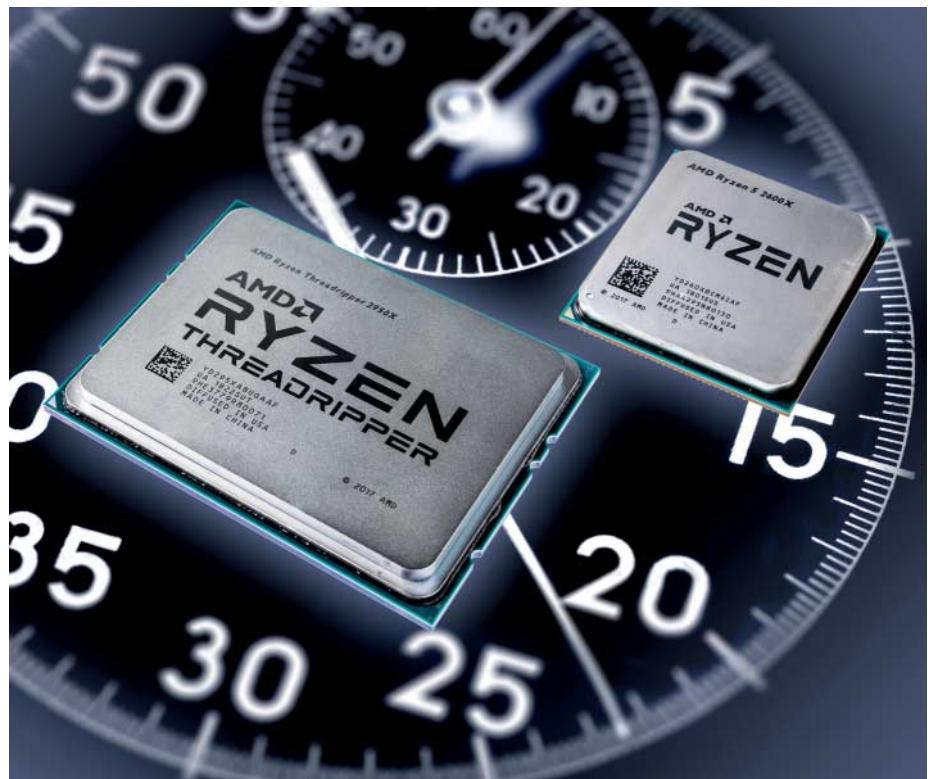
**?** Ich möchte mein Microsoft-Konto wieder loswerden. Wie lösche ich es?

**!** Das erfordert diverse Bestätigungen, und zwar aus gutem Grund. So soll unter anderem verhindert werden, dass jemand unberechtigt ein fremdes Konto schließt. Außerdem könnten jede Menge persönliche Daten beim Löschen verloren gehen, etwa Mails, Chatverläufe und Kontakte, aber auch Spielfortschritte. Schließlich könnten auch Guthaben und Abonnements etwa für Office 365 im Konto hinterlegt sein. Einen Assistenten zum Löschen hat Microsoft auf seiner Website veröffentlicht, zu finden über [\(axv@ct.de\)](http://ct.de/y3az)

## Literatur

[1] Axel Vahldiek, Schnellzugang, An Windows 10 mit PIN statt Kennwort anmelden, c't 19/2017, S. 152

Anleitungen von Microsoft: [ct.de/y3az](http://ct.de/y3az)



# Im Sportmodus

## AMD Ryzen 2000X und Ryzen Threadripper 2000 ausreizen

**Übertakten kitzelt aus Prozessoren zusätzliche Performance heraus.**  
**Mit AMDs neuem Overclocking-Modus Precision Boost Overdrive gelingt das bequem auf Knopfdruck, ohne dass man gleichzeitig zig Stellgrößen optimieren muss.**

Von Christian Hirsch

Bei der zweiten Generation der Ryzen- und Ryzen-Threadripper-Prozessoren hat AMD die Leistung erhöht. Noch schneller laufen die CPUs, wenn man sie außerhalb der Spezifikation betreibt. Doch das Übertakten war bisher aufwendig und erforderte Hintergrundwissen über die verschiedenen Multiplikatoren,

Taktdomänen und Spannungen. Mit Precision Boost Overdrive nimmt AMD bei Prozessoren des Typs Ryzen 2000X und Threadripper 2000 einem diese Arbeit ab. Man benötigt dafür lediglich ein aktuelles AM4- oder TR4-Mainboard sowie die Übertaktungssoftware Ryzen Master von AMD.

### Stufenlose Turbos

Zu den Neuerungen der zweiten Ryzen-Generation zählt unter anderem ein überarbeiteter Turbo: Statt zwei fester Taktstufen dürfen Ryzen 2000 und Threadripper 2000 bei der Turbo-Automatik Precision Boost 2 ihre Frequenz in 25-MHz-Schritten frei zwischen Nominal- und Maximalturbotakt variieren, sofern es die jeweiligen Limits für das thermische Budget (Thermal Design Power) und die Kerntemperatur erlauben. Das

kommt vor allem Anwendungen zugute, die nur einen Teil der CPU-Kerne auslasten wie zum Beispiel 3D-Spiele oder Büro-Software.

Zusätzlich können alle Threadripper-2000- und die Ryzen-2000-Prozessoren über das nah mit Precision Boost verwandte Extended Frequency Range 2 (XFR2) ihre Frequenz über den maximalen Boost-Takt hinaus steigern. Dazu muss ein leistungsfähiger Luft- oder Wasserkühler auf der CPU thronen, denn der XFR2-Turbo wirkt nur unterhalb von 60 Grad Kerntemperatur. Im Test absolvierte der 16-Kerner Ryzen Threadripper 2950X den Rendering-Benchmark Cinebench R15 um etwa zwei Prozent schneller, nachdem wir den Luftkühler AMD Wraith Ripper durch die Wasserkühlung Enermax Liqtech TR4 ersetzt hatten. Wie stark XFR2 im Einzelfall wirkt, hängt außer vom Kühler von weiteren Faktoren wie Umgebungstemperatur, Gehäusebelüftung und benachbarten Hitzequellen im PC wie der Grafikkarte ab.

### Übertakten leicht gemacht

AMD verhält sich beim Thema Overclocking wesentlich kundenfreundlicher als Intel: Statt rigider Vorgaben wie bei Core-i-Prozessoren muss man beim Anzapfen der Taktreserven von Ryzen nur wenige Einschränkungen beachten: AMD gibt den in 25-MHz-Schritten einstellbaren Kernmultiplikator bei allen Ryzen-Cpus frei. Voraussetzung ist außer einem potennten CPU-Kühler und Netzteil ein Mainboard mit einem Chipsatz aus der B- oder X-Serie wie B450, X470 oder X399. Nur bei Billig-Boards mit A320-Chipsatz und beim Athlon 200GE schiebt AMD dem Übertakten einen Riegel vor.

Ryzen 2000 und Threadripper 2000 erlauben es, die Taktfrequenz im Unterschied zu den Vorgängern für jeden Kern separat einzustellen. Die aktuelle Version 1.4 der Übertaktungssoftware Ryzen Master von AMD markiert in jedem CPU Core Complex (CCX) den besten und zweitbesten übertaktbaren Kern mit einem Stern beziehungsweise einem Punkt (Download über ct.de/y4a5). Allerdings gibt es beim klassischen Overclocking einen Nachteil, denn durch den manuellen Eingriff schalten sich die Turbo-Funktionen ab. Dadurch rechnet der übertaktete Prozessor bei Anwendungen, die nur wenig Kerne nutzen, langsamer als mit Werksvorgaben [1].

Am Beispiel des 16-Kerners Ryzen Threadripper 2950X haben wir das ausprobiert: Im Rendering-Benchmark Cinebench schafft er mit Nominaleinstellungen in der Multithread-Wertung 3249 Punkte. Die Taktfrequenz des dynamischen Turbos betrug dabei 3,75 GHz. Mit einer Spannungserhöhung von 1,1 auf 1,25 Volt konnten wir 4,1 GHz herauskitzeln. Die Performance im Cinebench legte dabei um 9 Prozent auf 3545 Punkte zu. Berechnet hingegen nur einer der 32 Threads das Raytracing-Bild, sank die Performance von 179 auf 170 Punkte, denn dann läuft der eine Kern mangels Turbo nur mit 4,1 statt der möglichen 4,4 GHz.

Um dieses Dilemma zu beheben, hat AMD mit den Threadripper-2000-Prozessoren im August den automatischen Übertaktungsmodus Precision Boost Overdrive (PBO) freigeschaltet, bei dem der Turbo weiterhin aktiv ist. Dieser funktioniert außerdem bei den im Frühjahr vorgestellten Ryzen-2000-Cpus mit einem X im Namen, sofern sie auf einem Mainboard mit B450- oder X470-Chipset stecken. Bei älteren Boards mit B350 oder X370 funktioniert PBO nicht, denn es fehlen die dafür notwendigen Sensoren an den Spannungswandlern.

## Am Limit

Im Normalbetrieb hängt die aktuelle Taktfrequenz von der Auslastung der einzelnen Recheneinheiten, der Temperatur sowie der Leistungsaufnahme ab. Selbst wenn der Kühler die CPU deutlich unterhalb der Drosseltemperatur hält, taktet der Prozessor nicht schneller, sobald die Thermal Design Power erreicht ist. Beim

Übertakten, wozu auch Precision Boost Overdrive zählt, überschreitet man dieses Limit, weshalb bei möglichen Schäden auch nicht die Herstellergarantie greift.

Um PBO zu aktivieren, sind nur wenige Handgriffe notwendig. Zunächst müssen Sie die Funktion im BIOS-Setup freischalten. Leider kocht hier jeder Board-Hersteller sein eigenes Süppchen und packt die Option an eine andere Stelle. Beim Gigabyte X470 Aorus Ultra Gaming liegt sie unter „Peripherals / AMD CBS / NBIO Common Options“, beim MSI MEG X399 CREATION unter „OC / CPU Features“.

Im zweiten Schritt öffnen Sie unter Windows das Ryzen Master Tool und wählen Sie dort „Profile 1“ aus. Schalten Sie den Control Mode von Auto auf Precision Boost Overdrive und bestätigen Sie die Änderung mit Apply. Damit PBO funktioniert, muss es jedoch die Leistungsfähigkeit der Wandler auf dem Board berücksichtigen. Die Hersteller rüsten ihre Mainboards je nach Preisklasse mit unterschiedlich stark dimensionierten Wandlerschaltungen für die CPU aus. Damit der Prozessor bei hohen Taktfrequenzen stabil läuft, benötigt er eine höhere Kernspannung und genehmigt sich dabei auch deutlich mehr Strom. Überschreitet der Strom die Fähigkeiten der Schaltung und der aufgelöten Bauelemente, können diese durchbrennen oder explodieren, was für Mainboard und Prozessor tödlich endet.

Deshalb tragen alle B450-, X470- und X399-Mainboards zusätzliche Sensoren. Diese melden jeweils den aktuellen Stand sowie den Maximalwert für die

CPU-Leistungsaufnahme (Package Power Tracking, PPT), die von den Wandlern gelieferte Stromstärke (Thermal Design Current, TDC) und die Stromstärke bei kurzfristigen Spitzenlasten (Electrical Design Current, EDC). Für höchste Performance stellen Sie im Ryzen Master jeweils das Maximum ein. Die Übertaktungsautomatik steuert Taktfrequenz und Spannung wie beim regulären Turbo anhand des Lastzustands, der Temperatur und der Vorgaben für die drei erwähnten Parameter automatisch, ohne die Grenzwerte zu überschreiten.

In der Praxis erreichten wir mit dem 16-Kerner Threadripper 2950X bei Last auf allen Kernen statt nominal 3,75 GHz mit aktiviertem Precision Boost Overdrive 4,1 GHz. Die Performance stieg im Cinebench um 9 Prozent von 3249 auf 3535 Punkte. Allerdings kletterte die Leistungsaufnahme des Gesamtsystems durch die automatische Spannungserhöhung von 1,1 auf 1,35 Volt zugleich von 249 auf 399 Watt, also um 60 Prozent. Mit Luftkühlung war schon 125 MHz früher Schluss, weil die Drosseltemperatur erreicht wurde. Die Singlethread-Performance blieb dank weiterhin funktionierendem Turbo jeweils unverändert bei 179 Cinebench-Punkten. Precision Boost Overdrive funktioniert also genau wie von AMD versprochen. (chh@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Schwergewicht unter Volldampf, Ryzen-Threadripper-Prozessoren übertakten, c't 3/2018, S. 136

Ryzen Master herunterladen: [ct.de/y4a5](http://ct.de/y4a5)



Die Übertaktungssoftware Ryzen Master Tool dient nicht nur zum Übertakten, sondern liefert auch aktuelle Messdaten. Mit aktiviertem Precision Boost Overdrive schluckt der 32-Kerner Ryzen Threadripper 2990WX unter Vollast um die 500 Watt.



# Vor dem großen Knall

## Konzeption und Umsetzung von Großfeuerwerken

**Großfeuerwerke fallen nicht einfach so vom Himmel – sie werden geplant, programmiert, an Controller geschickt und erst dann verschossen. Der Weg von der Effektauswahl bis zum letzten Funkenregen ist aufwendig.**

**Von Lea Lang**

**E**in Pfeifen, kurze Stille und dann ein Knall, ein leuchtender Farbregen geht nieder – so nimmt das Publikum eine Bombe eines Großfeuerwerks wahr. An einem Abend können Tausende dieser spektakulären Feuerwerkskörper zum Einsatz kommen, die zum Beispiel große Blumen an den Himmel malen. Kaum

jemand hat eine Vorstellung davon, wie viel Planung dafür notwendig ist und wie viel Computertechnik dabei zum Einsatz kommt.

Ohne eine sehr kleinteilige Steuerung wäre ein Großfeuerwerk nicht durchführbar. Schließlich kommt es darauf an, die Bomben auf Sekundenbruchteile genau auszulösen, um passend zur hinterlegten Musik die knallenden Effekte erscheinen zu lassen. Die Planung eines solchen Gesamtkunstwerks beginnt oft bereits Monate vor dem Feuerwerk – und zwar am PC.

### Rohr für Rohr

Mit einer Spezialsoftware legt der Feuerwerker dazu zunächst einmal ein Abbild des Veranstaltungsortes an. Karten der Umgebung inklusive der Bauwerke importiert der Feuerwerker oder er zeichnet sie

selbst, um später eine ortsgenaue Vorschau seines Werks zu haben. Dann gestaltet er seine Show. Wie in einem CAD-Programm zieht er die gewünschten Abschussmarkierungen auf eine Leinwand – zunächst zweidimensional in der Ansicht der Zuschauer wie im Bild oben. Im Hintergrund legt die Software dabei ein sogenanntes Rack-Layout an, also eine Darstellung des Abbrennplatzes aus der Vogelperspektive mit den Abschusspositionen und den darauf liegenden Racks; das sind die Halterungen mit den Abschussrohren für die Bomben.

Sind die Abschussmarkierungen gespeichert, wählt der Feuerwerker die Effekte aus, die von der jeweiligen Position abgeschossen werden sollen. Dazu sind in den einschlägigen Anwendungen wie „Finale3D“ praktischerweise die Kataloge verschiedener Pyrotechnik-Hersteller

hinterlegt, zum Beispiel Produkte von Weco oder PyroProdukt aus Deutschland.

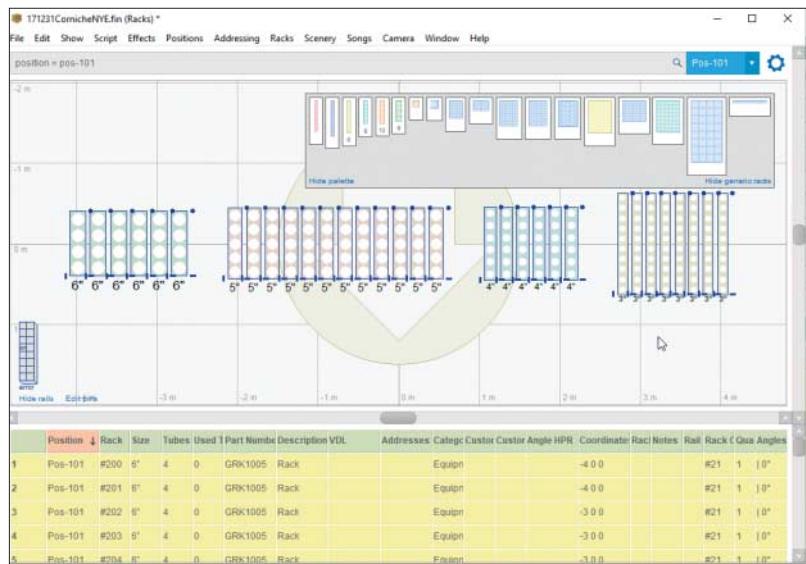
Die Suchmaschine im Katalog findet laut Dirk Enders vom Finale3D-Hersteller Pyro Office nicht nur die exakten Namen beim Hersteller, sondern lässt dank KI auch umgangssprachliche Umschreibungen wie „Komet, rot, Herz“ zu. Zu jedem Effekt enthält die Datenbank technische Daten wie Typ (Bombe, Feuertöpfen, Kometen), Sprengstoffmenge, Explosionshöhe, Effektdurchmesser und Kaliber sowie den Preis und eine 3D-Animation. Mit der grafischen Darstellung kann sich der Feuerwerker ein erstes Bild machen.

## Tanz mit dem Takt

Wenn der Feuerwerker einen Effekt aus dem Katalog in seine Leinwand zieht, legt er auch gleich seinen exakten Einsatzzeitpunkt fest, der bei Feuerwerkern wie unter Musikern „Cue“ heißt. Dabei muss er die pyrotechnische Verzögerung der Effekte berücksichtigen, also den Zeitraum, der zwischen der Initialzündung und dem Auftreten des Effekts liegt. Bomben etwa müssen erst einmal ein paar Sekunden in die Höhe fliegen, bevor eine weitere Zündung den eigentlichen Effekt auslöst.

In Finale3D hinterlegt der Feuerwerker die Musik, die bei seiner Show spielen soll. Die Software stellt sie am unteren Bildschirmrand als Tonspur dar, in die der Feuerwerker die auf die Hundertstelsekunde genau festgelegten Zündzeitpunkte der Effekte zieht. Um alles weitere kümmert sich die Software. Legt der Feuerwerker eine Bombe mit 3,5 Sekunden Verzögerungszündung auf den Zeitpunkt 1:30 Minuten, so zieht das Programm ihren Abschuss automatisch um diese Zeit nach vorne, also auf 1:26:30 Minuten.

Nach dem Aussuchen der Effekte und ihrer Zeitsteuerung legt der Feuerwerker Details fest. So kann es für bestimmte Bilder notwendig sein, dass einzelne Effekte nicht senkrecht, sondern schräg abgefeuert werden. Wichtig ist diese Funktion, um Logos oder bestimmte Formen an den Himmel zu zeichnen, beispielsweise das Hannover-96-Logo bei einem Pokalspiel. Statt einzelne Winkel umständlich von Hand anzugeben, kann der Feuerwerker diese Arbeit auch der Software übertragen. So kann etwa Finale3D auch automatisch Fächer erstellen oder andere Formen wie Zick-Zack-Linien. Schriftzüge errechnet die Software nach Eingabe einzelner Buchstaben und Festlegung der Abschusspositionen automatisch.



Finale3D zeigt nach ein paar Klicks die Einzelpositionen der Racks an. Nach diesem Plan stellen Feuerwerker ihre Bomben später auf.

## Täuschend echte 4K-Effekte

Professionelle Feuerwerker bewerben sich meist wie Architekten auf Ausschreibungen zu großen Events oder Wettbewerben. Bewerber, die ihre Show direkt als Vorschau-Video vorspielen können, stehen dabei besser da als diejenigen, die nur einzelne Bilder präsentieren. Einen Probelauf der Show real abzufeuern ist allerdings meist logistisch unmöglich und zu teuer.

In Finale3D lässt sich die geplante Show virtuell proben. Dazu rendert das Programm die Show als 4K-Video. Ein Notebook mit einer besseren Grafikkarte reicht dazu vollkommen aus. Die Hauptrolle spielt dabei das Feuerwerk. Den Hintergrund, also die Landschaft oder die Gebäude, stellt die Software schematisch-pixelig dar.

Bekommt der Feuerwerker die Zusage, fungiert die Anwendung als Warenwirtschaftssystem. Das Programm spuckt unter Berücksichtigung des Lagerbestands eine Liste der Feuerwerkskörper aus, die der Feuerwerker bestellen muss. Danach geht es an die Programmierung der Hardware. Dazu exportiert der Feuerwerker den Abschussplan als Skript. Für die Steuerung am Abend des Feuerwerks ist ein Controller zuständig – im Unterschied zum Planungs-PC ist das ein robustes, stoßfestes und wasserfestes Gerät, das bei Wind und Wetter funktioniert. Bei besonders großen Feuerwerken werden mehrere Controller zusammengeschaltet.

## Zündeln per Funk

Moderne Controller können mehrere Hunderte Zündungen auslösen. Das ma-



Wenn das Zündmodul komplett verkabelt ist, wie hier auf einem Ponton, kann der Controller Reichweitentests durchführen.



**Sobald der Feuerwerker den roten Knopf drückt, funkts der Controller die Zündsignale an die Zündmodule.**

chen sie allerdings nicht direkt: Für die Zündungen sind Zündmodule zuständig, die der Controller per Funk ansteuert. Die Zündmodule haben jeweils bis zu 100 Zündkanäle, die mit Einzeleffekten oder mehreren gleichzeitig abzufeuern den Zündungen verkabelt werden.

Controller gehören wie die Zündmodule zur Kategorie der sogenannten Short Range Devices – was Hersteller aber ungern sagen, weil Short Range nach zu geringer Reichweite klingt. Für Großfeuerwerke mit Abbrennplätzen mit bis zu zwei Kilometern Durchmesser reicht die Sendeleistung von Controllern und Zündmodulen aber locker aus.

Der Vorteil der Funktechnik ist, dass Pyrotechniker großen Abstand zu den geschossenen Bomben halten können. So reduziert sich das Verletzungsrisiko. Weil Zündmodule bidirektional funken, kann der Feuerwerker damit im Vorfeld abfragen, ob alle Feuerwerkskörper richtig angeschlossen sind. Die Feuerwerkstechnik benutzt Frequenzbänder, die von der Bundesnetzagentur für jedermann freigegeben wurden – die sie sich also zum Beispiel mit Kurzstreckenfunkgeräten, Autoschlüsseln oder Funk-Kopfhörern teilt. Viele von diesen Geräten dürften bei einem Feuerwerk schon aufgrund der weiträumigen Absperrungen des Abbrennplatzes keine Problemquelle darstellen. Nichtsdestotrotz waren die Hersteller von Feuerwerkstechnik auf Anfrage von c't sehr zurückhaltend mit Details zu den Frequenzen – offenbar wollen sie potentiellen Störern keine Tipps geben.

## Wie ein Streichholz

Jeder Feuerwerkskörper und jede Effektkette ist mit zwei Drähten am Zündmodul angeschlossen. Für die Zündung lässt das Modul kurz einen Strom von einem Ampere fließen. Das reicht aus, um einen Glühdraht zu erwärmen, der wiederum die Zündpille entfacht: eine kleine Spitz aus leicht entzündlichen Materialien, ähnlich dem Kopf eines Streichholzes. Das Feuer wird dann über schwarzpulvergetränkte Fäden in einer gedeckten Zündschnur zur Treibladung weitergeleitet. Die Bombe – oder die ganze Serie – fliegt und entfaltet ihre Effekte wie Kronen oder Goldrugen.

Sobald der Feuerwerker den roten Start-Knopf drückt, überträgt der Controller zeitgesteuert seine Steuersignale an die Zündmodule. Bei Musikfeuerwerken braucht man zum Controller noch einen Audio-Controller, der die Musik synchron in CD-Qualität abspielt.

Im Prinzip kann sich der Feuerwerker nach dem Start zurücklehnen und sein Werk genießen – der Controller spielt das Skript selbstständig durch. Bei einer Show kann aber immer etwas schiefgehen. Fällt etwa ein Rack um, könnte das dazu führen, dass Feuerwerkskörper ins Publikum fliegen. Der Feuerwerker kann dann am Controller einzelne Positionen oder ganze Bereiche sperren – die dort liegenden Effekte zündet das Gerät nicht mehr. Sieht der Feuerwerker, dass einzelne Effekte aus Versehen nicht hochgingen, kann er

versuchen, diese am Controller per Hand nachzuzünden.

## Richtig viel Asche

Für eine Minute Feuerwerk verbringen Feuerwerker häufig zwei Arbeitstage am PC. Darauf folgen die Bestellungen und der Aufbau. Meist können die Pyrotechniker frühestens einen Tag vor der Show anreisen und Racks stellen, dann sind sie aber auch mit 20 Mann 20 Stunden lang beschäftigt.

Bei einem Feuerwerk im Rahmen des Internationalen Feuerwerkswettbewerbs in Hannover-Herrenhausen, das wir für diesen Artikel begleitet haben, mussten an 22 Positionen Racks aufgebaut werden. Sie verteilen sich in den Herrenhäuser Gärten vor und hinter Hecken, an Wasserspielen und über einen Bereich von mehreren hundert Metern. Auf der Publikumsseite befand sich eine Reihe von Bodenfeuerwerken, im Mittelfeld Batterien, Kometen und Feuertöpfe, ganz hinten die reichweitenstarken Bomben.

Ein Controller steuerte für das Spektakel 138 Zündmodule. Für 25 Minuten Show wurden etwa 7000 Feuerwerkskörper auf 2800 Cues verpulvert. Der Aufwand und die anstrengende Vorbereitung sind aber schnell vergessen, wenn der Feuerwerker den roten Knopf drückt und grandiose Leuchteffekte den Himmel erhellen – und die Gesichter der begeisterten Zuschauermenge, deren Ahs und Ohs die Knalleffekte begleiten. (lel@ct.de) ct

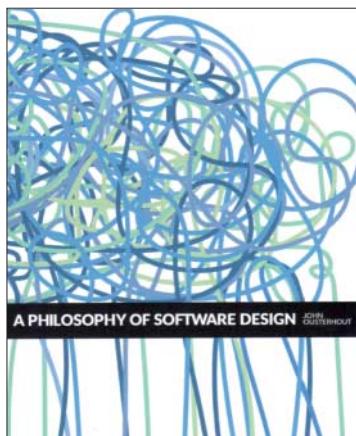
## Bomben statt Raketen

Großfeuerwerke bestehen nicht aus Raketen, sondern aus Zylinder- oder Kugelbomben. Eine Bombe mit 100 Millimeter Durchmesser ist 400 Gramm schwer, 200 Gramm davon sind Pulver. Die Ausstoßladung schießt die Bombe in die Höhe, wo der Zündverzögerer abbrennt und am Zündpunkt die Zerlegerladung auslöst. Daraufhin entfaltet sich die Effektladung aus den Innenwänden des Korpus und es regnet Farben. Eine 100-Millimeter-Bombe fliegt zwischen 120 und 140 Meter hoch. Bei so einer Bombe liegt die Schubkraft bei 6 bis 8 Tonnen. Das erklärt, warum bei Regen problemlos Plastikfolien über die aufgebauten Abschussrohre gespannt sein

dürfen: Die Bomben haben so viel Schub, dass sie fast widerstandslos durch die Folie hindurch fliegen, die Flugwinkel verändern sich kein Stück.



Anzeige



John Ousterhout  
**A Philosophy of Software Design**

Yaknyam Press,  
Palo Alto, CA (USA) 2018  
ISBN: 978-1-7321-0220-0  
178 Seiten, 20 US-\$

## Felsen modularisieren

**Die Computerhardware in den Entwicklerbüros ist leistungsfähiger denn je; es besteht auch kein Mangel an mächtigen Programmierwerkzeugen. Dennoch endet manches Softwareprojekt im Chaos oder als wartungsfeindlicher Codeklumpen. John Ousterhout, Entwickler der Skriptsprache TCL, plädiert dafür, unübersichtlich Erscheinendes in sinnvolle – nicht etwa kleinste – Einheiten aufzuteilen.**

Für Ousterhout ist das größte Problem in der Software-Entwicklung die Beherrschung von Komplexität. Bei seiner täglichen Arbeit ist er es gewohnt, für jeden einzelnen Handgriff zu prüfen, wie dieser sich auf das Gefüge des Gesamtsystems auswirkt.

Um ein Projekt einfacher zu handhaben, wird es mittels funktionaler Dekomposition in Dienste, Bibliotheken, Klassen oder Funktionen zerlegt. Diesen Ansatz unterstützt Ousterhout auch, setzt aber gegen den Trend nicht um jeden Preis auf minimale Einheiten. Er bevorzugt tiefe Module mit einer kompakten Schnittstelle. Da darf eine Funktion auch etwas länger sein und muss nicht zwingend in mehrere kleine aufgeteilt werden.

Mit seinen Ausführungen zur Ausnahmebehandlung orientiert er sich wieder stärker am Zeitgeist – er macht lieber weniger Ausnahmen als mehr. Auch bei der Art, wie er Bezeichner in Quelltexten wählt, kann er sich auf einen breiten Konsens stützen. Dasselbe gilt für seine Forderung nach Konsistenz nicht nur in Formatierung und Namensgebung, sondern auch innerhalb der semantischen Aspekte eines Projekts.

Unerwartet umfangreich sind die Kapitel über Code-Kommentierung. Ousterhout sieht darin einen wichtigen Teil des Designprozesses, nicht etwa ein notwendiges Übel. Einer testgetriebenen Entwicklung steht er skeptisch gegenüber: Sie verfüre zu einer taktischen Vorgehensweise, während es sinnvoller sei, strategisch zu arbeiten. Er befürwortet aber durchaus automatisches Testing.

Der Autor streut in seine Ausführungen immer wieder Code-Schnipsel in C und Java ein. Diese stammen zumeist aus den Arbeiten seiner Studenten und untermauern seine Argumente auf anschauliche Weise.

Der Text ist in einfachem Englisch gehalten. Ousterhout beschert Softwareschaffenden nicht zuletzt durch seinen lebendigen Stil insgesamt eine ebenso angenehme wie lehrreiche Lektüre.  
(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Einbruch für Fortgeschrittene

**Fähige Hacker setzen maßgeschneiderte Angriffsstrategien gegen die von ihnen angepeilten Unternehmen, Behörden oder Institute ein. Wer ihnen auf Augenhöhe begegnen will, muss ihre Denkweise nachvollziehen und von ihnen lernen. Wil Allsopps Buch hilft dabei.**

IT-Sicherheitsverantwortliche und Penetration-Tester haben es mit immer komplexeren Herausforderungen zu tun. Der kürzlich verstorbene Sicherheitsexperte Wil Allsopp liefert Entscheidern und Praktikern gleichermaßen hilfreiche Erklärungen und Ratschläge, die das Aufspüren verwundbarer Stellen in IT-Systemen betreffen.

Dabei greift er vielfach auf Beispiele aus seinem eigenen Berufsalltag als Penetration-Tester zurück. Die sind weit weniger sensationell, als es der Untertitel „Hacking the world's most secure networks“ vermuten lässt, aber nichtsdestoweniger relevant und unterhaltsam. Detailliert schildert Allsopp etwa die schrittweise Kompromittierung von Datenbanken und CMS großer Krankenhäuser und Banken. Er beschreibt, wie er in einem Polizeihauptquartier mittels Privilegieneskalation Zugriff auf interne Informationen erlangt hat. Und er erklärt die eingebauten Überwachungsmechanismen in Nordkoreas Linux-Distribution „Red Star OS“.

Allsopps Einbruchswerzeuge reichen von bewährten, meist kostenlos erhältlichen Tools über Hacking-Gadgets bis hin zu selbstgeschriebenem Schadcode inklusive Obfuscierung. Auch auf die Schwachstelle Mensch und das Thema Social Engineering geht er intensiv ein.

Statt nur Theorie zu vermitteln, lässt Allsopp den Leser die Angriffsszenarien mittels Übungsaufgaben selbst nachvollziehen. Zudem hilft er ihm beim Programmieren und schrittweisen Erweitern einer eigenen Command-and-Control-Infrastruktur – inklusive Metasploit-Integration und Anonymisierung durch das Tor-Netzwerk. Wer Aufgaben und Codebasis nutzen will, sollte fundierte Programmierkenntnisse mitbringen und einen gewissen Zeitaufwand nicht scheuen.

Das „Advanced“ steht zu Recht im Titel: Der Autor denkt die geschilderten Angriffsszenarien zu Ende. Die Lektüre befähigt vorgebildete Leser dazu, wirksamere Teststrategien und Schutzmaßnahmen als bisher zu entwickeln.(ovw@ct.de)



Wil Allsopp  
**Advanced Penetration Testing**  
Hacking the world's most secure networks  
John Wiley & Sons,  
Hoboken, NJ (USA) 2017  
ISBN: 978-1-1193-6768-0  
235 Seiten, 26 €  
(Epub-/PDF-/Kindle-E-Book:  
ab 24 €)

Anzeige

## Hacker-Verzeichnis

[misp.software/galaxy.html](http://misp.software/galaxy.html)

[malpedia.caad.fkie.fraunhofer.de/actors](http://malpedia.caad.fkie.fraunhofer.de/actors)

Sednit, Bleeding Life, T1072 – wegen der vielen Namen verlieren nicht nur Normalsterbliche beim Thema Cyberwar und Sicherheit schnell den Überblick. Einige Profis der APT-Szene (Advanced Persistent Threats) haben daher zum Austausch von Security-Informationen den **MISP Galaxy Cluster** ins Leben gerufen. Dieser liefert zu Schlüsselbegriffen kurze englischsprachige Beschreibungen, Links zum Thema sowie eine Liste der gebräuchlichen Synonyme.

Zur Hackergruppe Sednit, der viele Security-Firmen enge Verbindungen zur russischen Regierung nachsagen, listet er etwa die Synonyme (Sofacy, APT28, Fancy Bear) und ihre bevorzugt eingesetzten Tools auf. Neben den Namen der Hacker (-gruppen) hält die Website auch Informationen etwa zu Exploit Kits oder Ransomware vor. Die **Malpedia** des Fraunhofer-Instituts für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie bereitet die Hackernamen aus dem Galaxy Cluster übersichtlich auf. (jo@ct.de)

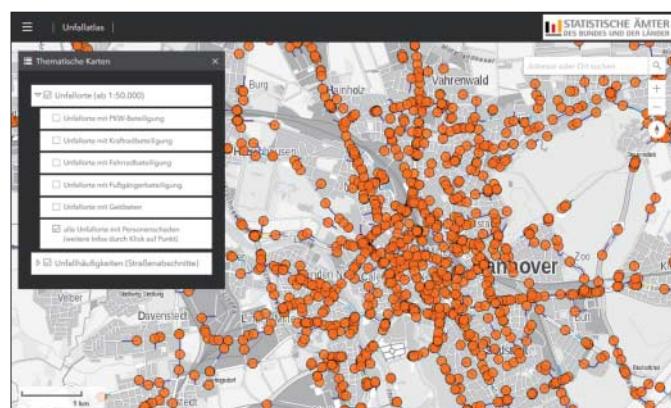
## Unfallkarte

[unfallatlas.statistikportal.de](http://unfallatlas.statistikportal.de)

Im Jahr 2017 starben in Deutschland durchschnittlich neun Menschen pro Tag im Straßenverkehr – eine beachtliche Zahl, aber sehr allgemein. Viel interessanter wäre es zu wissen, wo in der eigenen Stadt die meisten Verkehrsunfälle passieren und wo man auf seinem Weg zur Arbeit besonders gefährdet ist.

Solche Fragen beantwortet der interaktive **Unfallatlas** der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Der Atlas enthält Angaben aus der Statistik der Straßenverkehrsunfälle für die Jahre 2016 und 2017, die auf Meldungen der Polizeidienststellen basieren. Die Karte macht diese Unfälle mit Personenschäden für neun Bundesländer nach Straßenabschnitten sowie nach einzelnen Unfallstellen sichtbar. In den anderen Ländern nimmt die Polizei die Geokoordinaten der Unfälle nicht beziehungsweise noch nicht vollständig auf.

Über das Menü „Thematische Karten“ können Interessierte auswählen, ob der Atlas alle Unfälle oder nur Unfälle mit be-

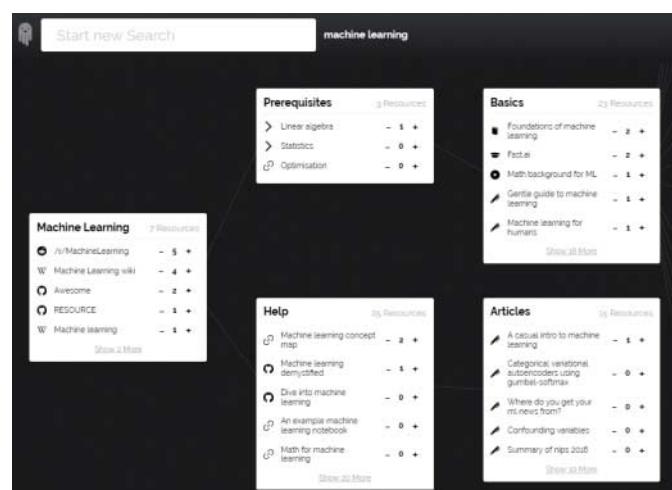


stimmten Verkehrsmitteln anzeigen soll. Eine ergänzende Tabelle enthält zu jedem Unfallort Zusatzinformationen. (jo@ct.de)

## Lern-Mindmap

[learn-anything.xyz](http://learn-anything.xyz)

Wer sich online weiterbilden will, hat die Qual der Wahl: Es gibt im Netz für fast jedes Themengebiet Tutorials, Online-Kurse auf E-Learning-Plattformen, YouTube-Videos und vieles mehr – aber wo beginnt man am besten? Bei der Auswahl der besten Lernressourcen soll die englischsprachige Site **Learn anything** helfen.



Gibt man in die Suchmaske einen Begriff wie „Machine Learning“ ein, erscheint eine Art Mindmap, die unter anderem die Unterpunkte „Basics“, „Help“, „Articles“, aber auch Verweise zu weiterführenden Themen wie „Generative Models“ umfasst.

Jeder Unterpunkt enthält eine Liste, die Links auf die verschiedensten Medien enthalten kann, von Wikipedia-Artikeln über freie Bücher bis zu Reddit-Threads oder Subreddits. Sortiert sind die Listen nach Up- und Downvotes der Besucher von Learn anything. Jeder kann abstimmen und auch neue Lernquellen beitragen. (jo@ct.de)

## IPv6-Pranger

[whynoipv6.com](http://whynoipv6.com)

Das Protokoll IPv6 soll eines Tages das veraltete IPv4 ersetzen. Allerdings tun sich viele Sites immer noch schwer beim Umstieg. Von den 1000 bei Alexa gelisteten größten Websites der Welt hatten bis Redaktionsschluss nur 304 IPv6 umgesetzt und nur 718 betrieben einen IPv6-fähigen Nameserver. Lasse Haußen will daher mit seinem IPv6-Pranger **Why No IPv6?** ein wenig Druck aufbauen. Er listet die größten Websites auf, die immer noch kein IPv6 unterstützen. (jo@ct.de)

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

Anzeige



# SÜSSES ODER SAURES!

von Martin Gnädinger

Bernd musste schmunzeln, als er Chiara, Benny und Alex nebeneinander im Hausflur stehen sah. Der Ausdruck „wie die Orgelpfeifen“ kam ihm in den Sinn, wobei Alex von den drei der Älteste war, von Benny und Chiara aber um einige Zentimeter überragt wurde. Alle steckten bereits in ihren Halloween-Kostümen, denn gleich war es 18 Uhr, Zeit für die alljährliche Süßigkeiten-Beutetour.

Er ging vor Benny in die Hocke, rückte noch einmal die Kapuze des Sensenmann-Gewands zurecht und prüfte ihren Halt. Natürlich sollte unter keinen Umständen Bennys Gesicht zu sehen sein. Das Kostüm war so konzipiert, dass unter der Kapuze nichts als tiefes Schwarz zu erkennen war, was draußen im Dunkeln ohne Weiteres funktionieren sollte. Bennys Hand, mit der er seine Sense hielt, sah aus wie eine echte Knochenhand. Darauf war Bernd besonders stolz. Er war es, der die drei Kostüme selbst entworfen und angefertigt hatte. Bennys Hand war zu einem seiner persönlichen Highlights geworden. Die Sense hingegen – nun ja, aus Sicherheitsgründen hatte Bernd sich für die Plastikvariante entschieden, auch wenn er gern etwas Tolles aus Stahl gezaubert hätte.

Dann wandte er sich Alex zu, der komplett in einem Kostüm aus Kartons steckte. Klotzige, kantige Kartons, die Bernd silbern angemalt und mit unzähligen Schaltflächen verziert hatte. Obendrein hatte er zahlreiche LEDs angebracht, die in unterschiedlichen Abständen blinkten und Alex aussehen ließen, als käme er direkt aus einem alten Science-Fiction-Film.

„Na, wenn die Leute dich mal nicht für einen richtigen Roboter halten ...“, sagte Bernd grinsend und klopfte Alex zweimal kumpelhaft seitlich auf den Papp-Arm.

Als Letztes widmete er sich Chiara, deren Kostüm der bösen Hexe aus dem Film „Der Zauberer von Oz“ nachempfunden war. Eine hässliche grüne Fratzenmaske mit einer langen Hakennase verbarg ihr Gesicht. Unter dem großen Hexenhut traten die glatten, schwarzen Haare der Perücke hervor, die Bernd für Chiara ausgesucht hatte. Die künstlichen Haare fingen den Look der Filmfigur hervorragend ein. Nachdem er auch Chiaras Kostüm zurechtgerückt hatte, richtete er sich auf und sagte: „Alle bereit für die große Runde?“

„Ich bin bereit“, antwortete Chiara.

„Sehr gut“, sagte Bernd, öffnete die Tür und begleitete die drei Kostümierten ins Freie.

Mit einem dumpfen Knall schlug Bernd die Kofferraumklappe seines Familienvans zu. Nach der fünfminütigen Fahrt in eines der Nachbardörfer standen Chiara, Benny und Alex

nebeneinander auf dem Gehweg. Jeder hatte einen großen Sack für die Süßigkeiten bekommen. Da Alex mit seinen Bauklotz-Armen Schwierigkeiten hatte, den Sack zu halten, hatte Bernd diesen einfach an der silbern angemalten Brustplatte befestigt. „Die Front-LEDs hätte ich mir sparen können“, dachte Bernd. Die Vorderseite des Kostüms wurde fast vollständig von dem Leinenstoff des Sacks verdeckt. Benny und Chiara hatten keine Schwierigkeiten, ihre Süßigkeitenbehälter zu halten. Also setzte Bernd sich in Bewegung und steuerte mit den drei Mini-Monstern das erste Grundstück an.

Er öffnete das Gartentor, so weit es ging, beugte sich zu Chiara hinunter und sagte: „Chiara – Süßes oder Saures!“ Sofort wandte sich Chiara dem Haus entgegen und ging mit zielstrebigem Schritten darauf zu. Benny und Alex folgten ihr. Bernd musste erneut schmunzeln. Wie niedlich die drei im Gänsemarsch aussahen. Dazu noch die gruseligen Kostüme. Lustig, dass sich ein uralter Brauch, bei dem Schauerfiguren und Horrorgestalten im Mittelpunkt stehen, zu solch einem Spaß für Kinder entwickelt hatte ...

**ER HATTE ZAHLREICHE LEDS ANGEBRACHT,  
DIE ALEX AUSSEHEN LIESSEN,  
ALS KÄME ER DIREKT AUS EINEM ALTEN  
SCIENCE-FICTION-FILM.**

Er machte einen Schritt zur Seite und verschwand fast vollständig hinter einem Busch, der sich auf dem Grundstück am Gartenzaun befand. Die Süßigkeiten sollten die drei selbstverständlich ganz allein erbeuten. Vorsichtig spähte er hinter der Pflanze hervor, um den weiteren Verlauf der Geschehnisse zu beobachten.

Chiara erreichte als Erste die Haustür und drückte auf den Klingelknopf. Benny und Alex brachten sich neben ihr in Position. Nach einer Weile öffnete sich die Tür. Eine ältere Frau mit weißen Haaren streckte den Kopf durch den Spalt. Kaum hatte sie die drei Gestalten erblickt, machte sich Freude in ihrem Gesicht breit.

„Ja, das ist ja schön. Es kommen so selten Kinder an Halloween bis hier hoch zu mir.“

„Süßes oder Saures!“, sagte Chiara. Nahezu gleichzeitig streckten Benny und sie ihre Säcke nach vorn. Alex blieb re-

gungslos stehen, denn sein Sack hing noch immer an der Brustplatte des Kartonkostüms.

„Wartet einen Moment, ich bringe euch was Leckeres“, sagte die Frau und verschwand im Haus. Als sie wiederkam, hatte sie drei Tafeln Schokolade, drei Päckchen Kaugummi und eine Tüte Schokolinsen in den Händen. Die Schokolade und die Kaugummis verteilte sie gleichmäßig auf die Besucher. Die Schokolinsen ließ sie in Chiaras Sack fallen und sagte: „Das hier teilst du gerecht unter deinen Freunden auf, ja? Oder sind das vielleicht deine Geschwister?“

„Danke“, sagte Chiara, während sie und Benny erneut fast gleichzeitig die Säcke senkten. Dann kehrten die drei Gruselgestalten der Frau den Rücken zu und gingen den Weg hinunter zum Gartentor.

Als die Haustür sich wieder geschlossen hatte, trat Bernd hinter dem Busch hervor. Erwartungsvoll warf er einen Blick auf die Ausbeute.

„Gar nicht schlecht für den Anfang, das habt ihr wirklich gut gemacht!“, meinte er und überlegte, welches Haus sie nun als Nächstes ansteuern würden.

\* \* \*

Eine gute Stunde später hatten Chiara, Benny und Alex schon eine ordentliche Menge an Süßigkeiten angehäuft. Bernd freute sich sehr darüber, wie gut sich die Kleinen – ganz ohne seine Hilfe – machten. Auch beim nächsten Einfamilienhaus hielt er sich im Hintergrund und beobachtete die drei aus der Ferne.

Einige Sekunden nachdem Chiara geklingelt hatte und Benny und Alex sich neben sie gestellt hatten, öffnete sich die Tür. Ein junger Mann trat nach draußen und begutachtete die Gruppe, die vor ihm stand.

„Süßes oder Saures!“, sagte Chiara zum x-ten Mal an diesem Abend, kurz bevor sie und Benny abermals ihre Arme mit den Beutesäcken nach vorn streckten.

„Ui, seht ihr aber gruselig aus“, sagte der Mann mit gespieltem Entsetzen. „Ich hole euch was Süßes, wenn ihr versprecht, mir nichts zu tun.“

Da war er auch schon im Haus verschwunden und kehrte nach kurzer Zeit mit einer Fülle verschiedener Schokoriegel in den Händen zurück. Er begann, die Riegel gleichmäßig auf die drei Säcke aufzuteilen. Gerade als er Chiara einen weiteren Riegel geben wollte, zog sie die Arme zurück und sagte: „Nein! Diese Süßigkeit hat mein Vater verboten.“

Irritiert schaute der Mann auf den Riegel in seiner Hand. „Erdnuss. Wieso sollte der verboten sein?“ Dann schien ihm ein Licht aufzugehen. „Ah! Du bist allergisch gegen Erdnüsse, stimmt's?“

Chiara schwieg.

Der Mann hielt einen anderen Schokoriegel in die Luft und wackelte damit hin und her. „Magst du lieber Karamell?“

Daraufhin bewegte Chiara ihre Arme wieder nach vorn und der Mann ließ den Karamellriegel in den Sack fallen.

„So, das war's“, sagte er dann, „kommt gut nach Hause. Und esst nicht alles auf einmal!“

„Danke“, sagte Chiara und drehte sich um. Der junge Mann winkte noch kurz und schloss die Haustür, während

Chiara, Benny und Alex den Weg zum Gartentor hinuntergingen.

Bernd, der unten an der Straße auf sie wartete, dachte indessen über die weitere Route nach. Noch ein paar Häuser hier in diesem eher dünn besiedelten Gebiet – und die Stadt für das nächste Jahr aufsparen? Ja, das würde wohl das Beste sein, entschied er. Schließlich wollte er Chiara, Benny und Alex nicht überfordern. Sie hatten sich bisher zwar ausgezeichnet geschlagen. Aber der Trubel, der an Halloween in der Innenstadt herrschte, war noch mal etwas ganz anderes als die Ruhe in der ländlichen Gegend, in die er gefahren war.

## ER VERLOR KEINE SEKUNDE. SCHNELL EILTE ER ZU CHIARA, BENNY UND ALEX, BEFAHL IHNEN, IHM ZU FOLGEN, UND SCHAFTE ES, AUS DER DIREKTEN SICHTLINIE ZU GELANGEN.

Als er sich gerade in Bewegung setzen wollte, um den dreien das Gartentor zu öffnen, sprang ein kleines Mädchen an ihm vorbei. Erschrocken fuhr er zusammen. Er hatte überhaupt nicht bemerkt, wie es sich genähert hatte. Suchend sah er sich um. In einiger Entfernung entdeckte er eine Frau mit einem Kinderwagen, die sich mit einer weiteren Person an einem Gartenzaun unterhielt. Vermutlich war das die Mutter der Kleinen, die es wohl nicht erwarten konnte, die nächsten Süßigkeiten abzustauben.

Innerlich schüttelte er den Kopf über das Kostüm des Mädchens, das er für den heutigen Tag völlig unangemessen fand – ein rosafarbenes Prinzessinnenkleid mit einem goldenen Krönchen. Zu allem Überfluss gehörte auch noch ein Stab dazu, mit einem Stern an der Spitze. In einer Hand hielt die Kleine eine Plastiktüte, die ihren bisher gesammelten Naschkram zu enthalten schien. Die Prinzessin stürmte auf das Grundstück und stellte sich mitten auf den Weg, was Chiara, Benny und Alex dazu brachte, ebenfalls stehenzubleiben.

„Hallo, ihr!“, rief das Mädchen, „Habt ihr hier was gekriegt?“ Es schaute gespannt von einem zum anderen. Als es auch nach mehreren Sekunden keine Antwort bekam, griff es in seine Tüte und holte eine ganze Packung Schokoriegel mit Erdbeerjoghurt-Füllung heraus.

„Die Kleine hat's drauf“, dachte Bernd anerkennend. „Ich mag kein Jogott, tauschen wir?“, fragte das Mädchen. Es hielt die Packung in die Höhe, sodass alle sie sehen konnten, und schwenkte sie in der Luft hin und her. Darauf reagierte Chiara. Sie streckte die Hände nach vorn und hielt ihren Sack offen vor sich hin. Nachdem die Prinzessin ihr Tauschobjekt hineingeworfen hatte, versuchte sie erwartungsvoll, einen Blick in den Sack zu werfen, doch Chiara zog den Sack umgehend zurück.

„Hey, und was krieg' ich?“, schrie das Mädchen entrüstet. Energisch zerrte es an Chiaras Beutesack, kam aber nicht gegen ihren eisernen Griff an.

„Das ist voll gemein!“, hörte Bernd noch, bevor ein tränenersticktes „Mamaaaaaaa!!!“ folgte und das Mädchen schluchzend an ihm vorbeirauschte, in Richtung der Kinderwagen-Frau.

Er verlor keine Sekunde. Schnell eilte er zu Chiara, Benny und Alex, befahl ihnen, ihm zu folgen und schaffte es, aus der direkten Sichtlinie zu gelangen, bevor die Königstochter ihrer Mutter ihr Leid geklagt hatte.

\* \* \*

Bernd ließ die Tür hinter sich ins Schloss fallen und atmete tief durch. Geschafft! Endlich wieder zu Hause – die diesjährige Halloween-Tour war vorbei. Drei Säcke, gefüllt mit Süßigkeiten, waren in Sicherheit. Zufrieden nahm er die Säcke von Chiara, Benny und Alex, die wieder in einer Reihe im Flur standen, an sich, setzte sich auf die Couch im Wohnzimmer und schaltete den Fernseher an.

Mit einer Hand zog er einen Schokoriegel aus einem der Säcke, riss die Verpackung auf und biss gierig ein großes Stück ab. Genießerisch schloss er die Augen, während er kaute. Mmmh – für Schokolade würde er wirklich alles tun. Allerdings, überlegte er, würde es jetzt langsam an der Zeit sein, Alex einzumotten. Sein erstes Modell – Modell A – war mit seiner klobigen Bauweise inzwischen eher hinderlich.

Was waren das für Zeiten gewesen, als er nur Alex hatte und ganz allein mit ihm Süßigkeiten sammeln gegangen war! Damals musste er noch selbst klingeln und ständig Ausreden auf die Frage finden, warum „sein Kleiner“ nichts sagte. „Der ist immer so schüchtern“, „das ist sein erstes Halloween“ ...

Chiara hingegen war sensationell. Der Sprachprozessor war allererste Sahne. So einen würde er auf alle Fälle auch in Benny einbauen. Letztendlich war es das, was es Bernd erlaubte, sich im Hintergrund halten zu können, während die Roboter die Arbeit erledigten. Nur die KI war selbstverständlich stets verbesserungswürdig. Hier würde er noch mehr Spezialfälle beachten müssen, um Chiara möglichst immer richtig reagieren zu lassen.

Ob sein größter Traum jemals Wirklichkeit werden würde? Die Anbindung einer VR-Brille, damit er zu Hause auf der Couch sitzen konnte, während Benny und Chiara von Haus zu Haus zogen und Süßes abgriffen – bis dahin gab es noch viel zu tun.

Seine Hand verschwand ein weiteres Mal in dem Sack und holte den nächsten Riegel hervor. Angewidert verzog er die Mundwinkel. Da hatte es doch tatsächlich ein Erdnussriegel durch seine Erdnussriegel-Abwehroutine geschafft. Auch das war etwas, was er unbedingt noch debuggen musste. Erdnuss-Schokoriegel konnte er auf den Tod nicht ausstehen.

(psz@ct.de) ct

Anzeige

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Dropbox-Alternativen“: Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), „Die optimale Grafikkarte“: Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

Chef vom Dienst: Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Leser & Qualität**

Leitung: Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Ressort Software & Internet**

Leitende Redakteure: Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

Redaktion: Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)), Arne Grävemeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Lea Lang ([lel@ct.de](mailto:lel@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Anke Poimann ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schieler ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de))

**Ressort Systeme & Sicherheit**

Leitende Redakteure: Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de))

Redaktion: Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirrmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Axel Vahl diek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de)), Olivia von Westernhagen ([ovw@ct.de](mailto:ovw@ct.de))

**Ressort Hardware**

Leitende Redakteure: Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

Redaktion: Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müsseg ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Carsten Spille ([csp@ct.de](mailto:csp@ct.de))

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

Redaktion: Julius Beineke ([jube@ct.de](mailto:jube@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hc@ct.de](mailto:hc@ct.de)), Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurran ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Alexander Spier ([asp@ct.de](mailto:asp@ct.de))

c't online: Ulrike Kuhlmann ([Ltg\\_uk@ct.de](mailto:Ltg_uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistenz:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([Ltg\\_rs@ct.de](mailto:Ltg_rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Dennis Fröhlich ([df@ct.de](mailto:df@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,

Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne ([Ltg](mailto:Ltg)), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Dieter Wahner

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**Digitale Produktion:** Rolf Ahlborn, Klaus Ditze, Melanie Becker, Joana Hollasch, Nicole Tiemann

**Illustrationen**

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlageite:** 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:** DAFFB000

**ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>**  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

**Key-ID:** B3B2A12C

**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](http://sq4lecqyx4izcpkp.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg 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. 35 vom 1. Januar 2018.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)  
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,  
E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg  
**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG  
Mefßberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

### c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;  
Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten:  
Inland 116,10 €, Österreich 125,55 €, Europa 135,00 €, restl. Ausland 162,00 €  
(Schweiz 164,70 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende  
(nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 83,70 €,  
Österreich 90,45 €, Europa 102,60 €, restl. Ausland 129,60 € (Schweiz 135,00 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, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland  
87,75 €, Österreich 91,80 €, Europa 106,65 €, restl. Ausland 133,65 € (Schweiz 121,50 CHF).  
Luftpost auf Anfrage.

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))

oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2018 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 24/2018

Ab 10. November 2018 im Handel und auf ct.de



## Schnelles WLAN für alte Geräte

Neuer DSL-Vertrag, neuer Router – endlich richtig schnelles Internet! Doch nun wird das veraltete WLAN im Notebook zur Spaßbremse. Ein neuer WLAN-Adapter bringt den Laptop und andere Netzwerkgeräte auf Trab. c't untersucht verschiedene Adaptertypen: USB-Sticks, PCIe-Karten, Ethernet-Bridges.



## Z390-Boards für neue Intel-CPUs

Passend für die neunte Generation der Core-i-Prozessoren hat Intel den High-End-Chipsatz Z390 mit schnellen USB-3.1-Gen2-Ports und integriertem WLAN vorgestellt. Im Test: großzügig ausgestattete Z390-Mainboards für Allround- und Gaming-PCs.

Außerdem:

## Excel-Tabellen geschickt formatieren

Benutzerdefinierte Formate machen Tabellen nicht nur hübscher, sondern auch übersichtlicher. Sie kennzeichnen zum Beispiel Kontostände automatisch grün als Guthaben oder rot als Soll und sie verhindern die ungewollte Umwandlung von Zahlen in Datumsangaben.

## Netzwerk-Musiksysteme

Wer sein Zuhause mit einem vernetzten Musiksystem aufwerten möchte, hat die Wahl zwischen etlichen Anbietern von Amazon über Sonos bis Yamaha. Ein Test von 12 Systemen gibt einen Überblick darüber, was smarte Netzwerk-Speaker heute leisten.

## Werkzeuge für Windows-Nutzer

Windows-Nutzer stehen immer wieder vor den gleichen Alltagsaufgaben. Dabei helfen diverse Tools, zum Beispiel zum Anzeigen von Dateien aller Art oder zur Fehlersuche. Wir stellen Empfehlungen der Redaktion vor, zeigen, welche Werkzeuge sich bewährt haben und was Windows schon von Haus aus kann.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



iX 11/2018 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



c't Admin 2018 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



c't Digitale Fotografie  
6/2018 ab 29.10. im Handel und auf heise-shop.de