



Planen, bauen, tunen

# Der optimale PC 2019

Langlebiger Allrounder • günstiger Spiele-PC •  
Workstation mit 16 Kernen

IM  
TEST

- Günstig drucken: Mufus mit großen Tanks
- SSDs: Schnell mit PCIe, günstig mit QLC-Flash
- Smart-Home-Baukasten von Fischertechnik
- Vernunft-Handys: Die 300-Euro-Klasse

**Android ausmisten**  
Zwanginstallierte Apps loswerden

**CeBIT-Aus: Die Hintergründe**

So verdienen Sie Geld als Influencer  
Linux-Desktop aufmotzen mit Conky  
Neue Chip-Technik sichert IoT-Geräte  
Windows: Verborgene Aktivitäten aufspüren



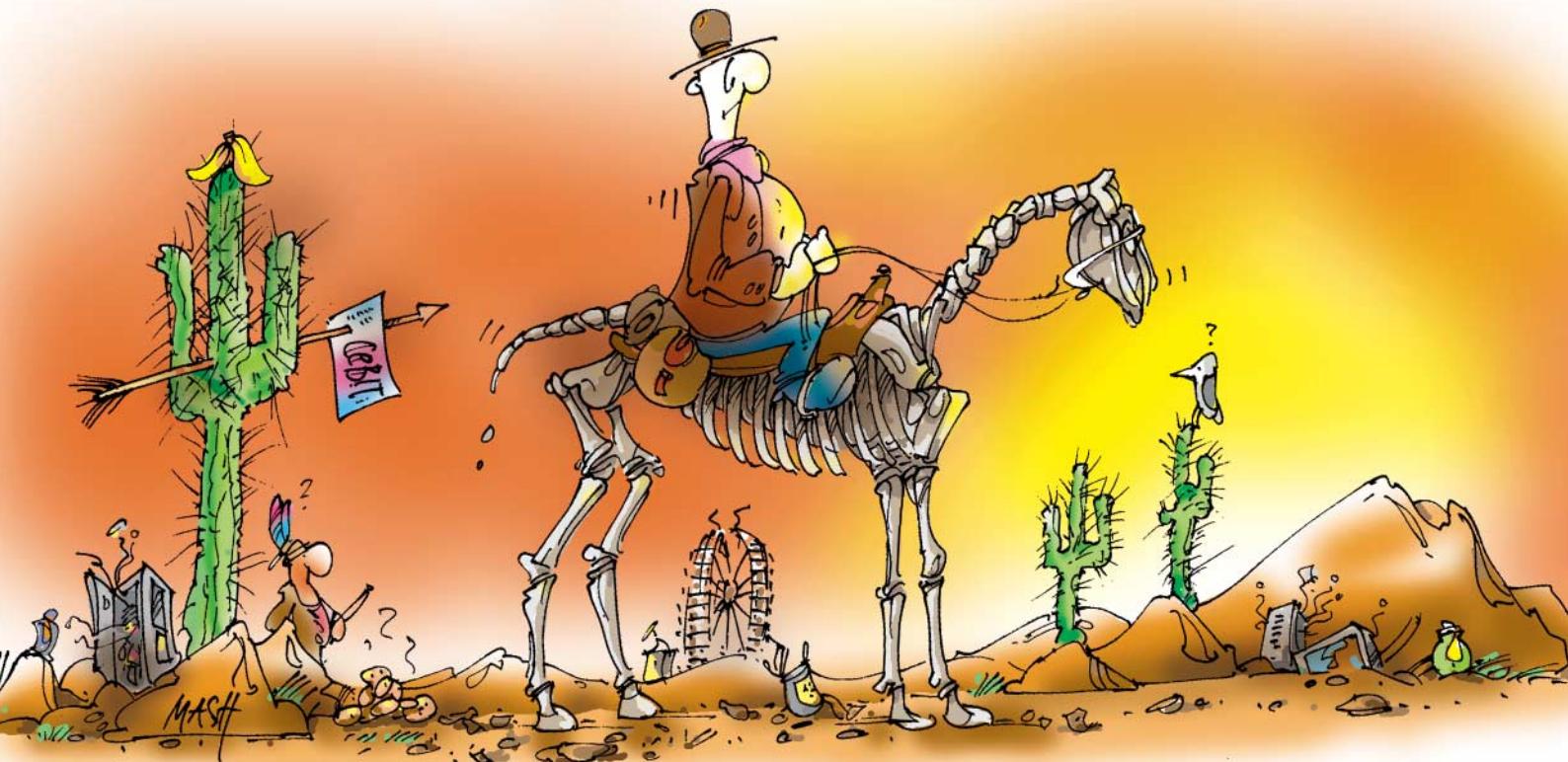
€ 4,90  
AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70  
NL € 5,90 | IT, ES € 6,20  
CHF 7,10 | DKK 54,00

# Der c't-Geschenke-Guide

Getestet und für gut befunden: Technik-Tipps von 5 bis 1500 Euro



Anzeige



### T o t e   P f e r d e

Aus, vorbei, tot: 2019 wird es keine CeBIT, pardon, "Cebit", mehr geben. Ersatzlos gestrichen ist sie, die auch 2018 noch weltgrößte IT-Messe.

Als alter Sack der IT schwanke ich zwischen Weinen und wütendem Gebrüll. Jetzt haben sie das einstige Nerd-Paradies endgültig ruiniert. In den glückseligen Tagen, anno 1995, da war die IT-Welt ein Schlaraffenland. Meine Augen strahlten nach einem CeBIT-Besuch noch für Monate. Ach, ein Tränchen kullert über meine Wange - war das schön. Das alles soll nun plötzlich vorbei sein?

Na ja, "vorbei" ist das wohlige Nerd-Gefühl nach einem CeBIT-Besuch schon lange! Der Niedergang der einst tollsten Messe der Welt begann bereits 1996: Die Messe AG, unersättlich und erfolgstrunken, versuchte, mit der CeBIT Home ein zweites Pferd zu satteln. Endkunden und laute, spaßbringende Aussteller hatten auf der CeBIT nichts mehr zu suchen. Sie wurden abgeschoben zur CeBIT Home. Voller Arroganz und Selbstherrlichkeit glaubte die Messe AG, mit Ausgrenzung mehr Geld verdienen zu können. Das Pferd "CeBIT Home" war bereits 1998, nach der zweiten Runde, totgeritten.

Seither eiert die Messe AG herum: Mal soll die CeBIT eine reine Business-Messe sein, dann soll sie sich wieder für Endkunden öffnen und zum Schluss, 2018, soll sie dann ein irgendwie spaßorientiertes Business- und Konferenz-Event werden: Selbstmord auf Raten.

Messen haben heute nicht mehr die gleiche Bedeutung wie 1995. Trotzdem hätte die CeBIT der zentrale IT-Event in Europa bleiben können, wie etwa die Computex in Asien. Doch so eine zentrale Plattform entsteht nicht durch Ausgrenzung und Schubladendenken. Und ja, das ist dann der Punkt, wo ich laut aufschreien muss. Chance vertan - aus, vorbei, tot.

Ich weiß, über Tote soll man nichts Schlechtes sagen. Aber kommentarlos hinnehmen kann ich diese Kette von Fehlentscheidungen einfach nicht.

Georg Schnurer

Anzeige

Anzeige

# Inhalt 26/2018

## Trends & News

### 16 5G: Kritik an den Vorgaben für die Frequenz-Auktion

- 18 Geheimdienste: Wie die Grenzen zwischen Militär und Überwachungsindustrie verschwimmen
- 20 Bit-Rauschen: ARM-Attacken, Intel-Pläne und RAMauscheleien
- 21 Hardware: Optionales Windows-Update schließt einige Spectre-Lücken
- 22 CeBIT-Aus: Die Hintergründe
- 24 Netze: Lüfterloses Edel-NAS, vernetzter Fernschalter mit Messfunktionen
- 25 BIOS-Fehler, Grafiktreiber: Lenovo-Notebooks kaputt, Bugfixes für GeForce und Radeon
- 26 DSGVO: Immer noch zu viele Schlupflöcher
- 28 Server & Speicher: Erste DDR5-Riegel, 1000-\$-Mainboard mit IBM Power9, 256-GByte-RDIMM
- 29 Embedded: Server und Software für industrielles IoT, ARM-Board mit 2 x Gigabit-Ethernet
- 30 Bitcoin: Klima-Studie über Erderwärmung durch Mining ist falsch
- 32 Quantencomputer: Forscher beweisen erstmals Vorteil gegenüber klassischen Rechnern
- 33 Forschung: Digitale Patientenakte, KI prüft Aufmerksamkeit, Ohrenzucken steuert Handprothese
- 34 Internet: Facebook unter Dauerfeuer, neuer Bundesdatenschutzbeauftragter, Werbebetrug
- 37 Pokémon Go: Spieler-gegen-Spieler-Kämpfe
- 38 Raspberry Pi: Aufsteck-Soundkarte HifiBerry DAC+, Stromversorgung StromPi 3
- 39 Support-Ende für PHP 5.6: Jetzt handeln!
- 64 Web-Tipps: Papierschwalben, Fusionsreaktor, Blindtexte

## Test & Kaufberatung

### 40 Notebook-Leichtgewicht: Lenovo Yoga S730 mit Whiskey-Lake-Prozessor

### 42 SSDs: Schnell mit PCIe, günstig mit QLC-Flash

### 44 Alexa-Nachrüstlösung: Echo Input

### 44 Streaming-Client: Amazon Fire TV Stick 4K

45 Bluetooth-Schlüsselfinder: Tile Mate und Tile Pro

45 Mini-Quadrokopter: Star Wars Battle Drones

46 Wassergekühlte High-End-Workstation mit 32 Kernen von Extra Computer

48 Lernroboter: LittleBits Space Rover Inventor Kit

48 Remote-Desktop-Gateway: pinBox Remote

50 Hubs für USB 3.1 Gen 2: 10 GBit/s mit Problemen

### 52 2-GBit-WLAN getestet: Asus RT-AX88U

54 Mobiler Sequencer: Teenage Engineering OP-Z

56 Mobile Drucker: HP Sprocket 200 und Sprocket Plus

56 Wasserschaden-Alarm: Main-IoT Leak Guard

58 Audiostift für Kinder: Tiptoi create

60 Desktop-Virtualisierer: VMware Workstation 15

60 Python-IDE für Einsteiger: Thonny

### 94 Der c't-Geschenke-Guide

### 106 Günstig drucken: Mufus mit großem Tank

### 112 Vernunft-Handys: Die 300-Euro-Klasse

116 OCR: iOS-Apps zum Digitalisieren gedruckter Texte

### 130 Smart-Home-Baukasten von Fischertechnik

134 Handy-Kameras: Google Pixel 3 mit Nachsichtmodus versus High-End-Konkurrenz

184 Bücher: Hacker-Jagd mit Wireshark, Web-Comic



## Der c't-Geschenke-Guide

Sie suchen noch nach optimalen Geschenken? Dann hilft Ihnen unser chattender Weihnachtsmann mit 30 handverlesenen und c't-getesteten Geschenketipps weiter. Von 5 bis 1500 Euro ist für jeden Geldbeutel etwas dabei.

**72**

## Der optimale PC 2019

Stellen Sie sich Ihren Wunsch-PC aus unseren vier Bauvorschlägen zusammen. Zur Auswahl stehen zwei effiziente Allrounder, ein günstiger Gamer und eine kräftige High-End-Maschine. Außerdem bekommen Sie Tipps zu Upgrade-Komponenten wie Prozessor, RAM oder SSD.

## Wissen

- 62** Vorsicht, Kunde: Rechnungs- und Vertrags-Chaos bei DSL-Provider Pür
- 158** Neue Chip-Technik sichert IoT-Geräte
- 172** Recht: Kundenrechte bei Reparaturen innerhalb der Gewährleistungsfrist
- 182** Grafikprozessoren: Wie sie funktionieren

## Praxis & Tipps

- 66** Tipps & Tricks
- 70** FAQ: Google Docs, Tabellen und Präsentationen
- 72** Der optimale PC 2019
- 80** Leiser Allrounder mit Intel Core i5-9600K
- 84** Effizienter Allround-Rechner mit AMD Ryzen
- 88** Günstiger Spiele-PC für Full HD
- 90** Workstation mit 16-Kern-Prozessor
- 122** So verdienen Sie Geld als Influencer
- 126** Werbekennzeichnung im Influencer-Marketing
- 138** Augmented Reality: Mit dem Merge Cube wird AR anfassbar

**142** Funkgesteuerter 1000-Watt-DMX-Dimmer im Selbstbau

**144** **Android ausmisten: Zwangsinstallierte Apps loswerden ohne zu rooten**

**148** Docker-Container mit Docker-Compose einrichten

**152** Retro-Controller für kabelloses Spielen umrüsten

**154** **Linux-Desktop aufmotzen mit Conky**

**164** Eigene Themes für den Linux-Desktop

**166** Let's Encrypt und Nginx für alle, die nicht alles dockern

**170** Maschinelles Lernen mit Google Datalab

**176** Dateityp unbekannter Dateien erkennen

**178** **Windows: Verborgene Aktivitäten aufspüren**

## Rubriken

**3** Editorial: Tote Pferde

**10** Leserforum

**15** Schlagseite

**185** c't-Jubiläumsrätsel: Von Brautsträßen und Latrinen

**186** Story: Homunkulus (2) von Daniel Habern

**198** Stellenmarkt

**200** Inserentenverzeichnis

**201** Impressum

**202** Vorschau

**144**



## Android entschlacken

Auf Android-Smartphones sind allerhand Apps vorinstalliert, von denen man die wenigsten haben möchte. Die übrigen verschwenden wertvolle Ressourcen und verschicken laufend Daten. Mit einem kleinen Kniff wird man sie leicht los – auch wenn der Handy-Hersteller das nicht will.

Anzeige

Anzeige

# Leserforum

## Update-Verfügbarkeit

*Editorial: Smart geschnäht, c't 25/2018, S. 3*

Noch wichtigere Anti-Smart-TV-Argumente für die Nichts-zu-verbergen-Fraktion fehlen noch. Die (Sicherheits-)Update-Verfügbarkeit dürfte ähnlich mies wie für diverse Billig-Smartphones sein. Das birgt die Gefahr, dass das Gerät für schädliche Dinge von Dritten missbraucht wird. Oder irgendwann wird dann doch ein Dumb-TV daraus, weil der Hersteller oder Dritte relativ schnell den Support einstellen, wodurch dann alte Funktionen und/oder neue Dienste nicht nutzbar sind.

notting

## Eine Fernbedienung für alle

*Streamingboxen zum Nachrüsten von Fernsehern, c't 25/2018, S. 90*

Sie schreiben zum Thema „Fernbedienungen“, dass zum Beispiel das Apple TV 4K zumindest einige Grundfunktionen des TV und/oder AVR mitbedienen kann. Für den (auch in diesem Heft getesteten) Philips-TV xxPUS7303 wird aber auch umgekehrt ein Schuh draus: Die TV-Fernbedienung kann das Apple TV 4K vollständig mitbedienen – TV und Apple TV arbeiten so gut zusammen, dass man nach einiger Zeit Apples tvOS für einen Teil des Fernsehers hält.

Ausschlaggebend für diese Lösung war für mich schon vor einiger Zeit die im Heft geschilderte Daten-„Undichtigkeit“ der Smart-TVs. Der Philips darf nur in unser Hausnetz, zum Beispiel auf das NAS – ein direkter Internetzugang bleibt ihm und seinem Android-Innenleben aber verwehrt. In der Praxis funktioniert das ausgesprochen gut, als wäre es ein Fernseher von Apple, den es – obwohl oft vorhergesagt – nie gab.

Bernd Müller

## Lesen macht kurzsichtig

*Smartphones machen jüngere Menschen kurzsichtig, c't 25/2018, S. 40*

Die Kurven zeigen, dass schon lang vor dem Smartphone Teufelszeugs aus der Neuzeit die Augen der jungen Menschen verdarb: Das Buch! Es kommt auch nicht darauf an, wie oft man sein „Smartphone

checkt“, sondern wie lang man dann draufguckt. Das menschliche Auge adaptiert seinen entspannten Punkt in der Pubertät auf die typische Nutzung, und das ist normalerweise weit weg. Außer bei Leuten, die viel lesen, da ist der Punkt nah dran.

Zwischendurch immer wieder für einige Minuten in die Ferne gucken scheint das Problem zu lindern (wusste meine Oma schon, hat sie mir aber zu spät gesagt). Also beim Lesen Pausen machen bringt was – draußen leben, mit viel Licht auch.

Bernd Paysan

## Lego-Upgrade

*Lego-Technic-Bausatz: Lego Kranwagen, c't 25/2018, S. 67*

Sie schreiben, dass der Kran besser durch Legos App-gesteuertes Boost-Set nachgerüstet werden sollte. Ich bin selber ein Lego-Fan und habe den Kran bereits voll umgerüstet – mit sieben Motoren, über Fremd-App per SBrick gesteuert. Ich gebe zu bedenken, dass dieses mit Lego Boost definitiv nicht möglich ist. Das Lego Boost kann an einem Hub nur zwei Motoren anschließen. Das heißt im Umkehrschluss, es müssten vier Hubs eingebaut werden, was platzmäßig gar nicht machbar wäre, wenn man die Proportionen beibehalten will. Legos Boost-Motoren sind außerdem verdonkelt und nur mit bestimmten, von Lego freigegebenen Bausatz-Apps zu betreiben, das heißt, es besteht keine Möglichkeit, die Motoren frei zu programmieren. Aber nichtsdestotrotz ist der Lego-Kran eine Kaufempfehlung und sein Geld wert.

GBCPeter



Der Kranwagen aus der Lego-Technic-Serie macht mit mehr Motoren und besserer Steuerung noch mehr Spaß.

## Wir freuen uns über Post

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

✉ [c't Forum](#)

✉ [c't magazin](#)

✉ [@ctmagazin](#)

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

✉ [Anonyme Hinweise](#)  
<https://heise.de/investigativ>

## App-Trauerspiel

*Neue Mobilität: smart vernetzt zum Ziel, c't 25/2018, S. 112*

Es ist ein Trauerspiel, dass es in Deutschland für jeden Verkehrsverbund eine eigene App mit (geringfügig) unterschiedlichem Benutzerinterface gibt. Es wird dringend eine App benötigt, die in möglichst vielen Verkehrsverbünden funktioniert.

Sehr bedauerlich fand ich, dass die App Touch-and-Travel der Deutschen Bahn vor circa zwei Jahren eingestellt wurde. Diese App hatte ein wirklich innovatives Konzept. Sie funktionierte so, dass man beim Start einer Fahrt einen Check-in in der App durchführte und beim Ende der Fahrt einen Check-out. Die App hat dann den günstigsten Fahrpreis berechnet und dabei gegebenenfalls auch mehrere Fahrten zusammengefasst, wenn beispielsweise eine Tageskarte günstiger war. Dadurch war diese App wirklich ein großer Fortschritt, denn erstens musste man sich nicht um die mehr oder weniger komplexe Tarifstruktur der verschiedenen Verkehrsverbünde kümmern und zweitens bot die App sogar den Anreiz, Geld zu sparen, indem sie die günstigste Fahrkarte wählte.

Die App funktionierte in mehreren Verkehrsverbünden und bei der Deutschen Bahn. Der aufgelaufene Betrag wurde einmal im Monat vom Konto abgebucht. Nach Angabe der Bahn wurde die App eingestellt, weil es zu wenige Teilnehmer gab.

Ingo Hoffmann

Anzeige



Ungewöhnlich geformt und beidhändig nutzbar: Der obere Gehäusepart der Rockstick 2 ist Handauflage, linke und rechte Maustaste in einem.

## Maus mit wenig Widerstand

*Ergonomische Hochkantmäuse im Vergleich, c't 25/2018, S. 132*

Ich muss krankheitsbedingt auf eine Vertikalmaus umsteigen. Ich habe in Geschäften vor Ort schon ein paar in der Hand gehabt, jedoch hatte ich immer Probleme mit dem Druckpunkt der Maustasten, den ich als sehr schwer im Vergleich zu normalen Mäusen empfunden habe, da ja die Schwerkraft beim Klicken nicht mehr hilft. Ist Ihnen im Test eventuell eine Maus aufgefallen, die da heraussticht? Grundsätzlich wäre der Klickwiderstand wie bei einer Gamingmaus optimal. Würde ich mit der Rockstick 2 dieses Problem komplett umgehen?

Christine Policke

Bei den getesteten Mäusen haben die Eloquent C und die R-Go-Tools Break HE die weichsten Druckpunkte. Mit der Rockstick 2 ließe sich das Problem zumindest teilweise umgehen, da man auf dieser ja mithilfe des Handgelenks oder Bewegung der ganzen Hand klickt. Wir würden Ihnen also durchaus empfehlen, die Rockstick 2 mal auszuprobieren.

## Lieber mit Kabel

*Kabellose Ohrhörer von Huawei, Jabra, Optoma und Sony im Vergleich, c't 25/2018, S. 138*

Über 100 Euro für einen solchen Gebrauchsgegenstand? Ne, sorry, das ist es mir nicht wert. Ich nutze ganz simple 10 bis 20 Euro teure Kabelkopfhörer. Klappt wunderbar, es gibt keinen Akku, der geladen werden muss und die Umwelt zusätzlich belastet. Und es ist verschmerzbar,

wenn man ihn mal verliert oder er aus Versehen in der Waschmaschine landet, weil er noch in der Hosentasche war. Auch kann ich damit UKW-Radio mit meinem Smartphone hören.

Und deshalb kaufe ich auch kein Handy ohne Klinkenbuchse.

paulchen0815

## Kosten bei OSMAnd

*Der App-Store F-Droid mit Privatsphäre, c't 25/2018, S. 182*

Danke für diesen Artikel; ich freue mich auf die Fortsetzung! OSMAnd war mal mein Favorit. Allerdings ist es auf eine unangenehme Weise kostenpflichtig geworden: Nur die ersten zehn Downloads sind kostenfrei, danach muss man die „+“-Version kaufen. Das wiederum ist kompliziert bis unmöglich, wenn man kein Bitcoin nutzen will, keine Google-Dienste und kein Amazon.

Christoph Schmees

## Standard SI-Einheiten?

*Wissenschaftskonferenz definiert physikalische Basis единиц neu, c't 24/2018, S. 42*

Sie schreiben: „Verständigungsprobleme dieser Art werden durch das SI-System ausgeschlossen.“ Würden sie, wenn das SI-System das einzige Einheitensystem wäre. Ist es aber nicht. Noch heute sind Schraubendurchmesser in meinem Rechnergehäuse rationale Vielfache von durchschnittlichen Längen der Füße von Nordsee-Insel-Bewohnern, manche Physiker bevorzugen cgs oder reden über Temperaturen in eV und die radikaleren liebäugeln mit Planck-Einheiten.

Zuverlässige Kommunikation setzt Vereinbarungen auf der Ebene der Struktur des Ausgetauschten voraus, zum Beispiel Grammatiken.

Die, so es sie denn gab, IT-Architekten der NASA-Mission haben offenbar recht wenig Wert auf abstrakte Datentypen gelegt. Dann wäre nicht mit Zahlen,

## Fragen zu Artikeln

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

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

sondern mit physikalischen Größen gerechnet worden. 1 Dollar plus 3 Euro sind eben auch nicht 4 Dingsda.

oreocereus\_trollii

## MP3s haben nicht ausgedient

*Zwölf Multiroom-Systeme mit WLAN, c't 24/2018, S. 106*

Im c't uplink 24.9 zum Thema Netzwerk-Lautsprecher wurde gefragt, ob überhaupt noch jemand MP3s nutzt. Ja: Alle die, deren favorisierte Musik bei Streaming-Diensten nicht zu finden ist. Denn auch angesichts astronomisch großer Musikkataloge mit 40 Millionen, 50 Millionen und mehr Titeln gibt es auch dort immer noch überraschend große Lücken, die teilweise ganze Genres, Zeiträume oder geografische Räume betreffen. So hört mein Vater zum Beispiel gerne deutsche Schlager der 50er- und 60er-Jahre. Alles jenseits von Caterina Valente, Peter Alexander & Co. fehlt oft. Die aktuellen deutschen Label Musiciales und Bear Family, die viele deutsche Klassiker aus dieser Zeit heute neu auf CD herausbringen, fehlen zum Beispiel völlig.

Aber auch im Bereich französischer Chansons, skandinavischer Musik, niederländischer Musik et cetera fehlt mehr, als dass es vorhanden wäre.

Lucien Cruchot

## Ergänzungen & Berichtigungen

### PDFs zuschneiden

*PDF-Bearbeitung mit Freeware, Dokumente effizient zuschneiden, aufteilen, kombinieren, c't 22/2018, S. 164*

Bei dem im Artikel beschriebenen Zuschneiden mit PDFill wird der abgeschnittene Inhalt nicht permanent entfernt, sondern lediglich ausgeblendet. Auch die Crop-Funktionen kommerzieller PDF-Editoren entfernen die Inhalte in der Regel nicht oder nicht wie gewünscht. Ein Workaround mit kostenloser Software: Wenn man das in pdfsam zusammengelegte PDF im Betrachter öffnet und mit einem PDF-Drucker PDFCreator oder FreePDF ausdruckt, werden die Seiten auf das in den Druckereinstellungen angegebene Format zugeschnitten, und zwar so, dass nur die sichtbare Hälfte erhalten bleibt.

Anzeige

Anzeige



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



Bild: Oliver Berg/dpa

# Nicht für jede Milchkanne

## 5G: Die Regeln für die Auktion erster Frequenzen stehen fest

**Der Beirat der Bundesnetzagentur hat den Rahmen für die Versteigerung der Frequenzbereiche für den kommenden Mobilfunkstandard 5G gebilligt. Doch es drohen große Löcher.**

**Von Stefan Krempf**

Als die Bundesnetzagentur Ende August ihre Eckpunkte für die Auktion von Frequenzen für die neue Mobilfunkgeneration 5G in den Bereichen 2 und 3,6 GHz aus der Tasche zog, war das Lob- und Tadelgetöse groß. Von allen Seiten hagelten Vorwürfe auf die sonst oft im Dornröschenschlaf versinkende Regulierungs-

behörde, dass sie dem mobilen Internet der Zukunft Steine in den Weg lege.

Die Erwartungen sind hoch: Laut dem Willen der großen Koalition soll Deutschland Leitmarkt für 5G werden, um bei darauf aufbauenden innovativen Diensten – etwa für Industrie 4.0, autonomes Fahren, Telemedizin oder das Internet der Dinge – die Nase vorn zu haben. Gleichzeitig hat Schwarz-Rot versprochen, das Dauerärgernis „Funkloch“ endlich aus der Welt zu schaffen. Jüngst schämte sich selbst Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier (CDU) öffentlich für die weißen Flecken und verriet, unterwegs nicht mehr mit ausländischen Ministerkollegen zu telefonieren wegen der häufigen Gesprächsabbrüche.

Ulrich Lange, Vizechef der CDU/CSU-Bundestagsfraktion, zeigte sich im

September enttäuscht von den Vorschlägen der Bundesnetzagentur für die Versteigerung. In dem Papier der Regulierungsbehörde finde sich keine Pflicht zu einem 5G-Netzausbau, monierte der Christsoziale. Es werde lediglich eine Bandbreite von 100 MBit/s vorgeschrieben, die auch mit 4G erreichbar sei. Die Politik hätte hier aus dem Glasfaserdebakel lernen müssen: „Wenn wir 5G sagen, sollte auch 5G drin sein.“

Deutsche Telekom und Co. beklagten völlig unrealistische Anforderungen, die sachgerechte Investitionen ins künftige Mobilfunknetz verhinderten. Diensteanbieter wie United Internet mit 1&1 oder Freenet, die bislang ohne eigenes Netz auf die Infrastrukturen der drei hiesigen Betreiber zugreifen dürfen, sahen sich wiederum ausgesperrt.

Die Juristen der Bundesnetzagentur versuchten daher, an allen erdenklichen Stellschrauben zu drehen. Das endgültige, über 136 Seiten lange Dossier nahm Ende November die letzte formale Hürde: Es erhielt den Segen des Beirats der Behörde. Gleichzeitig gab diese die endgültigen Vergabebedingungen bekannt: Interessierte Unternehmen können bis zum 25. Januar 2019 einen Antrag auf Teilnahme an der Auktion stellen, die noch im Lauf des ersten Quartals beginnen soll.

Der Kompromiss legt fest, dass die Mobilfunker bis Ende 2022 mindestens 98 Prozent aller Haushalte je Bundesland, die ICE-Trassen, Autobahnen und wichtige Bundesstraßen mit mindestens 100 MBit/s und höchstens zehn Millisekunden Latenz versorgen müssen. Bis Ende 2024 sollen die übrigen Bundesstraßen mit gleicher Qualität folgen. Für Landes- und Staatsstraßen, Seehäfen und das „Kernnetz der Wasserstraßen“ sowie die restlichen Schienenwege sind bis dahin mindestens 50 MBit/s vorgesehen – ohne Vorgaben für die zulässige Latenz.

Zumindest für die geforderte Geschwindigkeit reicht LTE weiterhin aus. Das reicht nach Etikettenschwindel. Die einzige klare 5G-Vorgabe besteht darin, bis Ende 2022 je tausend einschlägige Basisstationen aufzubauen. Zum Vergleich: Bestehende hiesige Mobilfunknetze bestehen je aus über 20.000 Stationen. Für potenzielle Neueinsteiger heißt es abweichend, bis Ende 2023 mindestens 25 Prozent der Haushalte und zwei Jahre später 50 Prozent zu versorgen. Bei tausend 5G-Masten bleibt es. Lückenlos ist das nicht: Experten rechnen vor, dass mit 98 Prozent angeschlossener Haushalte nur 75 bis 85 Prozent des Gebiets der Republik abgedeckt werden.

Auf die vielfach geforderte Pflicht zu „nationalem Roaming“, das bei der flächendeckenden Versorgung helfen und Neueinsteigern den Markteintritt erleichtern könnte, hat die Regulierungsbehörde nicht bestanden. Sie schreibt hier nur ein Gebot für Betreiber und Interessenten vor, miteinander zu verhandeln. Im Streitfall will die Agentur in die Rolle eines Schlichters schlüpfen.

## Kooperationszwang

Der Beirat, im dem je 16 Vertreter des Bundestags und der Länder sitzen, hat dem Konstrukt nur mit Bauchschmerzen zugestimmt. Er begrüßt zwar, dass der Auktionsveranstalter die Versorgungsauf-

lagen angehoben und die Mindestgebote gesenkt habe. Dies spreche für das Ziel, „möglichst engmaschige Netze“ rasch aufzubauen. Mehr sei offenbar nicht möglich gewesen, da die Bundesnetzagentur „Wirtschaftlichkeit und Zumutbarkeit“ weitergehender Verpflichtungen abgewogen habe.

Ungeachtet dessen fordert der Beirat den Regulierer auf, mit aller Macht „die Marktteilnehmer zu maximaler Kooperation zu bewegen“, um allen Endkunden möglichst flächendeckende Netze zugänglich zu machen – unabhängig davon, bei welchem Anbieter sie unterschreiben. Die Besitzer betonen, dass die aktuelle Auktion nur ein Teil der 5G-Strategie und im Kontext künftiger Vergaben „insbesondere von Flächenfrequenzen zu betrachten“ sei. Nur so sehe man die Möglichkeit, „die notwendige flächendeckende Versorgung mit leistungsfähigem Mobilfunk sicherzustellen“.

## 5G für jeden Stall

Zuvor hatte Bildungsministerin Anja Karliczek für einen regierungsinternen Streit gesorgt mit der Ansage: „5G ist nicht an jeder Milchkanne notwendig.“ Um in die Fläche zu gehen, „können wir uns ein bisschen Zeit lassen“, meinte die CDU-Politikerin. Ihre Parteikollegin, Landwirtschaftsministerin Julia Klöckner, konterte, die moderne Milchkanne seien Melkroboter und temperaturregulierte Tanks, die mit dem Smartphone des Bauern vernetzt sein müssten. Jeder Stall sollte daher die Option zum 5G-Anschluss haben. Der CDU-Digitalpolitiker Thomas Jarzombek ergänzte, dass es etwa Firmen, Unis oder Krankenhäuser erlaubt werde, ihr eigenes 5G-Netz einzurichten. Die Milchkanne könne so durch „lokale Frequenzen“ angeschlossen werden.

Unionsvize Lange zeigte sich diesmal zufrieden, dass die Regulierungsbehörde das Konzept deutlich verbessert habe. Gleichzeitig kündigte er eine Reform des Telekommunikationsgesetzes (TKG) an, um die unternehmerische Zusammenarbeit beim Schließen der hierzulande klaffenden Funklöcher anzutreiben. Sollten sich die Betreiber nicht auf freiwillige

Kooperationen einigen, muss die Bundesnetzagentur ihm zufolge „in Ausnahmefällen ein lokales Roaming“ verfügen können. Die Koalition werde dafür schon in den nächsten Wochen die Grundlagen schaffen. Der SPD-Fraktionsvize Sören Bartol bekräftigte: „In Regionen mit wenigen Kunden muss die Öffnung der vorhandenen Mobilfunkmasten für andere Anbieter angeordnet werden können.“

Die drei hiesigen Netzbetreiber drohen mit Klagen. Vodafone betrachtet die Vorgaben als „klar rechtswidrig“, auch die Telekom kann ihnen nichts abgewinnen. Telefónica sieht vor allem mit der zusätzlich geplanten TKG-Novelle „den gültigen rechtlichen Rahmen“ gesprengt. Es gehe nicht an, auf den Auflagen aus früheren Auktionen nun neue aufzusatteln. Der Digitalverband Bitkom rügte, dass die zu versteigernden Frequenzen „wegen ungünstiger Ausbreitungsbedingungen für die Flächenversorgung gänzlich ungeeignet“ seien.

## Überholtes Verfahren

Wenn alle Seiten meckern, liegt entweder ein gangbarer Mittelweg vor – oder ein ganz falsches Verfahren. Nicht nur der netzpolitische Verein Load hält eine Auktion für ein Instrument „von vor 20 Jahren“. Es tauge nicht, um das mobile Breitbandnetz des 21. Jahrhunderts auszurollen. Kleinen Diensteanbietern und Netzbetreibern müssten Wege eröffnet werden, damit sie Antennen der drei großen Mobilfunkanbieter mitbenutzen können.

Vodafone und Telefónica plädieren für das „französische Modell“: An einem runden Tisch wollen sie gemeinsam mit der Politik klären, wie viel Versorgung mit welchen Mitteln gewünscht ist. Nötig sei ein Deal zwischen Bund, Ländern und Industrie mit der Losung: „Ihr baut aus, dafür kriegt ihr die Frequenzen.“ Sonst komme ein Netz zweiter Klasse. Regierung und Bundestag haben die erhofften Milliardeneinnahmen aus der Auktion aber längst verplant: Es soll in einen Digitalfonds fließen und damit in die Vernetzung von Schulen sowie in die Glasfaserförderung. (hag@ct.de) **ct**



# Big Brother booms

## Wie die Grenzen zwischen Militär und Überwachungsindustrie verschwimmen

**Der kritische Journalist Jamal Khashoggi wurde von Saudi-Arabien vor seiner Ermordung offenbar minutiös überwacht. Die dazu nötige Software lieferte laut Edward Snowden eine Cyber-Security-Firma aus Israel. Deren Kundschaft spioniert auch andere Oppositionelle und Menschenrechtler aus – und zahlt dafür gut.**

**Von Andreas Schuchardt**

Software von NSO lassen sich Handys kappen, Telefongespräche abhören sowie SMS und WhatsApp-Nachrichten lesen. Angreifer können über das infizierte Handy Gespräche im Raum mithören, die Kamera einschalten und per GPS die Bewegungen des Besitzers verfolgen, ohne dass dieser Verdacht schöpft.

Für diesen Komfort griffen die Ölbarone tief in die Tasche: Laut Haaretz zahlte Saudi-Arabien für Pegasus 3 insgesamt 55 Millionen US-Dollar an die NSO Group.

Einen noch höheren Preis zahlen jedoch die Betroffenen. So macht Whistleblower Edward Snowden die NSO Group für die Ermordung des saudischen Oppositionellen Jamal Khashoggi mitverantwortlich. Den Journalisten umzubringen sei nur durch die vorherige intensive Überwachung mithilfe der NSO-Technologie möglich gewesen, erklärte Snowden auf einer Konferenz der Medienberatungsfirma „Orenstein + Hoshem“ in Tel Aviv.

Doch der Mord an Jamal Khashoggi ist bei Weitem kein Einzelfall. Der Kreis der Betroffenen ist weitaus größer. Nach Recherchen der kanadischen Menschenrechtsorganisation Citizen Lab verkauft NSO seine Spyware an mindestens 45 Länder. Bei der Auswahl der Kunden ist man nicht wählerisch: In der Liste finden sich die Herrscher der Vereinigten Arabischen Emirate, der König von Bahrain sowie diverse andere Regimes. Zu den Angriffszielen der NSO-Spyware zählen unter anderem saudische Dissidenten wie der im kanadischen Exil lebende Omar Abdulaziz sowie unbequeme mexikanische Journalisten. Zudem wurde versucht, Mitarbeiter des Washingtoner Büros von Amnesty International mit Hilfe eines Trojaners abzuhören.

### Feigenblattethik

Das NSO-Management ist sich indes keiner Schuld bewusst. Schließlich leiste man sich „als einziges Unternehmen der Branche einen unabhängigen Ethik-Ausschuss“. Die Firma stellt sich selbst als Weltverbesserer dar: „NSO hilft täglich dabei, Tausende Leben von Leuten zu retten, die sich in den Händen von Terroristen, Drogenbaronen, Kinderschändern, Pädophilen und anderen befinden.“

Wie Insider der Haaretz berichteten, prüft die NSO jedoch nicht, wozu Kunden die Spionage-Software einsetzen. Manche begannen bereits bei der Einarbeitung vor den Augen des Trainers mit der Überwachung von Regimekritikern. Ein NSO-An-

**A**ufsehen erregt in Israel aktuell die Enthüllung enger Geschäftsbeziehungen der in Herzliya ansässigen NSO Group Technologies zum Feudalregime Saudi-Arabiens. Wie die Tageszeitung Haaretz aufdeckte, liefert die Firma mindestens seit Februar 2017 Technik an das saudische Königshaus für das Hacken von Mobiltelefonen. Durch die Pegasus-3-

gestellter mit dem Decknamen Roy erklärte: „Du kannst niemandem einen Mercedes verkaufen und ihm dann sagen, er solle aber nicht schneller als hundert Stundenkilometer fahren.“

## Milliardengeschäft

NSO gehört mit seinen 600 Beschäftigten und einem Jahresumsatz von 350 Millionen US-Dollar zu den größten Akteuren der israelischen Start-up-Szene. Eigentümer ist die Firma Francisco Partners, die Berichten des israelischen Wirtschaftsmagazins Globes zufolge vor einigen Monaten versuchte, NSO für eine Milliarde Dollar an die Verint Systems Incorporation zu verkaufen.

Neben der NSO Group profitieren viele vom boomenden Geschäft mit der Cybersecurity. Das israelische Handelsregister der Unternehmensgründer und CEOs der IT-Start-ups listet sich wie ein Who-is-who der einheimischen Geheimdienste und Spezialeinheiten der Armee. XM Cyber, das eine vollautomatisierte Überwachungsplattform (APT-Simulation und Remediation) vertreibt, wurde beispielsweise vom einstigen Chef des Auslandsgeheimdienstes Mossad, Tamir Pardo, gegründet.

Einen großen Fisch zog Mitte Oktober das Security-Unternehmen Team 8 an Land: Als neuer Chefberater fungiert niemand geringeres als Admiral Michael Rogers, der bis Mai 2018 die NSA leitete und zweiter Befehlshaber des Cyber Commands der USA war. Rogers verfüge über ein „umfangreiches, strategisches Verständnis von Trends und Entwicklungen in Cyber-Kriegsführung und Kenntnisse über die fortgeschrittenen Technologien und Forschungsinnovationen zur Cyberabwehr“, freut sich Team 8 in einer Mitteilung.

Gegründet wurde Team 8 vor rund vier Jahren von Nadav Zafir, der zuvor die israelische Spionageeinheit Unit 8200 kommandierte. Die Liste der von ehemaligen Soldaten der Unit 8200 ins Leben gerufenen IT-Gesellschaften ist lang. Zu den bekanntesten zählen außer der NSO Group: AudioCodes, Check Point, CloudEndure, Cloudinary, Cybereason, CTERA Networks, ICQ, Imperva, Incapsula, Indeni, NICE, Palo Alto Networks, Secdo, Silverfort und Viber.

In den ersten zehn Monaten des laufenden Jahres sammelten die Start-ups nach Angaben von Globes über fünf Milliarden Dollar an Risikokapital ein. Zu den

engsten Geschäftspartnern allein von Team 8 gehören unter anderem Airbus, die Ratingagentur Moody's, der Rückversicherer Munich Re, die Barclays Bank, Cisco, Nokia, Singapurs Staatsfond Temasek und Microsofts Risikokapitalzweig M-12.

## Militärisch-industrieller Komplex

Ergebnis dieser personellen Verquickung ist eine „Private Public Partnership“ der ganz besonderen Art. Die Frankfurter Allgemeine Zeitung stellte denn auch treffend fest: „Ohne das Militär wäre die israelische ‚Start-up-Nation‘ undenkbar.“ Häufig beruht der erstaunliche Erfolg der jungen Firmen auf Erfindungen des Militärs. Da die Armee jedoch kein Unternehmen ist, könne sie sich die Entwicklungen nicht patentieren lassen. Einige Start-ups greifen bei ihrer Tätigkeit auf militärische Einrichtungen zurück und Soldaten verrichten wiederum ihren Dienst in privaten Firmen. Genau diese unübersichtliche und nicht selten unheilvolle Symbiose hatte Snowden bei seinen Enthüllungen scharf kritisiert.

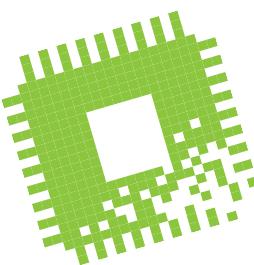
Die Regierung Netanjahu veröffentlichte im August ihr „Konzept 2030“. Wenn es umgesetzt wird, kann sich dieser Business-Sektor auf eine noch rosigere Zukunft freuen, denn der Cyberspace soll defensiv wie offensiv mithilfe der Wirtschaft massiv ausgebaut werden.

In Israel regt sich allerdings Kritik am militärischen Nutzen des Netanjahu-Plans. Der frühere Chef der Militärsicherheit Generalmajor a.D. Amos Yadlin erklärte bei der Vorstellung des Buches „Regulation in Cyberspace“, die Bedrohung aus der Cybersphäre werde über-schätzt. Yadlin griff sowohl die IT-Firmen als auch die staatlichen Stellen an: „Wer hat ein Interesse daran, Dinge zu über-treiben? Die Sicherheitstechnologie-Gesellschaften und vielleicht auch die nationalen Agenturen.“ Man solle sich mal fragen, wieso der Cyberspace auf dem Schlachtfeld bislang keinen Unterschied mache: „Wenn er so mächtig ist, wieso haben die Russen dann drei Jahre lang in Syrien gekämpft und immer noch nicht gewonnen? Warum kämpfen die USA nach 17 Jahren weiterhin in Afghanistan?“ Die wirklichen Gefahren gingen laut Yadlin von der Beeinträchtigung des demokratischen Prozesses aus, wie zum Beispiel bei den Präsidentschaftswahlen in Amerika und im Rahmen der Cambridge-Analytica-Affäre. (hag@ct.de) **ct**

Anzeige

# Bit-Rauschen

## ARM-Attacken, Intel-Pläne und RAMauscheleien



**Amazon überrascht die Server-Szene mit einem ARM64-Chip, Huawei baut gleich einen 64-Kerner. Intel hingegen legt für 2019 wohl nur schlaffe zwei Kerne drauf. Derweil geraten RAM-Hersteller ins Visier chinesischer Behörden.**

**Von Christof Windeck**

Das war eine echte Überraschung: Am 26. November zog Amazon einen selbst entwickelten ARM-Serverprozessor aus dem Hut. Und zwar nicht als bloße Vorankündigung, sondern sofort nutzbar in der Amazon-Cloud AWS EC2. Deshalb erschienen wenige Stunden später die ersten Benchmark-Ergebnisse, obwohl Amazon keine weiteren Daten zum „Graviton“ alias AL73400 der 2015 zugekauften Firma Annapurna Labs verraten wollte. Nach den getwitterten Daten hat der Graviton 16 Kerne vom Typ Cortex-A72, die mit 2,3 GHz laufen. Eine „A1“-Instanz kann man mit 2 bis 16 Kernen und bis zu 32 GByte RAM buchen. Ein einzelner Kern liefert Geekbench-4-Werte, die etwas über denen des High-End-Smartphone-Chips Snapdragon 835 liegen.

Angeblich wollte Amazon ursprünglich einen ARM-Chip von AMD einsetzen – den letztlich erfolglosen Opteron A1100, dessen Codename Seattle auf den Sitz des Amazon-Hauptquartiers verweist. Das Projekt scheiterte, Amazon kaufte dann Annapurna Labs. Deren Chips stecken auch in einigen NAS, die schon zu Preisen ab 400 Euro 10-Gigabit-Ethernet mitbringen. Annapurna entwickelte auch die „Nitro“-Chips in Amazons Cloud-Servern, die beispielsweise die Daten auf NVMe-SSDs verschlüsseln.

Huawei hat ebenfalls eine hauseigene Chip-Sparte: HiSilicon. Von dort stammen nicht nur die Kirins für Huawei-Smartphones, sondern auch der ARM-Chip Hi1616, der einige Huawei-Server antriebt. Noch 2018 soll der 7-nm-Nachfolger Hi1620 mit gleich 64 Kernen kom-

men, vermutlich vom Typ Cortex-A76. Letzterer ist Bestandteil der ARM-Plattform „Ares“ für Server – und die wiederum ist Teil der Neoverse-Roadmap, mit der ARM nun endlich den Servermarkt aufmischen will. Jedes Jahr will ARM 30 Prozent Performance drauflegen.

Eine Alternative sowohl zu Intel beziehungsweise AMD als auch zu ARM ist der IBM Power9. Dessen „Sforza“-Version ist als Quad-Core mit 16 Threads für unter 400 US-Dollar zu haben und als Achtkerner für weniger als 600 US-Dollar. Bisher waren aber passende Mainboards sehr teuer. Raptor Computing Systems will das ändern und verkauft ab Februar/März 2019 das Micro-ATX-Board „Blackbird“ für unter 1000 US-Dollar. Dabei bekommt man nicht nur PCI Express 4.0, sondern als Sahnehäubchen auch Open-Source-Firmware für CPU und Fernwartungs-Chip. Das Blackbird hat allerdings nur Platz für zwei RAM-Riegel. Wer mehr braucht, muss dann doch ein teureres Power9-Board kaufen, etwa das Talos II.

### Intels unklarer Fahrplan

Trotz wachsender Konkurrenz verdient Intel zwar schönes Geld, doch die Pläne

für 2019 sind unklar. Anscheinend hat man die 10-nm-Technik noch immer nicht im Griff und schiebt eine weitere 14-nm-Prozessorgeneration ein: Comet Lake. Lenovo ließ in zu früh veröffentlichten Datenblättern Produktnamen wie Core i7-9550U entschlüpfen, also die neunte Core-i-Generation für Notebooks.

Für Desktop-PCs könnte ein Zehnkerner kommen. Völlig offen ist, ob der in aktuellen Mainboards mit der Fassung LGA1151v2 laufen wird – und wann er kommt. Auf der CeBIT wird er ganz sicher nicht vorgestellt, denn mit der ist ja nun Schluss, siehe Seite 16. Möglicherweise wird es die Computex im Juni, die vielleicht auch AMD zum Anlass nimmt, den Ryzen 3000 mit Zen 2, 7-nm-Strukturen und PCI Express 4.0 zu präsentieren.

### Unnötige Aufregung

Apropos 7-nm-Technik: Die will IBM-Fertigungspartner Globalfoundries bekanntlich auslassen, sodass sich Big Blue für kommende Power- und Mainframe-Prozessoren wohl an TSMC wenden wird. Ein japanisches Medium hypete diese Meldung zum Riesenerfolg für TSMC hoch, weil die Taiwaner nun angeblich erstmals dermaßen teure Serverprozessoren produzierten. Das ist aber Quatsch: TSMC fertigt schon seit Jahren SPARC-CPUs für Fujitsu und Oracle und bald auch den extrem leistungsstarken A64FX mit 512-Bit-SVE und TOFU-Interconnect für den „Post-K“ Supercomputer in Japan.

Unnötige Aufregung gab es auch in der Linux-Szene, nämlich um den Kernel-Patch für Single Thread Indirect Branch Predictors (STIPB) zum Schutz gegen Spectre-Lücken. Das Einschalten von STIPB bremste Vorab-Versionen von Kernel 4.20 in vielen Benchmarks aus. Hinterher stellte sich heraus, dass STIPB standardmäßig abgeschaltet sein wird und man ohnehin an einer besseren Alternative arbeitet.

Wer sich einen neuen PC bauen möchte – Tipps dazu gibts ab Seite 72 in diesem Heft –, ärgert sich womöglich über hohe Preise: Intels Lieferschwierigkeiten verteuren Prozessoren und die RAM-Preise sinken nur langsam. Letzteres soll sich zumindest in China ändern: Dort droht Samsung, SK Hynix und Micron – fast möchte man sagen, „den üblichen Verdächtigen“ – mächtig Ärger. Staatliche Stellen sehen „starke Belege“ für illegale Preisabsprachen. Es wäre ja nicht das erste Mal. (ciw@ct.de) **ct**



Bild: Amazon

Ende November zauberte Amazon den 16-Kerner Graviton mit 64-Bit-ARM-Technik aus dem Hut beziehungsweise in die Cloud.

# Optionales Windows-Update schließt einige Spectre-NG-Lücken

Microsoft stellt über das Windows-Update KB4465065 **neue Microcode-Updates für**

**Intels Core-i- und Xeon-Prozessoren** bereit. Diese hatte Intel bereits im August veröffentlicht. Die Updates schützen unter anderem vor einigen unter der Bezeichnung Spectre NG subsumierten Lücken wie L1 Terminal Fault (L1TF, auch Forensics genannt), Spectre V3a und Spectre V4.

Der Patch KB4465065 für Windows 10 1809 wird allerdings nicht automatisch installiert. Das ist auch nicht unbedingt notwendig, weil Hersteller von PCs, Notebooks und Mainboards die aktualisierten Microcodes in ihre BIOS-Updates einbauen. Enthalten sind Patches für Prozessoren der Serien Core i ab der sechsten Generation (Skylake) und Xeon ab Broadwell (Xeon E5-2000 v4), die Intel seit dem Jahr 2015 verkauft. Bei älteren CPUs

lohnt es deshalb nicht, dieses Windows-Update einzuspielen.

Auch mit installiertem Patch sind nicht alle Schutzfunktionen automatisch



Mit den Microcode-Updates werden CPUs wie der Core i7-6700K wieder etwas sicherer.

aktiv: Speculative Store Bypass Disable (SSBD) gegen Spectre V4 funktioniert erst dann, wenn man es in der Registry unter „HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Session Manager\Memory Management\FeatureSettingsOverride“ aktiviert. Der einzutragende Wert hängt vom Prozessortyp ab. Welcher der richtige ist, erklärt ein Eintrag im Support-Bereich der Microsoft-Webseite (siehe [ct.de/yzf1](http://ct.de/yzf1)). Bei den meisten Desktop- und Server-Systemen ist SSBD nicht notwendig, weil keine praktischen Spectre-V4-Angriffe bekannt sind, Browser-Updates den wichtigsten Angriffspfad bereits erschweren und der Patch die Performance reduziert.

(chh@ct.de)

**Windows-Update KB4465065 herunterladen:** [ct.de/yzf1](http://ct.de/yzf1)

Anzeige

# Fairwell: Abschied von der CeBIT

## Wie die weltgrößte IT-Messe an die Wand gefahren wurde

**Computer bestimmen zunehmend unser Leben und es wird immer klarer, dass die Digitalisierung erst am Anfang steht. Am Ende ist hingegen die CeBIT, ehemals Leitmesse eben dieser Digitalisierung. Ihre Reste kehren dahin zurück, woher sie einst kam: in den Schoß der Hannover Messe. Ist das logisch oder dumm?**

Von Detlef Borchers

Die Nachricht, dass es keine CeBIT mehr geben wird, kam überraschend. Viele hatten ihr Ende prophezeit, doch kaum jemand glaubte, dass es so schnell käme. Das neue Konzept, die Fachmesse mit einem Freizeitpark zu kreuzen, hatte 2018 zu einem drastischen Einbruch der Besucherzahlen geführt. Dennoch hätte man der Deutschen Messe AG genug Atem für einen zweiten Versuch zugeschaut. Aber ihr ging die Puste aus.

Dabei sind Besucherzahlen ein relatives Maß für den Erfolg einer Messe. Immerhin meldete die Messe AG für die CeBIT 2018 rund 10 Prozent mehr Besucher und 20 Prozent mehr Aussteller, als der Mobile World Congress im Frühjahr nach Barcelona gelockt hatte. Dennoch gilt der MWC im Unterschied zur CeBIT als Erfolg – und als einer ihrer Sargnägel. Er hat davon profitiert, dass das Herumeiern der Messe AG zwischen Fach- und Publikumsmesse die Kommunikationsbranche zum Abwandern bewegte.

An diesem Punkt kann man der Messe AG am ehesten Dummheit vorwerfen. Einerseits warb sie mit hohen Besucherzahlen, zu denen das interessierte Pri-

vatpublikum beitrag, andererseits versuchte sie dieses auszugrenzen, um auf B2B-Abschlüsse schielende Aussteller bei der Stange zu halten. In den Jahren dramatisch rückläufiger Besucherzahlen sorgten dann im Gießkannenprinzip verteilte Freikarten dafür, dass die Kugelschreiber- und Süßigkeiten-Vorräte an manchen Ständen schon am zweiten Messetag zur Neige gingen.

### Wachstum und erste Teilung

Anfangs war das Konzept hingegen klar gewesen: Wer Interesse hatte und es sich leisten konnte, kam nach Hannover. Alles begann mit der „Exportmesse 1947 Hannover“, auf der deutsche Firmen wieder Geschäftskontakte zum internationalen Markt knüpfen konnten. Unter den rund 1300 Ausstellern waren etwa 100 Bürotechnik-Firmen. Dieser Bereich wuchs schnell an und in den 50er-Jahren stellten Firmen wie IBM und Siemens in Hannover ihre Digitalrechner vor.

Ab 1957 wurde die Bürotechnik in der zweistöckigen Halle 17 zusammengefasst, der „Hölle 17“. Laute Lochkartenleser, rasselnde Kettenraddrucker und der Lärm von Postbearbeitungsstraßen bestimmten die Atmosphäre in der Halle. 1969 riss

**Tod auf Raten: Seit zehn Jahren geht es mit der CeBIT bergab. Die Messe AG fand kein Gegenmittel und der Versuch eines Neuanfangs 2018 floppte.**

man die zu klein gewordene Halle 17 ab und erbaute die damals weltgrößte Messehalle 1 mit 52.000 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche, das Centrum der Büro- und Informationstechnik (CeBIT). 1984 schaffte es das Monstrum ins Guinnessbuch der Rekorde, doch die CeBIT platzte da schon wieder aus allen Nähten.

In dieser Situation beschloss die Deutsche Messe AG, Industrie- und Büromesse zu trennen, wobei der CeBIT der gesamte Bereich der Kommunikationstechnik zugeschlagen wurde. Da Computer, Drucker und Faxgeräte nicht unter freiem Himmel arbeiten, wurde die CeBIT ins Frühjahr gelegt, während die Industriemesse etwas später im Jahr zur Leistungsschau von Kran und Bagger einlud. 1986 startete die CeBIT mit 2142 Ausstellern, 334.400 Besuchern und – ganz wichtig – mit einem sehr moderaten Eintrittspreis von 8 DM. Neben den Bürorechnern von IBM, Nixdorf und Olivetti stellte Commodore seinen Amiga dem begeisterten (Nicht-nur-Fach-)Publikum vor.

1987 wuchs die CeBIT weiter und beherbergte erstmals viele amerikanische Firmen und Zulieferer. In den Folgejahren veränderten unzählige asiatische Aussteller mit Komponenten aller Art das Bild der Messe. Der Kommunikationsbereich setzte die Highlights: Blühende ISDN-Landschaften mit Telefon und integriertem Teletext sowie Bildschirmschreibmaschinen standen im Wettbewerb zu den immer zahlreicher werdenden PCs. Zwar nannte sich die Messe immer noch CeBIT, doch man gab sich international. Als Bill Gates in seiner Eröffnungs-Keynote 1995 Windows 95 ankündigte, hieß die Messe World Center Office-Information-Telecommunications.

### Zweite Teilung und Zenit

In jenem Jahr gab es erstmals Kritik an der Massen-Messe, denn man zählte 218.000 Privatpersonen unter den 755.000 Besu-





**Zeichen des Niedergangs:** Ein Besuch auf der CeBIT gehörte zum Standardprogramm von Angela Merkel. Doch 2018 blieb sie der Messe fern.

fehlt, was ständig wachsende Rede-Veranstaltungen wie die re:publica ausmacht.

2013 sank die Besucherzahl erstmals unter die der ersten CeBIT und 2017 lockte die Messe nur noch 200.000 Besucher an. 2018 versuchte man es mit viel Fun und verlegte die Messe in den Frühsummer, um mit Riesenrad (SAP), Cloud-Uplifting am Kran (IBM), Food-Trucks und Konzerten am Abend die Messe zum modernen Community-Event umzubauen. Der lockte jedoch nur noch 120.000 Besucher an, was die Aussteller vergrämte, die immer noch Scharen von Fachpublikum erwartet hatten.

## Transplantation

Als Grund für die Absage der CeBIT gibt die Messe AG denn auch „rückläufige Flächenbuchungen“ an. Offenbar haben große Aussteller das Interesse an der Messe verloren. Auf der Webseite „Back for CeBIT 2019 ...“ hatte die Messe AG über hundert Firmen aufgezählt, darunter IBM, Intel, Software AG und LG, andere wie Telekom, Microsoft und SAP fehlten jedoch. Sie tauchen aber im Ausstellerverzeichnis der Hannover Messe 2019 auf.

Die Messe AG verweist darauf, dass die deutsche Wirtschaft in den vergangenen Jahren immer wieder über die thematische Überschneidung zwischen Industriemesse und der CeBIT diskutiert habe. Man werde daher Themen überführen, die zur inhaltlichen Ausrichtung der Hannover Messe passen.

Das klingt durchaus logisch. Die Hannover Messe hat ihre Besucherzahlen nach einem Einbruch 2014 (175.000) wieder bei deutlich über 200.000 stabilisieren können. Ein Zuwachs durch implantierte CeBIT-Themen würde ihr gewiss nicht schaden. Dennoch muss sich die Messe AG vorwerfen lassen, das Potenzial der privaten Besucher nicht genutzt zu haben. Wie groß dieses ist, zeigt ein Blick auf die IFA, die 2018 etwa doppelt so viele Besucher verzeichnet hat wie die CeBIT.

Mit einem Konzept, das alle an Digitaltechnik Interessierten bedient und alle relevanten Produkte zulässt, hätte die größte Messe zu einem der wichtigsten Themen unserer Zeit sicherlich überleben können. Stattdessen hat man hilflos zugeschaut, wie sich Aussteller- und Besucherzahlen in den letzten zehn Jahren mehr als halbierten. Die Veranstalter erfolgreicher Events wie der CES, des MWC oder der Computex haben sich da klüger ange stellt.

(ad@ct.de) **ct**

chern und entschloss sich zur Teilung. Die staunenden, Tüten und Kugelschreiber sammelnden Spaßbesucher sollten 1996 zur CeBIT Home, einer Internet-Messe mit dem Untertitel „Deutschland sagt Ja zur Informationsgesellschaft“. Doch die CeBIT Home hielt sich nur bis 1998, denn die „echte“ CeBIT zeigte die interessantere Technik. Eine Flut von Handys war dort zu bestaunen, Bluetooth und GPS, während auf der Home-Edition über die Rolle von Avataren in der Familie diskutiert wurde.

Als IT-Entscheider und private Besucher dann wieder gemeinsam anreisten, gab sich die Messe einen schlichten Untertitel: „No. 1 worldwide“. Das war man denn auch im Jahre 2000 mit der größten CeBIT aller Zeiten: 7800 Aussteller und 700.000 Fachbesucher wurden gezählt, die „anderen“ wurden einfach subsummiert.

2001 brachen erstmals in der Geschichte des PCs die Verkäufe ein. Nominal war die CeBIT davon nicht betroffen, denn nach offiziellen Angaben kamen 830.000 Besucher nach Hannover. Allerdings wurden Dauerkartenbesitzer nicht mehr nur einmal, sondern an jedem Besuchstag gezählt, was den CeBIT-Rekord ermöglichte.

Von nun an ging es bergab: Trotz Zähltrick und einem zusätzlichen Kongresstag kam die CeBIT 2003 nur noch auf 530.000 Besucher. Microsoft stellte die Windows XP Media Edition vor und viele Aussteller zeigten „Media-Center-PCs“. Doch die damals noch sehr klobigen Geräte interessierten weder die Fachbesucher noch die Schaulustigen. 2004 waren dann erstmals HDTV, HD-DVD und Blu-ray ein Messesthema, was die

schrumpfende CeBIT weiter in Richtung „Consumer Electronics“ drängte.

## Absterben

Einschneidend war das Jahr 2006, als Sony an seinem Stand die neue PlayStation zeigen wollte und Microsoft dagegen protestierte. Zur „Herstellung des Messefriedens“ gab die Messeleitung nach. Sony musste einen Teil des Standes schließen und kam nie wieder. Von diesem Schnitt zwischen den staunenden Nerds und den vergötterten Fachbesuchern sollte sich die Messe nicht mehr erholen. Die zuvor nur alle zwei Jahre stattfindende Internationale Funkausstellung (IFA) in Berlin stellte auf jährlichen Turnus um und übernahm dankbar das Schaupublikum.

Hinzu kam 2006 der erwähnte Sargnagel: die Verlegung des GSM World Congresses vom kleinen Kongresszentrum in Cannes als MWC auf das große Messegelände von Barcelona. Der CeBIT brachen dadurch die Fachbesucher aus der Kommunikationsbranche weg. Überhaupt wurde es immer schwieriger, Fachbesucher nach Hannover zu locken. Das Leben war zu schnell geworden, als dass IT-Entscheider bis zur nächsten CeBIT warten wollten. Die globale Vernetzung hatte viel schnellere Kommunikationsmittel erschaffen.

Unter dem Ausbleiben der Fachbesucher litt auch der Fun-Faktor: Standpartys, bei denen Coverbands auftraten und das Barpersonal tausend Liter Bier zapfte, wurden immer seltener. Zwar wuchs das Kongressprogramm, es erzeugte aber keine Gemeinschaft, weil sich niemand mit dem Thema dauerhaft identifizieren konnte. Der CeBIT hat am Ende das ge-

## Kurz und knapp: Netze

Synologys RS1619xs+ für Rack-Einbau ist **ehrer Server als NAS**: Das 1 HE (44 mm) hohe Gerät beherbergt eine Quad-Core-CPU (Xeon D-1527, max. 2,7 GHz) nebst 8 GByte ECC-RAM, vier 3,5"-Slots sowie zwei interne M.2-Slots für SATA- oder NVMe-SSDs. Das knapp 2200 Euro teure NAS hat zwar 4 LAN-Ports, aber keiner spricht NBase-T/10GBase-T; beides lässt sich per PCI-Express-Karte nachrüsten (1 x PCIe 3.0 x8).

Der **SFP/RJ45-Medienkonverter mit High PoE++** von KTI Networks soll stromhungrige Hosts in Industrie-Netzwerken proprietär mit bis zu 90 Watt über LAN-Kabel speisen. Die nach IEC 61850-3 zertifizierte I-Variante taugt laut KTI auch für den Einsatz in Kraftwerken und Umspannstationen.

**Medienwandler für die Kraftwerksbranche** hat auch Perle Systems im Programm: Die Hutschienenmodule liefern keine Energie per PoE. Dafür sind sie auch für explosionsgefährdete Bereiche geeignet (ATEX Klasse 1, Zone 2, ANSI/ISA 12.12.01, Klasse 1, Teil 2). Es gibt sie mit leerem SFP-Slot (SRS-1110-SFP) sowie mit integrierten 1000BaseX-(SRS-1110-G) und 100BaseX-Schnittstellen (SRS-1110-F).

Lupus Electronics hat zwei neue **3-Megapixel-IP-Überwachungskameras mit Weitwinkelobjektiv** für 139 Euro im Sortiment: Die Bullet-Kamera LE202 sieht 92°, die Dom-Kamera LE204 fängt 100° ein. Infrarot-LEDs erhellen das Sichtfeld bei Dunkelheit bis zu 30 Meter weit. Die Kameras sind staubdicht und zeitweilig untertauchbar (Schutzklasse IP67).

Panasonics in Schwarz oder Weiß erhältliche **IP-Telefone KX-NT630 und KX-NT680 fürs Büro** sind zwar für den Vertrieb über Systemhäuser gedacht, werden aber bei Online-Versendern schon mit rund 100 beziehungsweise 180 Euro gelistet. Das teurere Gerät hat ein Farbdisplay und integriertes Bluetooth für Headsets. Der VoIP-Server KX-NS700 bindet die Telefone an SIP-Trunking-Anschlüsse an.

## Schnelles NAS fürs Wohnzimmer

**Der Clou des Wohnzimmer-NAS HS-453DX ist seine NBase-T-LAN-Schnittstelle, die bis zu 10 GBit/s Datenrate schafft.**

Den **lüfterlosen Netzwerkspeicher** will QNAP ab Januar 2019 ausliefern. Zwei 3,5"-Schächte nehmen im Betrieb tauschbare SATA-Festplatten auf, zwei interne Slots fassen ausgewählte M.2-SATA-SSDs; eine Kompatibilitätsliste gibt es online. Ferner hat das Gerät einen Gigabit-LAN-Port, drei 3,5-mm-Klinkenbuchsen für Analog-Audio sowie 5 USB-Ports (2 x 2.0, 3 x 3.0, davon 1 Typ C). Eine In-

frarot-Fernbedienung für den Media-center-Einsatz liegt dem NAS bei.

Mit vier SSDs in RAID5-Konfiguration soll das HS-453DX beim Lesen von verschlüsselten Volumes knapp 680 MByte/s erreichen. Für den Durchsatz sorgt ein Intel-Celeron-Prozessor J4105 (Quad-Core, Burst-Takt 2,5 GHz). Seine Chipsatz-Grafik gibt Videos per HDMI 2.0 in 4K-Auflösung bei 60 Hertz aus; die zweite Buchse liefert 4K mit 30 Hz (HDMI 1.4b). Die edle Hardware ist nicht günstig: Die ersten Händler listen das Basismodell mit 4 GByte RAM für 680 Euro. (ea@ct.de)



Der kompakte Netzwerkspeicher QNAP HS-453DX mit extraschnellem 10-GBit/s-Ethernet soll flüsterleise sein.

## Fernschalter für kleine Firmen

Die massenweise erhältlichen **Netzwerk-Schaltsteckdosen** für den Heimeinsatz sind zwar billig, taugen aber mangels weitgehender Überwachungsfunktionen kaum für Firmen. Der Expert Power Control 1105 von Gude soll diese Lücke füllen: Er wird per Fast-Ethernet (100 MBit/s) ins LAN eingebunden und misst elektrische Größen, unter anderem die Wirkleistung, laut Hersteller mit maximal 1,5 Prozent Abweichung. Über optionale, externe Sensoren erfährt man Temperatur, Luftfeuchte oder Luftdruck am Einsatzort. So lässt sich beispielsweise das Klima in der Server-Besenkammer aus der Ferne überwachen.

Die Konfiguration geschieht per Telnet oder Browser, Letzteres bei Bedarf TLS-verschlüsselt inklusive eigener Zertifikate. Der Adapter spricht sowohl IPv4 als auch IPv6. Benachrichtigungen schickt er per E-Mail und Remote Syslog. Monitoring-Software kann den Fernschalter ferner per HTTP-JSON-API, SNMP (v1,2c,3) oder Modbus TCP überwachen

und steuern. Der Expert Power Control 1105 ist ab sofort für 225€ erhältlich, wahlweise mit Schuko-Stecker (max. 16 A Schaltlast) oder IEC-C13-Anschluss (10 A). (amo@ct.de)



Der Fernschalter Gude EPC 1105 misst die durchgehende Leistung und optional auch das Klima im Server-Raum.

## Lenovo-Notebooks defekt durch BIOS-Fehler

Bei mehreren Business-Notebooks von Lenovo besteht die Gefahr, dass das Gerät durch Setzen einer BIOS-Einstellung nicht mehr bootet. Betroffen sind unter anderem die aktuellen Modelle **ThinkPad P1, ThinkPad P72, Thinkpad P52, Thinkpad P52 und Thinkpad X1 Yoga**. Aktiviert man bei diesen Notebooks die Option „Thunderbolt BIOS Assist“ beziehungsweise „BIOS Support for Thunderbolt“, bleibt nach einem Neustart der Bildschirm dunkel, unabhängig davon, welches Betriebssystem installiert ist.

Die Funktion dient dazu, dass sich Thunderbolt-Anschlüsse bereits ab dem Einschalten des Rechners nutzen lassen und nicht erst, nachdem das Betriebssystem die passenden Treiber geladen hat. Das ist beispielsweise für Eingabegeräte und Displays wichtig, die an einer Thunderbolt-Docking-Station angeschlossen

sind. Inzwischen hat Lenovo BIOS-Updates veröffentlicht, die den Fehler angeblich beheben sollen. (chh@ct.de)



Ein BIOS-Fehler macht aus dem Lenovo ThinkPad P1 einen über 2000 Euro teuren Türstopper.

## Bugfixes für Grafikkarten

Die GPU-Hersteller AMD und Nvidia haben **aktualisierte Grafiktreiber** zum Download bereitgestellt. Version 417.01 des Nvidia-Treibers für GeForce-Grafikkarten behebt unter anderem einen Fehler, aufgrund dessen sich bei 4K-Monitoren nur eine maximale Bildrate von 30 Hz einstellen ließ. Zudem bringt das Update Optimierungen für das Action-Adventure Darksiders III.

AMDs Grafiktreiber 18.11.2 reduziert die Leistungsaufnahme von Radeon-RX-Vega-Grafikkarten. Diese erreichen bei ruhendem Desktop nun einen niedrigeren Speichertakt. Außerdem haben die AMD-Entwickler den neuen Treiber für den kürzlich erschienenen Ego-Shooter Battlefield V angepasst. (chh@ct.de)

**Aktuelle GeForce- und Radeon-Grafiktreiber herunterladen:** [ct.de/y5yr](http://ct.de/y5yr)

Anzeige

# Vereinigter Datenschutz

## DSGVO vor der Nagelprobe in der EU

**Gegen große internationale Konzerne wie Google und Facebook müssen die Aufsichtsbehörden im neuen Europäischen Datenschutzausschuss ihre Handlungsfähigkeit erst noch beweisen.**

**Von Christiane Schulzki-Haddouti**

Die Datenschutzgrundverordnung verspricht, die Datenschutzrechte europäischer Bürger besser gegen außereuropäische Unternehmen wie Microsoft oder Facebook durchzusetzen. Wenn das den Datenschutz-Aufsichtsbehörden gelingt, verringert das auch Wettbewerbsnachteile für die europäischen Internetunternehmen. Eine der wichtigsten Neuerungen im europäischen Datenschutz ist, dass den Behörden ein erheblich verschärftes Sanktionsinstrumentarium zur Verfügung steht: Bußgelder dürfen nun bis zu 20 Millionen Euro oder vier Prozent des Jahresumsatzes betragen.

Bislang herrscht beim EU-Datenschutz Kleinstaaterei: Viele Fälle mit länderübergreifender Bedeutung werden derzeit von vergleichsweise kleinen und mager ausgestatteten nationalen Aufsichtsbehörden bearbeitet. Internationale Großunternehmen können weitgehend frei wählen, wo sie ihre EU-Präsidenten gründen. Neben einer möglichst geringen Steuerlast sind großzügige Datenschutzvorgaben und deren lasche Umsetzung ein wichtiger Aspekt für die Standortwahl. Und dort sind die nationalen Behörden für die Überwachung zuständig. Stand Oktober landeten in Irland, wo beispielsweise Facebook, Microsoft, WhatsApp und Groupon ihre Europa-Zentralen unterhalten, 27 Prozent der grenzüberschreitenden Bürgerbeschwerden. In Luxemburg, Sitz unter anderem von Skype und Ebay, werden 11,8 Prozent der Verfahren behandelt. Erst an dritter und vierter

Stelle folgen Deutschland mit 11,4 und Großbritannien mit 9,9 Prozent.

### Neue EU-Einrichtung

Damit die Konzerne keine Rosinenpickerei mehr betreiben können, will die EU die Datenschutzvorgaben in den Mitgliedsländern vereinheitlichen und hat dazu den Europäischen Datenschutzausschuss (EDSA) gegründet. Dieser ist ein völlig neues Regulierungsinstrument in der Europäischen Union: Darin sind alle europäischen Aufsichtsbehörden an einem runden Tisch vertreten, strittige Fragen entscheidet es verbindlich mit Zweidrittel-Mehrheit. Jedes Land hat in diesem Gremium gleiches Stimmengewicht. Damit sollen datenschutzrechtliche Entscheidungen wesentlich schneller als bisher, vor allem aber einheitlich getroffen werden.

Ob das am grünen Tisch erdachte Regulierungskonzept in der Praxis funktioniert, wird sich jetzt erweisen: Anfang Dezember wollen die deutschen Aufsichtsbehörden den Fall des vermuteten Datentransfers von WhatsApp zu Facebook im Ausschuss zur Abstimmung bringen. Der hamburgische Datenschutzbeauftragte Johannes Caspar erreichte bereits zweimal Entscheidungen vor deutschen Gerichten, die den Datentransfer untersagten. Seit Inkrafttreten der DSGVO ist allerdings nur

noch Irland zuständig, wo WhatsApp und Facebook ihren Hauptsitz in der EU haben. Dennoch haben die deutschen Datenschutzbehörden weiterhin ein großes Interesse daran, diesen Fall geklärt zu sehen.

### Wo kein Kläger, da kein Richter?

Irland jedoch sieht überhaupt kein Problem. Gegenüber c't betonte der Sprecher der irischen Datenschutzbehörde Graham Doyle, dass WhatsApp zugesichert habe, keine Daten an Facebook zu übertragen: „Für die Datenschutzbeauftragte ist es nicht die Frage, ob sie glaubt, dass WhatsApp die gesetzlichen Verpflichtungen einhält, sondern der entscheidende Punkt ist, dass es weder einen Beweis noch irgend eine nachprüfbare Information gibt, die die Annahme untermauert, dass WhatsApp Daten mit Facebook teilt“, erklärt Graham. Damit ist der Fall für Irland also erledigt, solange kein Betroffener nachweisen kann, dass seine Daten entgegen der Zusicherung übertragen wurden.

Johannes Caspar beklagt die Schieflage, die sich aus Irlands Interpretation ergibt: Während kleine und mittlere Unternehmen hohen Aufwand betreiben, um die neuen Datenschutzregeln umzusetzen, könnten die großen Unternehmen Millionen von Nutzerdaten de facto hin-

**Die irische Datenschutzbehörde residiert offiziell seit vielen Jahren auf dem flachen Land in einem kleinen Ladenlokal (blauer Eingang rechts).**



Bild: Google



**Eine Luftaufnahme des Facebook-Firmensitzes lässt erahnen, welche wirtschaftliche Macht in dem Unternehmen geballt ist.**

Bild: Facebook

und herschieben, solange sie glaubhaft das Gegenteil versichern.

## Weiterhin nationale Alleingänge

Während im Fall Facebook wenigstens noch klar ist, dass Irland zuständig ist, stellt sich bei Google eine grundsätzliche Frage, nämlich wo die Zuständigkeit liegt: Erst im Frühjahr will Google eine datenschutzrechtlich relevante Sicherheitslücke, die in seinem Dienst Google+ seit 2015 existierte, geschlossen haben. Ob dies vor oder nach der Umsetzungsfrist der DSGVO stattfand, die Ende Mai ablieft, ist unklar; der Fall bedarf dringend einer Klärung. Die irische Datenschutzbehörde erklärte sich aber für nicht zuständig, da Google seine europäische Hauptniederlassung nicht in Irland betreibe. Im Fall von Google sei das US-basierte Unternehmen die datenverarbeitende Stelle. Damit ist kein EU-Land zuständig, und das hat zur Folge, dass alle nationalen Aufsichtsbehörden selbst in dem Fall tätig werden können – aber nicht müssen, sofern sie nicht beispielsweise durch Klagen von Betroffenen dazu gezwungen werden.

Das sieht auch die französische Aufsichtsbehörde CNIL so und eröffnete eine eigene Untersuchung im Fall von Google+. Im europäischen Datenschutzausschuss brachte bislang kein Mitgliedsland die Angelegenheit zur Klärung auf den Tisch. Zwar ist zu erwarten, dass Google bis 2019 alle formalen Anforderungen an das Verfahren erfüllt und dann von der irischen Aufsichtsbehörde reguliert wird. Bis dahin kann Irland sich aber aus der Verantwortung stehlen.

Johannes Caspar fürchtet Wettbewerbsverzerrungen, wenn europäische

Firmen schärferen Regeln unterworfen werden als internationale. Er will daher Anfang Dezember an seine Kollegen im Ausschuss appellieren, sich strittiger Fälle tatsächlich anzunehmen und diese zu entscheiden. Der Ausschuss müsse gemeinsame Standards setzen, was auch im Interesse der Industrie sei. Kleine EU-Mitgliedsländer wie Irland und Luxemburg mit wenigen Millionen Einwohnern dürfen nicht den Standard für alle setzen.

Eine bittere Pointe ist, dass die Datenschutzaufsichtsbehörden der Bundesländer, die für die Aufsicht von Unternehmen bis auf Post und Telekommunikation zuständig sind, derzeit im Europäischen Datenschutzausschuss nicht vertreten sind. Bis heute konnte sich der Bundesrat nicht auf einen Ländervertreter im Ausschuss einigen. Die Bundesdatenschutzbeauftragte Andrea Voßhoff, die den Sitz übernommen hat, wird daher Anfang Dezember ihren Hamburger Kollegen Johannes Caspar aus rein kollegialen Gründen zur Sitzung mitnehmen, doch er kann dort nicht abstimmen, wenn Angelegenheiten der Bundesländer aufgerufen werden. Die deutsche Position wird dadurch alles andere als gestärkt.

## Jeder gegen jeden

Ein weiteres Problem ist, dass viele Länder gar kein Interesse daran haben, die Fälle in den Ausschuss und damit aus der Hand zu geben. Besonders die kleinen nationalen Aufsichtsbehörden wehren sich mit Händen und Füßen dagegen. Offenbar möchten sie ihre laxen Datenschutzpraxis gerne fortsetzen und den daraus resultierenden Wettbewerbsvorteil für ihr Land so lange wie möglich erhalten. Die Ausschussvorsitzende Andrea Jelinek aus

Österreich sieht darin kein Problem. Auf Nachfrage teilte sie c't mit, dass die Kommunikation mit den Aufsichtsbehörden aus Luxemburg und Irland „sehr zufriedenstellend“ verlaufe.

Dem Vernehmen nach tritt die österreichische Aufsichtsbehörde, die im Ausschuss den Vorsitz führt, zwar markant auf, schafft es aber nicht, die nationalen Behörden zu vereinen und zu lenken. Die britische wie auch die französische Aufsichtsbehörde, die mit einem großen Mitarbeiterstab von mehreren hundert Personen in der Vergangenheit die Arbeit im Ausschuss prägten, spielen kaum noch eine Rolle, stattdessen kämpft nun offenbar jeder gegen jeden.

Gleichzeitig wird es in den Arbeitssitzungen immer schwieriger zu unterscheiden, ob die dort vertretenen Positionen Sachäußerungen sind oder von politischen Interessen geprägt sind. Da die meisten Behördenleiter vor Inkrafttreten der DSGVO ins Amt gekommen sind, haben sie noch kein transparentes Ernennungsverfahren nach objektiven Kriterien durchlaufen. Der eine oder andere musste dabei wohl im Heimatland politische Zusicherungen machen, die jetzt die gesetzlich geforderte unabhängige Entscheidungsfindung hemmen.

Wenn im Europäischen Datenschutzausschuss keine Einigung möglich ist, weil eine Mehrzahl der Aufsichtsbehörden den Abstimmungsmechanismus blockiert, bleibt Betroffenen und nationalen Behörden nur noch der Gang zum Europäischen Gerichtshof, aber „dann hätten wir Jahre verloren“, warnt die schleswig-holsteinische Datenschutzbeauftragte Marit Hansen. Die Betroffenen müssen dann erheblich länger auf die Umsetzung ihrer Rechte warten, wie das Beispiel der Facebook-Fanseiten zeigt: 2011 sah der damalige schleswig-holsteinische Landesdatenschützer Thilo Weichert in den Facebook-Fanseiten eine Auftragsdatenverarbeitung seitens Facebook. 2018, also sieben Jahre später, ordnete der Europäische Gerichtshof die Fanseiten als Fall „gemeinsamer Verantwortung“ ein, woraufhin Facebook das Kleingedruckte geringfügig änderte.

Wenn die Europäer es nicht richten, bleibt nur die Hoffnung, dass es die Amerikaner tun. Der im Sommer 2018 verabschiedete California Consumer Privacy Act orientiert sich bereits an den Betroffenen-Rechten der DSGVO und muss ab 2020 umgesetzt werden. (uma@ct.de) **ct**

# Erste DDR5-Speicherriegel für Server

**Server mit DDR5-SDRAM werden erst ab 2021 erwartet, aber Prototypen des neuen Speichers zeigen dessen Vorteile.**

Der koreanische Speicherchiphersteller SK Hynix fertigt **Entwicklermuster von DDR5-Speichermodulen**: Das Registered DIMM (RDIMM) HMCA2GR8AJR8C fasst 16 GByte plus Error Correction Code (ECC) für die Fehlerkorrektur. Neu bei DDR5 ist ECC mit 16 statt bisher nur 8 Bit. Damit sind aufwendigere Korrekturen möglich. Deshalb haben DDR5-ECC-DIMMs 10 Chips, bisher waren es nur 9.

DDR5-SDRAM soll auch wesentlich höhere Datentransferraten bringen, indem es höher taktet: DDR5-5200 beispielsweise mit 2600 MHz, also fast mit der doppelten Frequenz von DDR4-2666 (1333 MHz). Die Transferrate pro Kanal steigt dadurch von bisher 21,3 auf 41,6 GByte/s. Ein Prozessor mit acht RAM-Kanälen könnte also Daten mit insgesamt rund 333 GByte/s schaufeln.

Die Betriebsspannung sinkt bei DDR5 auf 1,1 Volt, bei DDR4 sind es 1,2 Volt. Das soll die Leistungsaufnahme senken, vermutlich allerdings nur bei gleicher Kapazität und Taktfrequenz.

Wann die ersten DDR5-Server erscheinen, ist offen; Branchenexperten

rechnen mit Pilotensystemen ab 2020. Bis dahin will etwa AMD für kommende Epyc-Generationen weiter die Fassung SP3 nutzen – für DDR5 werden neue Prozessorfassungen und Mainboards nötig sein. Vermutlich geht es erst ab 2021 los.

(ciw@ct.de)



Bild: SK Hynix

**Höhere Datentransferrate als DDR4-SDRAM und 16-Bit-ECC: DDR5-RDIMM von SK Hynix.**

## 1200-Dollar-Mainboard mit IBM Power9

Beim US-Unternehmen Raptor Computing Systems kann man für 1175 US-Dollar das Micro-ATX-Mainboard Blackbird mit IBM Power9 vorbestellen. Es soll im ersten Quartal 2019 ausgeliefert werden. Das Mainboard nutzt **quelloffene Firmware für den Quad-Core-Prozessor** sowie OpenBMC für den Fernwartungsschip Aspeed AST2500. Damit geht man Bugs und Hintertüren in proprietärer Firmware wie dem UEFI-BIOS sowie Intels Management Engine (ME) aus dem Weg. Raptor liefert den Power9 „Sforza“ mit

3,2 GHz Basistakt und 3,8 GHz im Turbo mit. Einen passenden Kühler gibt es ab 75 US-Dollar Aufpreis. Der Prozessor steuert zwei Registered DIMMs mit DDR4-Speicher und ECC an. Zwei PCIe-4.0-Fassungen nehmen Erweiterungskarten auf. An einer offenen Firmware für den Onboard-Netzwerkchip von Broadcom arbeitet Raptor zusammen mit der Community. Außerdem sitzen ein SATA-6G-Adapter von Marvell und ein USB-3.0-Controller von TI auf dem Board.

(ciw@ct.de)



Bild: Raptor CS

**Das Raptor CS „Blackbird“ hat offene Firmware für den Power9 mit vier Kernen.**

## RDIMM mit 256 GByte

Samsung kündigt das erste **Registered DIMM (RDIMM) mit 256 GByte Kapazität** an. Auf dem Modul M393ABG40M52-CYF mit acht Ranks sitzen 36 Bausteine, von denen jeder vier gestapelte DDR4-SDRAM-Dies mit je 16 Gigabit Kapazität enthält. Der Preis ist unbekannt, dürfte aber über 8000 Euro liegen. Bisher gibt es noch keine Server, in denen solche Module laufen. Vermutlich werden Intels kommender Xeon „Cascade Lake“ und AMDs Epyc „Rome“ 16-GBit-Speicherchips ansteuern können.

Die Micron-Tochterfirma Crucial nimmt unterdessen ein **32-GByte-NV-DIMM** ins Lieferprogramm auf. Es kombiniert DDR4-2933-SDRAM mit Flash-Speicher, der bei Stromausfall die Daten puffert.

Das NVDIMM kostet rund 400 Euro. Zusätzlich braucht man den passenden Ultrakondensator-Energiespeicher, der Strom für das Kopieren vom RAM ins Flash liefert.

(ciw@ct.de)

## HPE Edgeline fürs industrielle IoT

Hewlett Packard Enterprise (HPE) baut ein Portfolio von **Servern, Adapters und Software für Fabriken und Industrieanlagen** auf. Die Geräte am Netzwerk-„Edge“, also nahe an Maschinen statt in Rechenzentren aufgestellte Server, sollen Sensordaten einsammeln, Steuerbefehle ausgeben sowie sich flexibel erweitern lassen.

Neu ist das Edgeline EL300 Converged Edge System, letztlich ein Industrie-PC mit Core i5 und WLAN zu Preisen ab

2500 US-Dollar. Schon länger lieferbar sind der Rack-Einschub EL4000 und das EL1000-Gehäuse. Dort hinein passen Servermodule aus der ProLiant-Moonshot-Familie sowie Netzwerk- und Schnittstellenadapter aus einer Baureihe mit dem umständlichen Namen „Edgeline Operational Technology Link“ (OT Link). Das können zusätzliche Ethernet-Ports sein, aber auch CAN-Bus, GPIO-Kontakte und RS-485. (ciw@ct.de)



Server für den „Netzwerkrand“:  
HPE Edgeline EL300 mit Core i5

Bild: HPE

Anzeige

Anzeige

## ARM-Board mit zweimal Gigabit-Ethernet

Das System-on-Chip NXP i.MX 8M enthält vier Cortex-A53-Kerne, genau wie der Raspberry Pi 3. Ansonsten ist der i.MX 8M deutlich leistungsfähiger, er steuert etwa 4 GByte LPDDR4-SDRAM an und enthält die GPU Vivante GC7000.

Zudem hat er USB 3.0 und zwei PCIe-2.0-Lanes, einen integrierten Gigabit-Ethernet-Controller sowie einen separaten ARM Cortex-M4. Eine M.2-Fassung nimmt Erweiterungskarten auf. Kontron lötet das SoC auf den **Einplatinencom-**

**puter pITX-iMX8M im Pico-ITX-Format**, zusammen mit 4 GByte RAM und bis zu 64 GByte eMMC-Flash. Mit seinen zwei Gigabit-Ethernet-Ports eignet sich der pITX-iMX8M für einfache Server-Anwendungen. Dank HDMI, Mini-DisplayPort und Videodecodern unter anderem für H.265 und VP9 eignet er sich aber auch für Multimedia-Systeme. Kontron stellt Board Support Packages (BSPs) für Yocto Linux und Android bereit, verrät aber den Preis nicht. (ciw@ct.de)

## Einplatinen-PC mit Gemini Lake

Der Ibase IB822 ist ein **Single-Board-Computer mit Celeron J4005** oder Pentium Silver J5005 im 3,5-Zoll-Platinenformat. Er stellt zwei Gigabit-Ethernet-Ports bereit, vier serielle Ports sowie 4 × USB 3.0, DisplayPort 1.2 und HDMI 2.0.

Zwei SO-DIMM-Slots ermöglichen bis zu 8 GByte DDR4-Hauptspeicher. Zwei M.2-2230-Kärtchen lassen sich aufstecken, eines davon für WLAN. Es gibt auch zwei SATA-6G-Ports und GPIO-Anschlüsse. (ciw@ct.de)



# So richtig falsch

## Warum eine vielzitierte Klima-Studie zu Bitcoin falsch liegt

**Bitcoin könnte die globale Erderwärmung auf über zwei Grad anheben, prognostizieren Wissenschaftler. Die Studie zeigt aber vor allem, dass die Forscher Bitcoin nicht verstanden haben.**

**Von Mirko Dölle**

**E**s besteht kein Zweifel daran, dass Bitcoin-Mining übelste Kohlestromveredelung ist, denn trotz des von der chinesischen Regierung verkündeten landesweiten Mining-Ausstiegs steht noch immer ein Großteil der Miner in China.

Grüne Miner, die sich aus lokalen, andernfalls ungenutzten Überkapazitäten regenerativer Energie speisen, sind die Ausnahme. Welche CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Kryptowährung entstehen und wie sie sich in Zukunft entwickeln dürften, wenn Bitcoin zunehmend als Zahlungsmittel genutzt wird, haben vier Wissenschaftler der Uni Hawaii in einer Studie untersucht – aber dabei einen fatalen Fehler gemacht.

Bekannt wurde die Studie nicht zuletzt wegen ihres äußerst plakativen Titels: Die Emissionen durch Bitcoin allein könnten die globale Erderwärmung über 2 Grad drücken, lautete die Überschrift des Artikels in der Oktober-Ausgabe der Fachzeitschrift *Nature Climate Change*, in dem die Autoren ihr Ergebnis veröffentlichten.

Dafür untersuchten die Autoren zunächst alle in 2017 erzeugten Blöcke der Blockchain auf ihre Schwierigkeit (Difficulty) hin und berechneten, wie viel Rechenleistung dafür aufgewendet wurde. Über den Wirkungsgrad der damals üblichen Miner und deren Standort konnten sie abschätzen, wie viel CO<sub>2</sub> die Bitcoin-Miner in 2017 freigesetzt haben: Fast 70 Millionen Tonnen. Das ist fast die Hälfte dessen, was alle Pkw und Lkw in Deutschland im gleichen Jahr ausgestoßen haben. Dabei habe der Bitcoin nach Berechnungen der Forscher gerade einmal einen Anteil von 0,033 Prozent am weltweiten bargeldlosen Zahlungsverkehr gehabt – eine Menge Emissionen für verschwindend wenige Transaktionen.

### Bitcoin statt Kreditkarte

Im nächsten Schritt sahen sich die Wissenschaftler an, wie sich die Emissionen der Kryptowährung entwickeln dürften, falls sie sich durchsetzt und künftig andere bargeldlose Zahlungsmethoden ablöst. Dazu bedienten sie sich verschiedener Analogien: Sie untersuchten zunächst, wie sich andere Technologien über die Jahre hinweg entwickelten. Ihre Prognose für die zunehmende Nutzung von Bitcoin lehnten sie an die von Elektrizität und Kreditkarte an. Indem sie die Emissionen aus 2017 zugrunde legten, berechneten sie, wie viel mehr Emissionen entstehen, falls die Kryptowährung andere bargeldlose Zahlungsformen ablösen würde.

Das Ergebnis war erschreckend: Innerhalb von 16 Jahren würde Bitcoin die weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen so weit steigern, dass die Erderwärmung um mehr als 2 Grad ansteigen dürfte – immer vorausgesetzt, Bitcoin wird künftig wie prognostiziert vermehrt als Zahlungsmittel eingesetzt. Ein Ergebnis, das plausibel klingt – und doch grundfalsch ist.

So gut wie alle Emissionen von Bitcoin gehen auf das Konto der Miner, sie verbuchen die Transaktionen der Kryptowährung. Die Miner sind im Grunde das weltweit verteilte Rechenzentrum einer fiktiven Krypto-Bank, die Überweisungen verarbeiten. Dafür erhalten die Miner Überweisungsgebühren, die sogenannte Transaction Fee, sowie eine Subvention von aktuell 12,5 Bitcoin im Wert von etwa 50.000 Euro pro Block. Auf die Subvention sind die Miner angewiesen, denn die derzeit gezahlten Transaction Fees decken nicht einmal die Stromkosten der Miner. Durch die Subventionen und einen

Wechselkurs von mehreren Tausend Euro pro Bitcoin wird Mining ein äußerst lukratives Geschäft.

Um die Belohnung zu kassieren, muss man weltweit als Erster den aktuell gesuchten Block berechnet und veröffentlicht haben. Dazu sucht sich der Miner bis zu 4000 der lukrativsten Transaktionen zusammen, fügt die Auszahlungsadresse für die Belohnung hinzu und berechnet zweimal den Hash dieses Datenblocks. Dabei garantiert der Hash-Wert, dass der Inhalt des Blocks nachträglich nicht verändert werden kann.

### Große Schwierigkeiten

Diese Arbeit erledigen selbst einfache Mikroprozessoren in Bruchteilen einer Sekunde – ein moderner AntMiner S9i schafft die Hash-Wert-Berechnung bis zu 14,5 Billionen Mal pro Sekunde, weshalb die Rechenleistung des Miners mit 14,5 TH/s (Tera-Hashes pro Sekunde) angegeben ist. Doch eine Anforderung des Bitcoin-Protokolls ist, dass idealerweise erst nach genau zehn Minuten weltweit der nächste Block gefunden wird, nicht billionenfach binnen einer Sekunde. Deshalb hat der geheimnisvolle Bitcoin-Erfinder Satoshi Nakamoto einen zusätzlichen Schwierigkeitsgrad eingebaut, die sogenannte Difficulty.

Die Difficulty ist ein variabler Wert und wird alle 2016 Blöcke neu berechnet, also alle zwei Wochen. Damit ein Block anerkannt wird, muss sein Hash-Wert unterhalb der von der gerade gültigen Difficulty vorgegebenen Schwelle liegen – andernfalls kann der Miner eine eigens dafür vorgesehene Zahl im Block verändern und den neuen Hash des Blocks berechnen. Diese vielfache Neuberechnung wird in der Publikums presse oft als „sinnloses mathematisches Puzzle“ bezeichnet.

Der Knackpunkt ist, dass sich nicht vorhersagen lässt, welche Auswirkungen selbst eine minimale Änderung innerhalb des Blocks auf den Hash-Wert hat. Den Minern bleibt also nichts anderes übrig, als immer wieder die dafür vorgesehene Zahl zu verändern, den neuen Hash-Wert zu berechnen und ihn mit der Schwelle zu vergleichen.

### Bitcoin-Lotto

Eine bessere Analogie ist daher eine Lotterie: Weltweit ziehen zwischen 2,5 und 3 Millionen Miner 14,5 Billionen Mal pro Sekunde neue Lose, bis jemand eins mit einem passenden Hash-Wert erwischt

und 12,5 Bitcoin einstreicht. Genau wie bei einer echten Lotterie, etwa sechs Richtige aus 49 Zahlen, bestimmen der Schwierigkeitsgrad (Gewinnwahrscheinlichkeit) und die Zahl der Lose, wie oft jemand im statistischen Mittel gewinnt.

Das ist auch der Grund, warum die neue Difficulty anhand der letzten 2016 Blöcke berechnet wird: Es kann immer mal passieren, dass ein Miner Glück hat und gleich im ersten Anlauf einen passenden Hash-Wert berechnet – oder dass es länger dauert. Werden mehr Lose im gleichen Zeitraum gezogen, gibt es also mehr Miner oder steigern die Miner ihre Hash-Leistung, so muss der Schwierigkeitsgrad ebenfalls ansteigen, damit nicht öfter ein neuer Block gefunden wird. Umgekehrt muss der Schwierigkeitsgrad fallen, wenn es weniger Mining-Leistung gibt, weil sonst der Abstand der Blöcke steigt.



Der Schwierigkeitsgrad und damit die Energiemenge, die zum Berechnen eines Blocks benötigt wird, hängt somit nur von der Gesamtrechenleistung aller Miner weltweit ab – nicht jedoch von der Anzahl der Transaktionen, die getätigten werden. Das Bitcoin-Protokoll legt lediglich fest, dass ein Block nominal höchstens 1 MByte groß sein darf, effektiv sind es knapp 2 MByte. Auch hier gibt es keine Relation zu einer bestimmten Anzahl an Transaktionen – denn je nach Anzahl der beteiligten Adressen kann eine Transaktion nur wenige hundert Bytes oder mehrere Kilobytes groß sein. Maximal passen derzeit knapp 4000 Transaktionen in einen Block.

Es gibt auch keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Bitcoin-Transaktionen und der Anzahl der dafür benötigten Miner: Theoretisch könnte ein einziger Miner den gesamten weltweiten Bitcoin-Handel abwickeln – vorausgesetzt, der Schwierigkeitsgrad würde entsprechend gesenkt.

### Breitere Nutzung gleicher Stromverbrauch

Eine breitere Nutzung von Bitcoin als Zahlungsmittel und der damit verbundene Anstieg der Transaktionszahlen hätten also gar keinen Einfluss auf die Emissionen, die durch die Kryptowährung entstehen. Den skizzierten Anstieg könnte Bitcoin in seiner heutigen Form allerdings gar nicht bewältigen: Bei maximal 4000 Transaktionen alle zehn Minuten sind nicht mehr als rund 210 Millionen Transaktionen pro Jahr möglich.

Um mehrere hundert Milliarden Transaktionen pro Jahr durchführen zu können, müsste mittels Hard Fork die Blockgröße erhöht werden. Bitcoin Cash hat die Blocksize bereits auf 32 MByte erhöht – Einfluss auf den Stromverbrauch der Miner hatte das nicht.

Es sind die hohe Hash-Leistung und die große Zahl an Minern, die den Schwierigkeitsgrad und damit den globalen Stromverbrauch des Bitcoin in so schwindelerregende Höhen getrieben haben. Dass es überhaupt so viele Miner gibt, liegt an der Subvention von 12,5 Bitcoin pro Block und dem hohen Wechselkurs, der bis vor wenigen Wochen bei über 6000 US-Dollar pro Bitcoin lag. Die Stromkosten dürften sich in China aber nur auf etwa 2000 US-Dollar pro Bitcoin belaufen.

Als der Bitcoin-Kurs Mitte November von etwa 6000 US-Dollar auf unter 4000 Dollar abstürzte, ließen sich die Auswirkungen unmittelbar an der Hash-Leistung des Bitcoin-Netzwerks ablesen: Sie sank von etwa 50 EH/s (Exa-Hashes pro Sekunde) binnen zwei Wochen auf gut 40 EH/s. Offenbar ließen sich etwa 20 Prozent der Miner nicht mehr profitabel betreiben und wurden abgeschaltet – womit die Emissionen des Bitcoin um rund 20 Prozent abnahmen. Dementsprechend sank auch die Difficulty Ende November um mehr als 15 Prozent.

Die Zahl der Transaktionen hingegen schwankte im gleichen Zeitraum ständig zwischen 240.000 und 280.000 pro Tag hin und her. Das beweist: Die hawaiianischen Forscher liegen mit ihrer Annahme, eine vermehrte Nutzung von Bitcoin würde zu mehr Emissionen führen, grundfalsch. Wäre dem so, hätte die Difficulty bei ungefähr gleichbleibender Zahl an Transaktionen nicht so drastisch sinken dürfen.

(mid@ct.de) **ct**

**Studie zur Erderwärmung durch Bitcoin:**  
[ct.de/ybh8](http://ct.de/ybh8)

# Überlegen durch echte Parallelität

**IBM-Forscher beweisen einen speziellen Vorteil der Quantencomputer gegenüber klassischen Rechnern**

**Werden Quantencomputer Schlüssel knacken und Probleme lösen, die bisherige Rechnerarchitekturen niemals bewältigen können? Ja, sagt eine IBM-Forschergruppe, und sie kann den Quantum Advantage erstmals für einen bestimmten Fall beweisen.**

**Von Alexander Braun**

**Ü** berraschenderweise erst jetzt haben Wissenschaftler bewiesen, dass der Quantencomputer einen Vorteil gegenüber allen heutigen Computern hat, wenn auch nur für einen sehr speziellen Fall. Erreicht hat diesen Meilenstein ein Projektteam aus Sergey Bravyi von IBM Research, David Gosset von der University of Waterloo und Robert König von der TU München [1].

Quantencomputer sind viel schneller als alle heutigen Computer, die sich auf das Rechnermodell der Turingmaschine zurückführen lassen; so ist es regelmäßig in Beiträgen zum Thema Quantencomputer

zu lesen. Eines Tages werden Quantencomputer viele aktuelle Verschlüsselungen knacken. Der Mathematiker Peter Shor wies bereits 1994 nach, dass sein Quantencomputer-Algorithmus die Primfaktorzerlegung einer großen Zahl in polynomieller Zeit bezogen auf die Anzahl der Eingangs-Bits erledigen kann (Komplexitätsklasse P), während alle bekannten klassischen Algorithmen wenigstens subexponentielle Zeit dafür benötigen [2] – der Mathematiker würde das als NP-schwer bezeichnen. Dieses Faktorisierungsproblem bildet aber zum Beispiel die Grundlage für RSA, ein weit verbreitetes Verfahren für Public-Key-Verschlüsselungen und digitale Signaturen.

## Konstante Rechenzeit

Aufgrund derartiger Durchbrüche bezweifelt kaum jemand, dass Shors Algorithmus (und selbst der erste bekannte Quantenalgorithmus überhaupt, der Deutsch-Josza-Algorithmus [3]) seinem klassischen Pendant prinzipiell überlegen ist. Die Frage ist nur: Erfindet vielleicht in Zukunft jemand einen neuen klassischen Al-

gorithmus, welcher das Problem ebenfalls in polynomieller Zeit bewältigen kann? Denn einen Beweis dafür, dass die Primfaktorzerlegung ein NP-schweres Problem ist, hat bisher niemand geliefert.

Hier nun setzt der Beitrag der Forschergruppe an. Sie hat sich eine mathematische Problemklasse gesucht und gefunden, die zwei wichtige Eigenschaften hat: Zum einen lässt sich die Komplexitätsklasse der Algorithmen mathematisch beweisen, zum anderen existiert eine Quantenversion der Lösung, welche den gewünschten Geschwindigkeitsvorteil zeigt. Das Spannende daran: Die Komplexitätsklasse des Quantenalgorithmus ist konstant. Egal wie viele Input-Bits man hinzufügt, die Zeit zur Berechnung des Algorithmus bleibt immer dieselbe. Für den klassischen Algorithmus beweisen die Autoren, dass er nicht in konstanter Zeit abgearbeitet werden kann.

Die Autoren bevorzugen hierbei den Begriff des Quantum Advantage gegenüber der 2013 von John Preskill eingeführten Quantum Supremacy [4]. Laut Preskill umschreibt Quantum Supremacy, dass Quantencomputer einmal Aufgaben erfüllen können, die über das hinausgehen, was bisher in klassischer Computertechnik erreicht werden kann. Der Unterschied zum Quantum Advantage ist graduell und selbst Gegenstand der Diskussion.

Das mathematische Problem selbst ist bei Weitem nicht so spektakulär wie einst bei Shor, und es wird auch kurzfristig keine konkreten Ergebnisse hervorbringen. Doch darum geht es nicht: Wenn auch nur für eine sehr spezielle Problemklasse aus der linearen Algebra, so wurde hier der Vorteil des Quantencomputers gezeigt. Und diesmal muss die Fachwelt nicht darauf warten, ob in Zukunft vielleicht noch jemand eine bessere Idee hat. Der Vorteil ist schon heute vorbehaltlos bewiesen.

(agr@ct.de) **ct**



**Hoher Aufwand, der aber Vorteile bringt: Arbeiten am geöffneten Kühlsystem, das im Betrieb Qubits auf Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt hält. Ein 20-Qubit-System ist im Projekt IBM Q für Tests über die Cloud nutzbar.**

## Literatur

- [1] Bravyi, S., Gosset, D., König, R., Quantum advantage with shallow circuits, *Science* 362 (2018)
- [2] Shor, Peter W. (1997), Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer, *SIAM J. Comput.*, 26 (5), arXiv: quant-ph/9508027v2
- [3] Deutsch, D., Josza, R., Rapid solution of problems by quantum computation, *Proceedings of the Royal Society of London A*. 439, (1992)
- [4] Preskill, J., Quantum computing and the entanglement frontier, Rapporteur talk at the 25th Solvay Conference on Physics, <https://arxiv.org/abs/1203.5813>

## Ohrenzucken steuert die Handprothese

Mit einer eher ungewöhnlichen Mensch-Maschine-Schnittstelle haben Forscher der Universitätsmedizin Göttingen eine neue Steuerung für Handprothesen realisiert. Über ein Ohrenzucken, das die meisten Menschen mit etwas Übung willkürlich hinbekommen, geben die Anwender gezielte Impulse. Die Forscher messen die **elektrischen Signale beim Aktivieren der Muskeln** und übertragen diese über einen feinen Draht auf einen Mikrochip. Dieser zeichnet die Signale auf und überträgt sie per Funk an die Computersteuerung. Im jüngsten Projekt bewegten Testteilnehmer über diesen Signalweg sehr akkurat eine Handprothese.

Längst stehen Patienten nach Unterarm- oder Handamputationen ausgefeilte motorisierte Handprothesen zur Verfügung. Die Kunsthands lässt sich öffnen und sie kann gezielt zugreifen, zudem sind die Prothesen am Unterarm drehbar. Viele Patienten können diese Funktionen bisher allerdings nur nacheinander ansteuern. Mit ihrer neuen Ohrsteuerung gelang den Göttinger Wissenschaftlern eine hybride Lösung. Während ihre Probanden das Öffnen und Schließen der Hand über die Unterarmmuskulatur auslösen, steuerten sie die Drehung der Prothese mit ihren

Ohren. So konnten die Teilnehmer gleichzeitig greifen und die Hand drehen. Sie bekamen ihre neue Hand deutlich schneller unter Kontrolle und es unterliefen ihnen auch weniger Fehler als der Vergleichsgruppe ohne Ohrmuskelsteuerung.

Für die Zukunft sehen die Göttinger noch vielfältige weitere Einsatzmöglich-

keiten dieser neuen Schnittstelle. Sie arbeiten an voll implantierten Systemen, die universell einsetzbar sind und per Funk ganz unterschiedliche Geräte ansprechen wie ein beliebiger Schalthebel. Zum Beispiel haben die Göttinger in früheren Experimenten schon elektrische Rollstühle mit ihren Ohren gesteuert. (agr@ct.de)



Bild: Universitätsmedizin Göttingen

**Kopfsache:** Mit einem Zucken des linken oder rechten Ohrmuskels steuert der Tester am Institut die Drehung der Handprothese.

## Digitale Patientenakte lebenslang vertraulich

Aus Sorgen um die Vertraulichkeit der Daten zögern viele Staaten, digitale Patientenakten einzuführen. Während beispielsweise Genomdaten über die gesamte Lebensspanne des Patienten vertraulich sein sollten, werden „alle heute genutzten Verschlüsselungsverfahren in den nächsten Jahrzehnten unsicher“, sagt Prof. Johannes Buchmann von der TU Darmstadt mit Blick auf die Gefahr verschlüsselungsbruchender Quantencomputer.

Eine Lösung für die sichere Speicherung sensibler Gesundheitsdaten haben nun Wissenschaftler des Sonderforschungsbereichs Crossing an der TU Darmstadt entwickelt. Gemeinsam mit japanischen und kanadischen Partnern starten sie mit ihrem **Projekt LINCOS** (Long-Term Integrity and Confidentiality Pro-

tection System) in den kommenden Wochen den Testbetrieb in Japan. LINCOS nutzt dabei Secret Sharing: Es speichert **Bruchteile jedes einzelnen Datensatzes auf verschiedenen Servern**. Sollten nun Angreifer von einem kompromittierten Server Dateien erbeuten, so ergeben diese für sich genommen keinen Sinn.

Ein zweiter Sicherheitsaspekt ist die Integrität der gespeicherten Gesundheitsdaten, die LINCOS durch wechselbare Signaturen gewährleisten soll. Ein dritter Baustein ist die Verschlüsselung für eine abhörsichere Kommunikation zwischen Krankenhaus und Datenserver. In der Zukunft soll dieser Schritt durch ein Quantenschlüssel-Austauschverfahren (Quantum Key Distribution; QKD) ersetzt werden. (agr@ct.de)

## KI prüft Aufmerksamkeit

Ob Gesprächspartner aufmerksam folgen, kann eine künstliche Intelligenz am Institut für Communications Engineering der Universität Ulm recht zuverlässig ermitteln. Die Forscher ließen ihr System Lippen- und Augenbewegungen, Gesichtsausdruck und die emotionale Färbung der Stimme in **Videoaufnahmen analysieren** und mit den Bewertungen menschlicher Analysten abgleichen.

Um den Rechenaufwand zu mindern, beschränkten die Forscher ihr System auf die beiden effektivsten Eingangskanäle. Ihr Ergebnis: Allein an der Stimmfärbung und zusätzlich den Lippenbewegungen konnte die KI in gut 70 Prozent der Fälle korrekt erkennen, ob ein Mensch aufmerksam am Gespräch teilnimmt. (agr@ct.de)

Anzeige

# Facebook unter Dauerfeuer

**Britische Parlamentarier sind empört, weil Facebook-Chef Mark Zuckerberg einer Anhörung fernblieb. Derweil kündigt sich ein neuer Datenskandal an.**

Der Ton wird rauer, die Methoden werden rabiater: Das britische Parlament lässt im Skandal rund um Facebook und die Datenanalysefirma Cambridge Analytica nicht locker und bringt den Social-Media-Konzern immer tiefer die Bredouille. Am 27. November sollte Mark Zuckerberg im Parlamentsausschuss für Digitales, Kultur, Medien und Sport (DCMS) unangenehme Fragen beantworten. Doch sein Stuhl blieb leer – er ließ sich von Facebooks Cheflobbyist in Europa, Richard Allan, vertreten. Diesen Affront werteten die Abgeordneten als Hinweis, dass Mark Zuckerberg den Ernst der Lage nicht verstanden habe. Unterstützt wurden sie von Kollegen aus insgesamt acht anderen Staaten, deren Parlamente ebenfalls Facebooks Aktivitäten untersuchen.

Unter Bezug auf kurz zuvor beschlagnahmte Unterlagen aus den USA deutete Ausschussleiter Damian Collins einen möglichen weiteren Datenschutzskandal an: Ein Facebook-Mitarbeiter habe bereits 2014 herausgefunden, dass von einer russischen IP-Adresse drei Milliarden „Datenpunkte“ von Facebook heruntergeladen

worden seien. Allan wollte nicht beantworten, ob dieser mutmaßliche Datenabgriff auch externen Stellen gemeldet wurde.

Der Labour-Abgeordnete Clive Efford ging auf bislang nicht diskutierte Praktiken des sozialen Netzwerks ein. Facebook gibt App-Entwicklern für deren Anwendungen zwar generell Zugang zur eigenen Plattform, gewährt Efford zufolge aber spezielle, besonders vorteilhafte Regelungen für große Diensteanbieter. Laut Efford hat Facebook dabei Unternehmen bevorzugt, die potenziell viel Geld für Mobilwerbung ausgeben können.

Anhand der Fragen der geladenen Gäste aus Argentinien, Belgien, Brasilien, Frankreich, Irland, Kanada, Lettland und Singapur wurde im weiteren Verlauf der Befragung die Vielfalt der Kritik deutlich, der sich Facebook gegenwärtig weltweit ausgesetzt sieht. Edwin Tong aus Singapur etwa brachte Allan in Erklärungsnotstand, als er einen Facebook-Eintrag aus Sri Lanka vorlas. Obwohl es darin hieß, „Tötet alle Muslime! Lasst nicht einmal ein Kind der Hunde entkommen“, sei der nicht gelöscht worden. Selbst der Kommunikationsminister habe keine Lösung des Eintrags erreicht. Allan sprach von einem „Fehler“, was von den Anwesenden als Verharmlosung zurückgewiesen wurde. (hob@ct.de)



Wo ist Zuck? Per Tweet mokierten sich Mitglieder im DCMS-Ausschuss über das Fehlen von Zuckerberg.

## Neuer Bundesdatenschutzbeauftragter

Der Bundestag hat am 29. November den Diplom-Informatiker **Ulrich Kelber** zum neuen Bundesbeauftragten für Datenschutz und Informationsfreiheit (BfDI) gewählt. Der SPD-Abgeordnete beerbt damit Anfang 2019 Andrea Voßhoff an der Spitze der unabhängigen, in Bonn angesiedelten Behörde. Von Kelber erhoffen

sich Datenschutzexperten, dass er im Vergleich zu Voßhoff härter mit datensammelnden Unternehmen ins Gericht geht und Themen offensiver in die Öffentlichkeit bringt. Er bezeichnete gegenüber c't als eine seiner wichtigsten Aufgaben im neuen Amt, das europaweite Datenschutzrecht durchzusetzen. (hob@ct.de)

# Riesiger Werbetrug mit Android-Apps



**Clean Master** soll das Smartphone eigentlich von Unbill befreien. Bis Redaktionsschluss war die App, die mehr als eine Milliarde Downloads aufweist, noch im Play Store verfügbar.

Acht Android-Apps mit insgesamt zwei Milliarden Downloads und 700 Millionen aktiven Nutzern haben offenbar systematisch **Werbeprovisionen erschlichen**. Sieben der Apps stammen vom chinesischen Hersteller CM, darunter CM Launcher 3D. Von Kika stammt die Tastatur App Kika Keyboard. Aufgedeckt hat den Schwindel das US-Magazin Buzzfeed.

Die Apps haben auf zweierlei Weise Werbegelder erschlichen. Bei der sogenannten „Click Injection“ haben sie sich bei Installationen von Apps mit lukrativem Provisionsangebot in den Installationsprozess geschoben, sodass es aussah, als habe eine eigene Anzeige zu der Installation geführt. Beim sogenannten „Click flooding“ täuschen die Apps ständig Klicks auf

Anzeigen vor, die besonders hohe Provisionszahlungen versprechen.

Möglich wurden die Betrugsmaschen erst dadurch, dass die Apps bei der Installation vom Nutzer bis zu 120 einzelne Zugriffsrechte anfordern. Dazu gehört auch die Möglichkeit, die Aktivitäten anderer Apps zu überwachen, sich vor andere Apps zu schieben und die Web-Historie des Browsers zu überschreiben.

Mit den Recherchen von Buzzfeed News konfrontiert, kündigte Google Ermittlungen an. Inzwischen sind zwei der acht Apps aus dem Play Store verschwunden.

(Torsten Kleinz/jo@ct.de)

**BuzzFeed-Bericht:** [ct.de/y78u](https://ct.de/y78u)

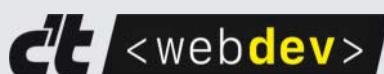
Anzeige

## Entwickler-Konferenz c't <webdev>: Keynotes stehen fest

Estelle Weyl und Martin Splitt halten die Keynotes der c't <webdev>, der neuen Frontend-Entwickler-Konferenz der c't. Weyl, Autorin mehrerer CSS-Bücher, wird die Konferenz mit ihrem Vortrag „User Experience versus Developer Experience“ eröffnen. Dabei zeigt sie, dass es beim Entwurf von Websites um mehr geht als Ladezeiten, Responsiveness, Sicherheit und Performance: Bei aller Konzentration auf diese wesentlichen technischen Merkmale darf die Usability nicht auf der Strecke bleiben.

Martin Splitt, Developer Advocate bei Google, wirft in seiner Keynote „A brief history of the web“ am zweiten Konferenztag einen Blick zurück in die Zukunft: Er bespricht, was

in der Vergangenheit gut und was nicht so gut funktioniert hat – und vor allem, worauf die Entwicklergemeinde bei der gemeinsamen Gestaltung der Web-Zukunft achten sollte.



Die Programmierung von Web- und anderen Oberflächen, UX-Design, Hilfestellungen für den Entwicklungsprozess, Security, Rechtsfragen – die c't <webdev> behandelt in drei Tracks viele aktuelle Themen rund um das Thema Frontend-Entwicklung. Das vollständige Programm findet sich unter <https://ctwebdev.de>.

# Trainer gegen Trainer

## PvP für die Pokémon-Go-Professoren

**Im Laufe des letzten Jahres hat Niantic es Gelegenheitsspielern immer leichter gemacht, im Handyspiel Pokémon Go zu den alten Hasen aufzuschließen. Viele neue Spieler und die zweite Umsatzmilliarde waren der Lohn. Nun bekommen die Pokémon-Alleswissere ein Bonbon, auf das sie zwei Jahre gewartet haben: Kämpfe gegen andere Spieler.**

**Von Florian Müssig und Ingo T. Storm**

Manche Pokémon-Go-Spieler wissen gar nicht, was „PvP“ bedeutet. Andere warten darauf, seit es das Spiel gibt. PvP steht für Player vs. Player, also Kämpfe Spieler gegen Spieler. In den sogenannten „Main Series Games“ vom Game Boy bis zum Nintendo 3DS gibt es die seit 20 Jahren – dementsprechend enttäuscht waren alte Pokémon-Hasen, dass diese Dimension in Pokémon Go fehlt.

Nun hat das Warten ein Ende. In Kurzform: PvP-Kämpfe kosten nichts. Für die ersten drei Partien jedes Tages bekommt der Spieler Sternenstaub und seltene Gegenstände als Belohnung – der Sieger natürlich mehr als der Verlierer. Zwei beliebige Spieler können gegeneinander antreten, wenn sie sich am selben Ort befinden; Fernkämpfe laufen über das im Sommer eingeführte Freundesystem. Wer erstmal üben will, der tritt gegen die KI in Gestalt der drei Team-Anführer Blanche, Candela und Spark an.

Jeder Spieler schickt drei Monster in die Schlacht. Ist nach vier Minuten kein Kämpfer besiegt, entscheidet die Anzahl der verbliebenen Monster beziehungsweise deren Restlebensenergie.

### Drei Ligen

Damit Einsteiger und Gelegenheitsspieler eine Chance haben, gibt es drei Ligen, in denen unterschiedlich starke Pokémon eingesetzt werden dürfen – bis 1500, 2500 beziehungsweise 10.000 Wettkampf-

punkte (WP). Da man ein schon hochgezüchtetes Monster nicht wieder „herunterleveln“ kann, bleiben die Hardcore-Spieler in der höchsten Liga erstmal unter sich, während die Kleinen in den unteren Ligen genauso viel Spaß haben, wenn auch für bescheidenere Belohnungen.

Der eigentliche Kampf verläuft synchron, man hämmert also wie bisher möglichst schnell aufs Display. Der Gegner darf zweimal pro Match ein Schild gegen eine Ladeattacke einsetzen. Bei Bedarf kann man sein Monster gegen ein anderes aus dem Dreier-Team austauschen. Zwischendurch wiederbeleben oder mit Tränken aufpäppeln kann man sie nicht.



**Pokémon Go bekommt ein Kampfsystem Spieler gegen Spieler. Hier darf jedes Pokémon zwei verschiedene Ladeattacken benutzen.**

Neue taktische Tiefe entsteht dadurch, dass Pokémon eine zweite Ladeattacke erlernen können. Sie stammt wie die erste aus dem sehr eingeschränkten Attacken-Pool der Pokémon-Spezies und muss für jedes einzelne Pokémon erst gegen Sternenstaub und Bonbons freigeschaltet werden.

Diese Erweiterung des Kampfprinzips verschiebt die Kräfteverhältnisse unter den Spielern. Bisher ist der erfolgreichste Trainer der, der am meisten investiert hat, sei das nun Zeit oder Geld. Welche Pokémon man bis zum Anschlag hochzüchten muss, entnimmt man Guides der einschlägigen Webseiten wie Gamepress oder TheSilphRoad. In Arenen und Raids taucht nur eine sehr kleine Teilmenge der Pokémon-Population auf, man muss sich also nicht viel merken und braucht nur ein paar Angreifer immer wieder.

### Grips gewinnt

Im neuen System kommt man mit so einfachen Rezepten nicht weit, da man es mit mehr verschiedenen Gegner-Spezies und -Attacken zu tun bekommt. Sich im Dickicht der 18 Pokémon- und Attackentypen mit etlichen Überempfindlichkeiten und Resistenzen auszukennen wird also wichtiger als die höchste WP-Zahl. Die Pflanzenattacke Solarstrahl tut beispielsweise dem Boden/Gesteins-Pokémon Geowaz viermal so weh wie dem Käfer/Flug-Pokémon Sichlor.

Die Frage ist nun, welchen Effekt das auf die Spieler-Community haben wird: Sind die „Großen“ verärgert, weil ihre Investition sich nicht auszahlt? Dann verliert Niantic Spieler, die bisher über In-App-Käufe Geld in die Kasse gespült haben. Oder beißen sie in den sauren Apfel und lernen, was man in den Konsolen-Spielen auch schon lernen musste? Dann könnten ihnen dämmern, dass sie weniger investieren müssen als bisher – auch nicht gut für Niantic. Vielleicht ist das Ziel aber auch, die enttäuschten Pokémon-Professoren zurück ins Boot zu holen. Dann hätte Niantic alles richtig gemacht.

Wie andere neue Funktionen wird PvP schrittweise ausgerollt und am Anfang wohl wieder nur für Level-40-Trainer zur Verfügung stehen. Langfristig sind Erweiterungen der Kämpfe angedacht. Während der Präsentation des PvP-Systems waren in Konzeptbildern beispielweise nicht nur 1-gegen-1-Kämpfe zu sehen, sondern auch 2 gegen 2 und 3 gegen 3. Es bleibt spannend.

(it@ct.de) **ct**

## Facelifting für ON1 Photo Raw 2019

Die **Fotoeffekt-Software** ON1 Photo Raw 2019 präsentiert sich in einer neu strukturierten Oberfläche. Werkzeuge zur Fotoentwicklung, die zuvor auf die Reiter „Develop“, „Effects“, „Portrait“ und „Local Adjustments“ verteilt waren, hat ON1 als Paletten im Edit-Modul zusammengefasst. Der Reiter „Layers“ steht im Edit-Modul als Ebenenwerkzeug zur Verfügung. Dort lassen sich Ebenen maskieren und somit mehrere Fotos überblenden. Für jede Ebene erlaubt das Programm separate nichtdestruktive Anweisungen.

Mit künstlicher Intelligenz soll das Programm Entwicklungseinstellungen von Lightroom nach ON1 Photo Raw übertragen können. Die Einstellungen

können dann mit der ON1-Software weiterbearbeitet werden. Ebenen richtet das Programm auf Wunsch automatisch aus. Unterschiedlich fokussierte Fotos derselben Szene soll es damit überblenden können, um die Tiefenschärfe künstlich zu erhöhen (Focusstacking). Eine Porträtpalette soll zur einfachen Retusche von Haut, Zähnen und Augen die Gesichter im Bild automatisch erkennen können. Mit einem neuen Textwerkzeug lassen sich Schriftzüge ergänzen.

ON1 Photo Raw 2019 läuft unter Windows und macOS. Mit einer Lizenz für 99,99 US-Dollar (Upgrade 79,99 US-Dollar) kann man das Programm auf bis zu fünf Rechnern installieren. (akr@ct.de)



Im Raw-Entwickler ON1 Photo Raw 2019 kann man jeder Ebene eigene Entwicklungseinstellungen zuweisen.

## WinZip 23 Enterprise

Corel bietet WinZip 23 Enterprise als Programm zum sicheren Verteilen von Dateien in der Cloud an. In der Gesamtansicht zeigt das **ZIP-Tool** Dateien in verschiedenen Cloud-Konten an. Es unterstützt unter anderem Google Drive, Dropbox, OneDrive, CloudMe, SugarSync, SharePoint und Office365. Hinzu kommen nun die Cloud-Dienste IBM Cloud, SwiftStack, RackSpace und OpenStack sowie die von Amazon eingeführten AWS-Regionen. WinZip soll dabei jeweils die AES-Verschlüsselung nutzen, die der DSGVO und diversen US-Vorschriften wie FIPS und DFARS genügt.

Administratoren können unternehmensweit individuelle Schlüssel ergänzen und die Oberfläche so konfigurieren, dass Nutzern nur die von ihnen benötigten Funktionen angezeigt werden. Dateien und E-Mails sichert WinZip auf Wunsch automatisch über Cloud-Konten oder als ZIP-Archiv auf der Festplatte. Die Preise für WinZip 23 Enterprise variieren je nach Umfang. Die Enterprise-Variante basiert auf WinZip 23 Pro, das für 59,44 Euro erhältlich ist.

(akr@ct.de)

## Cubase 10 richtet Tracks automatisch aus

Steinbergs **Digital-Audio-Workstation** Cubase Pro und die abgespeckten Varianten Artist und Elements erscheinen in Version 10. In Cubase Pro ist die Erweiterung VariAudio 3 integriert. Mit dem Werkzeug kann man die Tonhöhe korrigieren und auch Micro-Pitch-Kurven sowie Formant-Shifting, einen Gesangseffekt aus der Popmusik, bearbeiten. Verschiedene Mixe lassen sich als MixConsole-Snapshots speichern, um mehrere alternative Mischungen anzulegen. Eine Audio-Alignment-Funktion soll „Stacked-Recordings“ aneinander ausrichten können. Den integrierten Faltenhull REVerence hat Steinberg um 20 neue Impulsantworten verschiedener Vintage-Hallräume ergänzt. Außerdem unterstützt Cubase Pro 10 den Austausch über die AAF-Schnittstelle.

Die Cubase-Varianten Pro und Artist haben den asymmetrischen Verzerrer „Destroyer“ erhalten. Außerdem sollen

sich in ihnen Sidechain-Effekte, bei denen beispielsweise ein Audiosignal die Anwendung eines Kompressors steuert, nun mit wenigen Klicks einrichten lassen.

Allen Ausführungen gemeinsam ist ein überarbeiteter Channelstrip mit zusätzlichen Metering-Elementen. Die Audio-Engine unterstützt jetzt 64-Bit-Gleitkommaberechnung. Der Drumsampler Groove Agent SE 5 bringt eine Reihe

zusätzlicher akustischer und elektronischer Schlagzeugelemente mit. Integrierte Plug-ins lassen sich nun per Drag & Drop aus dem Media Rack in ein offenes Projekt ziehen.

Cubase Pro 10 kostet in der Download-Version 559 Euro, Cubase Artist 309 Euro und Cubase Elements 99,99 Euro. Box-Versionen kosten jeweils 20 Euro mehr.

(akr@ct.de)

Steinbergs Digital Audio Workstation Cubase 10 hat einen überarbeiteten Channelstrip mit zusätzlichen Metering-Elementen bekommen.



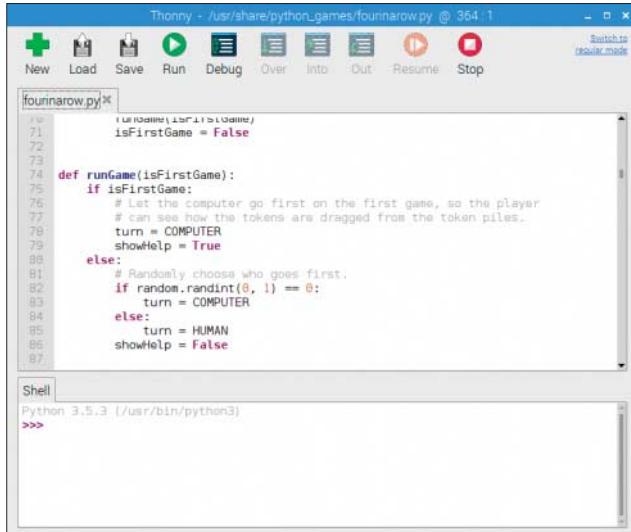
# Dreimal Raspbian

**Seit dem November-Update veröffentlicht die Raspberry Pi Foundation drei statt zwei Images des Debian-Ablegers Raspbian Stretch.**

Beim kleinsten Image „Raspbian Stretch Lite“ für den Betrieb ohne grafische Oberfläche bleibt alles beim alten. Die mittlere Variante „Raspbian Stretch with Desktop“ enthält zwar die grafische Bedienoberfläche, aber nicht mehr sämtliche grafische Software, die die Foundation sonst installiert. Das gezippte Image ist deshalb nur

1 GByte groß. Das größte Paket heißt **Raspbian Stretch with Desktop And Recommended Software** und dessen gezipptes Image ist auf fast 2 GByte angewachsen. Das liegt unter anderem daran, dass neue Desktop-Programme hinzugekommen sind. Besonders willkommen wird wohl der Video- und Musik-Spieler VLC sein, der endlich Zugriff auf die Hardware-Decoder des Raspi-SoC hat. Es bleibt allerdings dabei, dass man für die Codecs MPEG-2 und VC-1 für 2,40 beziehungsweise 1,20 Britische Pfund eine Lizenz kaufen muss. (it@ct.de)

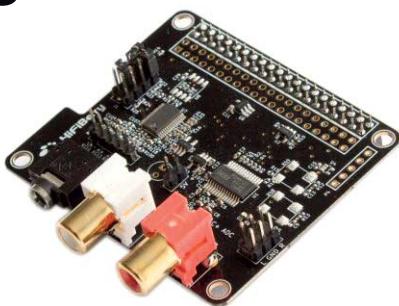
Die Entwicklungsumgebung Thonny für Python-Einsteiger macht einen großen Schritt zur Version 3. Sie ist Bestandteil des November-Updates für Raspbian Stretch.



# HifiBerry DAC+ ADC

Eine neue **Aufsteck-Soundkarte für den Raspberry Pi** erweitert die Bastelmöglichkeiten für Musikenthusiasten: Zum ersten Mal gibt es ein HifiBerry-Board mit einem analogen Eingang. Der Analog-Digital-Wandler dahinter schafft Abtastraten von bis zu 192 kHz bei 24 Bit Sample-Größe. Dank eines integrierten Vorverstärkers kann man nicht nur Quellen mit hohen Pegeln wie Tape-Decks und ähnliches Retro-Equipment anschließen, sondern auch ein Mikrofon. Buchsen mit symmetrischer Signalführung kann man über eine Pfostenleiste anschließen, zum Beispiel TRS-Klinke oder XLR aus der Profi-Ecke.

Die Ausgabeseite mit Digital-Analog-Wandler dekodiert ebenfalls mit bis zu 192 kHz/24 Bit. Da die Platine noch recht neu ist, braucht der Raspi bis auf



Der **DAC+ ADC** von HifiBerry hat wie alle HifiBerrys einen Digital-Analog-Wandler bis 192 KHz/24 Bit. Neu ist der Analog-Eingang, dessen ADC dieselben Sample- und Bit-Raten schafft.

weiteres einen selbstkompliierten Kernel, damit er das Board erkennt. Eine Anleitung zum Kernel-Bau steht bei [HifiBerry.com](http://HifiBerry.com) online. Der DAC+ ADC kostet 65 Euro. (it@ct.de)

# Raspi-Stromversorgung



**StromPi 3** versorgt den Raspi aus Spannungsquellen von 6 bis 61 Volt. Mit Akku drauf wird daraus eine USV.

Der **StromPi 3 von Joy-it.net** lässt sich einfach auf die GPIO-Pinleiste des Raspberry Pi aufstecken und versorgt darüber den Mini-Rechner mit Strom. Dabei blockiert der StromPi nicht die GPIO-Anschlüsse, die Stiftleiste ist vollständig durchgeführt. Über den USB-Anschluss des StromPi lassen sich auch andere Mini-Rechner versorgen, maximal liefert der StromPi 3 Ampère.

Bei der eigenen Stromversorgung ist das HAT für den Raspberry Pi nicht sehr wählervisch, es hat einen ungewöhnlich großen Eingangsspannungsbereich von 6 bis 61 Volt – deutlich mehr als billige Step-Down-Wandler von eBay. Das optionale Battery Hat macht den Raspberry Pi sogar netzunabhängig. Dabei verwendet Joy-it keinen brandgefährlichen Lithium-Polymer-Akku, sondern einen ziemlich robusten Lithium-Eisenphosphat-Akku mit einer Kapazität von 1000 mAh. Hängt der StromPi an einem Netzteil, lädt er den Akku des Battery Hat automatisch wieder auf. Die Raspi-Erweiterungen gibt es bei verschiedenen Elektronikversendern zu Preisen von rund 40 Euro für den StromPi und 30 Euro für das Battery Hat.

(mid@ct.de)

# Support-Ende für PHP 5.6

Mit dem Jahreswechsel auf 2019 stellt das PHP-Projekt die Unterstützung von PHP 5.6 ein. Dann gibt es keine Sicherheits-Updates mehr. Wer noch alte PHP-Projekte betreut, sollte schnell umsteigen.

Im Jahr 2014 begann das Zeitalter von PHP 5.6, seit Anfang 2017 gibt es nur noch **Sicherheits-Updates**. Silvester 2018 läuft der Support endgültig aus – mit vier Jahren war er schon doppelt so lang wie bei anderen Versionen. Grund dafür: PHP 5.6 war die letzte Version von PHP 5. PHP 7 bringt Änderungen mit, die Eingriffe in den Code erfordern.

Wer den Umstieg bisher immer hintenangestellt hat, sollte jetzt handeln. Wenn alles nach Plan lief, ist beim Erscheinen dieses Heftes 7.3 gerade verfügbar – geplant war der Release für den 6. Dezember. Wer noch nicht auf die ganz frische Version setzen möchte, bekommt mit 7.2 eine Ausgabe, die noch bis zum 30. November 2020 mit Sicherheitsupdates versorgt wird.

Vom Weiterbetrieb einer veralteten Version ist dringend abzuraten, da früher oder später **Sicherheitslücken** auftauchen werden, die nicht mehr geschlossen werden. Besonders leicht haben es Angreifer, wenn darüber hinaus die Einstellung `expose_php` in der `php.ini` aktiviert ist. Dann verrät PHP seine Versionsnummer im HTTP-Header. Leicht zu überprüfen mit:

```
curl -X HEAD -i \
  http://example.org
```

Häufigstes Problem nach dem Umstieg dürften abgekündigte Konstrukte sein, die jetzt eine Meldung vom Typ `E_DEPRECATED` auslösen.

Beliebt war es früher zum Beispiel, Konstruktoren einer Klasse dadurch zu definieren, dass man eine Funktion wie die Klasse selbst benennt.

Ebenfalls eine `E_DEPRECATED`-Meldung löst der Versuch aus, eine Funktion statisch

aufzurufen, die nicht als `static` gekennzeichnet wurde. Alle Änderungen finden Entwickler in den Migrations-Tipps von PHP, zu finden über [ct.de/yfav](http://ct.de/yfav). Im Gegenzug dürfen Seitenbetreiber eine spürbare Beschleunigung durch PHP 7 erwarten.

(jam@ct.de)

**Migration von 5.6 zu 7: [ct.de/yfav](http://ct.de/yfav)**

Anzeige



# IdeaPad Air

## Notebook-Leichtgewicht Lenovo Yoga S730 mit Whiskey-Lake-Prozessor

**Das Lenovo Yoga S730 ist eines der ersten Geräte mit einem Vierkern-Prozessor der neuen Intel-Baureihe mit integriertem USB-3.1-Controller. Der Notebook-Name führt allerdings auf eine falsche Fährte.**

**Von Florian Müssig**

Unter dem Markennamen Yoga hat Lenovo zu Windows-8.1-Zeiten diejenigen Notebooks geführt, die sich dank 360-Grad-Scharnieren und Touchscreen auch wie ein Tablet benutzen lassen. Auf das neue Yoga S730 trifft dies nicht zu: Es

hat weder einen Touchscreen noch lässt sich der Deckel um den Rumpf herumklappen. Damit ist das Yoga S730 nicht „hybrider“ als viele andere, normale Notebooks oder Schwestergeräte der IdeaPad-Serien. Hintergrund ist, dass Lenovo ab jetzt alle Premium-Notebooks unter dem Familiennamen Yoga führt – unabhängig von Touch & Co.

Der im Testgerät verwendete Prozessor Core i7-8565U entstammt der zur IFA angekündigten CPU-Baureihe Whiskey Lake-U. Verwirrend: Wie ihre Vorgänger – Codename Kaby Lake Refresh – lässt Intel ihn offiziell als achte Core-i-Generation laufen. Noch verwirrender: Auch an den groben Eckdaten hat sich nichts geändert, denn er ist weiterhin eine Vierkern-CPU mit 15 Watt TDP (Thermal De-

sign Power), die im 14-nm-Prozess vom Band läuft und die integrierte GPU UHD 620 enthält. Die Rechenleistung bleibt daher auf dem hohen Niveau der bisherigen Core-i-8000-Prozessoren; die Grafikleistung reicht wie gehabt für alles außer 3D-Spiele.

### Aufgebohrter Chipsatz

Die Neuerungen von Whiskey Lake stecken im überarbeiteten Chipsatz zusammen, der Teil des Multichip-Packages ist: Er enthält nun einen USB-Controller, der USB 3.1 Gen 2 (SuperSpeedPlus, 10 GBit/s) spricht – das war bei Intel-Notebooks bislang nur mit Zusatz-Chips möglich. Zudem sind Thunderbolt 3 und ein 11ac-fähiger WLAN-Adapter eingebaut – beide benötigen allerdings noch zusätzliche Bausteine, wenn der Notebook-Hersteller sie nutzen möchte.

Weniger Chips senken nicht nur den Preis der Komponenten, sondern erlauben auch eine kleinere und weniger komplexe Hauptplatine. Letztere ist den Herstellern willkommen, weil dann auch das Gehäuse kompakter ausfallen kann oder mehr Bauraum für andere Komponenten wie den Akku bereitsteht.

Diese Auswirkungen kann man gut beim Yoga S730 beobachten: Das rund 1,1 Kilo leichte Notebook hält im Optimalfall rund 20 Stunden ohne Netzteil durch. Das Gehäuse fällt dank schlanker Bildschirmränder vergleichsweise klein aus und der Rumpf ist so flach, dass nur noch USB-C-Buchsen möglich sind. Derer sind gleich drei an Bord. Die linke spricht USB 3.0, die beiden rechten auch USB 3.1, Thunderbolt und DisplayPort. Zum Laden per mitgeliefertem USB-C-Netzteil können alle drei verwendet werden. Außer älteren Buchsen wie USB-Typ-A oder HDMI mag mancher Nutzer einen SD-Kartenleser vermissen – sie müssen per USB-C-Adapter nachgerüstet werden.

Die beleuchtete Tastatur mit ausreichend Hub und präzisem Druckpunkt stellt auch Vielschreiber zufrieden. Der Cursor-Block wurde in eine Zeile gequetscht. Die Funktionstastenreihe ist ab Werk mit Sonderfunktionen belegt; im BIOS-Setup lässt sich die Standardbelegung auf klassische F-Tasten umstellen. Das Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern; separate Maustasten fehlen. In der Handballenablage sitzt ein Fingerabdruckleser zum komfortablen biometrischen Einloggen – Microsoft nennt das Windows Hello.

Der Lüfter bleibt bei kurzen Lastspitzen leise, dreht bei anhaltender Rechenlast aber schnell auf den Maximalwert von 1 Sone auf.

Lenovo verkauft das Yoga S730 zu Preisen zwischen 1000 und 1600 Euro; das Testgerät entspricht der Topkonfiguration. Im Einstiegsmodell stecken der Vierkerner Core i5-8265U, 8 GByte Arbeitsspeicher und eine 256er-SSD. In allen teureren Modellen arbeitet der Core i7-8565U. 16 GByte Arbeitsspeicher gibt es wie im Testgerät nur in Verbund mit der rasanten 1-TByte-SSD. Alle Ausstattungsvarianten haben silberne Gehäuse, das Topmodell bekommt man alternativ auch in dunkelgrau. Die SSD im M.2-Format lässt sich nach dem Abschrauben der Bodenplatte tauschen; RAM und CPU sind aufgelötet. Der blickwinkelunabhängige Full-HD-Bildschirm, der von einer spiegelnden Glasscheibe abgedeckt wird, ist bei allen Modellen an Bord.

Das WLAN-Modul funkelt zwar im 2,4- und im 5-GHz-Band, aber jeweils mit nur einem Datenstrom in Sende- und Empfangsrichtung. Auf unserer 20-Meter-Teststrecke im 5-GHz-Band führte dies zu arg niedrigen Transferraten; üblich sind bei Notebooks in dieser Preisklasse schnellere Dual-Stream-Module.

## Fazit

Blickwinkelunabhängiger IPS-Bildschirm, geringes Gewicht, schlanke Silhouette, moderne USB-C-Buchsen mit Thunderbolt, schickes Metallgehäuse, lange Laufzeit und flotter Vierkern-Prozessor: Das Yoga S730 befriedigt viele Ansprüche – bis auf macOS sogar all die, die man ans neue MacBook Air gestellt hat, welche es aber nicht komplett erfüllt [1]. Touchscreen und 360-Grad-Scharniere, wie sie der Markennamen Yoga vermuten lässt, darf man beim S730 allerdings nicht erwarten – und auch kein flottes WLAN.

Noch leichter als das Yoga S730 sind nur wenige Notebooks wie das Acer Swift 5 (SF514-52T) [2] und das Asus ZenBook 13 (UX331UAL) [3]; auch sie haben vierstellige Preise.

(mue@ct.de) 

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Endlich! Aber ..., Das Apple MacBook Air (2018) mit Retina-Bildschirm, c't 25/2018, S. 52
- [2] Florian Müssig, Federgewicht, Acer's leichtes 14-Zoll-Notebook Swift 5 (SF514-52T), c't 10/2018, S. 42
- [3] Florian Müssig, Geringgewicht, Das leichte 13,3-Zoll-Notebook Asus ZenBook 13 (UX331UAL), c't 13/2018, S. 98



Der Deckel des Yoga S730 lässt sich zwar weit auf-, aber nicht um den Rumpf herumklappen.

## Lenovo Yoga S730: Daten und Testergebnisse

| getestete Konfiguration  |  | 81J0001GGE  |
|--|--|---|
| Lieferumfang   |  | Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil  |
| <b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>    |  |   |
| VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera  |  | – / – / – / – / ✓   |
| USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN  |  | – / 1 × L (1 × Typ C) / 2 × R (2 × Typ C) / –   |
| Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss  |  | – / – / –   |
| USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden                       |  | ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓   |
| <b>Ausstattung</b>   |  |   |
| Display  |  | AUO B133HAN05.1: 13,3 Zoll / 33,8 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 4 ... 310 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd |
| Prozessor  |  | Intel Core i7-8565U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (Turbo bis 4,6 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache    |
| Hauptspeicher / Chipsatz   |  | 16 GByte LPDDR3-2133 / Whiskey-Lake-U   |
| Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik   |  | int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –   |
| Sound  |  | HDA: Realtek ALC298   |
| LAN / WLAN   |  | – / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 3165 (a/b/g/n-150/ac-433)   |
| Mobilfunk / Bluetooth (Stack)  |  | – / USB: Intel (Microsoft)  |
| Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser                                       |  | I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Goodix  |
| Massenspeicher / optisches Laufwerk  |  | SSD: Samsung PM981 (1024 GByte) / –   |
| <b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>  |  |   |
| Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige  |  | 43 Wh Lithium-Ionen / – / –   |
| Netzteil   |  | 65 W, 345 g, 10,8 cm × 4,6 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker  |
| Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen  |  | 1,09 kg / 30,5 cm × 20,9 cm / 1,2 ... 1,5 cm  |
| Tastaturhöhe / Tastenraster  |  | 0,8 cm / 19 mm × 18,5 mm  |
| <b>Leistungsaufnahme</b>   |  |   |
| Suspend / ausgeschaltet  |  | 0,6 W / 0,5 W   |
| ohne Last (Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max)                              |  | 2,9 W / 4,8 W / 5,7 W   |
| CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)                                     |  | 48,7 W / 10,8 W / 34,2 W  |
| max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor                                      |  | 62,4 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) |  | 20,3 h (2,1 W) / 16 h (2,7 W) / 2 h (22,2 W)  |
| Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden  |  | 1,4 h / 14,9 h  |
| Geräusch ohne / mit Rechenlast   |  | < 0,1 Sone / 1 Sone   |
| Massenspeicher lesen / schreiben   |  | 3072 / 2271,7 MByte/s   |
| IOPS (4K) lesen / schreiben  |  | 97178 / 79442   |
| WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig   |  | 7,9 / 13,3 MByte/s / –  |
| Qualität Audioausgang / Dynamikumfang  |  | ⊕ / 99,1 dB(A)  |
| CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)  |  | 169 / 570   |
| 3DMark (Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)                           |  | 5780 / 4910 / 1249 / 461  |
| <b>Preis und Garantie</b>  |  |   |
| Straßenpreis Testkonfiguration   |  | 1600 €  |
| Garantie   |  | 2 Jahre   |
| ⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht          |  | ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   |



# Schnell oder günstig

## PCIe-SSDs von Adata und Corsair und Samsungs erste QLC-SSD

**SSDs entwickeln sich in zwei Richtungen: noch günstiger oder noch schneller. Samsung schlägt mit seiner ersten SATA-SSD mit QLC-Flash die günstige Richtung ein, Adata und Corsair bringen flotte PCIe-SSDs.**

**Von Lutz Labs**

Bei der Aufrüstung eines aktuellen PCs mit einer neuen SSD greifen viele Anwender einfach zu einer SATA-SSD. Für sie hat Samsung mit der 860 QVO die erste SATA-SSD mit billigem NAND-Flash-Speicher vorgestellt, bei dem jede Zelle 4 Bits speichert: Quadruple Level Cell (QLC).

Für spezielle Anwendungen eignet sich jedoch eine PCIe-SSD besser, da sie mit ihrer deutlich höheren Geschwindigkeit die Wartezeiten verkürzt. Zu den aktuellen Neuerscheinungen gehören hier

die Adata SX 6000 Pro und die Corsair Force MP510.

### PCIe-SSDs

Praktisch jedes aktuelle Mainboard hat mindestens einen M.2-Slot für schnelle PCIe-SSDs. Auch die SSD-Hersteller setzen inzwischen fast ausschließlich auf das M.2-Format, PCIe-Steckkarten gibt es fast kaum noch. Eine mit vier PCIe-3.0-Lanes angebundene SSD könnte beim Lesen und Schreiben knapp 4 GByte/s erreichen, in der Praxis aber schaffen die schnellsten SSDs beim Lesen 3,6 und beim Schreiben etwas mehr als 3 GByte/s.

Bei den Zugriffen auf zufällige Adressen kommen PCIe-SSDs auf mehrere Hunderttausend IOPS, das Vielfache einer schnellen SATA-SSD. So soll die Force MP510 beim Lesen mehr als 600.000 IOPS erreichen. In unserem Testsystem, einem Core i7-6700K mit vier Kernen, schafften wir gerade einmal 500.000 IOPS – womit die CPU vollständig ausgelastet war. Erst mit einem 8-Kern-Prozessor (Core i7-6900K) konnten wir rund 630.000 IOPS erreichen, die CPU-Auslastung lag hier bei knapp 90 Prozent. Solche IOPS-Werte sind für die tägliche Arbeit uninteressant, sondern allenfalls für Datenbank-Anwendungen von Belang.

Beide M.2-SSDs nutzen TLC-Flash-Speicher mit 3 Bit Speicherkapazität pro Zelle. Der Flash der Corsair stammt von Toshiba; Adata brennt wie üblich sein eigenes Logo auf die Chips, der Hersteller ist unbekannt. Während die Force MP510 mit dem 8-Kanal-Controller Phison PS5012 arbeitet, setzt Adata auf den Realtek RTS5763DL mit vier Kanälen.

### SATA-SSD mit QLC-Flash

Der neuste Hype der Flash-Branche heißt QLC-Flash. 4 Bit speichert eine solche Zelle, der Controller muss also 16 verschiedene Spannungslevel programmieren und auch wieder auslesen – das dauert länger als bei TLC- oder MLC-Flash. Nach Intel und Micron (siehe ct 23/2018, S. 46) kommt nun auch Samsung mit einer QLC-SSD, aber mit SATA-Anschluss.

## SATA- und PCIe-SSDs

|                     | seq. Transferraten schreiben/lesen <sup>1</sup> [MByte/s] | IOPS lesen QD-1 / 32 <sup>2</sup> | IOPS schreiben QD-1 / 32 <sup>2</sup> | Leistungsaufnahme <sup>3</sup> [W] |
|---------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Adata SX 6000 Pro   | besser ► 1602/2084  | besser ► 12783/229161             | besser ► 37352/190981                 | ◀ besser 0/2,1/3,7/5,3             |
| Corsair Force MP510 | 2616/3409   | 11843/544358                      | 37298/188326                          | 0/1,8/5,9/5,9                      |
| Samsung 860 QVO     | 533/563   | 3940/98314                        | 30483/88396                           | 0/0,2/2,1/2,7                      |

<sup>1</sup> gemessen mit IOMeter, Blockgröße 128 KByte

<sup>2</sup> gemessen mit IOMeter, Blockgröße 4 KByte, Messungen mit 8 GByte großer Datei

<sup>3</sup> idle mit LPM/idle/lesen/schreiben, kein LPM bei PCIe-SSDs



## Adata SX 6000 Pro

Adata nutzt bei seiner SX 6000 Pro den recht neuen SSD-Controller RTS5763DL von Realtek, der keinen DRAM-Cache anbinden kann. Die SX 6000 Pro erreicht damit die von Realtek versprochenen Geschwindigkeiten, zumindest, wenn der großzügig bemessene SLC-Cache noch nicht voll ist.

Nur bei sehr lang anhaltendem Schreiben sinkt die Geschwindigkeit von 1,6 GByte/s auf 800 MByte/s, dabei erwärmt sich die SSD auf mehr als 90 °C – das ist zu viel. In der Praxis dürften solche Belastungen jedoch nur extrem selten vorkommen.

- ⬆️ günstige PCIe-SSD
- ⬆️ lange Garantiefrist
- ⬇️ kein Secure Erase



## Corsair Force MP510

Die Corsair Force MP510 gibt es mit bis zu 2 TByte Speicherkapazität und auch die Leistung passt: Beim Lesen kommt sie auf gut 3,4 und beim Schreiben auf 2,6 GByte/s, wenige Sekunden lang sogar auf knapp 3 GByte/s – dann ist der sehr kleine SLC-Cache voll.

Beim Aufrüsten eines Notebooks sollte man vor dem Kauf der SSD prüfen, ob der Platz reicht – die Force MP510 ist auch auf der Unterseite bestückt. Sicheres Löschen über die SSD Toolbox dauert einige Minuten, da dabei alle Sektoren überschrieben werden – andere SSDs verwerfen beim Secure Erase einfach den Schlüssel.

- ⬆️ schnell
- ⬆️ hohe Endurance
- ⬇️ hohe Leistungsaufnahme



## Samsung 860 QVO

Samsung gibt dem langsam QLC-Speicher nicht nur einen DRAM-Cache zur Hand, sondern auch eine große Menge an SLC-Cache. Damit schreibt die 860 QVO zumindest die ersten 78 GByte sehr schnell, erst dann sinkt die Schreibgeschwindigkeit auf 160 MByte/s.

Im Inneren der SSD findet sich nur ein kleines Platinchen mit zwei Flash-Chips, die jeweils 1 TByte fassen. Die 860 QVO mit 1 TByte kommt mit einem einzigen Flash-Chip aus; die Schreibgeschwindigkeit nach Befüllung des SLC-Caches liegt bei diesem Modell bei nur noch 80 MByte/s.

- ⬆️ günstig
- ⬆️ flott trotz QLC-Flash
- ⬇️ kurze Garantiefrist

Die 860 QVO ist nach Samsung-Angaben nur wenig langsamer als die mit TLC-Flash bestückte Samsung 860 Evo. Die Evo hatte Samsung vor einem knappen Jahr vorgestellt, damals sollte die 2-TByte-Version 730 Euro kosten. Zwar ist ihr Preis inzwischen auf rund 380 Euro gefallen, aber der empfohlene Verkaufspreis der gleich großen 860 QVO liegt mit 310 Euro noch einmal deutlich darunter. QLC-Flash scheint also in der Herstellung wirklich noch einmal deutlich günstiger zu sein als TLC-Speicher.

Der schreibbeschleunigende SLC-Cache besteht aus zwei Teilen: einem statischen Bereich von 6 GByte und einem kapazitätsabhängigen, der bei der 2-TByte-SSD 72 GByte groß ist. Durch Messungen mit unserem Festplatten-Benchmarkprogramm H2benchw können wir das bestätigen: Nach 78 GByte sinkt die Schreibleistung von 530 auf 160 MByte/s. Bei extremen Kopieraktionen wird man den Geschwindigkeitsverlust also bemerken, im Alltag nicht.

Samsung will nach eigenen Angaben auch eine Version mit 8 TByte Speicherplatz anbieten, sofern der Markt dies fordert. Mit einem neuen SSD-Controller sei

sogar eine 32-TByte-SSD möglich, dann aber nur mit einer Bauhöhe von 15 Millimetern. Zum Test stand uns ein Vorabmodell zur Verfügung, die Markteinführung soll im Dezember erfolgen.

## Fazit

Samsung zeigt mit der SATA-SSD 860 QVO, dass QLC-Speicher konkurrenzfähig ist. Wer sich an der kürzeren Garantiefrist und dem Leistungsabfall bei sehr langen

Schreibvorgängen nicht stört, kann unbesorgt zur günstigen 860 QVO greifen.

Die PCIe-SSDs spielen in einer anderen Liga. Die Force MP510 nutzt die PCIe-3.0-Schnittstelle fast aus und reiht sich damit in die Liga der wirklich schnellen PCIe-SSDs ein. Die SX 6000 Pro hingegen ist etwas langsamer, aber hier muss man den Preis beachten: Sie gehört zu den schnellsten PCIe-SSDs der unteren Preisklasse.

(ll@ct.de) ct

## Solid-State Disks

| Modell                                 | SX 6000 Pro   | Force MP510   | 860 QVO  |
|--|---|---|--|
| Hersteller                             | Adata, <a href="http://www.adata.com">www.adata.com</a> | Corsair, <a href="http://www.corsair.com">www.corsair.com</a> | Samsung, <a href="http://www.samsung.de">www.samsung.de</a>    |
| Bezeichnung                            | ASX6000PNP-1TT-C  | CSSD-F960GBMP510  | MZ-76Q2T0  |
| Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup> | 1 TByte   | 960 GByte   | 2 TByte  |
| von Windows erkannte Kapazität         | 954 GByte   | 894 GByte   | 1863 GByte   |
| Bauform / Interface                    | M.2 2280 / PCIe 3.0x4                                   | M.2 2280 / PCIe 3.0x4   | 2,5 Zoll / SATA 6G   |
| Schreibleistung pro Tag <sup>2</sup>   | 164 GByte   | 932 GByte   | 658 GByte  |
| Garantie                               | 5 Jahre   | 5 Jahre   | 3 Jahre  |
| Preis pro Gigabyte                     | 21 Cent   | 28 Cent   | 16 Cent  |
| Straßenpreis                           | 210 €   | 267 €   | 310 € <sup>3</sup>   |
| weitere erhältliche Kapazitäten        | 256 GByte (60 €),<br>512 GByte (110 €)                  | 240 GByte (72 €),<br>480 GByte (138 €),<br>1,92 TByte (488 €) | 1 TByte (160 €) <sup>3</sup> ,<br>4 TByte (620 €) <sup>3</sup> |

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner.

<sup>2</sup> Herstellerangaben

<sup>3</sup> UVP des Herstellers



## Alexa zum Nachrüsten

Sie möchten Amazons Sprachassistentin auf einem eigenen Lautsprecher nutzen? Echo Input könnte die Lösung sein.

Der in schwarz und weiß erhältliche Echo Input sendet Audiosignale digital über Bluetooth oder analog über das mitgelieferte 3,5-mm-Audiokabel an einen externen Lautsprecher. Letzteres hat den Vorteil, dass man schon bei der Einrichtung akustische Rückmeldungen erhält und nicht nur ein visuelles Feedback über eine kleine Status-LED. Zudem lässt sich der Bluetooth-Chip im Input dann nutzen, um Musik vom Smartphone zum angeschlossenen Lautsprecher zu senden. Diese Weiterleitung gelang uns allerdings nicht, wenn wir den Input ebenfalls per Bluetooth mit dem Lautsprecher koppelten.

Die Stromversorgung des Input läuft über eine Micro-USB-Buchse, ein passendes Netzteil liegt bei. Der Betrieb an der USB-Buchse eines TV funktionierte im Test ebenfalls problemlos.

Der Input wirkt wie ein Echo Dot ohne Lautsprecher, die Funktionen sind identisch. Einen Unterschied stellten wir aber fest: Ein Panasonic-Lautsprecher blieb am Input stets eingeschaltet, fiel am Dot aber ohne Eingangssignal in den Standby-Modus – und gab so keine Antworten von Alexa mehr aus. So ganz rechtfertigt das den recht gesalzenen Preis des Input aber nicht. (nij@ct.de)

## Echo Input

| Alexa-Nachrüstlösung |   |
|----------------------|---|
| Hersteller           | Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>    |
| Anschlüsse           | 3,5-mm-Audio-Ausgang (Stereo), Bluetooth, Micro-USB (Strom) |
| WLAN                 | 802.11a/b/g/n (2,4 und 5 GHz)                               |
| Lieferumfang         | Netzteil, Micro-USB-Kabel, AUX-Kabel (1 m)                  |
| Abm., Gewicht        | 80 mm Durchmesser, 14 mm Höhe, 79 g                         |
| Preis                | 39,99 €   |

## Videomenü mit Stäbchen

**Bislang waren die Fire TV Sticks nur abgespeckte Versionen der Fire-TV-Boxen, mit der 4K-Version wendet sich das Blatt. Das neue Modell soll dem Käufer mehr Leistungen bieten als jeder andere 4K-Streaming-Stick unter 100 Euro.**

Der Fire TV Stick 4K gibt als erster Streaming-Client von Amazon Videos bis zur ultrahohen Auflösung 2160p60 in allen nur erdenklichen Formaten wieder – H.264-, HEVC- und VP9-kodiert, mit erhöhtem Kontrast in den Formaten HDR10, HLG, Dolby Vision sowie HDR10+ und mit Dolby-Atmos-Ton. Zudem ist es der erste Stick, der die Bildwiederholfrequenz an seinem HDMI-Ausgang der Original-Framerate des Videos anpassen kann. Ab Werk ist diese Funktion aber noch nicht aktiviert.

Apps müssen zudem HDR-Formate, 3D-Sound und Frequenzanpassung aktiv unterstützen. Bei Amazons eigenem Angebot ist dies der Fall, bei Netflix gibt es aktuell Dolby Vision, aber keinen Dolby-Atmos-Sound. YouTube sieht man nur ohne HDR über die mitgelieferten Browser Firefox und Silk. Die Fire-TV-Oberfläche ist leider immer noch sehr stark auf Amazon Video zugeschnitten und recht unübersichtlich.

Mit seinem auf 1,7 GHz getakteten Quad-Core-Prozessor ist der Neuling flotter als der Vorgänger (1,3 GHz). Wegen des recht kleinen Arbeitsspeichers von 1,5 GByte verzögert sich aber schon mal der Wechsel zwischen Apps stärker als bei der Fire-TV-4K-Box (2 GByte). Alles in allem kommt man aber flott durch Menüs, auch Spiele laufen flüssig.

Die Bluetooth-Fernbedienung bietet nun Steuertasten, um die Lautstärke des Fernsehers oder des Audio/Video-Receiver beziehungsweise der Soundbar zu steuern und diese Geräte ein- und auszuschalten. Realisiert wird dies über einen integrierten Infrarot-Sender und das HDMI-Fernsteuerungsprotokoll CEC. Eine Garantie, dass das mit Geräten aller Marken funktioniert, gibt es jedoch nicht. Der Stick selbst lässt sich weiterhin nicht ausschalten.

Die hauseigene Sprachassistentin Alexa ist wieder mit an Bord. Man spricht sie direkt über die Sprachsuche-Taste der Fernbedienung an, ein zusätzliches Aktivierungswort ist nicht nötig. Neben der Sprachsuche nach Titeln steht so eine Wiedergabe-Steuerung zur Verfügung – aktuell allerdings nur bei Amazon Video und Netflix.

Will man sich nicht auf die WLAN-Verbindung verlassen, kommen zu den rund 60 Euro für Fire TV Stick 4K noch einmal 15 Euro für einen passenden Ethernet-Adapter hinzu. Bei uns funktionierte die drahtlose UHD-Video-Übertragung jedoch problemlos. Insofern bietet Amazon mit dem Stick trotz der genannten Schwächen einen gelungenen Einstieg in die 4K-Videowelt mit Sprachassistentenz. (nij@ct.de)

## Fire TV Stick 4K

| Streaming-Client     |   |
|----------------------|---|
| Hersteller           | Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>                            |
| CPU, Speicher        | 1,7 GHz Quad Core, 8 GByte (rund 4,5 GByte nutzbar)                                 |
| Anschlüsse           | HDMI 2.0, Micro-USB (Strom), Bluetooth 4.2 und LE                                   |
| WLAN                 | 802.11a/b/g/n (2,4 und 5 GHz)   |
| Lieferumfang         | 5,25-Volt-Netzteil, Micro-USB-Kabel, Fernbedienung                                  |
| Abmessungen, Gewicht | 99 mm × 30 mm × 14 mm (nur Gehäuse), 108 mm × 30 mm × 14 mm (mit Anschluss), 53,6 g |
| Preis                | Stick 60 €, Ethernet-Adapter 15 €   |



## Laute Piepser

**Tiles neue Findehelfer sind lauter als die Vorgänger, vor allem aber lässt sich die Batterie wechseln.**

Seit 2012 gibt es die kleinen Bluetooth-T(e)ile, die per Smartphone angefunkt werden können und auf Wunsch einen Piepston erklingen lassen. Inzwischen ist die dritte Gerätegeneration erhältlich. Wichtigste Neuerung der getesteten Varianten „Mate“ und „Pro“ ist die austauschbare Knopfzelle (CR1632 beziehungsweise CR2032) – deutlich preisgünstiger und umweltfreundlicher, als wie bisher jedes Jahr das ganze Gerät austauschen zu müssen.

In Sachen Lautstärke bietet der neue Mate mit 57 dB ähnliche Werte wie der Vorgänger (58 dB), bei der teureren, robusteren und schwereren Pro-Variante haben wir 63 dB gemessen – einen lauteren Findehelfer hatten wir bislang nicht im Testlabor. Die App profitiert von der langen Entwicklungszeit, sie funktioniert im Test mit Android und mit iOS reibungslos – was bei vielen Billig-Anhängern nicht der Fall ist.

Tile wirbt nach wie vor damit, dass verlorene Anhänger durch andere zufällig vorbeilaufende Tile-Benutzer aufgespürt werden können. Bei unseren Stichproben klappte das nicht, vermutlich, weil es hierzulande zu wenige Tile-Nutzer gibt. Wer keine Probleme damit hat, dass die App stets prinzipbedingt Positionsdaten erfasst, findet mit den neuen Tile-Geräten zuverlässige Findehelfer – die bei akuter Schlüssel- oder Portemonnaie-Verliereritis viel Zeit sparen können. (jkj@ct.de)

## Tile Mate / Tile Pro

| Bluetooth-Schlüsselfinder |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| Hersteller                | Tile                      |
| Gewicht                   | 7g (Mate), 16g (Pro)      |
| Laufzeit                  | 1 Jahr (Herstellerangabe) |
| Preis                     | 25 € (Mate), 35 € (Pro)   |



## Weltraumkampf im Wohnzimmer

**Die Battle Drones lassen die Herzen junger und alter Star-Wars-Fans höher schlagen.**

Propel bietet Quadroopter-Modelle des T-65 X-Wing, des Tie Advanced X1 und des 74-Z Speeder Bikes an. Beim Öffnen der Boxen erklingen Star-Wars-Sounds und sorgen sofort für Atmosphäre. Das beleuchtete Podest eignet sich für eine Vitrine. Der Lieferumfang gefällt: Ersatzteile, ein Schnellladegerät mit gleich drei Akkus und ein Propeller-Schutz für Fluganfänger.

Die Kopter fliegen bis zu 56 km/h schnell. Auf Knopfdruck starten und landen sie oder führen Fass-Rollen aus. Mithilfe des integrierten Barometers halten sie die Höhe, neigen aber sehr zum Driften. Bis zu zwölf Piloten können sich mit ihren Drohnen dank integrierter Infrarot-Sender und Empfänger einen Luftkampf liefern. Bei einem Treffer wackelt die Drohne, nach dem dritten nimmt sie automatisch eine Zwangspause. Der Controller reagiert mit Sounds und Vibrationen. Er bietet eine Halterung für ein Mobilgerät bis 5 Zoll, mit dem es sich über eine kostenlose App (Android und iOS) per Bluetooth verbindet. So bekommt man Tutorials und eine Live-Rangliste für den Kampf.

Mit den führerschein- und versicherungsfreien Drohnen hat Propel ein Paket geschnürt, das mit Umfang und Detailverliebtheit begeistert. Beim Flugverhalten hätten wir uns mehr Stabilität gewünscht. (Daniel Clören/nij@ct.de)

## Star Wars Battle Drones

| Mini-Quadroopter |                          |
|------------------|--------------------------|
| Hersteller       | Propel, www.propelrc.com |
| Flugzeit         | maximal 8 Min.           |
| Reichweite       | 60 Meter                 |
| Preis Straße     | 60 €                     |

Anzeige

# Übers Ziel hinausgeschossen

## Wassergekühlte High-End-Workstation mit 32-Kern-Prozessor

**Ausgestattet mit dem Ryzen-Threadripper-Flaggschiff und einer Profi-Grafikkarte bietet die Exone Workstation 4304 Leistung satt für 3D-Animationen, Rendering und Simulationen. Bei extremer Volllast kommt sie aber ins Straucheln.**

**Von Christian Hirsch**

Bei Workstations spielt der Preis eine untergeordnete Rolle, stattdessen kommt es auf Geschwindigkeit, Volllastfestigkeit und valide Rechenergebnisse an. Für maximale CPU-Performance hat der deutsche PC-Hersteller Extra Computer deshalb seiner Exone 4304 den derzeit leistungsfähigsten Desktop-PC-Prozessor Ryzen Threadripper 2990WX mit 32 CPU-Kernen und 64 Threads eingepflanzt. Für Anwendungen stehen 32 GByte DDR4-Speicher bereit. Dank ECC-RAM und somit aktiver Fehlerkorrektur eignet sich die Workstation auch für wissenschaftliche Anwendungen. Das Betriebssystem Windows 10 Pro liegt auf einer schnellen M.2-NVMe-SSD mit 512 GByte Kapazität. Für die Bildverarbeitung ist eine Profi-Grafikkarte vom Typ Nvidia Quadro P4000 zuständig.

### Viermal 4K

Von außen unterscheidet sich die leistungsstarke Workstation nur durch ein etwas robusteres Gehäuse von einem üblichen Desktop-PC. Nach dem Einschalten benötigt sie trotz schneller NVMe-SSD 39 Sekunden bis zum Windows-Desktop – mehr als doppelt so lange wie gewöhnliche Desktop-Rechner. Hier for-

dern die komplexe Threadripper-Plattform mit vielen PCIe-Lanes und die umfangreiche Ausstattung des X399-Mainboards ihren Tribut. Beim Einschalten muss man zudem darauf achten, dass ein Monitor an der Grafikkarte angeschlossen ist – sonst hängt das System in einer Boot-Schleife fest.

Hat man diese kleinen Hürden erst einmal überwunden, gibt es gefühlte Leistung ohne Ende. Das gilt vor allem für Software, die alle 64 Threads des Prozessors auf Trab bringt: Im Cinebench R15 schafft es der Threadripper 2990WX auf fast 5200 Punkte. Zum Vergleich: Gängige Quad-Cores dümpeln in diesem Rendering-Benchmark unterhalb der 900-Punkte-Marke. Bei 3D-Grafiksoftware und Animationsprogrammen wie Blender und LuxRender stößt die Threadripper-Workstation in Performance-Regionen vor, die vor Kurzem noch deutlich teureren Dual-Socket-Maschinen vorbehalten waren.

Die Profi-Grafikkarte Quadro P4000 kann per DisplayPort 1.4 vier UHD-Displays ( $3840 \times 2160$ ) mit 60 Hz ansteuern. Zudem liegen vier Adapter für den Anschluss von alten DVI-Monitoren bei. Da es sich um passive Adapter für Single-Link-DVI handelt, ist aber bei einer Auflösung von  $1920 \times 1200$  Pixeln Schluss. Die 3D-Performance liegt ungefähr auf dem Niveau einer GeForce GTX 1060. Ihre Stärken liegen jedoch weniger bei Spielen, sondern mehr bei Profi-Anwendungen wie 3ds Max und Maya, wofür die Quadro P4000 und ihre Treiber offiziell zertifiziert sind.

### Heiße Wandler

Die Performance der Exone Workstation 4304 macht sich akustisch deutlich bemerkbar. Stehen alle 32 CPU-Kerne des



Threadripper 2990WX und die 1792 Kerne der Quadro P4000 unter Volldampf, schluckt das System 562 Watt. Dabei drehen die Lüfter am Wärmetauscher der Wasserkühlung mit 2200 U/min und sorgen für viel Lärm (4,7 Sone). Nach etwa 10 Minuten Last mit hochoptimierten AVX-Code begann die Taktfrequenz des Threadripper 2990WX ungefähr im Zweisekundentakt kurzzeitig einzubrechen, obwohl die Kerntemperatur noch nicht im kritischen Bereich war. Stattdessen überhitzten die Spannungswandler



Trotz umfangreicher Ausstattung und Wasserkühlung bleibt in der Exone Workstation 4304 noch ausreichend Platz für zusätzliche Erweiterungskarten und Laufwerke übrig.

auf dem Board. Um keinen Schaden zu nehmen, drosselten diese bei 113 °C die CPU. Im Leerlauf kam die Workstation mit 68 Watt aus, auch dort waren die Lüfter deutlich zu hören (1,1 Sone), aber weniger störend.

## Schnelle SSD

Die Anschlüsse für USB 3.1 Gen 2 und USB 3.0 sowie die beiden Netzwerkbuchsen liefern zeitgemäßes Tempo. Überdurchschnittlich schnell arbeitet die NVMe-SSD mit vier PCIe-3.0-Lanes: Daten rasen mit bis zu 3,6 GByte/s durch den M.2-Slot. Deutlich gemächer geht es beim Kartenleser zur Sache: Dieser hängt am betagten USB-2.0-Interface und schaffte mit superschnellen SDXC-Karten statt 290 MByte/s nur mager 19 MByte/s.

Bei der Konfiguration von Windows 10 leistete sich der Hersteller einige kleine Schnitzer. So fehlte der von AMD für Ryzen-Prozessoren empfohlene Energiesparplan, was in manchen Anwendungen ein paar Prozent Performance kostet. Zudem war die Treibersoftware für Intels Turbo-Boost-Max-Technik installiert, die bei AMD-CPUs keinerlei Wirkung hat. Vermutlich hat Extra Computer ein Betriebssystem-Image für eine Workstation mit Core-X-Prozessor aufgespielt. Mit dem installierten, in Windows enthaltenen Netzwerktreiber für die beiden Intel-i211-Ethernet-Chips funktioniert das Aufwecken des Rechners über LAN nicht. Hier schafft der Treiber direkt von Intel Abhilfe.

## Fazit

Die Exone Workstation 4304 mit Ryzen Threadripper 2990WX lohnt für professionelle Nutzer, die für Anwendungen im Kreativbereich nicht genug CPU-Kerne haben können. Die Hardwarekomponenten sind gut aufeinander abgestimmt, lediglich der Speicherplatz der SSD kann bei größeren Projekten knapp werden, falls die Daten nicht sowieso auf Servern liegen. Bei Volllast ist die Workstation für einen Büroarbeitsplatz zu laut.

Bei einem Preis von über 4000 Euro wünschen wir uns eine bessere Qualitätskontrolle, wo zum Beispiel die Kühlprobleme oder die unpassenden Treiber hätten auffallen müssen. Wer sich nicht auf PC-Hersteller verlassen möchte und sich den Bau einer Workstation selbst zutraut, findet auf Seite 90 eine passende Anleitung. (chh@ct.de) 

## Extra Computer Exone Workstation 4304 (118282)

| Hardware-Ausstattung  |   |
|---|---|
| CPU / Kerne / Takt (Turbo)  | Threadripper 2990WX / 32+SM / 3,0 (3,4 bis 4,2) GHz   |
| CPU-Fassung / Lüfter (Regelung)   | TR4 / Wasserkühlung (✓)   |
| RAM (Typ / Max) / -Slots (frei)   | 32 GByte (DDR4-2400 ECC / 128 GByte) / 8 (4)  |
| Grafik (-speicher) / -lüfter  | Quadro P4000 (8 GByte GDDR5) / 5 cm   |
| Mainboard (Format) / Chipsatz   | Gigabyte X399 Designare EX (ATX) / X399   |
| Erweiterungs-Slots (nutzbar)  | 2 × PCIe 3.0 x16 (1), 2 × PCIe 3.0 x8 (2), 1 × PCIe 2.0 x4 (1) × PEG (4), 2 × m.2-22110 × M.2 (1)   |
| SSD (Typ, Kapazität)  | Samsung 970 Pro (NVMe, PCIe 3.0 x4, 512 GByte)  |
| Optisches Laufwerk (Art)  | Lite-On iHAS124 (DVD-Brenner)   |
| Kartenleser   | CF, xD, MS, SD, Micro-SD  |
| Einbauschächte (frei)   | 4 × 2,5" (4), 6 × 2,5"/3,5" (6), 2 × 5,25" (0)  |
| Sound-Chip (Chip)   | HD-Audio (Realtek ALC1220)  |
| Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM                                    | 2 × 1 GBit/s (2 × Intel i211-AT, PCIe) / fTPM 2.0   |
| WLAN (Chip, Anbindung)  | 802.11ac, 867 MBit/s + Bluetooth 5.0 (Intel Wireless-AC 8265, PCIe)   |
| Gehäuse (B × H × T [mm]) / -lüfter (geregelt)                                 | Midi-Tower (200 × 463 × 510) / 3 × 12 cm (✓)  |
| Netzteil (Leistung)   | Seasonic PWS-753-PQ, 80Plus Gold (750 Watt)   |
| Anschlüsse hinten   | 4 × DisplayPort 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF out optisch, 1 × USB 3.1 Typ A, 1 × USB 3.1 Typ C, 8 × USB 3.0, 2 × LAN, 1 × PS/2, 2 × W-LAN-Antenne |
| Anschlüsse vorn, oben und seitlich  | 2 × USB 3.0, 1 × USB 2.0, 2 × analog Audio  |
| Reset-Taster / 230-V-Hauptschalter  | ✓ / ✓   |
| Lieferumfang  |   |
| Betriebssystem / installiert im UEFI-Modus / Secure-Boot                      | Windows 10 Pro 64 Bit / ✓ / ✓   |
| Treiber-DVD / Handbuch  | ✓ / Komponenten   |
| Zubehör   | 4 × DisplayPort-DVI-Adapter, M.2-U.2-Adapter  |
| Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschenwicklung |   |
| Soft-Off / Energie sparen / Leerlauf  | 4,7 W / 7,9 W / 68 W  |
| Volllast: CPU / CPU und Grafik  | 488 W / 562 W   |
| SSD: Lesen (Schreiben)  | 3,6 / (2,4) GByte/s   |
| USB 3.0 Typ-A / USB 3.1 Typ-A: Lesen (Schreiben)                              | 426 (426) / 970 (998) MByte/s   |
| LAN 1/2: Empfangen (Senden)   | 119 (119) / 119 (119) MByte/s   |
| CF- / SDXC-Card: Lesen (Schreiben)  | 32,5 (23,0) / 19,0 (18,0) MByte/s   |
| Geräuschenwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)                                | 1,1 Sone (○) / 4,7 Sone (⊖)   |
| CPU- / GPU-Last (Note)  | 4,5 Sone (⊖) / 1,3 Sone (○)   |
| Funktionsests   |   |
| Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar / Auto BIOS Update                         | ✓ / ✓ / -   |
| Wake on LAN: Standby / Soft-off   | ✓ / -   |
| USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)         | ✓ / ✓ (−)   |
| Bootdauer bis Login   | 39 s  |
| Parallelbetrieb (Digital-Monitore)  | 4 × DisplayPort   |
| 4K: DisplayPort   | 60 Hz   |
| analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiomstrom                                    | ✓ (5.1) / -   |
| SPDIF Frequenzen out  | 44,1 / 48 / 96 kHz  |
| Systemleistung  |   |
| BAPCo SYSmark 2018  | 1134  |
| Cinebench R15: Single- / Multithread  | 173 / 5193  |
| 3DMark: Fire Strike   | 11018   |
| SpecViewPerf 13: 3ds Max  | 135   |
| CATIA / Creo  | 201 / 172   |
| Energy / Maya   | 12 / 213  |
| Medical / Showcase  | 46 / 71   |
| Siemens NX / Solidworks   | 273 / 134   |
| Bewertung   |   |
| Systemleistung: Office / Rendering  | ⊕⊕ / ⊕⊕   |
| Audio: Wiedergabe / Aufnahme / Front  | ⊕⊕ / ⊕ / ⊖  |
| Geräuschenwicklung / Systemaufbau   | ○ / ⊕   |
| Preis / Garantie  | 4282 € / 36 Monate Bring-in   |
| ✓ funktioniert — funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden                     | ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht   |



## Mit bunten Bits ins All

**Kleine, bunte Elektronikbauteile sollen Kinder für Hardware begeistern. Mit dem neuen Bausatz Space Rover Inventor Kit könnte das Hersteller littleBits gelingen – doch das hat seinen Preis.**

Erst vor wenigen Jahren gegründet, gehört littleBits mittlerweile zu den etablierten Herstellern von Elektronikbausätzen, die Kinder und Jugendliche für Technik begeistern sollen. Kleine Leiterplatten üben jeweils eine spezifische Funktion aus. Diese „Bits“ sind etwa Sensoren, Leuchtdioden, Schalter, Tongeber, Dimmer, Servomotoren oder ein WLAN-Modul. Mittels Magneten lassen sich die farbkodierten Bits im Handumdrehen zu funktionierenden Systemen zusammenstellen. Auch Unerfahrene können einfach und gefahrlos beginnen, Elektronik zu erforschen. Zum Weihnachtsgeschäft hat das New Yorker Unternehmen drei neue Bausätze für Kinder ab acht Jahren auf den Markt gebracht. Nicht nur in die Welt der Elektronik sollen die Nutzer eintauchen, sondern nebenbei Wissenswertes über Umwelt, Musik oder Raumfahrt erfahren. Wir haben uns das Space Rover Inventor Kit näher angesehen, das junge Forscher ins All schickt – aber zunächst gänzlich bodenständig startet. Haben sich die jungen Programmierer mit den Bits vertraut gemacht, was dank des Magnetmechanismus spielerisch funktioniert, steht eine analoge Bastelstunde an. Denn

die Basis des Rovers besteht aus Pappe. Angesichts des hohen Preises hätte es durchaus widerstandsfähigeres Material sein dürfen. Zum mehrmaligen Auf- und Auseinanderbauen eignet sich der Rover nur bedingt. Schon unser Testmodell mussten wir an einer Stelle nachkleben. Die linear aufgebaute App führt mit leicht verständlichen Videoanleitungen durch den Aufbau. Der Bau verschiedener Erweiterungen wie beweglicher Arm, drehbarer Kopf oder lautgebender Näherungssensor wird genau erläutert. Auch bei den Jüngeren dürften sich Lernerfolge schnell einstellen. Zwischen den Bastelstunden mit Pappe und Bits beleuchten kurze Erklärstücke schlaglichtartig Meilensteine in der Geschichte der Raumfahrt. Die rudimentären Infos selbst sind wenig erschöpfend, aber wecken womöglich das Interesse der jungen Forscher am Thema. Diese müssen übrigens des Englischen mächtig sein. In der App sind nur einige Schlagwörter ins Deutsche übersetzt. Laut Hersteller befindet sich die Arbeit an der deutschen Übersetzung in den letzten Zügen. Zum Testzeitpunkt war das Update noch nicht verfügbar. In etwa drei bis fünf Stunden sind alle Missionen in der App absolviert. Danach lässt sich mit den Bits prima weiter experimentieren. Zu den 15 Bits des Sets gehören unter anderem ein Näherungs- und ein Lichtsensor. Mit anderen Modulen lässt sich der Roboter um weitere Funktionen erweitern. Die Steuerung erfolgt über die App, die im Test mitunter etwas zickig reagierte und mehrmals die Koppelung via Bluetooth LE verweigerte.

Wer sich vom Preis nicht abschrecken lässt, erwirbt mit dem Space Rover einen Bausatz, der geeignet ist, das Interesse an den Grundlagen der Elektronik zu wecken, ohne allzu sehr in die Tiefe zu gehen. Einen günstigeren Einstieg in die Welt der littleBits stellen das Base Inventor Kit und das Electronic Music Inventor Kit (jeweils 119,99 Euro) dar. (rbr@ct.de)

### LittleBits Space Rover Inventor Kit

| Lernroboter         |  |
|---------------------|--|
| Hersteller          | LittleBits, <a href="http://www.littlebits.com">www.littlebits.com</a> |
| Systemanforderungen | Mobilgerät mit Android 5.0 oder neuer oder iOS 9.0 oder neuer          |
| Preis               | 229,99 €   |



## Desktop-Relais

**Wer auch von unterwegs auf Windows-PCs zugreifen will, braucht einen Weg in das Netzwerk. Mit der pinBox Remote als Gateway-Server funktioniert der Remote-Desktop-Zugang ohne VPN im HTML5-Browser. Die Einrichtung ist aber nicht trivial.**

Einen Windows-Server oder einen Desktop-PC mit Remote-Desktop-Freigabe sollte man nicht direkt hinter einer Port-Freigabe ins Internet hängen. Lösungen, um von außen darauf zuzugreifen, sind vergleichsweise kompliziert: Entweder man richtet ein VPN ein oder installiert einen Windows-Server mit dem Remote-Desktop-Gateway.

Mit der pinBox Remote kann man einen anderen Weg gehen. Die Box wird im Heim- oder Firmennetz platziert und wird über eine Weboberfläche eingerichtet – in dieser gibt der Administrator die lokale Adresse eines PCs mit Remotedesktop-Verbindung an. Anschließend muss er im Router eine Port-Freigabe auf die pinBox anlegen. Ein Zertifikat beschafft sich das Gerät bei Let's Encrypt selbst, um DynDNS muss sich der Administrator leider aktuell selbst kümmern.

Der Benutzer bekommt nach der Einrichtung einen Link, den er in jedem Browser öffnen kann. Der Remotedesktop läuft vollständig im Web.

Die pinBox ist mit 177 Euro für eine Einzellizenz nicht billig. Das Angebot richtet sich vorwiegend an kleine Unternehmen und ist eine interessante Alternative zum VPN. (jam@ct.de)

## pinBox Remote

| Remote-Desktop-Gateway |   |
|------------------------|---|
| Anbieter               | Pintexx GmbH <a href="http://pinbox.pintexx.de">pinbox.pintexx.de</a> |
| Hardware               | Raspberry Pi 3 Model B  |
| Preis                  | 177 Euro (Einzellizenz)   |

Anzeige

# Schnelle Problem-Vervielfacher

## Hubs für USB 3.1 Gen 2: doppelt so schnell, aber mit Problemen

**USB ist praktisch und flott, aber an vielen Notebooks und auch PCs gibt es zu wenige Buchsen für die schnellsten USB-Geräte. Nun kommen die ersten USB-Hubs, die USB 3.1 Gen 2 mit 10 GBit/s unterstützen.**

**Von Lutz Labs**

Die schnelle USB-Schnittstelle ist praktisch, aber auch mysteriös: Eine USB-Buchse kann 5 oder 10 GBit/s übertragen und vielleicht ein Notebook flott laden. Während ersteres auch mit den alten USB-A-Buchsen funktioniert, braucht die Schnellladetechnik USB Power Delivery zwingend den neuen Typ-C-Stecker, der egal wie gedreht in die Buchse passt. Doch mit der Geschwindigkeit hat der C-Stecker nichts zu tun: So manches Smartphone mit USB-C-Anschluss überträgt Daten nur mit USB-2.0-Geschwindigkeit.

Die Anzeigeverbindung ist möglicherweise eingeschränkt. Stellen Sie sicher, dass das DisplayPort-Gerät, mit dem Sie eine Verbindung herstellen, von Ihrem PC unterstützt wird. Wählen Sie diese Meldung aus, um weitere

USB-Gerät benötigt möglicherweise mehr Energie Ihr PC stellt dem USB-Gerät möglicherweise nicht genügend Energie bereit. Schließen Sie das Gerät an die externe Stromversorgung an, oder verwenden

Der Anschluss des Lindy-Hubs führte bei einigen PCs zu verwirrenden Windows-Meldungen.

So konnte man in den vergangenen Jahren zwar durchaus USB-Hubs mit Typ-C-Buchsen kaufen, die mit USB 3.1 beworben wurden; so richtig schnell waren diese jedoch nicht: Sie unterstützten lediglich USB 3.1 Gen 1, also das 10 Jahre alte USB 3.0 mit 5 GBit/s. Nun aber kommen die ersten USB-Hubs, die auch SuperSpeed-Plus unterstützen, also USB 3.1 Gen 2 mit 10 GBit/s.

Drei solcher Hubs konnten wir auftreiben: Exsys EX-1250V, Lindy USB 3.1 Gen 2 Hub und Startech 4-Port USB-C-Hub. Alle arbeiten mit dem vom USB Implementers Forum (USB IF, [www.usb.org](http://www.usb.org)) zertifizierten Hub-Chip Via Labs VL820 und stellen vier USB-Ports zur Verfügung – aber damit sind die Gemeinsamkeiten schon fast erledigt.

Der Exsys-Hub fällt komplett aus der Reihe: Er kommt mit Befestigungsmaterial für eine Trägerschiene und kann damit etwa in einem Verteilerkasten befestigt werden. Er arbeitet mit oder ohne Netzteil (mitgeliefert), alternativ kann ein Netzteil per Lüsterklemmen angeschlossen werden. Exsys liefert ein USB-C-Kabel zur Verbindung mit dem PC mit, bei Bedarf kann man jedoch auch ein Kabel mit A-Stecker verwenden, da der Hub auch für den Upstream-Port eine Buchse besitzt. Jeder Port zeigt über eine eigene Leuchtdiode die Verbindungsgeschwindigkeit an: Langsames Blinken bedeutet USB 2.0, schnelles Blinken USB 3.0 und permanentes Leuchten USB 3.1 Gen 2. Beim Anschluss der Endgeräte hat man die Wahl: Der Hub stellt zwei A- und zwei C-Buchsen zur Verfügung.

Der Lindy-Hub hat ebenfalls jeweils zwei A- und C-Buchsen, von denen jeweils eine noch eine Zusatzfunktion hat: Eine C-Buchse dient zum Laden eines Notebooks per Power Delivery, eine A-Buchse

zum Laden eines Smartphones (Battery Charging 1.2) mit bis zu 1,5 Ampere beziehungsweise 7,5 Watt. Das nur 10 Zentimeter lange fest angeschlossene Kabel endet in einem USB-C-Stecker – da die meisten USB-C-Buchsen sich an der Rückseite des Desktop-Gehäuses befinden, muss man zum Einstecken eines Endgerätes hinter den PC krabbeln.

Auch das C-Kabel des Startech-Hubs ist mit 20 Zentimetern recht kurz geraten, der Hub ist damit ebenfalls eher für Notebook-Besitzer geeignet. USB-C-Gerätschaften sollte man nicht anschließen wollen, da der Hub ausschließlich A-Buchsen zur Verfügung stellt.

### Messungen – mit Problemen

Die schnellste externe SSD ist immer noch die SanDisk Extreme 900 (siehe 4/2017, S. 114). Noch etwas schneller ist die Kombination aus einer M.2-PCIe-SSD wie der Samsung 960 Pro und dem M.2-USB-Gehäuse LM902 (siehe c't 21/2018, S. 50) – aber damit hatte zumindest der Startech-Hub Probleme: Die Verbindung riss immer wieder ab, einige Male kam nur eine USB-3.0-Verbindung zustande. In den seltenen Fällen einer optimalen Verbindung erreichte die PCIe-USB-Kombi etwas mehr als 1 GByte/s beim Lesen und beim Schreiben, und zwar mit allen Hubs. Der Geschwindigkeitsverlust gegenüber der Hub-losen Verbindung betrug nur einige 10 MByte/s.

Da wir jedoch keinen eindeutigen Schuldigen für die Verbindungsprobleme ausmachen konnten, haben wir die Messungen mit der SanDisk Extreme 900 durchgeführt, die rund 100 MByte/s unter dem Maximum von USB 3.1 agiert. Doch auch mit dieser SSD kam es gelegentlich zu Verbindungsabbrüchen, vor allem – wieder – mit dem Startech-Hub. Schwankungen der Übertragungsraten haben wir der SSD zugeschrieben, in der Tabelle finden Sie den höchsten von uns gemessenen Wert für alle Disziplinen.

An den Displayport-fähigen Anschlüssen eines Dell-Notebooks angeschlossen meldete Windows, dass der Lindy-Hub – nur der Hub allein, ohne SSD – zu viel Strom benötige. Auch das Einstecken in ein Asus-Z170-Premium-Mainboard führte zu einer Meldung, dass die Anzeigeverbindung der Displayport-Verbindung möglicherweise eingeschränkt sei – das Board aber liefert gar kein Displayport-Signal an diesem Anschluss. Solche Signale leitet keiner der drei Hubs weiter, wie Versuche mit dem Dell-Notebook ergaben.



### Exsys EX-1250V

Industrie-Design, Hutschienen- oder Wandbefestigung – der EX-1250V ist nicht für den Desktop, sondern für Industrieanwendungen entwickelt worden. Vor allem die informativen LEDs haben uns gut gefallen; man sieht auf den ersten Blick, mit welcher Geschwindigkeit ein Endgerät verbunden ist.

Zaubern kann der Hub aber auch nicht. Beim Schreiben kam häufig nur eine USB-3.0-Verbindung mit knapp 500 MByte/s zustande, beim Lesen aber konnte der Hub fast die Maximalgeschwindigkeit der SSD übertragen.

- ⬆️ gute Befestigungsmöglichkeiten
- 💡 informative LEDs
- ❗️ Probleme beim Schreiben



### Lindy USB 3.1 Gen 2 Hub

Der Lindy USB 3.1 Gen 2 Hub ist eigentlich die beste Lösung für Notebooks, die nur einen USB-Anschluss haben, über den sie auch den Akku laden. Das Laden klappte mit dem Hub einwandfrei, er reichte die Leistung des Netzteils an einem Port einfach weiter.

Verwirrend waren jedoch die Windows-Meldungen, die an verschiedenen PCs aufpoppten: zu hoher Stromverbrauch oder auch Displayport-Probleme – Dinge, die eigentlich nicht sein können, da die Bedingungen dafür nicht gegeben waren.

- ⬆️ lädt Notebooks
- ❗️ verwirrende Windows-Meldungen
- ❗️ Verbindungsabbrüche



### Startech 4-Port USB-C-Hub

Eigentlich sollten alle vier Ports des 4-Port USB-C-Hub gleich sein, aber bei unseren Messungen kam es vermehrt zu Problemen, wenn wir die unteren beiden nutzten.

Der Hub war nicht zu einer kontinuierlichen Zusammenarbeit mit der Kombination aus USB-Gehäuse und PCIe-SSD zu bewegen. Aber auch mit der SanDisk-SSD gab es Probleme, häufig lag die Schreibrate bei nur rund 460 MByte/s – also USB 3.0. Diese erreichte der Hub aber immerhin auch über die eigentlich verbogene USB-Verlängerung.

- ⬆️ Verbindungsabbrüche
- ❗️ Probleme mit einzelnen SSDs
- ❗️ nur USB-A-Ports

USB-Verlängerungen sind bei USB 3.1 Gen 2 verboten. Versuche, die SSD über eine 2 Meter lange Verlängerung an die Hubs anzuschließen, waren wenig erfolgreich: Der Exsys-Hub erkannte lediglich eine unformatierte SSD, der Lindy-Hub erkannte die SSD gar nicht. Beim Startech-Hub kam immerhin eine USB-3.0-Verbindung zustande.

### Fazit

Die erste Generation der schnellen USB-3.1-Gen2-Hubs kann noch nicht überzeugen. Meldungen über zu hohen Stromverbrauch, Verbindungsprobleme, zu geringe Datenraten – insgesamt scheinen die Hub-Chips noch nicht ausgereift zu sein. Den geringsten Stress verursachte noch der Exsys-Hub, aber der ist mit mehr als 100 Euro auch der teuerste. Es funktionierte zumindest mit allen SSDs, wenn auch nicht immer mit SuperSpeedPlus. Weitere Vorteile sind die Möglichkeit zur Befestigung auf einer Stromschiene und der Netzteilanschluss, mit dem der Hub auch mehr als eine SSD sicher versorgt. Zudem

sieht man über die LEDs sofort, in welchem Modus die angeschlossenen Geräte betrieben werden.

Wenn das eigene Notebook sich nur per USB-C laden lässt und zudem nur eine USB-Buchse hat, kommt der Lindy-Hub in die engere Auswahl, denn nur dieser unterstützt das Laden per USB Power Delivery. Der Startech-Hub machte am meisten Ärger, zudem stellt er keine USB-C-Buchsen zur Verfügung. Wer sich schon ein Gerät mit einer solch modernen Buch-

se kauft, wird sicherlich auch mal ein modernes Endgerät anstecken wollen.

Eine echte Kaufempfehlung können wir nach diesem Test nicht aussprechen. Wer nicht dringend auf einen schnellen USB-Hub angewiesen ist, sollte mit dem Kauf besser noch ein wenig warten.

(ll@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Benjamin Benz, Problem-Vervielfacher, Test und Praxis: USB-3.0-Hubs, c't 4/2015, S. 96

## USB-3.1-Gen-2-Hubs

| Hub                                   | EX-1250V  | USB 3.1 Gen 2 Hub                                     | 4-Port USB-C-Hub   |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Hersteller                            | Exsys, <a href="http://www.exsys.de">www.exsys.de</a> | Lindy, <a href="http://www.lindy.de">www.lindy.de</a> | Startech, <a href="http://www.startech.com">www.startech.com</a> |
| Modellbezeichnung                     | EX-1250V  | 43093   | HB31C4AB   |
| Upstream-Anschluss                    | USB Typ C   | fest, Typ C   | fest, Typ C  |
| Länge USB-Kabel                       | 1 m   | 10 cm   | 20 cm  |
| Battery Charging / USB Power Delivery | – / –   | ✓ (USB-A) / ✓ (USB-C)                                 | – / –  |
| Stromversorgung                       | Netzteil (12 V, 3 A)                                  | –   | –  |
| Lesen / Schreiben <sup>1</sup>        | 890 / 888 MByte/s                                     | 889 / 883 MByte/s                                     | 863 / 850 MByte/s  |
| Preis                                 | 109 €   | 37 €  | 41 €   |

<sup>1</sup> gemessen mit IOmeter, Blockgröße 128 MByte, angegeben sind hier die Spitzenwerte

# WLAN 5.9

## Asus RT-AX88U: Erster Router fürs Gigabit-WLAN

**Wir haben Prä-ax, die Vorabversion der nächsten WLAN-Generation IEEE 802.11ax alias Wifi 6, am ersten Router ausprobiert. Einiges läuft im Asus RT-AX88U tatsächlich schneller, manches sogar deutlich.**

**Von Ernst Ahlers**

**B**is zu viermal so schnell wie die alte soll die nächste WLAN-Generation IEEE 802.11ax, auch Wifi 6, in bestimmten Situationen sein (ct.de/-4030538). Das könnte sogar klappen. Aber erstens ist es keine Regel für alle Fälle. Und zweitens kommt ein großer Teil des Gewinns durch nochmals in der Breite auf 160 MHz verdoppelte Funkkanäle zustande. Diese Extrabreitspur wird sich aber längst nicht überall und jederzeit nutzen lassen.

Wir konnten eine Vorabversion des Standards, der voraussichtlich erst Ende 2019 verabschiedet wird, im Asus-WLAN-Router RT-AX88U erproben. Dazu mussten wir ein Gerät als Basis, ein zweites als Bridge und dann beide über drei parallele Gigabit-Ethernet-Verbindungen mit PCs koppeln, weil die Router keine schnelleren LAN-Ports haben. Anschließend lief unser iperf3-Benchmark in drei Instanzen mit jeweils vier TCP-Streams parallel, um

den Durchsatz hochzutreiben. Denn schon das etablierte 11ac-WLAN legt bei sehr guten Funkverbindungen mit mehreren parallelen Übertragungen statt einer nochmal deutlich zu.

Asus will im Labor 2,4 GBit/s netto im Optimalfall übertragen haben. Wir schafften knapp 1,9 GBit/s netto; brutto erreicht diese Kombination maximal 4,8 GBit/s (vier MIMO-Streams, 11ax-4800). Eine Kombination älterer Geräte (Fritzbox 7580, PCIe-Karte Asus PCE-AC88, beide 11ac-1733) kam im gleichen Aufbau auf 827 MBit/s netto.

Wohlgemerkt: Dies sind Summen durchsätze für mehrere parallele Übertragungen (oberes Balkendiagramm). Bei einzelnen Down- oder Uploads zeigte sich Prä-ax bei Weitem nicht so viel schneller als 11ac-WLAN (unteres Diagramm), wenn überhaupt.

Immerhin bediente der neue Router auch ältere 11ac-Clients (QCA6174 in Acer-Notebook V3-372) mit nur zwei MIMO-Streams angemessen flott. Dabei hatte er gegenüber der Fritzbox mit seinen externen Antennen im 5-GHz-Band die Nase leicht vorn.

Begrenzen wir die 11ax-Geräte auf 80-MHz-Betrieb, dann fiel der Spitzen durchsatz um rund 37 Prozent von 1848 auf 1172 MBit/s. Umgekehrt gerechnet be-



schleunigte die Kanalbreitenverdopplung also effektiv nur um rund 58 Prozent.

### Router-Betrieb

Der RT-AX88U lässt sich per Assistent im Browser leicht in Betrieb nehmen. Soll er hinter einem Modem an einem Telekom-VDSL-Anschluss laufen, dann ist wie bei anderen Asus-Routern üblich etwas Frikkelei nötig, um dem WAN-Interface die VLAN-ID 7 zu verpassen und IPv6 nebst Multicast-IPTV (Entertain) zu aktivieren.

Bei der NAT-Performance gab es nichts zu meckern, der Router wäre auch einem Super-Vectoring-Nachfolger gewachsen. Die NAS-Performance übers LAN auf eine USB-3.0-SSD erreichte erfreulicherweise durchgängig 110 bis 113 MByte/s (Schreiben/Lesen, SMB/FTP, Dateisysteme VFAT, NTFS, ext4). Ärgerlicherweise läuft ein steinalter SMB-Server (Samba 3.0.33 von 2008), der nur das unsichere SMB1 anbietet.

### Fazit

Der RT-AX88U zeigt, was das neue WLAN prinzipiell kann. Doch noch braucht so gut wie niemand Prä-ax-WLAN, denn es gibt nur sehr wenige Clients. Warten Sie noch ein Weilchen, bis sich 11ax/Wifi 6 in Smartphones und Tablets etabliert hat und es USB-Adapter und eventuell PCI-Express-Karten zum Nachrüsten gibt. Bis dahin ist der RT-AX88U kaum mehr als ein teures Vorzeigestück. (ea@ct.de) **ct**

## WLAN-Performance mit mehreren TCP-Streams

| Gerätekombination | 2,4 GHz nah | 20 Meter | 5 GHz nah | 20 Meter |
|-------------------|-------------|----------|-----------|----------|
| Basis / Client    | besser ►    | besser ► | besser ►  | besser ► |
| ax4800 / ax4800   | ■ 281       | ■ 250    | ■ 1848    | ■ 1257   |
| ax4800 / ac1733   | ■ 244       | ■ 188    | ■ 977     | ■ 564    |
| ac1733 / ac1733   | ■ 537       | ■ 275    | ■ 827     | ■ 491    |

## WLAN-Performance mit einem TCP-Stream

| Gerätekombination | 2,4 GHz nah | 20 Meter | 5 GHz nah | 20 Meter |
|-------------------|-------------|----------|-----------|----------|
| Basis / Client    | besser ►    | besser ► | besser ►  | besser ► |
| ax4800 / ax4800   | ■ 251       | ■ 208    | ■ 460     | ■ 409    |
| ax4800 / ac1733   | ■ 203       | ■ 154    | ■ 470     | ■ 319    |
| ac1733 / ac1733   | ■ 357       | ■ 223    | ■ 473     | ■ 341    |
| ax4800 / ac867    | ■ 107       | ■ 107    | ■ 324     | ■ 189    |
| ac1733 / ac867    | ■ 190       | ■ 123    | ■ 340     | ■ 130    |

alle Werte in MBit/s, 5 GHz: bei ax/ax mit 160 MHz, sonst 80 MHz Funkkanalbreite

## Asus RT-AX88U

| WLAN-Router             |   |
|-------------------------|---|
| Hersteller              | Asus, <a href="http://www.asus.de">www.asus.de</a>                          |
| WLAN                    | IEEE 802.11n-600/ac-1733/ax-4800, simultan dualband, WPS, DFS               |
| Bedienelemente          | Ein, Reset, WPS, WLAN, LED, 8 Statusleuchten                                |
| Anschlüsse              | 9 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 4 × RP-SMA (Antennen), 2 × USB 3.0             |
| NAT-Perf. PPPoE (DS/US) | 884 / 744 MBit/s  |
| IP-zu-IP (DS/US)        | 949 / 949 MBit/s  |
| Leistungsaufnahme       | 9,9 Watt / 19,5 VA (idle, ca. 26 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh) |
| Preis                   | 338 €   |

Anzeige



# Sequenzer-Boy

## Unterwegs Musik machen mit dem OP-Z

**Was aussieht wie eine Lego-Fernbedienung, ist ein winziger Mehrspur-Synthesizer mit MIDI-Sequenzer für Musik, Dia-Shows und Lichtorgeln. Taugt der OP-Z tatsächlich für professionelle Tracks oder ist er nur ein überteuertes Spielzeug?**

**Von Hartmut Gieselmann**

Der OP-Z von Teenage Engineering ist gerade einmal so lang wie diese Heftseite breit und bringt trotzdem alles mit, um einen kompletten Musik-Track zu komponieren. Das hat seinen Preis: 600 Euro verlangt der Hersteller für das graue Kunststoffkästchen. Doch holen Sie tief Luft, allein die Aufzählung der Funktionen füllt mehrere Absätze:

Vier Drum-Spuren spielen Kick-Drums, Snares, Hi-Hats oder beliebige an-

dere Samples ab. Die mitgelieferten Samples lassen sich durch eigene ergänzen. Hinzu kommen vier Synthesizer-Spuren: eine für den Bass, eine für die Hauptstimme (Lead), dazu ein Arpeggiator sowie eine vierstimmige Akkord-Spur für Harmonien. Jede der acht Instrumentalspuren lässt sich über zwei Effektspuren anteilig zum Beispiel mit Echos und Hall unterlegen. Eine Tonbandspur legt darüber rhythmische Loop-Effekte. Weitere vordefinierte Fills und Notenvariationen spielt man über eine Punch-in-Spur live ein. Über ein kleines Mikrofon an der Seite kann man während einer Performance zur Musik mitsingen, wenn man den OP-Z vertikal hält. Die Stimme wird mit Effekten verzerrt, aber nicht aufgezeichnet.

Ein iPhone oder iPad lässt sich über eine kostenlose App als Bildschirm für den OP-Z nutzen. Dort sieht man die exakten Werte der Klangparameter, die man über die vier bunten Drehscheiben einstellt. Über die App konfiguriert man die MIDI-Ausgabe, lädt weitere kostenlose Synthe-

sizer und Effekte auf den OP-Z und gibt eine bunte Foto-Show rhythmisch zur Musik aus. Dazu weist man der App bis zu 24 eigene Fotos zu (oder schießt sie live mit der iPhone-Kamera) und sequenziert sie wie einen der Musik-Tracks – inklusive Farb-, Kontrast- und Helligkeitsänderungen. Die Show kann man per Airplay oder über einen HDMI-Adapter an Monitore, Fernseher und Beamer ausgeben.

Anstatt der Fotos kann man auch 3D-Animationen rhythmisch verfremden, die man zuvor in der Spiele-Engine Unity erstellt hat. Dazu bietet Teenage Engineering ein Open-Source-Plug-in namens Videolab für Unity über GitHub an. Die OP-Z-App liefert zwei kurze Demo-Sequenzen mit, bei denen sich die Kameraposition, das Bewegungstempo der Figuren und die Farbgebung per Sequenzer ändern lassen.

Schließlich steuert der OP-Z auf einer Spur noch Lichter über das DMX-Protokoll. Dazu muss man über die USB-C-Buchse einen passenden DMX-Hub anschließen. Offiziell unterstützt wird der

Enttec DMX USB Pro (mk1 und mk2). Mangels DMX-Adapter konnten wir dies jedoch nicht testen.

## Eigene Samples

Der OP-Z gibt seine Musik lediglich über eine kleine Klinkenbuchse an Stereokopfhörer, Headsets und Line-Adapter aus. Der eingebaute Lautsprecher taugt nur zur Funktionsprüfung.

Der auswechselbare Akku (3,7 Volt, 740 mAh) wird über die USB-C-Buchse geladen und hält den OP-Z nach unserer Messung exakt sechs Stunden mit angeschlossenem Kopfhörer und aktiver Bluetooth-Verbindung am Laufen. Nach gut einer Stunde ist er wieder vollgeladen. Die USB-C-Buchse dient zudem als MIDI-Interface und gibt jede Spur auf einem wählbaren MIDI-Kanal aus. Dank Class Compliance wird es von jedem Rechner und iOS-Gerät ohne Treiber erkannt. Der OP-Z fungiert dabei als USB-Host für genau einen Slave, sodass man eine MIDI-Tastatur, einen -Controller oder Synthesizer direkt anschließen kann. Wenn das Gerät weniger als 100 mA benötigt – wie beispielsweise das CME Xkey 25 –, kann man auf Netzteil oder aktiven USB-Hub verzichten.

Alternativ stellt der OP-Z auch eine MIDI-Verbindung per Bluetooth zu einem iOS-Gerät oder Computer her, kann sich jedoch nicht mit Bluetooth-Keyboards verbinden. Die aktuelle Firmware 1.1.12 zeigte im Test noch Fehler und brachte über Bluetooth keine saubere Synchronisation der MIDI-Clock zustande – dies klappte nur per USB.

Wenn man den OP-Z per USB mit einem Rechner verbindet, kann man auf seinen internen 32 MByte großen Speicher zugreifen und dort Firmware-Updates, eine MIDI-Konfigurationsdatei und Samples ablegen. Der OP-Z nutzt das gleiche Sample-Format wie der ältere Mini-Synthesizer OP-1. Eigene Sample-Pakete erzeugt man mit der Freeware OP1 Drum Utility von Xfer. Jedes Paket kann bis zu 24 Samples mit einer Gesamtlänge von 12 Sekunden enthalten. Das genügt für kurze Drum-Sounds und Loops.

## Haptik

Das per Glasfaser verstärkte Gehäuse macht einen stabilen Eindruck, selbst der hervorstehende gelbe Lautstärkeregler hält einigen Druck aus. Die zweioktavige Tastatur und die übrigen Knöpfe haben einen guten Druckpunkt, sodass man Se-

quenzen nicht nur im Step-Modus, sondern auch live rhythmisch genau spielen kann. Die vier bunten Encoder drehen sich sehr leicht und erlauben für ihre Größe erstaunlich präzise Klangmanipulationen, die sich im Sequenzer sogar aufzeichnen lassen.

Bunte LEDs geben eine Rückmeldung über die meisten Funktionen. Wenn man mit etwas Übung die zahlreichen Tastenkombinationen gelernt hat, kann man den OP-Z auch ohne iOS-Bildschirm betreiben. Fotos- und 3D-Animationen lassen sich dann natürlich nicht sequenzieren.

Die allgemeine Bedienung ist gut durchdacht. Rätselraten gibt allerdings die allzu spärliche Online-Dokumentation auf, die viele Funktionen nur knapp anreißt. Unverständlichweise fehlt ein PDF-Handbuch, das man unterwegs offline lesen könnte. Dem OP-Z liegen lediglich zwei Zettel bei.

## Mächtiger Sequenzer

Der Sequenzer spielt in einem Pattern mit 16 Spuren zwar maximal nur 16 Schritte, erlaubt aber trotzdem die Komposition komplexer Songs. Denn jeder Schritt speichert nicht nur Notenwerte und Parameter-Einstellungen der Encoder, sondern auch Zusatzbefehle, die etwa vorgeben, dass eine Note nur jeden dritten oder achten Durchlauf erklingen soll. Mit weiteren Sprungbefehlen und Mehrfachanschlägen erzeugt man auf Wunsch unvorhersehbare Polyrhythmen mit ungeraden Metren. Dabei kann man die 16tel-Schritte auf einem 384tel-Raster im Takt verschieben. Fünf solcher Pattern lassen sich als bis zu zehn Sekunden lange WAV-Dateien speichern und per USB auf einen Rechner übertragen.

Jede einzelne Spur kann die Länge seiner Schritte skalieren, sodass sie sich nicht auf einen, sondern auf bis zu acht Takte verteilen. So programmiert man auf der Master-Spur längere Akkordfolgen. Dazu gibt man lediglich die gewünschten Notenwerte ein, eine Automatik generiert passende Harmonien für Bass, Lead, Arpeggiator und Chords. Längere Stücke ergeben sich, wenn man 16 speicherbare Pattern pro Projekt aneinander hängt.

## Wie klingt's?

Über die iOS-App lädt man austauschbare Synthesizer-Algorithmen in den OP-Z. In jeder Engine lassen sich zwei Klangparameter über die bunten Encoder variieren.

Dazu kommen pro Spur ein variabler Filter mit einstellbarer Resonanz, eine ADSR-Hüllkurve für den Lautheitsverlauf, ein LFO für periodische Klangveränderungen sowie Send-, Panorama- und Lautstärke-Regler. Für die beiden Effektspuren lassen sich über die App ebenfalls unterschiedliche Algorithmen laden.

Der Sound der neun bisher kostenlos veröffentlichten Engines ist für so einen Winzling beachtlich gut. Schaut man allerdings auf das Preisschild der Hardware, vermisst man etwas Klangfülle. Der OP-Z versucht dies mit einem Chorus-Effekt sowie einem pumpenden Kompressor und digitalem Overdrive auszugleichen, was leider gelingt. Klanglich spielt der OP-Z in einer Liga mit günstigen Digital-Synthesizern, die – wenngleich deutlich größer – oft nur die Hälfte kosten.

## Fazit

Der innovative Musikzwerge hat einen holprigen Verkaufsstart hinter sich: Geräte sind derzeit kaum lieferbar und die aktuelle Firmware 1.1.12 zickt noch bei der MIDI-Synchronisation per Bluetooth herum. Rund alle zwei Stunden hing sich unser Gerät auf und musste neu gestartet werden. Das spärliche Online-Handbuch lässt zudem viele Fragen offen. So etwas akzeptiert man vielleicht bei Kickstarter-Projekten, aber nicht bei einer hochrangigen Designer-Firma, die ihre Geräte im MOMA-Museum verkauft und solch stattliche Preise verlangt.

Wenn auch die bisher verfügbaren Synthesizer-Engines und Effekte nur Durchschnittskost bieten: Die Funktionsfülle des mächtigen Sequenzers ist in diesem Kleinstformat wirklich beeindruckend. Mit eigenen Samples kann man unterwegs an coolen Stücken schrauben und per USB-MIDI einen Synthesizer steuern. Ein iOS-Gerät als Bildschirm ist zwar nicht zwingend notwendig, erleichtert aber vor allem in der Lernphase die Bedienung. Interessenten sollten allerdings noch warten, bis die Entwickler die Firmware verbessert und das Handbuch ergänzt haben.

(hag@ct.de) **ct**

## Teenage Engineering OP-Z

### Mobiler Sequencer

|            |   |
|------------|---|
| Hersteller | Teenage Engineering, <a href="http://www.teenageengineering.com">www.teenageengineering.com</a> |
| Anschlüsse | USB-C, 3,5mm 4-pol-Klinke, Bluetooth 5.0 LE   |
| Software   | OP-Z-App für iOS ab 8.0, OP-1 Drum Utility für Windows, macOS                                   |
| Preis      | 599 €   |



## Minidrucker in Größe M und L

**HPs Fotodrucker für die Jackentasche Sprocket 200 New Edition und Sprocket Plus drucken unterwegs Bilder vom Smartphone auf Zink-Thermopapier.**

Die Sprocket-Fotodrucker sind nicht größer als ein mittleres Smartphone und kaum schwerer. Via Bluetooth empfangen sie Fotos und drucken diese auf Zink-Papier aus. Das Zink-Druckverfahren (Zero Ink) stammt vom zu Polaroid gehörenden Unternehmen ZINK Holdings und arbeitet mit einem speziellen Thermopapier. Die Rückseite der Zink-Papiere ist selbstklebend.

Der Sprocket 200 New Edition bedruckt wie das erste Sprocket-Modell (siehe c't 26/2016, S. 56) 2x3-Zoll-Papier (5 x 7,6 cm), der Sprocket Plus benutzt ein mit 5,8 x 8,7 cm etwas größeres Format. Jeweils zehn Papiere finden in den Minidruckern Platz. Zuunterst liegt bei jedem neuen Stapel ein mit Strichcode bedrucktes „Smartsheet“, das vor dem ersten Druck die Drucker an die jeweilige Papiercharge anpasst. Der Papierfachdeckel des Sprocket Plus ist mit Rasten gesichert, der des Sprocket 200 nur über vier kleine Magnete.

Die geladenen Li-Ionen-Akkus der Sprockets reichen für 10 bis 15 Drucke und lassen sich an jedem USB-Ladegerät aufladen. Mit einem 1-Ampere-Netzteil dauert das etwa zwei Stunden. Die einzige Taste der Minidrucker dient zum Einschalten und zum Aktivieren der Bluetooth-Kopplung.

Der Sprocket Plus nimmt Fotos via Object Push Profil (OPP) auch von PCs

und anderen Bluetooth-Geräten entgegen, der Sprocket 200 kommuniziert nur mit der Sprocket-App, die man kostenfrei im Apple App Store und in Googles Play Store findet. Allerdings möchte die App Daten über das Nutzungsverhalten sammeln. Zwar kann man das verbieten, doch bleiben dann die interaktiven Zusatzinfos deaktiviert. Mit diesen kann man Fotoprints scannen und weitere hinterlegte Bilder oder Videos abrufen. Sonst greift die App zwecks Ausdrucken auf die Fotoverzeichnisse, Google Fotos, Facebook und Instagram zu. Per Fingergeste kann man Fotos drehen und den Ausschnitt auswählen.

Beide Drucker brauchten für den Fotodruck jeweils eine Minute. Grüntöne gaben die Testdrucke gut wieder, Rot und Hauttöne blieben eher pastellartig flau. Dunkle Bildbereiche zeigten nur wenig Details, graue Hintergründe erschienen fleckig und streifig, besonders am rechten - zuletzt gedruckten - Bildrand.

Mit 150 bis 160 Euro sind die Sprocket-Drucker eine nette, aber teure Spießerei für unterwegs. Für Dokumentationszwecke eignen sich die Fotos auf Zink-Papier wegen der geringen Größe und mangels Details weniger. Laufende Kosten verursachen nur die Zink-Papiere: 20 Blatt kosten bei beiden Formaten rund 12 Euro, also 60 Cent pro Print. (rop@ct.de)

## HP Sprocket 200 und Sprocket Plus

| Akkubetriebene Taschendrucker mit Bluetooth |  |
|---|--|
| Hersteller                                  | HP, <a href="http://www.hp.com/de">www.hp.com/de</a> |
| Gewicht                                     | 180 g (Sprocket 200), 212 g (Sprocket Plus)          |
| Lieferumfang                                | Ladekabel, 10 Blatt Zink-Papier, Kurzanleitung       |
| Systemanf.                                  | Android ab 4.4, iOS ab 8.0 (für Sprocket-App)        |
| Preis                                       | 150 € (Sprocket 200), 160 € (Sprocket Plus)          |



## Überschwemmungsalarm

**Ein kleiner Riss in einem Schlauch, wenig später steht die Küche unter Wasser. Der Wassermelder von Main-IoT funktioniert ganz ohne (W)LAN und löst per Mobilfunk Alarm aus.**

Der „Leak Guard“ von Main-IoT hat genau eine Aufgabe: Er fühlt mit einem Feuchtigkeitssensor, ob irgendwo Wasser ausgelaufen ist. Wird es am Fühler feucht, schlägt er Alarm. Zur Verbindung nutzt er das IoT-Netzwerk SigFox, das aktuell ausgebaut wird. Der Server des Herstellers empfängt die Nachricht und ruft eine Telefonnummer an oder sendet eine SMS. Leider gibt es keine anderen Alarmierungsmöglichkeiten wie E-Mail oder Messenger.

Interessant ist das Gerät für alle, die Wasserschäden dort erkennen wollen, wo eine Alarmierung über WLAN oder LAN nicht möglich ist, zum Beispiel bei Verwandten ohne Internet. Wer sich für den Melder interessiert, sollte vorher die Netzabdeckungskarte von Sigfox studieren (zu finden über [ct.de/y9rs](http://ct.de/y9rs)) - noch ist das Netz in Deutschland nicht fertig ausgebaut.

Im Preis von 79 Euro enthalten sind zwei Jahre Nutzung des Sigfox-Netzes und 30 Alarmauslösungen. Jedes weitere Jahr der Netzanbindung kostet 12 Euro. Laut Herstellerangaben läuft das Gerät mit zwei AA-Batterien bis zu 10 Jahre. (jam@ct.de)

**Sigfox-Netzabdeckungskarte: [ct.de/y9rs](http://ct.de/y9rs)**

## Main-IoT Leak Guard

| Wasserschadenmelder |   |
|---------------------|---|
| Anbieter            | XORTEC OY (Finnland) <a href="http://main-iot.com">main-iot.com</a> |
| Netzbetreiber       | Sigfox  |
| Preis               | 79 € (erhältlich bei Amazon)  |

Anzeige

# Achtung, Aufnahme!

## Noch mehr Spielspaß mit dem Tiptoi

**Der Tiptoi-Stift von Ravensburger liest anhand von eingescannten Codes aus Büchern vor und organisiert als Spielleiter den Ablauf von Brettspielen. In der dritten Generation des knubbeligen Audiostiftes steckt nun auch ein Mikrofon. Die ersten Spiele und Bücher zum neuen Stift bringen interessante Spielideen, lassen aber noch Luft nach oben.**

**Von Dorothee Wiegand**

**B**evor es mit dem Spielen losgeht, sind die Eltern gefragt, denn der Stift muss wie seine Vorgänger mit Batterien bestückt und mit den zum vorhandenen Buch oder Spiel passenden Dateien bespielt werden. Für den Betrieb sind zwei AAA-Batterien (1,5 Volt) notwendig, die nicht mit in der Schachtel liegen.

Die passenden Audiodateien zum Buch oder Spiel lädt man am PC von der Webseite des Herstellers herunter. Anschließend werden Sie über ein USB-Kabel auf den Stift übertragen. Auf dem Rechner muss dazu der kostenlose Tiptoi-Manager laufen. Nach der Einrichtung fordert das Programm zum Registrieren auf, was sich durch Klick auf die unscheinbare Zeile „Ich möchte kein Kundenkonto einrichten“ jedoch umgehen lässt.

Am Ende des Stifts befinden sich seitlich die Buchse für das USB-Kabel, der Lautstärkeregler, die Kopfhörer-Buchse (3,5 mm Klinkenstecker) und der Ein/Aus-Schalter. Die Rückseite füllen Lautsprecher, Aufnahmeknopf und Mikrofon. Der Aufnahmeknopf leuchtet blau, sobald der Stift eine Aufnahme erwartet. Für die Dauer der Aufzeichnung muss er gedrückt bleiben. Im Test konnte ich keine Längenbeschränkung feststellen – auch minutenlanges Dauerquasseln zeichnete der Tiptoi anstandslos auf.

Der Tiptoi der zweiten Generation gab nicht nur Audioschnipsel zu Büchern und Spielen wieder, sondern spielte auch Kinderlieder und längere Geschichten ab. Diese Hörspielfunktion hat der neue Tiptoi nicht mehr.

Ich habe die neue Stiftversion namens „Tiptoi create“ mit dem Buch „Die verrückte Weltreise“ und dem Spiel „Sound Quiz“ getestet. Buch und Stift gibt es als Bundle; alternativ kann man den Stift auch einzeln kaufen. Buchseiten und Spielmaterial enthalten an vielen Stellen unsichtbare Code-muster, die die Audioausgabe steuern.

Beim Sound Quiz liegen 100 Bildkarten, Spielchips und eine Steuertafel im Karton. Die Karten zeigen Alltägliches wie Telefon und Zahnbürste und viele Tiere, darunter Plüschteddy und Braubär. Außer den üblichen Symbolflächen – „i“ für Info, Auge für Entdecker-Modus, Würfel für Spiel-Modus – gibt es bei den create-Titeln zwei neue Flächen zum Antippen: Das blaue Mikrofon steht fürs Aufnehmen, der grüne Abspielpfeil fürs Anhören einer eigenen Aufnahme. In der ersten Phase wählen die Spieler verdeckt ein Kärtchen und nehmen für alle hörbar dazu ein Geräusch auf. Die Mitspieler versuchen danach, das Motiv zu erraten. In der zweiten Phase läuft das Spiel wie eine Art Geräusche-Memory ab: Der Stift spielt eine zufällig ausgewählte Aufnahme ab und jeder versucht, als Erster auf das zugehörige Kärtchen zu zeigen.

### Sag mal was

Das Buch bringt vielfältigere Spielvarianten: Die Kinder werden hier durch Texte des Sprechers sehr geschickt angeregt, Reime zu komplettern, Zungenbrecher nachzusprechen oder Lieder zu singen. Die kindgerecht gestalteten Buchseiten zeigen viele lustige Details.

Die Geschichte verbindet die Doppelseiten des Buchs lose miteinander: Mit einem Teleporter-Schlüssel reisen Leo, Lily und Hund Balu vom Jahrmarkt über Ägypten nach London und weiter in die Antarktis, nach China und New York, zu den Mayas und schließlich nach Australien. Zu dieser Sci-Fi-Rahmenhandlung will der Rest der Geschichte nicht recht passen, etwa der Zauberer, der auf dem Rummel den Anfang vom Märchen „König Drosselbart“ vorliest. Info-Häppchen, die der Stift zu Bilddetails zum Beseten gibt, fallen sowohl im Spiel als auch im Buch in die Kategorie „Unnützes Wissen“.

Während einer Quiz-Partie speichert der Tiptoi den Spielstand. Alle Informationen zum Spielablauf gehen verloren, sobald man ihn abschaltet oder er sich nach 10 Minuten ohne Aktivität von selbst ausschaltet. Für das Sound Quiz aufgenommene Geräusche werden auch gelöscht, sobald man das Quiz neu startet. Das ist sinnvoll, denn die Aufnahmen in der ersten Phase sind ja Bestandteil des Spiels. Allerdings erhält das Kind keine Warnung,



**Zu jedem Buch und jedem Gesellschaftsspiel aus dem Tiptoi-Programm gehören spezielle Audiodateien, die zunächst auf den PC heruntergeladen und von dort auf den Stift übertragen werden.**



Erst Geräusche erfinden, dann Bildkärtchen hamstern – das Sound Quiz funktioniert wie ein Geräusche-Memory und nutzt die Aufnahmefunktion des Tiptoi geschickt aus.

wenn es nach einigen Aufnahmen für das Quiz vielleicht nur vorübergehend zu einem anderen Tiptoi-Titel wechselt.

Anders verhält es sich mit aufgenommenen Geräuschen, Wörtern und Sätzen zum Buch. Im Test blieben sie auch erhalten, wenn der Stift ausgeschaltet oder zwischenzeitlich ein anderer Tiptoi-Titel aktiviert wurde. Um eine einzelne Aufnahme zu überspielen, tippt das Kind erneut auf das Mikrofonsymbol neben einem Bild. Um alle Aufnahmen auf einen Rutsch zu löschen, tippt man auf das Mülleimersymbol ganz hinten im Buch. Dann ertönt zunächst ein Warnhinweis, dass gelöschte Aufnahmen sich nicht wieder herstellen lassen; nochmaliges Tippen auf den Mülleimer löst den Löschkvorgang aus.

Die create-Bücher und -Spiele sind nicht mit älteren Versionen des Tiptoi nutzbar: Bei dem Versuch, einen älteren Stift mit dem neuen Buch zu nutzen, ertönt die Ansage „Für dieses Produkt benötigst Du einen Stift mit Aufnahmefunktion!“ Andersherum ist die Kombination aus Alt und Neu kein Problem: Der neue Stift mit Mikro funktionierte im Test mit einer Stichprobe älterer Tiptoi-Bücher und -Spiele einwandfrei.

## Fazit

Die Aufnahmefunktion erweitert den ohnehin vielseitigen Tiptoi um neue, spannende Möglichkeiten. Die Bedienung des Mikrofons gelingt kinderleicht, die Aufnahmefähigkeit ist mäßig, aber für den Zweck völlig ausreichend. Für kleine Kinder ist es schade, dass der Tiptoi keine Hörspielfunktion mehr hat.

Das Sound Quiz nutzt die neue Funktion in naheliegender, aber durchaus unterhaltsamer Weise. Unter den Spielideen im Buch finden sich ein paar Highlights, etwa das Nachsprechen von Zungenbrechern, aber auch allerlei noch nicht ganz ausgeregnete Aufgaben. Die kurzen Erklärtexte zu den Buchseiten und Spielkärtchen fallen in den getesteten Titeln weniger lehrreich aus als in älteren Tiptoi-Titeln. Die beiden getesteten Titel reizen die Möglichkeiten des Tiptoi-Mikrofons insgesamt noch nicht voll aus. Hoffentlich gelingt das in den für 2019 angekündigten create-Titeln.

(dwi@ct.de) **ct**

## Tiptoi create

| Audistift für Kinder |  |
|----------------------|--|
| Hersteller           | Ravensburger, <a href="http://www.ravensburger.de">www.ravensburger.de</a>     |
| Systemanf.           | PC mit Windows ab 7/macOS ab 10.7, 1 GByte freier Speicher, Internetverbindung |
| Preise               | Tiptoi: 44,99 €, Starterset (Stift + Buch): 54,99 €, Sound Quiz: 24,99 €       |

Anzeige



## Aufgehübscht

**VMware Workstation 15 bringt eine sauber skalierende Bedienoberfläche und neue Möglichkeiten zur Automatisierung.**

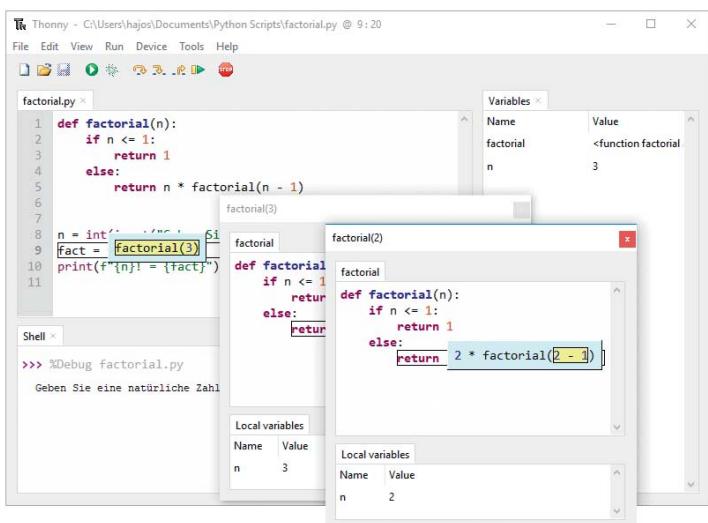
VMware hat schon früher die gute Skalierbarkeit der Oberfläche auf Windows-Hosts mit hoher Pixeldichte beworben – und tut dies auch für die aktuelle Version 15. Aber diesmal stimmt es wirklich: Die Darstellung der Schaltflächen, Programmfenster und Guest-Registerkarten bleibt nun auch dann heile, wenn die Bildschirmskalierung von Windows im laufenden Betrieb umgestellt wird – etwa bei Remote-Desktop-Zugriffen auf den Host-PC oder beim Andocken von 4K-Bildschirmen.

Die 3D-Unterstützung für Windows-Gäste hat VMware auf Direct3D-Level 10.1 angehoben. Außerdem steht nun ein REST-API bereit. Es soll Entwicklern ermöglichen, Anwendungen zur Verwaltung virtueller Maschinen (VMs) zu bauen, vorhandene Tools einzubinden und die Verteilung von VMs auf Arbeitsplätze zu automatisieren.

Die Argumente für VMware Workstation Pro sind nach wie vor gültig: Empfehlenswert ist es für Anwender, die nicht nur eine komfortable Snapshot-Verwaltung wollen, sondern auch vorbildliche Grafik-, Sound- und USB-Integration. Der günstigeren Player-Ausgabe fehlen vor allem Snapshots, Netzwerkmanager und Host-seitige VM-Verschlüsselung. (jss@ct.de)

## VMware Workstation 15

| Desktop-Virtualisierer |   |
|------------------------|---|
| Hersteller             | VMware, <a href="http://www.vmware.de">www.vmware.de</a>                                    |
| Betriebssystem         | Windows ab 7, Windows Server ab 2008 R2, Linux (jeweils nur 64 Bit)                         |
| Preis                  | 275 € (Pro), 166 € (Player für kommerziellen Einsatz), <b>kostenlos</b> (Player für privat) |



## Python-Schnellstart

**Die Python-IDE Thonny soll Lehrenden und Lernenden die Beschäftigung mit der Skriptsprache möglichst einfach machen. Für Kenner kann sie eine Alternative zu den gängigen, oft aufgeblähten Umgebungen sein.**

Thonny will vor allem die Einstiegs-hürden so niedrig wie möglich halten: Das Programm bringt seinen eigenen Python-3.7-Interpreter mit und lässt sich so in einem Rutsch installieren. Die Bedienoberfläche enthält nichts, was von den grundlegenden Funktionen ablenken könnte: ein Editor, der Python-Code versteht und passend einfärbt, ein Shell-Fenster zur Eingabe von Python-Befehlen, eine sparsam bestückte Button-Leiste – das wars.

Der Editor erkennt einige der häufigsten Tippfehler, darunter fehlende schließende Klammern oder Anführungszeichen, und markiert sie farbig. Die Taste F5 oder das „Run“-Icon in der Symbolleiste starten das aktuelle Skript. Sollten dabei Fehler auftreten, meldet sich ein Assistent zu Wort und versucht, die Fehlerursache genauer zu erklären, als die kurzen Fehlermeldungen des Interpreters das tun.

Den in Thonny enthaltenen Debugger rufen die Tastenkombination Strg+F5 oder der Käfer in der Symbolleiste auf den Plan. Er startet das Programm stets im Einzelschritt-Modus; Breakpoints muss man nicht definieren. Dabei visualisiert der Debugger sehr schön, was das

Programm tut: In über den Quelltext eingebblendeten, farbigen Kästchen verwandeln sich Schritt für Schritt Variablennamen in ihren Inhalt, mathematische Ausdrücke in ihr Ergebnis und Funktionsaufrufe in den jeweiligen Rückgabewert. Ein „Step into“ öffnet ein eigenes Fenster mit dem Quelltext der aufgerufenen Funktion und ihren lokalen Variablen – so visualisiert ein Fensterstapel anschaulich den Stack von Funktionsaufrufen.

Wer sich mit den Grundfunktionen von Thonny angefreundet hat, kann sich weitere Informationsfenster anzeigen lassen, darunter eine Übersicht der globalen Variablen, einen Object Inspector oder einen Mini-Dateimanager. Ein grafisches Frontend für die Python-Paketverwaltung pip rundet den Funktionsumfang ab.

Entwickelt wurde Thonny an der Universität Tartu in Estland. Es steht unter einer Open-Source-Lizenz, ist selbst in Python geschrieben und läuft unter allen gängigen Betriebssystemen inklusive Raspbian.

Wer auf eine ausgefeilte Projektverwaltung verzichten kann, findet in Thonny eine kompakte Python-Programmierumgebung ohne überflüssigen Ballast. Der pfiffige Debugger vermittelt nicht nur Anfängern interessante Einblicke in die Funktionsweise eines Interpreters. (hos@ct.de)

## Thonny

| Python-IDE für Einsteiger |  |
|---------------------------|--|
| Anbieter                  | Universität Tartu, <a href="https://thonny.org">https://thonny.org</a> |
| Systemanf.                | Windows, Linux, macOS  |
| Preis                     | <b>kostenlos</b> (MIT-Lizenz)  |

Anzeige

# Widerstand ist zwecklos!

## Vertrackte Vertragsumstellung bei Pýur



**Eine simple Änderung des DSL-Vertrags führt zu Rechnungs- und Vertrags-Chaos – und der Kunde kann nur hilflos zusehen.**

**Von Georg Schnurer**

**S**ein vielen Jahren ist Marco D. Kunde bei der Tele Columbus Kabel Service GmbH. Er nutzt den unter dem Markennamen Pýur vertriebenen Internet-Zugang via TV-Kabel im Tarif „2er Kombi Paket“. Dieses Angebot besteht aus zwei

Teilen: einem bis zu 100 MBit/s schnellen Internet-Zugang und einem Telefonanschluss. Eigentlich ist Marco D. recht zufrieden mit dem Vertrag, für den er 39,99 Euro im Monat bezahlt.

Über die Jahre haben sich seine Nutzungsgewohnheiten jedoch verändert: Der Internet-Zugang könnte mitunter noch schneller sein und auf den Telefonanschluss könnte er inzwischen gut verzichten. Mit seinen Freunden und Bekannten kommuniziert er ohnehin meist per Chat, und was so nicht besprochen werden kann, erledigt er mit dem Mobiltelefon.

Just in dieser Situation stolperte Marco D. im Mai 2018 über ein neues Angebot von Pýur: Das Paket namens „Pure Speed 200“ versprach einen mit bis zu

200 MBit/s deutlich flotteren Internetzugang, ganz ohne Telefonoption. Das neue Angebot lockte Marc D. auch, weil es mit 30 Euro pro Monat günstiger war als sein laufender Vertrag. Der lief ohnehin zum 31. August 2018 aus – eine günstige Gelegenheit für einen Vertragswechsel.

Kurzerhand kontaktierte Marco D. die Pýur-Hotline und vereinbarte telefonisch die neuen Konditionen. Der Hotliner nahm den Kundenwunsch entgegen und am 2. Juni 2018 bestätigte Pýur die neuen Vertragsbedingungen: Bis zum 31.8.2018 sollte noch sein altes „2er Kombi Paket“ gelten, zum 1. September war dann der Tarif „Pure Speed 200“ vorgemerkt.

Im Juli 2018 besorgte sich Marco eine neue FritzBox 6590 für seinen Kabelan-

schluss. Diese bei Pýur freischalten zu lassen war ein echter Kraftakt: Immer wieder scheiterte die Aktivierung, doch nach gut sechs Wochen Hotline-Gefecht war die Schlacht gewonnen: Die private FritzBox durfte endlich ihren Dienst im Pýur-Kabelnetz verrichten.

## Das Übel beginnt

Die Aktivierung der FritzBox hatte allerdings unerwartete Nebenwirkungen: Auf der Rechnung vom 26. Juni 2018 entdeckte Marco D. plötzlich zwei Verträge des Typs „2er Kombi 100“: Bei dem ersten handelte es sich offensichtlich um seinen alten Vertrag. Der sollte noch bis zum 5.9.2018 laufen. Daneben gab es noch einen weiteren „2er Kombi 100“-Vertrag, der ab dem 1.7.2018 gelten sollte und eine Mindestlaufzeit bis zum 30.6.2020 hatte. Die Rechnungssumme war mit 39,99 Euro für den kommenden Monat allerdings korrekt.

Zum 1. September 2018 stellte Pýur dann wie vereinbart den Anschluss um. Die neue Bandbreite betrug nun 200 MBit/s. Die Vertragsänderung schien aber in der Pýur-Rechnungsabteilung nicht angekommen zu sein. Für September 2018 buchte das Unternehmen weiterhin 39,99 Euro vom Kundenkonto ab – knapp 10 Euro mehr als vereinbart.

## Widerspruch zwecklos

Sofort widersprach Marco D. der Rechnung schriftlich und stellte klar, dass er ab dem 1. September 2018 wie vereinbart den Vertrag „Pure Speed 200“ für 30 Euro monatlich nutzen würde. Zudem wies er auf die falsch gelistete Vertragslaufzeit von zwei Jahren hin. Sein neuer Vertrag hatte, wie in der Auftragsbestätigung zu lesen, eine Mindestvertragslaufzeit von drei Monaten.

Das interessierte bei Pýur aber anscheinend niemanden – man gönnte dem Kunden nicht mal eine Antwort auf den Protest. Es folgte kommentarlos die nächste falsche Rechnung für den Oktober 2018. Wieder holte sich Pýur knapp 10 Euro mehr vom Konto des Kunden als vereinbart.

Dieses Mal protestierte Marco D. per Einschreiben. Er wies auf den falsch berechneten Tarif hin und forderte die Rückzahlung des zu viel abgebuchten Geldes. Eine Reaktion von Pýur blieb aus, weshalb Marco D. sein Glück nun per E-Mail versuchte. Das schien mehr Erfolg zu haben: Pýur versprach eine Prüfung durch die

Fachabteilung und sicherte die Rückzahlung der unberechtigt abgebuchten Beträge mit der nächsten Rechnung zu.

Es passierte: nichts. Auch die Rechnung für den November war zu hoch. Am 8. November kontaktierte der Kunde deshalb die Pýur-Hotline. Doch die beharrte darauf, dass Marco D. trotz anders lautender Auftragsbestätigung einen „2er Kombi 100“-Vertrag hätte. Mühsam überzeugte Marco D. den Hotliner davon, ein Fehler-ticket für die Abrechnung anzulegen. Den Vertrag selbst zu korrigieren, dazu war die Hotline anscheinend nicht befugt.

## Selbstbedienung

Einige Tage später prüfte Marco D. seinen Vertragsstatus mit der Pýur-App – und siehe da, nun sollte er ab dem 1. Dezember den Tarif „Pure Speed 200“ nutzen. Das entsprach zwar nicht der ursprünglichen Vereinbarung – da war von einem Tarifwechsel zum 1. September die Rede – doch das war es nicht, was den Kunden auf die Palme brachte: Ohne jeglichen Auftrag hatte ihm Pýur noch eine kostenpflichtige Zusatzleistung in Form eines Telefonanschlusses für fünf Euro monatlich hinzugebucht.

Kurz darauf trudelte noch eine entsprechende Auftragsbestätigung ein. Also schwang sich Marco D. am 13. November erneut ans Telefon und protestierte. Der Mitarbeiter erkannte zwar das Problem, allein, ändern konnte er nichts. Also wurde ein neues Fehler-ticket eröffnet und Marco D. erhielt das Versprechen, in Kürze von der Fachabteilung kontaktiert zu werden.

Eine Kontaktaufnahme blieb aus, dafür bahnte sich weiterer Ärger an: In der Pýur-App konnte der Kunde erkennen, dass sich etwas an der Telefon-Option geändert hatte: Die nie bestellte Leistung sollte zum 30.6.2020 wegfallen. Am 18. November bestätigte Pýur das Chaos dann auch noch schriftlich: Bis zum Juni 2020 sollte Marco D. monatlich fünf Euro für eine Telefon-Option zahlen, die er weder bestellt hatte noch mit der registrierten privaten FritzBox nutzen konnte.

## Nachgefragt

So langsam hatte Marco D. das Gefühl, hier gegen einen Borg-Cube zu kämpfen: Widerstand ist zwecklos – sie werden abkassiert, schien das Motto von Pýur zu sein. Also bat er die c't-Redaktion um Unterstützung.

Wir eilten dem übervorteilten Kunden gern zur Hilfe, nachdem wir uns durch die Unterlagen zu diesem hanebüchenen Chaos gekämpft hatten. Der Support von Pýur schien in seiner eigenen Realität zu leben, da weder der Protest des Kunden noch die eigene Auftragsbestätigung vom Juni 2018 zur Kenntnis genommen wurden. Also baten wir die Pressestelle des Mutterkonzerns Telekolumbus um Stellungnahme. Warum scheiterte Pýur bei einem eigentlich simplen Tarifwechsel, wollten wir wissen. Zudem interessierte uns, woher die nie vom Kunden bestellten Vertragsbestandteile kamen und warum sich Pýur diese noch bis 2020 bezahlen lassen will.

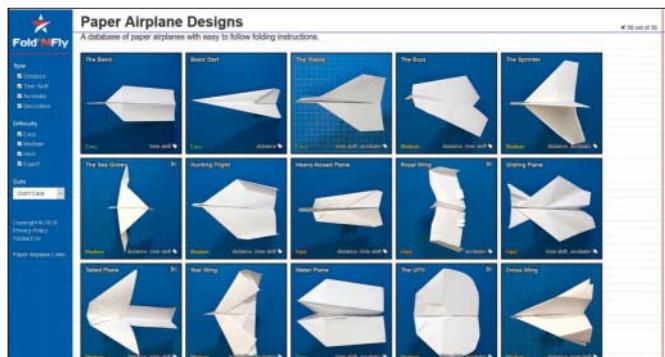
Unsere Anfrage sorgte sofort für Bewegung: Bereits einen Tag später meldete sich eine betont freundliche Pýur-Mitarbeiterin beim Kunden. Sie versprach einen Tarifwechsel zum 1.12.2018, eine sofortige Stornierung der nicht bestellten Telefon-Option und eine Gutschrift in Höhe von 39,99 Euro. So das alles klappt, hätte Marco D. unter Strich eine Entschädigung in Höhe von 10,02 Euro für den vielen Ärger mit Pýur erhalten. Zieht man das Porto für den Protestbrief und das Einschreiben ab, bleibt kaum etwas übrig.

Marco D. ist trotzdem zufrieden, immerhin erhält er von Pýur nun endlich das, was er im Mai 2018 bestellt hat. Schade nur, dass dazu erst die Intervention der c't-Redaktion erforderlich war.

Kurz darauf meldete sich auch Mario Gongolsky, Manager Corporate Communications, bei uns. Ursache für die fehlerhafte Nachbearbeitung des Produktwechsels sei ein nicht korrekt hinterlegter Produktübergang. Daraus resultierte dann die zusätzliche Telefonfunktion. Der Service habe diesen Fehler nicht erkannt, bedauerte der Unternehmenssprecher.

Das ganze Chaos sei durch die Aktivierung der privaten FritzBox des Kunden entstanden: Um das Gerät im Pýur-Netz anzumelden, musste ein neuer Vertrag angelegt werden. Der hatte dann die falsche Laufzeit, was zu den Folgefehlern mit der zugebuchten Telefon-Funktion geführt habe. Inzwischen sei das Problem aber erkannt und behoben worden, beteuerte Mario Gongolsky. Dass das nicht sofort beim ersten Kundenkontakt geklappt habe, bedauerte der Communication-Manager ausdrücklich. (gs@ct.de) **ct**





## Pilotenschein

<https://www.foldnfly.com>

Nicht nur das Gras auf der anderen Seite des Zauns ist stets grüner, auch die Papierflieger der anderen sehen immer besser aus als der eigene. Sie können weiter fliegen und sogar Loopings, während der eigene zerknautschte Segler sofort abstürzt. Wer ein derartiges Trauma zu bewältigen hat oder wer einfach einmal seine Zeit mit etwas Sinnvollem verbringen will, der ist auf **Fold 'n fly** richtig.

Alle Papierschwalben der Jugend und auch aktuelle Modelle sind hier dargestellt, auswählbar nach Falt-Schwierigkeitsgrad und Flugeigenschaften. Soll der Flieger eine weite Strecke zurücklegen oder besonders lange in der Luft bleiben? Die Stärke mancher Modelle liegt wiederum in ihren überraschenden Flugmanövern. Die Anleitung hilft Schritt für Schritt, auch mit den raffinertesten Papierfaltern von früher mitzuhalten – endlich.

(agr@ct.de)

## Echt heißer Stoff

[www.sonnenmaschine-vr.de](http://www.sonnenmaschine-vr.de)

[www.sternenmaschine-vr.de](http://www.sternenmaschine-vr.de)

Zu Besuch, wo sonst viele Millionen Grad heißes Plasma zu Hause ist: Die technische Beherrschung der Kernfusion könnte irgendwann einmal nahezu unbegrenzt Energie erzeugen und damit drängende Zukunftsprobleme wie den Klimawandel lösen helfen. Wer Einblick in eine dieser hochkomplexen Anlagen sucht, der kann sich jetzt mit einer Virtual-Reality-Brille ungestört zwischen den Forschern im Kontrollraum der Fusionsanlage ASDEX Upgrade umsehen, direkt im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching. Über den Link **Sonnenmaschine** steht dem virtuellen Besucher das begeh-



bare, ringförmige Plasmagefäß offen, wo bereits zeitweilig die Energiequelle der Sonnen gebändigt wird.

Der zweite Link **Sternenmaschine** öffnet den Zugang in das Plasmagefäß von Wendelstein 7-X im IPP in Greifswald. Von da aus kann der Technikbegeisterte bei seinem virtuellen Besuch zudem die Experiment-Halle durchstöbern sowie die Vorrichtungen für die Mikrowellenheizung, die benötigt wird, um das Plasma auf seine immense Betriebstemperatur zu bringen. Ein gewaltiger technischer Aufwand, den die Rundum-Fotos offenbaren, der aber erst beim Spaziergang mit einer VR-Brille vor den Augen seine ganze Faszination entfaltet. (agr@ct.de)

## Platz halten mit Würze

<https://baconipsum.com>

<https://baconmockup.com>

<https://meettheipsums.com>

Lorem Ipsum ist der unbestrittene Platzhirsch unter den Platzhalter-Texten. Für Webentwickler und Layouter ist der Blindtext unverzichtbares Füllmaterial. Sieht aus wie Latein, besteht aber nur aus zusammenhanglosen Fetzen eines Cicero-Textes, die nicht viel bedeuten.



Wer seinen Entwürfen gern die nötige Würze verleihen möchte, der sollte sich **Bacon Ipsum** anschauen – feinster Platzhaltertext, garniert mit allerlei Barbecue-Vokabular, auf Wunsch mit Extra-Würze: „Spicy jalapeno bacon ipsum dolor amet beef porchetta pork prosciutto shankle.“ Für Entwickler gibt es ein JSON-API und sogar ein WordPress-Plug-in.

Dazu passende Bilder in jedem Format liefert **Bacon-mockup**. Wer es lieber vegan mag, der kann sich das WordPress-Plug-in „Dynamic Placeholder Images“ ansehen. Einfach eigene Gemüsebilder hochladen, fertig ist der tierfreundliche Platzhalterbild-Generator.

Viele weitere Blindtext-Vorschläge für jeden Anlass und jede Vorliebe liefert **Meet the Ipsums**. Während Coffee Ipsum unterschiedlich zum Kaffeetrinken verleitet, erinnert Cat Ipsum immer neu an die verspielten Haustiere. Man kann sich von Alien Ipsum oder Zombie Ipsum kontinuierlich beunruhigen lassen oder auf vielfältige Weise den Intellektuellen herauskehren, zum Beispiel mit Nietzsche Ipsum oder Heisenberg Ipsum. Oder man weist Intellektuelles von sich: Wrestling Ipsum! (jam@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/y7p2](http://ct.de/y7p2)

Anzeige

# 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](mailto:@ctmagazin)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

## Größe auf Datenträger

**?** Wenn ich mir im Windows-Explorer die Eigenschaften eines Ordners oder einer Datei ansehe, gibt es dort zwei Größenangaben: „Größe“ und „Größe auf Datenträger“. Letztere umfasst meist ein paar Bytes mehr. Was macht Windows mit diesem Platz?

**!** PC-Dateisysteme verwalten den Platz auf der Festplatte nicht byteweise, sondern in sogenannten Clustern, also Abschnitten fester Größe. Auf NTFS-Laufwerken umfasst ein Cluster meist 4096 Bytes. Wie groß die Cluster auf Ihren Laufwerken sind, finden Sie mit PowerShell-Befehlen nach dem Muster

`(Get-Volume D).AllocationUnitSize`

heraus; den Laufwerksbuchstaben (D) müssen Sie dabei jeweils austauschen.

Eine Datei belegt immer komplett einen Cluster. Dabei gibt es meist ein bisschen Verschnitt: Eine Textdatei mit 4098 Zeichen passt nicht in einen Cluster, ihre „Größe auf Datenträger“ wäre 8192 Bytes.

Auf NTFS-Laufwerken können noch andere Effekte für eine Differenz sorgen: Sehr kleine Dateien (bis etwa 700 Bytes) belegen rechnerisch überhaupt keinen Platz, weil ihre Daten direkt im Verzeich-

niseintrag gespeichert werden. Außerdem kennt NTFS Ordnerkompression und so genannte Sparse Files, bei denen leere Abschnitte keinen Platz kosten. Beide Spezialitäten lassen die „Größe auf Datenträger“ kleiner als die Dateigröße werden.

*(hos@ct.de)*

## 7-Zip öffnet keine 7z-Dateien

**?** Ich habe 7-Zip unter Windows installiert. Wenn ich 7z-Archive doppelklicke, erscheint die Meldung „Command not found“. Ist das Archiv beschädigt?

**!** Das Problem ist, dass mit der Endung .7z das falsche Programm, nämlich die 7zG.exe, verknüpft ist. Klicken Sie rechts auf eine solche Datei, wählen Sie „Öffnen mit“ und dann „Andere App auswählen“. Über „Andere App auf diesem PC suchen“ navigieren Sie zum Programmverzeichnis von 7-Zip und wählen dort das richtige Programm: 7zFM.exe.

*(jam@ct.de)*

## Windows 10 und VeraCrypt

**?** Mein Windows 10 Home unterstützt keine BitLocker-Laufwerksverschlüsselung. Ist VeraCrypt eine sinnvolle Alternative?

VeraCrypt verschlüsselt auf Wunsch die komplette Systempartition und ist damit eine brauchbare Alternative zu BitLocker.



**!** Ja, und seit Version 1.23 ist VeraCrypt auch genauso komfortabel wie BitLocker. Bei den halbjährlichen Funktions-Updates für Windows 10 lässt es den Upgrade-Vorgang automatisch mit dem Schalter /ReflectDrivers laufen. Damit entfällt der Zwang, vor jedem Funktions-Upgrade die Festplatte zu entschlüsseln und später wieder zu verschlüsseln. Im Unterschied zu BitLocker müssen Sie bloß während der Installation der neuen Windows-Version ein paar Mal das VeraCrypt-Kennwort eingeben – bei jedem automatischen Neustart.

Den besagten Schalter unterstützt Windows 10 übrigens bereits seit Version 1607 („Anniversary Update“). Erst mit Version 1.23 nutzt VeraCrypt ihn aber auch ohne manuelle Eingriffe.

*(jss@ct.de)*

## Tastatur liefert falsche Zeichen

**?** An manchen Tagen produziert die Tastatur meines Fujitsu Lifebook beim Drücken der Taste F jedes Mal ein J. Die Tasten sind nicht vertauscht, sondern es gibt dann einfach keine Taste, die das gewünschte F liefert. Das Ganze ist unabhängig von den verwendeten Anwendungen; Abhilfe schafft nur ein Neustart. Fujitsu weiß keinen Rat – Sie vielleicht?

**!** Der geschilderte Fehler könnte auf eine (teil-)defekte Tastatur hinweisen. Die Buchstaben werden in der Tastatur durch ein Leitungsgitter und verschiedene Widerstandswerte realisiert. Alterung der Leiterfolie oder Verschmutzung (ist irgendwann einmal Flüssigkeit in die Tas-

tatur gelangt?) können zu einem falschen Wert und der dann zu einem anderen Buchstaben führen. Solche Fehler müssen wie beschrieben auch nicht immer auftauchen, sondern können unter anderem von Luftfeuchtigkeit oder Temperatur abhängen.

Ein Neustart initialisiert den Tastaturrecontroller neu. Es kann durchaus sein, dass dabei Schwellwerte anders gesetzt werden, wodurch der Fehler verschwindet – und die Temperatur hat sich gegenüber dem letzten Bootvorgang ja wahrscheinlich auch geändert, weil das Gerät mittlerweile warmgelaufen ist.

Wenn der Fehler das nächste Mal auftritt, dann überprüfen Sie doch mal, welcher Tastencode von der Tastatur gesendet wird – etwa über die unter [ct.de/ywr3](http://ct.de/ywr3) verlinkte Webseite. Wenn die J-Taste da tatsächlich ein F sendet, dann liegt es an der Hardware. (mue@ct.de)

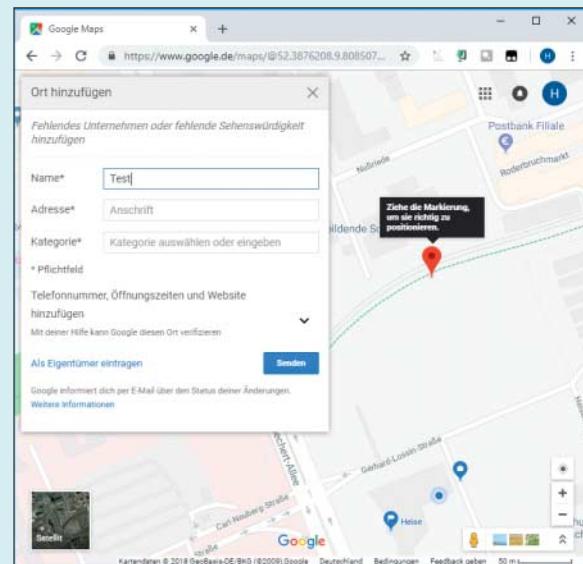
**Rollover-Test für Tastaturen:** [ct.de/ywr3](http://ct.de/ywr3)

## SSD für TV-Aufnahmen

**?** Zum USB-Recording mit meinem Smart TV von LG suche ich eine 2 TByte große externe SSD. Wie Sie mehrfach gemeldet haben, sind die Preise für SSDs ja stark gesunken. Zudem benötigen SSDs weniger Strom zum Hochfahren als klassische Festplatten, die Fernseher damit, wie ich gehört habe, oft überfordern. Welche günstigen Modelle oder Hersteller können Sie empfehlen?

**!** Ich würde dabei eine SSD mit hoher Endurance auswählen, also ein Exemplar, das möglichst viele Schreibvorgänge übersteht. Da die Endurance bei externen SSDs häufig nicht angegeben wird, könnten Sie sich auch eine Crucial MX500 oder eine Samsung 860 Evo kaufen und diese in ein externes Gehäuse verfrachten. Zudem sind die Preise für externe SSDs immer noch recht hoch: Mit 2 TByte geht es bei 420 Euro los, eine interne MX500 bekommen Sie bereits ab etwa 300 Euro. Beim Gehäuse sollten Sie darauf achten, dass es die Größe unterstützt – aber das trifft auf die meisten zu. Solche Gehäuse, etwa von Raidsonic, Fantec oder Silicon Power, gibt es für rund 10 Euro. (ll@ct.de)

**Bei Google Maps kann man fehlende Informationen selbst in die Karte eintragen. Die Korrekturen werden meist sehr schnell akzeptiert.**



## Geodaten aktualisieren

**?** Bei dem Grundstück, auf dem ich wohne, hat die Gemeinde die Adresse geändert – es hat jetzt eine neue Straße und Hausnummer. Natürlich findet uns jetzt kein Navi oder Paketdienst mehr, genauso wenig finden Telekom oder Elektrizitätsversorger die Adresse in ihren Datenbanken. Die Änderung ist bereits über ein Jahr her. Wie und wo werden solche Änderungen eigentlich verarbeitet und wie gelangen sie dann in die ganzen Datenbanken, die mit Geodaten arbeiten? Wie lange muss ich wohl noch warten, bis Google meine neue Adresse findet?

**!** Im Prinzip muss man sagen: Einen zentralisierten Prozess bei Behörden gibt es nicht. Jede Kommune kocht ihr eigenes Süppchen und kommuniziert, was Kartendaten angeht, allenfalls mit den Landesvermessungsämtern. Und deren Puls schlägt, um es vorsichtig auszudrücken, sehr langsam.

Bei Navi-Herstellern gibt es zwei Hauptdienstleister: die aus Navteq hervorgegangene Here (Nokia) sowie Tele Atlas, seit 2011 zu TomTom gehörend. Beide sammeln mit eigenen Fahrzeugen Daten und werten auch andere lokal verfügbare Informationsquellen aus, etwa Anzeigen aus Tageszeitungen.

Bei Google Maps kann jeder Nutzer sogar selbst die Karten verändern und Vorschläge machen, die von Google meist innerhalb weniger Minuten(!) geprüft und akzeptiert werden. Dazu klickt man in Google Maps einfach auf irgendeinen Punkt der Karte und wählt dann links „fehlenden Ort hinzufügen“. Das ist der

schnellste und erfolgversprechendste Weg, weil auch viele Kurierfahrer im Zweifel schnell mal auf Google Maps nachschauen.

Ähnliches ist auch bei OpenStreetMap möglich. Das Vorgehen ist etwas komplizierter; eine Anleitung dafür steht im OpenStreetMap-Wiki (siehe [ct.de/ytdt](http://ct.de/ytdt); für Sie dürfte Punkt 10.3 interessant sein). (mil@ct.de)

**OpenStreetMap-Tutorial:** [ct.de/ytdt](http://ct.de/ytdt)

## DSL-Anschluss vorübergehend kündigen

**?** Mitte 2019 wollen wir unser Eigenheim beziehen, das gerade gebaut wird. Unsere derzeitige Wohnung soll aber früher gekündigt werden; für die Übergangszeit wollen wir bei meinen Schwiegereltern einziehen. Dorthin werden wir unseren Internetanschluss von 1&1 nicht mitnehmen können, weil es dort schon einen DSL-Anschluss gibt. Ob 1&1 in unserem neuen Domizil verfügbar sein wird, wissen wir nicht; ein Glasfaseranschluss ist dort aber geplant. Kann man einen DSL-Anschluss vorübergehend stilllegen? Oder sollten wir besser kündigen?

**!** Sie können Ihren Breitbandvertrag außerordentlich kündigen, wenn Sie umziehen und am neuen Wohnsitz nicht mindestens die Datenrate bereitsteht, die Sie bisher nutzen. Da die Kündigungsfrist in einem solchen Fall drei Monate beträgt,

sollten Sie den Umzug rechtzeitig ankündigen.

Falls Ihre reguläre Kündigungsfrist kürzer ist als ein Vierteljahr, sollten Sie den DSL-Anschluss fristgerecht kündigen. Ihre Rufnummer können Sie behalten, falls Sie innerhalb des Ortsnetzbereichs umziehen. Dazu müssen Sie sie im Zuge der Anschlusskündigung nur zu einem VoIP-Anbieter, beispielsweise Sipgate oder dus.net, portieren. (uma@ct.de)

## 144-Hz-Monitor an Prozessorgrafik

**?** Kann Intels Prozessorgrafik eigentlich auch PC-Monitore mit besonders hoher Bildwiederholrate ansteuern, also 120- oder 144-Hertz-Displays?

**!** Ja, grundsätzlich ist das möglich: Sogar der Billigheimer Celeron N4100 steuert einen WQHD-Schirm (2560 × 1440 Pixel) mit 144 Hertz an. Es klappte auch mit Core i5-8000 – mobile und Desktop-PC-Versionen – sowie mit AMD Ryzen 5 2400G und Athlon 200GE.

Allerdings müssen das Mainboard beziehungsweise der PC oder das Notebook die zum jeweiligen Monitor passenden Anschlüsse haben. HDMI 1.4 schafft bei Full-HD-Auflösung beispielsweise zwar auch noch 120 Hz, aber das klappte bei unserem Acer-Monitor nicht: Hier waren 120 und 144 Hz nur via DisplayPort 1.2 möglich oder via DP-Adapter an einem USB-C-Port mit DP Alt Mode. Es hängt also vom jeweiligen Monitor und den Anschlüssen am PC ab, ob Bildfrequenzen von 120 oder 144 Hertz mit integrierten Grafikprozessoren (IGP) wie Intels UHD Graphics 600 nutzbar sind. Bei der Intel-IGP muss auch der Treiber von der Intel-Webseite installiert sein, mit den in Windows eingebauten Funktionen ließ sich die Bildschirmfrequenz höchstens auf 60 Hz einstellen.

Selbst wenn es klappt, sind die Vorteile aber möglicherweise gering: Die höhere Bildfrequenz soll ja für ein ruhigeres Bild und flüssigere Bewegungen auf dem Display sorgen. Wegen der niedrigen Performance liefern die Intel-IGP in leistungshungrigen 3D-Spielen aber selten mehr als 60 Frames pro Sekunde (fps). Und beim erwähnten Mini-PC mit Celeron N4100 und 144-Hertz-Display ruckelte sogar ein Brower-Fenster, welches wir mit darin laufendem Video verschoben

haben: Der Prozessor ist schlichtweg zu lahm. (ciw@ct.de)

Kennwort zurückzusetzen. Durch die Verbindung mit einem Microsoft-Konto funktioniert das hier aber nicht. Haben Sie einen Rat für mich?

**!** Mein Ansatzpunkt wäre das Konto „Administrator“. Es wird bei der Installation angelegt, aber deaktiviert. Man kann es mit NTPWEdit normalerweise wieder aktivieren (Unlock) und erhält so Zugriff auf den Computer, kann dann ein neues Konto einrichten und oft auch Dateien aus dem Profil des Nutzers mit dem Microsoft-Konto herüberkopieren. (ps@ct.de)

## IPv6 statt DynDNS?

**?** Der Hersteller meiner Webcam hat seinen DynDNS-Dienst eingestellt, ich möchte die Kamera aber weiter von unterwegs aus erreichen können. Leider lässt mein Router keinen freien DynDNS-Dienst zu; von den vorgegebenen passt mir keiner. Nun gibt es ja IPv6 mit fast unbegrenztem Adressvorrat. Kann man der Kamera nicht einfach eine eigene öffentliche Adresse geben?

**!** Prinzipiell geht das natürlich, aber dafür muss die Webcam ausgelegt sein und man braucht einen Internet-Anschluss mit statischem IPv6-Präfix. Diesen bieten viele Provider nur im Rahmen von Geschäftskundentarifen an.

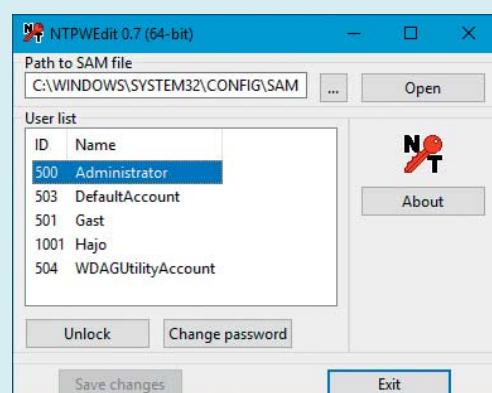
Von daher dürfte es für Privatanwender in der Regel tatsächlich günstiger sein, weiterhin einen DynDNS-Dienst zu verwenden. Allerdings muss man dafür nicht zwangsläufig den DynDNS-Client eines Routers verwenden. Wenn im betreffenden LAN ein PC oder ein Mini-Computer wie der Raspi läuft, kann man einen der vielen DynDNS-Clients auch darauf einrichten. (dz@ct.de)

## Garantieabfragen von WD und HGST: ct.de/ytuk

### Windows-Kennwort zurücksetzen trotz Microsoft-Konto

**?** Jemand in meinem Bekanntenkreis hat sein Kennwort vergessen, mit dem er sich über ein Microsoft-Konto an seinen Windows-Rechner anmeldet. Bislang habe ich in ähnlichen Fällen das Programm NTPWEdit aus dem c't-Notfall-Windows verwendet, um das Windows-

Das Konto „Administrator“ ist in Windows 10 normalerweise deaktiviert. Mit dem Tool NTPWEdit kann man es freischalten.



Anzeige

# Google Docs, Tabellen und Präsentationen

## Antworten auf die häufigsten Fragen

**Von Dieter Brors**

### Ersatz für Desktop-Office

**?** Eignet sich Google Docs als Ersatz für ein ausgewachsenes Office-Paket für den Desktop?

**!** Der Funktionsumfang reicht schon seit Längerem an den von Microsoft Office oder LibreOffice heran und lässt sich daher für die meisten Aufgaben genau so gut einsetzen. Nachteil dabei: Jedes Dokument darf maximal 500 Kilobyte groß sein und wird grundsätzlich in Googles Cloud gespeichert. Über Google Drive sind die Inhalte aber auch offline erreichbar.

Die besonderen Stärken liegen vor allem in der Teamarbeit: Sie können Texte, Tabellen und Präsentationen für andere Nutzer freigeben und gleichzeitig mit ihnen dieselbe Datei bearbeiten. Dabei protokollieren die Google-Apps, wer was an einer Datei geändert hat, sodass sich alle unerwünschten Änderungen rückgängig machen lassen. Arbeiten mehrere Teammitglieder an einem Dokument, können sie über die integrierte Chat-Funktion miteinander kommunizieren.

### Microsoft-Office-Dateien editieren

**?** Kann ich in Google Docs auch Word-, Excel- und PowerPoint-Dateien bearbeiten?

**!** Standardmäßig können Sie solche Dateien nur betrachten und ausdrucken oder zum Bearbeiten ins jeweilige Google-Format konvertieren. Für Googles Webbrowser Chrome gibt es aber das Add-on „Office Editor“, mit dem Sie Word-, Excel- und PowerPoint-Dateien direkt bearbeiten können. Die Erweiterung können Sie über ct.de/yqj7 aus dem Chrome Web Store installieren. Für Dateien im Open-Document-Format gibt es derzeit keine solche Lösung. Sie können

die Dateien aber in die Google-Formate konvertieren und diese beim Herunterladen ins Open-Document-Format umwandeln.

**Download Office Editor:** [ct.de/yqj7](http://ct.de/yqj7)

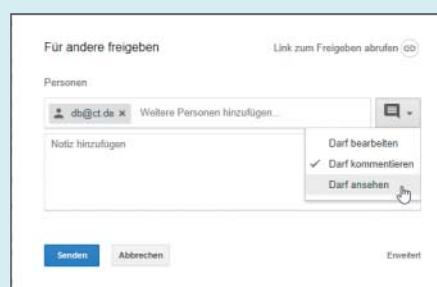
### Dokumente freigeben

**?** Ich möchte einen Text von Kommilitonen lesen lassen. Sie sollen ihn aber nur kommentieren und nicht drin herumpfuschen können. Kann ich die Freigabe entsprechend einschränken?

**!** Ja, Sie haben die Wahl, jedem Teilnehmer individuelle Rechte zu vergeben. Dabei können Sie zwischen Lesen, Kommentieren und Editieren auswählen. Die Kommentare können Sie anschließend beantworten oder als erledigt kennzeichnen.

### Link zu PDF-Dateien verschicken

**?** Gelegentlich verschicke ich Dokumente, die niemand ändern soll, als PDF-Datei. Dabei finde ich es aber lästig, die Dokumente immer erst als PDF zu exportieren und dann die Datei oder den Link darauf zu verschicken. Gibt es einen einfacheren Weg?



**Bei der Freigabe von Texten, Tabellen und Präsentationen kann der Besitzer festlegen, was die Teammitglieder mit ihr anfangen dürfen.**

**!** Dafür gibt es einen kleinen Trick. Wenn Sie das Dokument im Google-Format im Browser geöffnet haben und einen Link zur PDF-Version verschicken wollen, kopieren Sie zunächst die komplette URL in die E-Mail und ersetzen am Ende „/edit“ durch „/export?format=pdf“. Sobald der Empfänger die URL anklickt, erhält er das Dokument in der aktuellen Version als PDF-Datei, da sie zu diesem Zeitpunkt erzeugt wird.

### Funktionsumfang erweitern

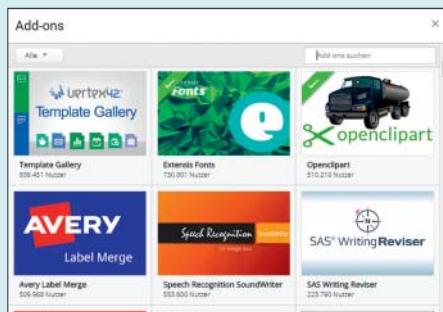
**?** Im Menü gibt es einen Eintrag für Add-ons. Wo bekomme ich die her?

**!** Mithilfe von Add-ons lässt sich der Funktionsumfang erweitern. Mittlerweile gibt es eine Bibliothek mit Hunderten solcher Erweiterungen. Über „Add-ons/Add-ons aufrufen“ öffnen Sie einen Dialog, der die beliebtesten Add-ons anzeigt. Sie können aber auch nach Kategorien darin stöbern. Nützlich sind zum Beispiel der „Document Navigator“, der rechts in einer Seitenleiste die Struktur eines Dokuments mit Überschriften und Objekten anzeigt oder „OpenClipart“, das im Web nach Bildern sucht und als Vorschau so anzeigt, dass man sie direkt ins Dokument übernehmen kann.

### Zu früherer Version zurückkehren

**?** Nachdem ich mehrere Tage an einem Dokument unsinnige Änderungen vorgenommen habe, möchte ich zu einer früheren Version zurückkehren.

**!** Über „Datei/Versionsverlauf/Versionsverlauf ansehen“ öffnen die Google-Apps rechts eine Liste mit allen vorhandenen Versionen. Mit einem Klick können Sie jede öffnen und mit einem Klick auf „Diese Version wiederherstellen“ reaktivieren. Da die Liste im Lauf der Zeit stark anwachsen kann, gibt es die Op-



In der Bibliothek finden sich viele nützliche Add-ons, die den Funktionsumfang der Google-Anwendungen erweitern.

tion, ausgewählten Versionen einen Namen zu vergeben und nur diese in der Liste anzuzeigen. Dazu aktivieren Sie oben im Fenster die Option „Nur benannte Versionen anzeigen“, indem Sie den Schalter nach rechts schieben.

## Dokumente offline bearbeiten

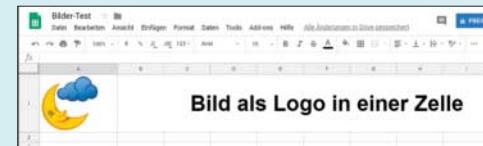
Ich nutze häufig ein Notebook, das nicht ständig mit dem Internet verbunden ist. Kann ich darauf Texte, Tabellen und Präsentationen auch offline bearbeiten?

Ja, das klappt, setzt aber voraus, dass Sie Google Chrome als Webbrowser einsetzen. In diesem können Sie in den Einstellungen von Google Docs, Tabellen oder Präsentationen den Offline-Modus einschalten. Wechseln Sie dazu in einem der Online-Programme zunächst auf die Startseite, indem Sie links oben auf das Programmlogo klicken. Links oben erscheint das Menüsymbol mit drei horizontalen Balken, über das Sie das Fenster mit den Einstellungen öffnen können. Schieben Sie dort den Schalter neben „Offline“ nach rechts, um den Offline-Modus zu aktivieren. Alle Dateien, die Sie danach bearbeiten, werden dann auch lokal gespeichert, sodass sie sich jederzeit bearbeiten lassen. Sobald der Rechner wieder mit dem Internet verbunden ist, werden die Dateien synchronisiert. Da die Einstellung global gilt, müssen Sie sie nur in einem der Google-Programme aktivieren. In Firefox, Internet Explorer und anderen Webbrowsern steht der Modus nicht zur Verfügung.

## Textformatierung entfernen

Ich kopiere häufig Inhalte von Webseiten in Textdokumente. Dabei werden auch Formatierungen übernommen, unter anderem viel zu große Zeilenabstände. Wie werde ich die am Schnellsten wieder los?

Markieren Sie dazu die Textpassage und wählen Sie im Menü „Format/Formatierung entfernen“. Google Docs setzt den Text dann im Standardformat, behält aber die zugeordneten Stilvorlagen bei, sodass Überschriften als solche erhalten bleiben.



Die Tabellenkalkulation platziert Bilder nur oberhalb der Tabelle. Mit der IMAGE-Funktion kann man sie auch in eine Zelle einbinden.

## Bild in eine Tabellenzelle platzieren

Ich möchte in der Tabellenkalkulation eine Bilddatei mit einem Logo in eine Zelle einfügen. Über Einfügen/Bild klappt das aber nicht, da Google Tabellen dieses dann über die gesamte Tabelle legt. Wie kann ich es in einer einzelnen Zelle platzieren?

Dies können Sie über die Funktion =IMAGE("URL") erledigen. Sie setzt aber voraus, dass die Bilddatei über eine URL zu erreichen ist, also im Netz bereitsteht. Die URL geben Sie in Anführungszeichen ein. Wenn Sie keinen weiteren Parameter angeben, wird das Bild so skaliert, dass es in die Zelle passt. Mit =IMAGE("URL", 2) wird das Bild so gestreckt, dass es die Zelle ausfüllt, =IMAGE("URL", 3) bindet es in Originalgröße ein.

## Absätze verschieben

Beim Bearbeiten umfangreicherer Texte kommt es häufig vor, dass ich Absätze verschieben muss. Dazu schneide ich den betroffenen Absatz zunächst in die Zwischenablage aus und füge ihn dann an der neuen Position ein. Bislang habe ich keine Möglichkeit gefunden, markierten Text ähnlich wie in Word einfach zu verschieben.

Das ist möglich, aber nicht mit der Maus. Wenn Sie einen Absatz markiert haben, können Sie ihn mit den Cursor-tasten nach oben oder unten verschieben, wenn Sie dabei Alt und Umschalt gedrückt halten.

## Textfeld in Dokument einfügen

In eine Broschüre möchte ich mehrere Textkästen einbauen. Dazu finde ich aber keinen Befehl.

Er verbirgt sich an einer Stelle, an der man ihn nicht unbedingt vermuten würde. Da Google Docs Textfelder als Zeichnungsobjekte betrachtet, wählen Sie im Menü Einfügen/Zeichnung. Im Dialog können Sie dann mit einem Klick auf das Symbol mit dem Buchstaben T ein Textfeld erzeugen und mit Inhalt füllen. Mit einem Klick auf „Speichern & schließen“ kehren Sie zum Textdokument zurück und können Größe und Position des Rahmens beliebig anpassen. Um dessen Inhalt zu editieren, müssen Sie mit einem Doppelklick aufs Textfeld den Zeichnungsdialog wieder öffnen.

## Link auf Tabellendatei einfügen

In ein Textdokument möchte ich eine Tabelle verlinken, die ich in Google Tabellen erstellt habe und die daher in der Cloud liegt. Für den Link benötige ich die URL der Datei. Wo finde ich sie?

So lange die Datei in Google Drive liegt, benötigen Sie die URL nicht. Wenn Sie den zu verlinkenden Text markiert und Einfügen/Link gewählt haben, genügt es, ins Link-Feld den Dateinamen einzutippen. Schon während der Eingabe beginnt die Suchfunktion, nach passenden Webseiten und Dateien im Web und in Google Drive zu suchen und zeigt die Ergebnisse im Dialog sofort an. Sofern die Datei unter dem Namen existiert, erscheint sie ebenfalls im Suchergebnis und Sie können die zugehörige URL mit einem Klick übernehmen. (db@ct.de)

# Der optimale PC

**Kaufberatung:**  
aktuelle Prozessoren, Arbeitsspeicher und SSDs



|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>PC-Kaufberatung: Komponenten</b> ..... | <b>Seite 72</b> |
| <b>Bauvorschlag Allround-PC</b>           |                 |
| mit Core i5-9600K .....                   | <b>Seite 80</b> |
| <b>Bauvorschlag Allround-PC</b>           |                 |
| mit Ryzen 7 2000X .....                   | <b>Seite 84</b> |
| <b>Bauvorschlag Gaming-PC</b>             |                 |
| mit Radeon RX 570 .....                   | <b>Seite 88</b> |
| <b>Bauvorschlag Workstation-PC</b>        |                 |
| mit Ryzen Threadripper .....              | <b>Seite 90</b> |

## Wie viele CPU-Kerne dürfen es sein? Der Wettstreit zwischen AMD und Intel beschert PC-Käufern eine große Auswahl. Für einen kompletten PC braucht man aber auch die passende Grafikkarte, eine flotte SSD und ein solides Mainboard.

Von Christof Windeck

**P**rozessorkerne satt: So sieht es auf dem PC-Markt derzeit aus. Schon Notebooks und Mini-PCs gibt es mit vier bis sechs CPU-Kernen, und die Mittelklasse-PC-Plattformen von AMD und Intel lassen sich mit Achtkernern bestücken. Auf High-End-PC-Mainboards laufen sogar 32-Kerner. Unsere Kaufberatung erklärt, wie viele CPU-Kerne für Ihre individuellen Anforderungen sinnvoll sind. Außerdem geht es um AMD Ryzen versus Intel Core i, die Auswahl einer Grafikkarte sowie Arbeitsspeicher, SSDs, Festplatten, Mainboards und Netzteile.

### Kernzahlwahl

Leider nutzen viele gängige Alltagsprogramme noch immer nur einen einzigen Prozessorkern. Das gilt etwa für Office-Software, beispielsweise bei LibreOffice Writer für die durchaus rechenaufwändige Umwandlung einer Textdatei in ein PDF-Dokument vor dem E-Mail-Versand. Weil viele Anwendungen so miserabel programmiert sind, laufen sie auch auf einem 2000-Euro-Prozessor nicht schneller als auf einem 150-Euro-Chip.

Nicht immer haben die Programmierer Schuld daran, dass Multi-Cores keine Mehrleistung bringen: Es gibt Aufgaben, die sich kaum parallelisieren lassen. Das

gilt sogar für einige Workstation-Anwendungen wie AutoCAD, bei denen die Berechnung bestimmter Objekte erst starten kann, wenn zuvor andere fertiggestellt wurden. Es hängt also von der Software ab, wie viele CPU-Kerne sinnvoll sind. Überlegen Sie, welche Anwendungen Sie häufig nutzen und bei welchen davon Sie besonders hohe Rechenleistung benötigen. Zu mancher Software gibt es klare Empfehlungen, manche Spiele etwa verlangen vier CPU-Kerne oder mehr. Unter Windows zeigt der Task-Manager die aktuelle CPU-Auslastung an: Weist er bei einem Quad-Core ohne Hyper-Threading nur rund 25 Prozent aus, wenn Software unter Volldampf rechnet, nutzt der Code nur einen Kern.

Falls sich nicht genau klären lässt, wie viele Kerne die jeweilige Software nutzt, helfen Faustregeln. Für einen neuen PC, der sich flott anfühlen und mehrere Jahre lang benutzt werden soll, nimmt man mindestens einen Quad-Core mit Turbo-Funktion: Der AMD Ryzen 3 2200G kostet um die 100 Euro, für 40 Euro mehr gibt es den Ryzen 5 2400G oder den Core i3-8100 – letzterer ist Intels günstigster Quad-Core mit aktueller Technik.

Noch billiger sind Dual-Cores wie Athlon 200GE und Pentium Gold G5000 beziehungsweise Celeron G4000, die aber nur für Bürocomputer taugen. Vorsicht: In einigen Mini-PCs und Billigst-

Desktops stecken stark abgespeckte „Atom-Celerons“ wie Celeron J/N4000 und Pentium Silver J/N5000. Wegen ihrer geringen Singlethreading-Performance fühlt sich mit diesen Chips das Arbeiten zäher an. Sie haben ihre Berechtigung nur in lüfterlosen und kompakten Geräten, wo es nicht auf die Rechenleistung ankommt.

### High-End

Wenn es hingegen deutlich mehr Performance sein soll, kommen Sechs- und Achtkerner ab 200 Euro ins Visier: AMD Ryzen 5 2600X oder Intel Core i5-8600/9000. Die Unterschiede zwischen vergleichbar teuren AMD- und Intel-Chips sind dabei im Alltag kaum spürbar: Für Intel spricht die etwas höhere Singlethreading-Rechenleistung. Die macht sich zwar auch in Spiele-Benchmarks bemerkbar, in der Praxis ist dabei allerdings die Grafikkarte wichtiger. Ihren größten Vorteil spielen die Core-i-Typen nur mit den immer noch seltenen Programmen aus, die AVX-Code nutzen.

Achtkerner sind nur dann sinnvoll, wenn man häufig extrem leistungshungrige Anwendungen nutzt, etwa für Videoschnitt, Audio mit vielen Tonspuren oder 3D-Rendering. Ryzen 7 2600X und Core i7-9000 liefern dank hoher Turbo-Stufen zwar auch die jeweils höchste Singlethreading-Performance, aber dabei beträgt der Vorsprung zu deutlich billigeren Chips oft nur 20 Prozent – das spürt man kaum. Wichtiger sind die zusätzlichen Kerne, sofern die Software sie auslastet.

Die teuersten „High-End Desktop“-(HEDT)-Plattformen TR4 (AMD Threadripper) und LGA2066 (Intel Core X) lohnen sich nur für wenige Nutzer. Hier sind zwar bis zu 32 Kerne, 64 Threads und 128 GByte RAM möglich, aber manche Software kommt mit den vielen Threads quasi durcheinander: Die Performance

Der dicke AMD Ryzen Threadripper 2990WX hat 32 Kerne, Intels Core i9-9980XE immerhin 18. Bei den Mittelklasse-Plattformen AM4 (Ryzen) und LGA1151v2 (Core i) sind jeweils acht Kerne möglich.





### Allround-PC mit Core i5-9600K

Schnell, flexibel, sparsam – und jetzt ohne Meltdown-Lücke: Intels jüngster Sechs-Kerner erledigt die meisten PC-Aufgaben locker. Gegen saftigen Aufpreis sind acht Kerne drin.

- ⬆️ leise, flott, erweiterbar
- ⬆️ im Leerlauf sparsam
- ⬇️ teurer Prozessor



### Allround-PC mit AMD Ryzen 5 2600

Mehr Kerne pro Euro liefert AMD: 12 Threads für 165 Euro sind vor allem für Videoschnitt und 3D-Rendering attraktiv. Lässt sich aber auch flexibel als Gaming-Maschine bauen.

- ⬆️ leise, flott, erweiterbar
- ⬆️ mehr Kerne pro Euro
- ⬇️ im Leerlauf 29 Watt



### Workstation-PC mit AMD Ryzen Threadripper

Der Kracher mit 32 Threads, bis zu 128 GByte RAM und Platz für mehrere Grafikkarten oder Rechenbeschleuniger. Ist dank Wasserkühlung vollgasfest und im Leerlauf leise, aber teuer.

- ⬆️ extrem hohe Leistung
- ⬆️ erweiterbar, optional ECC-RAM
- ⬇️ teuer und stromdurstig

sinkt im Extremfall oder es sind spezielle Einstellungen nötig, damit es gut läuft. Obendrein geht der teure Spaß auch noch mit hohem Aufwand für leise Kühlung, starken Netzteilen und langen Boot-Zeiten einher – wägen Sie Vor- und Nachteile genau ab! Mehr Details über Prozessoren verrät [1].

### Spectre & Meltdown

Die zahlreichen Sicherheitslücken, die als Spectre-NG und Meltdown be-

kannt wurden, sind längst nicht ausgestanden. Zwar haben AMD und Intel in ihre jüngsten Prozessorserien Ryzen 2000 und Core i-9000 erste Schutzfunktionen eingebaut, aber Mitte November wurden wieder neue Probleme bekannt. Diese werden vorwiegend durch Updates für aktuelle Betriebssysteme, sprich Windows 10 und Linux, behoben.

Um es anders zu sagen: Ein vollständig fehlerfreier Prozessor ist derzeit nicht auf dem Markt. Das ist nach bisheriger

Einschätzung aber für typische Desktop-PCs und Notebooks auch kein Drama: Einerseits lassen sich die Spectre-Lücken nur mit großem Aufwand für Malware nutzen, bisher wurde noch kein solcher Schädling in der Praxis gefunden. Andererseits gibt es vor allem bei Windows-Rechnern üblicherweise viele andere Schwachstellen, die sich wesentlich einfacher ausnutzen lassen. Spectre und Meltdown sind vor allem für Server in Cloud-Rechenzentren problematisch.

## c't-PC-Bauvorschläge 2018: Leistungsvergleich unter Windows 10

| PC / Variante                             | Benchmarks                      |                                 |              |                      |                                       |   |  | Messwerte                                       |  |
|---|---------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------------|---------------------------------------|---|--|---|--|
|   | Cinebench R15<br>Singlthreading | Cinebench R15<br>Multithreading | Sysmark 2018 | 3DMark<br>Firestrike | FarCry 5<br>Ultra, UHD / FHD<br>[fps] | Shadow of the Tomb<br>Raider, höchste, UHD /<br>FHD [fps] | Geräuscheinwicklung<br>Leerlauf / Volllast<br>[Sone] | Leistungsaufnahme<br>Leerlauf / Volllast<br>[W] |  |
| <b>Intel-Allrounder mit Core i5-9600K</b> |                                 |                                 |              |                      |                                       |   |  |   |  |
| Basiskonfiguration                        | 198                             | 1046                            | 1836         | 1299                 | -/-                                   | -/-   | <0,1/<0,1  | 18/115  |  |
| + GeForce GTX 1060                        | 198                             | 1046                            | 1836         | 10583                | 25/70                                 | 17/52   | <0,1/0,4   | 25/254  |  |
| + GeForce RTX 2070                        | 198                             | 1046                            | 1836         | 17879                | 49/110                                | 35/96   | <0,1/0,8   | 24/356  |  |
| <b>Ryzen-Allrounder mit Ryzen 5 2600</b>  |                                 |                                 |              |                      |                                       |   |  |   |  |
| Basiskonfiguration                        | 161                             | 1244                            | 1446         | 1690                 | -/-                                   | -/-   | <0,1/0,1   | 29/143  |  |
| + GeForce GTX 1060                        | 161                             | 1244                            | 1446         | 11663                | 25/71                                 | 18/55   | <0,1/0,4   | 35/267  |  |
| + GeForce RTX 2070                        | 161                             | 1244                            | 1446         | 17726                | 49/87                                 | 36/91   | <0,1/0,8   | 35/363  |  |
| <b>Budget-Gamer mit Core i3-8100</b>      |                                 |                                 |              |                      |                                       |   |  |   |  |
| Basiskonfiguration                        | 153                             | 589                             | 1401         | 9908                 | 23/64                                 | 17/49   | <0,1/1,9   | 22/249  |  |
| <b>Threadripper-PC</b>                    |                                 |                                 |              |                      |                                       |   |  |   |  |
| Basiskonfiguration                        | 174                             | 3148                            | 1641         | 1649                 | -/-                                   | -/-   | <0,1/2,3   | 53/318  |  |
| + GeForce RTX 2070                        | 174                             | 3148                            | 1641         | 20206                | 49/80                                 | 37/94   | 0,1/2,3  | 60/524  |  |



## Budget-Gamer mit AMD Radeon RX 570

Nur für Spieler – und die Hausaufgaben: Beim Budget-Gamer opfern wir Rechenleistung für mehr Grafikpower, damit Spiele in Full HD flüssig laufen. Bleibt leise, solange die GPU ruht.

- ⬆️ **günstig**
- ⬆️ **leiser als viele Komplettrechner**
- ⬇️ **wenig variabel**

Trotzdem verdienen AMD und Intel Kritik: Sie reagieren träge und informieren unwillig. Zwar kommen neue PCs und Mainboards durchweg mit aktivierten Schutzfunktionen in BIOS (Microcode-Updates) und Betriebssystemen auf den Markt, viele Altsysteme bleiben aber ungeschützt.

### Grafik

In Prozessoren eingebaute Grafikprozessoren kosten wenig und leisten viel: Wählt man das richtige Mainboard, kann man

daran einen oder zwei große Monitore mit 4K-beziehungsweise Ultra-HD-Auflösung anschließen, die Bilder mit ergonomischen 60 Hz anzeigen. Voraussetzung sind DisplayPort-1.2- oder HDMI-2.0-Buchsen am Mainboard. Die integrierten Grafikprozessoren (IGPs) in aktuellen AMD- und Intel-Prozessoren enthalten grundsätzlich fast dieselben Funktionsblöcke wie moderne Grafikkarten: Hardware-Decoder und -Encoder für Videoformate wie H.264, H.265 und VP9 (YouTube), HDR-Ausgabe und den Kopierschutz HDCP 2.2, jedenfalls bei den wenigen Mainboards mit HDMI 2.0.

Prozessorgrafik reicht fast immer für Fotobearbeitung (Photoshop, Lightroom) und Videoschnitt, obwohl AMD und Nvidia gerne auch dafür Grafikkarten verkaufen würden. Schaut man aber genauer hin, beschleunigen letztere nur wenige Funktionen. Unser Tipp: Im Zweifel erst einmal mit IGP loslegen und später die genau passende Grafikkarte nachrüsten.

Bis auf den Einsatz in Workstations – darauf zielen AMD Radeon Pro und Nvidia Quadro – sind Grafikkarten vor allem für PC-Spieler nötig. Weil es Monitore mit  $1920 \times 1080$  Pixeln schon ab 80 Euro gibt, ist diese Full-HD-Auflösung auch das Mindeste, was eine Grafikkarte in Spielen flüssig berechnen soll. Theoretisch kann man die Auswirkungen mangelnder 3D-Performance mit einem Monitor mit variabler Bildwiederholrate mildern, also mit G-Sync- und FreeSync-Schirmen, aber die kosten mehr. Wer nicht genau weiß, was er tut, steckt das Geld deshalb besser in einer kräftigere GPU. Weil der Kryptogeld-

Boom abgeflaut ist, haben sich die Grafikkartenpreise wieder normalisiert.

Ab 150 Euro bekommt man eine AMD Radeon RX 570 oder eine Nvidia GeForce 1050 Ti mit jeweils 4 GByte GDDR5-Speicher. Die AMD-Karte schluckt zwar mehr Strom, ist aber der Preistipp, weil sie spürbar schneller ist und auch manches Spiel in der WQHD-Auflösung ( $2560 \times 1440$ ) schafft.

Wer 30 Euro sparen will, bekommt eine GeForce GTX 1050 mit 3 GByte oder auch eine langsamere Radeon RX 560 D. Mit solchen Karten wird es in Full HD schon mal eng und es reicht nur für abgespeckte Kantenglättung. Noch billigere Grafikkarten sind eher für alte Rechner interessant, etwa um Anschlüsse für neue Displays mit hoher Auflösung nachzurüsten oder wegen der Videodecoder. Vorsicht: Bei Nvidia-Karten klappt das Decoding von HDR-Videos mit hohen Kontrasten erst ab der Serie GeForce 1000 und mit mindestens 3 GByte Speicher. Allerdings ist die Wiedergabe von Videos und Spielen mit HDR noch eine Wissenschaft für sich.

Die Preise reichen bei Grafikkarten bekanntlich weit über 1000 Euro hinaus, vor allem für die neue Nvidia-Familie GeForce RTX 2000. Erstmals sind hier Raytracing-Beschleuniger eingebaut. Die kommen allerdings erst in sehr wenigen Spielen wie Battlefield V zum Einsatz und die Bildraten gehen dann stark in den Keller. Eine detaillierte Grafik-Kaufberatung würde den Rahmen dieses Artikels sprengen und wir haben sie erst kürzlich in c't 23/2018 veröffentlicht [2, 3]. Dort gabs auch Tipps für Linux-Rechner [4].

## c't-PC-Bauvorschläge 2018, Basisvarianten: technische Daten und Messergebnisse

| Typ   | Intel-Allrounder   | Ryzen-Allrounder  | Budget-Gamer   | Threadripper-PC   |
|---|--|---|--|---|
| Abmessungen (B × H × T)                                 | 22,3 cm × 46,9 cm × 50,7 cm  | 22,3 cm × 46,9 cm × 50,7 cm   | 23 cm × 39,6 cm × 38,3 cm  | 23,3 cm × 46,4 cm × 54,5 cm   |
| Erweiterungs-Slots (frei)                               | 2 × PCIe x1 (2), 2 × PEG (2), 1 × M.2-22110 (1), 1 × M.2-2280 (1)  | 2 × PCIe x1 (2), 3 × PEG (2), 1 × M.2-22110 (1), 1 × M.2-2280   | 2 × PCIe x1 (1), 1 × PEG (0), 1 × M.2-22110  | 2 × PCIe x1 (1), 4 × PEG (3), 1 × M.2-22110 (0), 2 × M.2-2280   |
| Einbauschächte  | 2 × 2,5" (1), 3 × 2,5/3,5" (3), 2 × 5,25" (2)  | 2 × 2,5" (2), 3 × 2,5/3,5" (2), 2 × 5,25" (2)   | 2 × 2,5" (1), 1 × 3,5" (1)   | 2 × 2,5" (2), 4 × 3,5" (4), 1 × 5,25" (1)   |
| Anschlüsse hinten                                       | 1 × HDMI 1.4, 1 × DisplayPort 1.2, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 1 × USB 3.1 Typ A, 1 × USB 3.1 Typ C, 4 × USB 3.0, 1 × LAN, 2 × PS/2, 2 × WLAN-Antenne | 1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 1 × USB 3.1 Typ A, 1 × USB 3.1 Typ C, 4 × USB 3.0, 4 × USB 2.0, 1 × LAN | 1 × HDMI 2.0, 1 × DVI, 3 × DisplayPort 1.2, 3 × analog Audio, 4 × USB 3.1 Typ A, 2 × USB 2.0 | 1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 1 × USB 3.1 Typ A, 1 × USB 3.1 Typ C, 8 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2 |
| Anschlüsse vorn   | 2 × USB 3.0, 2 × analog Audio  | 2 × USB 3.0, 2 × analog Audio   | 2 × USB 3.0, 2 × analog Audio  | 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × analog Audio, 1 × USB 3.1 Typ C   |
| <b>Elektrische Leistungsaufnahme und Funktionstests</b> |  |   |  |   |
| Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf          | 2,4 W (0,5 W) / 3,0 W / 18 W   | 1,4 (0,2 W) / 1,8 / 29 W  | 1,1 W (0,3 W) / 1,5 W / 22 W   | 1,8 W (0,3) / 5,5 W / 53 W  |
| Vollast: CPU / CPU und Grafik                           | 115 W / 115 W  | 122 W / 143 W   | 94 / 250 W   | 299 W / 318 W   |
| Bootdauer bis Login                                     | 16 s   | 16 s  | 18 s   | 39 s  |
| Preis ohne / mit Windows 10 Home                        | 847 € / 942 €  | 761 € / 856 €   | 632 € / 728 €  | 2177 € / 2272 €   |

## Projektseite mit Leserforum

Auf der Projektseite zu unseren Bauvorschlägen finden Sie Listen der Komponenten und die nötigen BIOS-Setup-Einstellungen. Dort gibt es auch ein Diskussionsforum zum Austausch mit anderen Schraubern und für Fragen.

**Projektseite und Forum:** [ct.de/yfdh](http://ct.de/yfdh)

Diese Kaufberatungen sind jetzt kostenlos online lesbar, siehe [ct.de/yfdh](http://ct.de/yfdh).

## Arbeitsspeicher

In den vergangenen Monaten sind auch Speicherriegel wieder etwas billiger geworden. 8 GByte Hauptspeicher in Form von zwei DDR4-2666-DIMMs bekommt man derzeit ab 80 Euro. Wir empfehlen diese Kapazität als Basisausstattung. Ist das Geld knapp, kaufen Sie einfach erst einmal ein 4-GByte-Modul und rüsten dann später auf. Wenn Sie dann ein 8-GByte-DIMM in eine Fassung am zweiten Speicherkanal stecken, bekommen Sie insgesamt 12 GByte, von denen der Prozessor die ersten 8 GByte im Zweikanal-Modus ansteuert – so flexibel sind moderne Speicher-Controller.

Mit 16 GByte sind auch PC-Spieler gut ausgestattet; noch mehr lohnt sich nur für Nutzer, die sehr häufig mit speicherdurstiger Software arbeiten. Wenn Sie nicht wissen, wie viel Sie brauchen werden, können Sie RAM leicht nachrüsten. Unter Windows 10 verrät der Task-Manager unter dem Reiter „Leistung“, ob der vorhandene Speicher häufig überfüllt ist.

Wer sich eine der erwähnten HEDT-Plattformen zulegt, zahlt auch beim RAM drauf: Diese CPUs haben jeweils vier Speicherkanäle, die im Parallelbetrieb besonders hohe Transferraten liefern. Damit das auch klappt, steckt man je vier baugleiche DIMMs ein; der zweite RAM-Slot jedes Kanals bleibt als Reserve zum Nachrüsten frei. Unter 32 GByte in Form von vier 8-GByte-Modulen fängt man dann gar nicht erst an und wird folglich dafür mindestens 250 Euro los.

Derzeit sind Module der Geschwindigkeitsklasse DDR4-2666 gängig und auch ohne Blechdeckel gut lieferbar. Die vermeintlichen Kühlbleche bringen tech-

nisch wenig bis nichts. Von solchen Overclocker-DIMMs raten wir ab, weil die Nachteile die geringen Vorteile überwiegen: Ob der Speicher nun mit 1,33 oder 1,47 GHz läuft (DDR4-2933 statt -2666), spürt man fast nie.

Speicher ab DDR4-2933 gibt es im Einzelhandel praktisch nur als Blechdeckelmodule. AMD erlaubt dem Ryzen 2000 zwar diesen RAM-Takt, streng genommen aber nur bei einem einzigen Single-Rank-(SR-)DIMM pro Kanal [5] – somit wäre bei 8 GByte pro Kanal Schluss. Es hängt vom jeweiligen Mainboard und dem eigenen Geschick ab, ob man Speicher mit dermaßen hohem Takt stabil zum Laufen bekommt.

PC-Plattformen vertragen nur „ungepufferte“ Speichermodule, abgekürzt UDIMMs. Registered DIMMs (RDIMMs) funktionieren darin nicht. AMD Athlon, Ryzen sowie Intels Core i5 und Core i7 beherrschen die bei Servern und Workstations gängige RAM-Fehlerkorrektur Error Correction Code (ECC) nicht. ECC-UDIMMs (EUDIMMs) sind also nur bei Systemen sinnvoll, die ausdrücklich dafür ausgelegt sind – bei Intel vor allem Xeon-Rechner. AMD ermöglicht ECC-RAM auch beim Ryzen Threadripper.

## SSD-Wahl

Die SSD-Technik ist ausgereift, die Flash-Speichermedien von Markenherstellern wie Samsung, Crucial, WD/SanDisk arbeiten durchweg problemlos. Starke Konkurrenz lässt zudem die SSD-Preise purzeln. Eine flinke SATA-SSD mit 500 GByte bekommt man derzeit für 80 Euro, für 1 TByte zahlt man ab 170 Euro. Bei manchen Billigheimern muss man Abstriche hinnehmen wie eine kürzere Garantiefrist oder es fehlen Software-Tools für komfortable Firmware-Updates und sicheres Löschen per Secure Erase.

SATA-SSDs gibt es auch in der „Kärtchenbaufom“ M.2, die man ohne Kabel direkt aufs Mainboard steckt und fest-schraubt. Gängigstes Format ist dabei M.2 2280 – kürzere oder längere Streifen passen nicht auf jedes Mainboard, manchmal muss man eine Schraubhülse umsetzen. Teurer und meistens auch viel schneller als M.2-SATA-SSDs sind solche mit PCI-Express-Controller (PCIe), die das Protokoll NVMe nutzen. Bei der praktischen Arbeit am PC spürt man die höhere Geschwindigkeit aber nur sehr selten.

Weil man 2-TByte-SSDs nun schon ab 300 Euro findet, braucht man immer seltener noch eine zusätzliche Festplatte. Als

## Prozessor-Performance im Vergleich

| Prozessor                       | Kerne/Threads  | Fassung          | Preis        | TDP/Messung        | Cinebench R15   |  |
|---------------------------------|----------------|------------------|--------------|--------------------|---|--|
|                                 |                |                  |              |                    | Singlethreading   | alle Threads   |
| Ryzen Threadripper 2950WX       | 32 / 64        | TR4              | 1800 €       | 250 / 477 W        |  172 |  5267 |
| Core i9-7980XE                  | 18 / 36        | LGA2066          | 2300 €       | 165 / 249 W        |  184 |  3249 |
| <b>Ryzen Threadripper 2950X</b> | <b>16 / 32</b> | <b>TR4</b>       | <b>900 €</b> | <b>180 / 307 W</b> |  175 |  3192 |
| Ryzen Threadripper 1950X        | 16 / 32        | TR4              | 600 €        | 180 / 272 W        |  167 |  3044 |
| Core i9-9900K                   | 8 / 16         | LGA1151v2        | 680 €        | 95 / 146 W         |  207 |  2029 |
| Ryzen 7 2700X                   | 8 / 16         | AM4              | 325 €        | 105 / 183 W        |  179 |  1792 |
| Ryzen 7 1800X                   | 8 / 16         | AM4              | 250 €        | 95 / 178 W         |  163 |  1627 |
| Core i7-8700K                   | 6 / 12         | LGA1151v2        | 450 €        | 95 / 142 W         |  199 |  1393 |
| <b>Ryzen 5 2600</b>             | <b>6 / 12</b>  | <b>AM4</b>       | <b>165 €</b> | <b>95 / 130 W</b>  |  162 |  1244 |
| Core i9-8950HK                  | 6 / 12         | – (BGA)          | –            | 45 W / k.A.        |  190 |  1126 |
| <b>Core i5-9600K</b>            | <b>6 / 6</b>   | <b>LGA1151v2</b> | <b>290 €</b> | <b>95 / 111 W</b>  |  196 |  1046 |
| Core i5-8400                    | 6 / 6          | LGA1151v2        | 230 €        | 65 / 104 W         |  173 |  960  |
| Ryzen 5 2400G                   | 4 / 8          | AM4              | 145 €        | 65 / 100 W         |  152 |  801  |
| <b>Core i3-8100</b>             | <b>4 / 4</b>   | <b>LGA1151v2</b> | <b>140 €</b> | <b>65 / 84 W</b>   |  154 |  583  |
| Ryzen 3 2200G                   | 4 / 4          | AM4              | 100 €        | 65 / 103 W         |  147 |  561  |
| Ryzen 3-1300X                   | 4 / 4          | AM4              | 125 €        | 65 / 108 W         |  149 |  559  |
| Core i7-8550U                   | 4 / 8          | – (BGA)          | –            | 15 W / k.A.        |  164 |  487  |
| Pentium Gold G5400              | 2 / 4          | LGA1151v2        | 85 €         | 51 / 43 W          |  155 |  388  |
| Athlon 200GE                    | 2 / 4          | AM4              | 55 €         | 35 / 45 W          |  128 |  356  |
| Celeron G4900                   | 2 / 2          | LGA115v2         | 55 €         | 51 / 42 W          |  124 |  241  |
| Pentium Silver N5000            | 4 / 4          | – (BGA)          | –            | 10 W / k.A.        |  81  |  221  |
| Celeron N4100                   | 4 / 4          | – (BGA)          | –            | 10 W / k.A.        |  70  |  178  |

BGA = Ball Grid Array zum Auflöten; Preise für BGA-Prozessoren nicht sinnvoll, da nur aufgelötet erhältlich

Anzeige

reines Datenlager taugen sparsame und leise Varianten mit 5400 Umdrehungen pro Minute; wer das Laufwerk ohnehin in einen Entkopplungsrahmen steckt, kann auch eine 7200er nehmen.

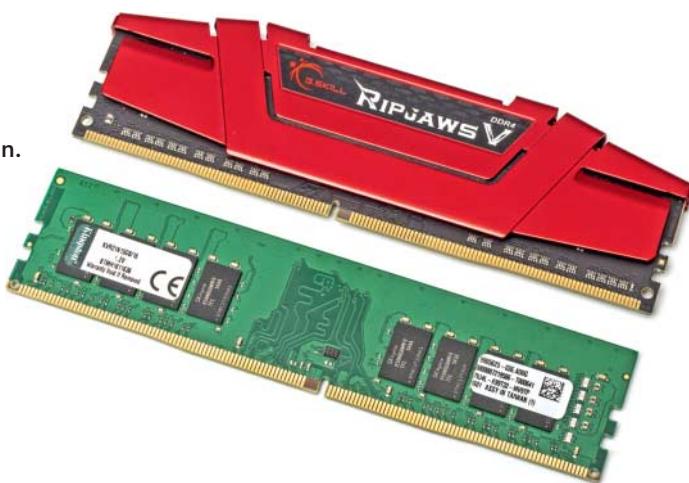
Zu den aussterbenden Spezies DVD-Brenner und Blu-ray-Disc-Laufwerk können wir keine konkreten Empfehlungen mehr liefern. Externe USB-Laufwerke gibts ab 25 Euro, sie lassen sich flexibel auch mal am Notebook oder Mini-PC nutzen. Auch bei SD-Kartenlesern bevorzugen wir externe USB-Reader, etwa den schnellen UHS-I-Reader Kingston Mobile Lite G4 für USB 3.0 für 10 Euro; der 13-Euro-Reader Hama 124024 kann auch UHS-II mit über 250 MByte/s.

## Netzteil & Gehäuse

Die meisten PCs verbringen den überwiegenden Teil ihrer Betriebszeit im Leerlauf. Niedrige Leistungsaufnahme im Leerlauf senkt folglich die Energiekosten ein wenig: 5 Watt Unterschied summieren sich bei 2300 Betriebsstunden pro Jahr auf 11,5 Kilowattstunden, also knapp 3,50 Euro. Unter Last helfen effiziente Komponenten bei leiser Kühlung.

Für sparsamen Leerlauf braucht man ein PC-Netzteil, das schon bei weniger als 10 Watt einen guten Wirkungsgrad schafft. Für die Bauvorschläge ermitteln wir zudem die sparsamsten Einstellungen im BIOS-Setup. Bei der Kombination von Netzteil und Mainboard achten wir außerdem darauf, dass die Komponenten keine störenden Pfeif- oder Zirgeräusche produzieren. Schließlich dimensionieren wir die Netzteile eher knapp, weil der Wirkungsgrad mit der Auslastung steigt – nebenbei spart es Geld. Selbstverständlich prüfen wir die Systeme auch mit den jeweils stärksten empfohlenen Grafikkarten auf Herz und Nieren. Wer ein anderes Mainboard oder ein anderes Netzteil wählt, kann nicht mehr die-

**RAM ist weiterhin ziemlich teuer; Zierblech-Riegel (oben) sind mit Vorsicht zu genießen.**



selben Messwerte wie im c't-Labor erwarten.

Unsere Bauvorschläge laufen auch in anderen PC-Gehäusen als den von uns ausgesuchten. Wir achten bei der Auswahl auf einen nicht zu hohen Preis und gut lieferbare Produkte, die nicht zu klobig und montagefreundlich sind. Viele davon folgen den Trends zu unten montieren Netzteilen und Lüftungsöffnungen im Gehäusedach.

## Einfach besser

Microsoft beendet den Support von Windows 7 für Privatkunden in rund 13 Monaten endgültig. Für Windows 10 spricht zudem die weitaus bessere Treiberversorgung für aktuelle Hardware. Unsere PC-Bauvorschläge funktionieren aber auch unter Linux, hier läuft es mit integrierter Intel-Grafik besonders reibungsarm. Auch als WLAN-Adapter empfehlen sich unter Linux Intel-Chips. Sowohl Windows 10 als auch Linux installiert man möglichst im UEFI-Modus: Der klassische BIOS-Boot-Modus dürfte in den nächsten Jahren allmählich aussterben.

Wenn Sie unsere Konfigurationsvorschläge individuell abwandeln wollen,

raten wir zu möglichst einfachen Lösungen: Keep it simple, Stupid (KISS-Prinzip). Deshalb setzen wir möglichst auf Luft statt auf Wasserkühlung, lassen optische Laufwerke weg und nehmen lieber DDR4-2666 statt DDR4-2933. Im BIOS-Setup verstellen wir nur das Nötigste – wenn nach drei Jahren mal was klemmt, erinnert man sich ohnehin nicht mehr an komplizierte Schnörkel. Die vier Bauvorschläge auf den folgenden Seiten zeigen, wie sich gängige Komponenten kombinieren lassen, um ganz unterschiedliche Wünsche zu erfüllen. (ciw@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, CPU-Wegweiser, Prozessorvergleich vom sparsamen Dual-Core bis zum schnellen Achtzehnkerner, c't 10/2018, S. 102
- [2] Benjamin Kraft, Spielerische Wahl, Von 100 Euro bis 4K: Die richtige Grafikkarte zum Spielen, c't 23/2018, S. 114
- [3] Benjamin Kraft, Arbeitsbeschleuniger, Der richtige Grafikprozessor für Bürocomputer und Workstations, c't 23/2018, S. 120
- [4] Thorsten Leemhuis, Schritt für Schritt, Grafikkarten für Linux-Nutzer, c't 23/2018, S. 124
- [5] Christof Windeck, Rank-eleien, Der Aufbau von Speichermodulen beeinflusst Takt und Latenz, c't 18/2017, S. 174

**Projektseite und Forum:** [ct.de/yfdh](http://ct.de/yfdh)

## Desktop-PC-Plattformen von AMD und Intel

| Prozessor               | Codename            | CPU-Kerne | IGP | Fassung   | Chipsätze                               | RAM-Kanäle/max. RAM        | PCIe-3.0-Lanes         | CPU/Chipsatz |
|-------------------------|---------------------|-----------|-----|-----------|---|----------------------------|------------------------|--------------|
| AMD Ryzen Threadripper  | –                   | 8 - 32    | –   | TR4       | X399                                    | 4 / 128 GByte <sup>1</sup> | 60 / – (nur 2.0)       |              |
| AMD Ryzen 3/5/7 2000X   | Pinnacle Ridge      | 4,6,8     | –   | AM4       | X470, X370, B450, B350, A320            | 2 / 64 GByte               | 20 / – (nur 2.0)       |              |
| AMD Ryzen 3/5/7 1000X   | Summit Ridge        | 4,6,8     | –   | AM4       | wie Pinnacle Ridge                      | 2 / 64 GByte               | 20 / – (nur 2.0)       |              |
| AMD Ryzen 3/5 2000G     | Raven Ridge         | 4         | ✓   | AM4       | wie Pinnacle Ridge                      | 2 / 64 GByte               | 12 / – (nur 2.0)       |              |
| Intel Core i9-9000X     | Skylake-X           | 6 - 18    | –   | LGA2066   | X299                                    | 4 / 128 GByte              | 44 / 8-20 <sup>3</sup> |              |
| Intel Core i3/5/17-9000 | Coffee Lake Refresh | 4,6,8     | ✓   | LGA1151v2 | Serie 300 (Z390, Z370, H370, B360 etc.) | 2 / 64 GByte <sup>2</sup>  | 16 / 8-20 <sup>3</sup> |              |
| Intel Core i3/5/17-8000 | Coffee Lake         | 4/6       | ✓   | LGA1151v2 | wie Coffee Lake Refresh                 | 2 / 64 GByte               | 16 / 8-20 <sup>3</sup> |              |

<sup>1</sup> ECC-RAM möglich (bei Intel nur mit Xeons und Xeon-Chipsätzen) <sup>2</sup> irgendwann 2019 Freigabe für 128 GByte mit 4 × 32 GByte UDIMM erwartet max. 3,8 GByte/s (entspr. PCIe 3.0 x4); PCIe-Lanes an den AMD-Chipsätzen nur PCIe 2.0

<sup>3</sup> bei Intel-Chipsätzen mit PCIe 3.0 beträgt die Transferrate zur CPU ✓ vorhanden – nicht vorhanden

Anzeige



# Sei mein Alleskönner

## Flüsterleiser und effizienter Sechskern- Allrounder mit Intels Core i5-9600K

**Der Intel-Bauvorschlag mit dem Core i5-9600K als Basis verdient den Namen Allrounder wie kein zweiter. Er ist bereits in der Basiskonfiguration schnell genug für fast alle Aufgaben und arbeitet dabei effizient und unhörbar leise. Mit der passenden Grafikkarte ist er ein potenter Spielgefährte und lässt sich auf Wunsch übertakten.**

**Von Carsten Spille**

**S**elten war ein c't-Bauvorschlag so vielseitig wie der diesjährige Intel-Allrounder. Außer Tugenden wie geringer Geräuschkulisse, hoher Performance und sparsamem, besser noch: effizientem Betrieb ist auch die Erweiterbarkeit in alle Richtungen ein wesentlicher Faktor. So kann der Intel-Bauvorschlag 2018 dank schnellem Sechskerner, einer 500 GByte großen SSD und 16 GByte DDR4-Speicher schon in der Basiskonfiguration die Wünsche fast aller Anwender erfüllen. Dank günstiger Flash-Preise

bleibt er knapp unter den Kosten des 2017er-Bauvorschlages, obwohl Intel-Prozessoren aufgrund von Lieferschwierigkeiten Ende 2018 derzeit teurer sind als sonst schon. Auch Linuxer können bedenkenlos zugreifen: Ein aktuelles Ubuntu 18.10 lief ohne Probleme und band alle Komponenten inklusive des WLAN problemlos ein. Wem noch etwas fehlt, der kann den PC ganz einfach erweitern oder abwandeln. Eine 3D-Grafikkarte macht aus dem Bauvorschlag einen rasend schnellen Spielerechner. Zwei Modelle haben wir in die engere Vorauswahl genommen und zusammen mit der Basis-Konfiguration geprüft. Auch beim Prozessor ist noch Luft nach oben. Wer mag, übertaktet den i5-9600K dank seines offenen Taktmultiplikators einfach. Alternativ lässt sich auch ein Achtkern-Prozessor in die LGA1151v2-Fassung setzen, wahlweise mit Hyper-Threading.

### Das K macht den Unterschied

Das Rechenherz unseres Bauvorschlages bildet der Core i5-9600K in der Box-Version. Ihr liegt zwar kein Kühler bei, aber dafür gibt es drei Jahre Garantie und nicht nur die Händlergarantie. Wem die Garantie egal ist, kann auch zur 10 Euro günstigeren Tray-Version greifen. Der 9600K ist der aktuell günstigste Vertreter vom Coffee Lake Refresh und kostet rund 55 Euro mehr als der i5-8400 aus dem 2017er-Bauvorschlag. Das K-Suffix bedeutet, dass sich der Taktmultiplikator im BIOS-Setup oder über Intels Extreme Tuning Utility anheben lässt. Das Übertakten geschieht außerhalb der Garantie. Bastelfreudige Nutzer freuen sich dafür über einen Leistungsschub für besonders anspruchsvolle Programme oder einfach über das Gefühl, das Maximum aus der verfügbaren Hardware herausgekitzelt zu haben. Außerdem spricht für den Coffee Lake Refresh die Sicherheit. Denn Intel hat im Silizium eine Abhärting gegen Meltdown und immerhin eine der Spectre-Varianten eingebaut, die die Abhängigkeit von Leistung fressenden Patches im Betriebssystem verringern. Auch die kommenden 32-GByte-DIMMs will Intel nach aktuellem Stand erst für die Core-i-9000 validieren. Der Grundtakt steigt in unserem Bauvorschlag im Vergleich zum i5-8400 um satte 32 Prozent auf 3,7 GHz, die der 9600K auch unter Maximallast in Prime95 halten darf und das dank 95 Watt TDP auch kann. Das Ansprechverhalten profitiert vom auf 4,6 GHz gesteigerten

Turbo-Takt allerdings etwas weniger. Ein Schluckspecht ist der Intel-Bauvorschlag jedoch bei Weitem nicht, sofern man das BIOS korrekt konfiguriert. Auf den Projektseiten über ct.de/yx9s finden sich die entsprechenden Einstellungen detailliert beschrieben. Wichtig sind vor allem die beiden Wattstufen für den Turbo, welche die Leistungsaufnahme der CPU auf 118 Watt für einige Sekunden und 95 Watt im Dauerbetrieb begrenzen. Seine Stärken hat der Intel-Prozessor nach wie vor bei der Singlethreading-Leistung. In der entsprechenden Cinebench-Wertung kratzt er an der 200er-Marke und gehört mit rund 20 Prozent Vorsprung auf den Ryzen 5 2600 des AMD-Allrounders zu den schnellsten verfügbaren CPUs. Im Multi-threading muss er sich mit rund 1050 Punkten allerdings dem Ryzen-Allrounder um einen vergleichbaren Prozentsatz geschlagen geben. Die integrierte Grafik taugt für den Alltagseinsatz auch an 4K-Bildschirmen sowie zum Filmeschauen. Spieleraturen sollten allerdings eine Grafikkarte nachrüsten. Dann trumpft der i5-9600K in den Spielebenchmarks auch richtig auf. Speziell in niedriger Auflösung kann der Prozessor seine Muskeln spielen lassen und liegt deutlich vor dem Ryzen 5 2600. Er eignet sich daher besser für High-FPS-Gaming an 144-Hz-Displays.

## Mainboard: Z390 mit allem

Nach einiger Zeit haben wir uns mit dem MSI MPG Z390M Gaming Edge AC wieder für ein Mainboard im kompakteren Micro-ATX-Format (244 mm × 244 mm) entschieden. Für Erweiterungen bietet es außer zwei PEG-Steckplätzen auch 2 × PCIe x1 sowie zwei M.2-Anschlüsse für besonders schnelle SSDs. Wichtig bei der Auswahl war uns, dass sowohl DisplayPort als auch HDMI vorhanden sind. Daher fiel auch das sparsamere MSI Z390 Gaming Plus aus der Wahl heraus. Dazu sollte das Board vier DIMM-Fassungen bieten, damit bei einer späteren Aufrüstung noch zwei Steckplätze frei sind. Da der Z390-Chipsatz schnelles USB 3.1 Gen 2 bietet, sollten zudem sowohl die klassische Typ-A- als auch die verdrehsichere Typ-C-Buchse an Board sein. Die WLAN-Funktion des Gaming Edge AC haben wir dabei natürlich gern mitgenommen – wir messen 21/54 MByte/s in 2G/5G-Betrieb. Auch der Audio-Chip ALC1220 ist ein Pluspunkt – günstigere Modelle haben meist nur den schlechteren ALC892 aufgelötet. Wer sich ein Multi-GPU-System

aufbauen möchte, kann dies mit dem Gaming Edge AC dank Crossfire- und SLI-Zertifizierung ebenfalls tun. Man sollte dann aber ein stärkeres Netzteil als im Bauvorschlag in Betracht ziehen und zudem darauf achten, nur Grafikkarten zu nutzen, die nicht mehr als zwei Steckplätze belegen – die RTX 2070-Option von MSI fällt hierfür aus. Trotz der umfassenden Ausstattung und des leistungsfähigen Prozessors bleibt das System mit knapp 18 Watt im Leerlauf noch recht sparsam. Auch wenn wir eine der beiden vorgeschlagenen Grafikkarten stecken, werden es auf dem ruhenden Windows-Desktop nicht mehr als 25 Watt.

## Gut gekühlt, versorgt und verpackt

Das Be Quiet Pure Base 600 des Bauvorschlages hat sich bewährt, sodass wir es aus dem letzten Jahr übernommen haben. Außer solider Bauweise und ausreichend Platz auch für Erweiterungen mit Festplatten und SSD haben uns die Geräuschkühlung und die mitgelieferten leisen Lüfter überzeugt. Sein größtes Manko ist der fehlende USB-C-Anschluss an der Front – unser Mainboard brächte einen passenden Pfostenstecker dafür mit. Für den Bauvorschlag haben wir den mitgelieferten Frontlüfter (an SYS\_FAN3) an die Oberseite des Gehäuses versetzt und den Kunststoffdeckel entfernt. Damit unterstützen wir die natürliche Konvektion und entfernen gleichzeitig eine Geräuschquelle weiter von der typischen Abhörposition.

Der zweite Lüfter (an SYS\_FAN1) bleibt im Heck und bläst ebenfalls Warmluft aus dem Gehäuse. Die 2,5-Zoll-SSD haben wir nicht in einen der drei freien 3,5-Zoll-Schächte, sondern auf die Rückseite der Mainboard-Halterung geschraubt.

Die 95 Watt, die die CPU unter Dauerlast verbraucht, kühlt ein Scythe Mugen 5 rev.B. Ist alles sicher verschraubt, hält er den Core i5-9600K selbst unter Prime95-Volllast auf 60 °C. Zusammen mit den beiden Gehäuselüftern bleibt das System auch unter Volllast flüsterleise. Wir steuern alle drei über individuelle Lüfterkurven an, die Sie auf der c't-Projektseite über ct.de/yx9s finden. So kommt der CPU-Lüfter auf rund 700 U/min und die Gehäuselüfter begnügen sich mit rund 450 U/min. Selbst diese Silent-Einstellung hat also noch Reserven, falls man die Übertaktungsoptionen einmal ausprobieren möchte. Auch wenn Sie eine Grafikkarte wie die MSI GeForce RTX 2070 Gaming Z und damit eine 230-Watt-Wärmequelle hinzufügen, bleiben die Lüfter sehr leise. Die CPU-Temperatur unter Volllast steigt allerdings durch die Zusatzwärme auf 70 °C. Das Netzteil haben wir in diesem Jahr mit 500 Watt Nennleistung eine Nummer größer gewählt. In Sachen Effizienz bedeutet das keinen großen Rückschritt: Die ebenfalls georderte und vermessene 400-Watt-Version ist im Leerlauf nur 0,6 Watt sparsamer. Angesichts der Leistungsspitzen im Kurzzeit-Turbo und bei Bestückung mit der größeren der beiden Grafikkartenoptionen haben wir



Aus den Augen, aus dem Sinn: Die SSD verschwindet auf der Rückseite des Mainboard-Trays. Erst wird die Halterung gelöst und dann die SSD auf der Oberseite verschraubt – versuchen Sie nicht, sie zwischen befestigte Halterung und Tray zu quetschen.



Wer mag, kann auch die abgestimmte RGB-LED-Beleuchtung von Mainboard und Grafikkarte via Mystic Light nutzen. Tipp: Der Haltewinkel hilft, die rund 1,5 kg schwere Grafikkarte sicherer und gerader im Slot zu halten.

uns zugunsten des größeren Sicherheitspolsters entschieden.

Bei den übrigen Bauteilen sind wir etwas konservativer vorgegangen. Bei der SSD, einer Samsung 860 Evo, erlaubte das Budget trotz des Preissturzes weiterhin nur 500 GByte Speicherplatz. Um den Preis nicht weiter in die Höhe zu treiben, haben wir uns überdies mit einem SATA-Modell begnügen – der Geschwindigkeitsunterschied zu NVMe ist nur in Ausnahmefällen spürbar. Der 16 GByte große Arbeitsspeicher ist derselbe wie in den Allrounder-Bauvorschlägen des Vorjahres. Wer mehr RAM benötigt, weil er viele virtuelle Maschinen parallel betreiben möchte, steckt entweder zwei zusätzliche Module oder greift direkt zu 16-GByte-DIMMs.

### Alles kann, nichts muss

Für unsere Allrounder-Bauvorschläge haben wir immer auch die Erweiterbarkeit im Blick. Gamer etwa geben sich nicht mit der integrierten Grafik zufrieden, sondern stecken eine leistungsfähige Grafikkarte. Wir haben je ein Modell für rund 300 und eines für rund 600 Euro in die engere Auswahl genommen: die MSI GeForce GTX 1060 Gaming X und die RTX 2070 Gaming Z. Erstere liefert in Full HD auch mit höchsten Details noch flüssige Bildraten. Der Bauvorschlag bleibt mit ihr auch unter Volllast leise (0,4 Sone) und – in Relation zur Leistung gesehen – sparsam (254 Watt). Wer auch in 3840 × 2160 Pixeln (4K, Ultra HD) zocken will, muss tiefer in die Tasche greifen, wenn er nicht bereit ist, die Details deutlich herunterzuschrauben. Unsere Wahl für 4K fiel auf die ebenfalls von MSI stammende GeForce RTX 2070 Gaming Z. Sie erzielt in Ultra HD rund doppelt so hohe Bildraten wie die 1060 und stellt auch aktuelle Kracher wie Shadow of the Tomb Raider mit 35 fps

oder Far Cry 5 mit 49 fps dar. Tipp: Als Gaming-PC für Ultra-HD-Auflösung ist der Ryzen-Bauvorschlag günstiger. Das gesparte Geld zuzüglich der freiwerdenden 80 Euro für die nicht benötigte GeForce GT 1030 investiert man dafür besser in die Grafikkarte. Auch beim Prozessor ist noch Luft nach oben. Wir haben unseren Bauvorschlag dafür mit dem aktuellen Topmodell für LGA1151v2 bestückt. Auch den teuren Achtkerner mit Hyper-Threading verdaut das System problemlos und die ohnehin schon hohe Leistung steigt beim Multithreading noch mal ein gutes Stückchen an: Der Cinebench pendelt sich bei 1784 Punkten ein.

### Zusammenbau-Tipps

Viele grundlegende Basteltipps gelten auch bei unserem Bauvorschlag. Planen Sie circa zwei Stunden für die Montage ein, achten Sie auf eine aufgeräumte, gut zu-

gängliche und beleuchtete Arbeitsfläche und erden Sie sich vor der Arbeit. An Werkzeug brauchen Sie im Prinzip nur einen Schraubendreher für Kreuzschlitz. Zubehör wie SATA-Kabel, Wärmeleitpaste und die nötigen Schrauben liegen Mainboard, Kühler beziehungsweise Gehäuse bei. Die Vormontage von CPU, RAM und Kühler sollte man außerhalb des Gehäuses durchführen, um die Konterplatte besser anbringen zu können. Beim Einsetzen der CPU ins Mainboard achten Sie darauf, die beiden kleinen Aussparungen der CPU mit den Nasen des Sockels auszurichten. Vermeiden Sie es, den Prozessor im Sockel mit den kleinen Federbeinchen zu verkanten, hier droht Hardware-Tod. Die beiden RAM-Riegel kommen in die von der Prozessorfassung aus gesehen zweite und vierte Fassung – wie auch auf dem Board aufgedruckt. Den Kühler bringen Sie an, wie auf dem Aufmacherbild zu sehen, und montieren den Lüfter so, dass er aus der Gehäusemitte durch die Kühlrippen nach außen bläst – Letzteres sollten auch die beiden Gehäuselüfter tun. Schließen Sie die nötigen Kabel (beide Stromkabel, SATA sowie Power-/Reset-Anschluss) am Besten bereits vor dem Einsetzen ans Board an und vergessen Sie nicht, die ATX-Blende ins Gehäuse zu drücken. Bevor Sie die Schrauben endgültig festziehen und die Kabel so verstauen, dass sie nicht im Weg sind oder in einen der Lüfter geraten, empfehlen wir einen kurzen Funktionstest.

(csp@ct.de) ct

Projektseite optimaler PC: [ct.de/yx9s](http://ct.de/yx9s)

### Teile Intel-Allrounder

| Komponenten                   | Bezeichnung  | Preis        |
|-------------------------------|--|--------------|
| Prozessor                     | Core i5-9600K, 6 Kerne, 3,7 GHz, boxed (BX80684I59600K)                          | 280 €        |
| CPU-Kühler                    | Scythe Mugen 5 Rev. B  | 45 €         |
| Mainboard                     | MSI MPG Z390M Gaming Edge AC (7B50-002R)   | 170 €        |
| RAM                           | 2 × Crucial Memory grau DIMM 8GB, DDR4-2666, CL19 (CT8G4DFS8266)                 | 110 €        |
| SSD                           | Samsung SSD 860 EVO 500GB, SATA (MZ-76E500B)                                     | 80 €         |
| Gehäuse                       | be quiet! Pure Base 600 schwarz (BG021)  | 75 €         |
| Netzteil                      | be quiet! Pure Power 11 500W ATX 2.4 (BN293)                                     | 62 €         |
| Pauschale                     | Versand  | 25 €         |
| <b>Zwischensumme Hardware</b> |  | <b>847 €</b> |
| Betriebssystem                | Windows 10 Home  | 95 €         |
| <b>Summe</b>                  |  | <b>942 €</b> |
| Optionen                      |  |              |
| Prozessor                     | Core i9-9900K, 8 Kerne + HT, 3,6 GHz, boxed (BX80684I99900K)                     | 650 €        |
| Grafikkarte                   | MSI GeForce GTX 1060 Gaming X 6G (V328-001R)                                     | 300 €        |
| Grafikkarte                   | MSI GeForce RTX 2070 Gaming Z 8G (V373-007R)                                     | 617 €        |
| Festplatte                    | Western Digital WD Blue 4TB (WD40EZRX) + Sharkoon HDD Vibe-Fixer (4044951000029) | 99 € + 16 €  |
| DVD-Brenner                   | LG Electronics GP57EB40 schwarz, USB 2.0   | 28 €         |

Anzeige



# Sei mein Sechser

## Bauvorschlag für einen effizienten, leisen Allround-Rechner mit AMD Ryzen

**Dank Sechs-Kern-Prozessor und flinker SSD macht der Ryzen-Allrounder auch bei anspruchsvollen Aufgaben nicht schlapp. Mit unseren Grafikkartenempfehlungen sowie einer Octa-Core-CPU können Sie ihn zur potenteren Spielemaschine oder zum High-End-PC aufrüsten.**

**Von Christian Hirsch**

**B**ei der Wahl des Prozessors für einen neuen Home-PC spielen oft auch persönliche Vorlieben eine Rolle. Entscheidet man allein nach dem Preis-Leistungs-Verhältnis, liegt AMD derzeit klar vorn: AM4-Prozessoren mit sechs Kernen wie den Ryzen 5 2600 bekommt man ab 160 Euro, während man fürs Intel-Pendant Core i5-8400 40 Prozent mehr bezahlen muss. Unser Bauvorschlag für einen Ryzen-Allrounder eignet sich dank 16 GByte Arbeitsspeicher und einem halben Terabyte Flash-Speicher nicht nur für gängige Office-Anwendungen wie Textverarbeitung und Webdienste, sondern bietet auch genug Power, um Videos zu schneiden oder Raw-Fotos zu konvertie-

ren. Zudem lassen sich an die lüfterlose Grafikkarte zwei 4K-Displays anschließen.

Wer bis zu 16 Threads wünscht, um größere Software-Projekte zu kompilieren, oder wer mehrere virtuelle Maschinen parallel laufen lassen will, kann den Prozessor durch den Acht-Kerner Ryzen 7 2700X ersetzen. Zusätzlich können Sie zwischen zwei Gaming-Grafikkarten auswählen, die moderne Action-Shooter in Full-HD- oder 4K-Auflösung flüssig auf den Bildschirm bringen. Größere Datenmengen finden auf einer optionalen 4-TByte-Festplatte Unterschlupf.

### Richtig auswählen

Bei der Auswahl der Komponenten haben wir nicht bei null begonnen, sondern unsere Erfahrungen aus den 2017er-Bauvorschlägen sowie den Hardwaretests der vergangenen 12 Monate einfließen lassen. Ziele waren nicht nur möglichst geringe Lautstärke und stabiler Betrieb, sondern auch eine sinnvolle Abstimmung der Komponenten, damit diese gut miteinander harmonieren. Das Herz des Rechners ist ein Ryzen-Prozessor der zweiten Generation, die AMD im Frühjahr vorgestellt hat. Durch Optimierungen an den Rechenwerken und der Fertigung rechnen diese ein paar Prozent schneller als die Ryzen-1000-CPUs. Zudem hat der Chip-Hersteller bei Ryzen 2000 den Turbo überarbeitet, wodurch sich die Performance im Vergleich zu den Vorgängern um bis zu 10 Prozent verbessert. Wir haben uns in der Basiskonfiguration für den Hexa-Core Ryzen 5 2600 entschieden, weil er das beste Preis-Leistungs-Verhältnis der Ryzen-Prozessoren mit mehr als vier Kernen bietet. Dank 3,9 GHz Turbo-Takt und Simultaneous Multithreading (SMT) für insgesamt 12 logische CPU-Kerne ist er für die Anforderungen der nächste Jahre mehr als gewappnet.

Zeitgleich mit Ryzen 2000 hat AMD den High-End-Chipsatz X370 durch den Nachfolger X470 ersetzt, weshalb wir dem Bauvorschlag ein neues Mainboard spendiert haben. Die Wahl fiel auf das Gigabyte X470 Aorus Ultra Gaming. Trotz umfangreicher Ausstattung mit USB 3.1 Gen 2 per Typ-A- und Typ-C-Buchse, drei PEG-Slots, 6 × SATA 6G und hochwertigem Audio-Chip schluckt es bei ruhendem Windows-Desktop 5 bis 7 Watt weniger als die Konkurrenz. Zwei der vier DIMM-Slots haben wir mit DDR4-2666-RAM bestückt, obwohl der Ryzen 5 2600 bei einem Single-Rank-Modul pro Kanal auch DDR4-

2933 verträgt. Derzeit gibt es Speicherriegel mit dieser Geschwindigkeit aber nur als Overclocking-Module mit XMP-Profil. Die höheren Kosten von 140 statt 110 Euro für 16 GByte RAM rechtfertigen nach unserer Auffassung nicht den geringen Performance-Vorteil, zumal die Speicherpreise immer noch deutlich über dem Preisniveau von 2016 liegen. Falls Sie den Rechner später einmal auf 32 GByte aufrüsten möchten, müssen Sie zudem beachten, dass mit vier Single-Rank-Modulen laut AMD lediglich DDR4-2133-Tempo zulässig ist. In der Praxis können auch höhere Taktfrequenzen funktionieren. Ob das klappt, hängt aber von schwer kalkulierbaren Faktoren ab. Obendrein lassen sich Speicherfehler schwer aufspüren.

Für einen schnellen Start des Betriebssystems und von Programmen haben wir eine Solid-State Disk vom Typ Samsung 860 Evo eingebaut. Mit über 500 GByte Kapazität bietet die SATA-SSD ausreichend Platz für Programme. So belegen moderne 3D-Spiele wie beispielsweise Battlefield V bereits 50 GByte auf dem Datenträger. Wir haben uns beim Ryzen-Allrounder gegen eine SSD im M.2-Format entschieden, weil diese etwa 10 Euro teurer als die 2,5"-Variante ist. Ein NVMe-Kärtchen mit PCI-Express-Anbindung war uns ebenfalls zu teuer. Aufs Gigabyte gezeichnet kosten diese 60 Prozent Aufpreis.

Das Gehäuse Be quiet Pure Base 600 haben wir vom 2017er-Ryzen-Bauvorschlag beibehalten, in dem bereits zwei leise Gehäuselüfter eingebaut sind.

## Auf Wunsch spieletauglich

Obwohl das AM4-Mainboard mit einem HDMI-Anschluss ausgestattet ist, benötigt der Ryzen-Allrounder eine Grafikkarte, weil die Ryzen-2000-CPUs ohne „G“ in der Bezeichnung keine Grafikeinheit enthalten. In der Basisvariante haben wir uns deshalb für eine Nvidia GeForce GT 1030 von MSI entschieden. Der 3D-Performance maßen wir keine Priorität bei. Die lüfterlose Karte gibt es im Unterschied zum Vorjahr nur noch mit langsamem DDR4-anstelle von GDDR5-Speicher zu kaufen. Stattdessen standen für uns ein möglichst leiser Betrieb, umfangreiche Videofunktionen sowie zwei 4K-taugliche Monitorausgänge im Vordergrund. Die Grafikkarte kann über DisplayPort 1.4 und HDMI 2.0b Ultra-HD-Monitore mit 60 Hz ansteuern und kommt ohne Stromanschluss aus.

Zum Spielen in Full HD ist mehr GPU-Power notwendig. Die Geforce GTX

1060 liefert diese und kann in der von uns ausgewählten Variante vier Monitore gleichzeitig betreiben. Mit der parallelen Anbindung über zwei der drei Display-Ports 1.4 taugt sie für 8K-Displays (7680 × 4320). Wichtig war uns zudem, dass die Karte mit 6 statt 3 GByte GDDR5-RAM ausgestattet ist, weil sonst der Grafikspeicher für die Anforderungen moderner 3D-Spiele zu knapp bemessen ist.

Wer Action-Shooter mit hohen Details in der viermal so großen Ultra-HD-Auflösung zocken oder Raytracing-Effekte in Battlefield V genießen will, muss für die Grafikkarte 600 Euro investieren. Trotz brachialer Leistung arbeitet die GeForce RTX 2070 bei 3D-Last dank zwei großer Lüfter nur geringfügig lauter als die GTX 1060. Weil der Kühlkörper größer ist, beansprucht sie im Unterschied zur GTX 1050 und GTX 1060 den Raum von drei statt zwei Steckplätzen. Wir empfehlen, zusätzlich den mitgelieferten Halterrahmen einzubauen, da die Karte sehr schwer ist. Zusätzlich zu HDMI 2.0 und DisplayPort 1.4 bietet die GeForce RTX 2070 einen USB-C-Anschluss. Darüber hinaus liefert sie nicht nur ein DisplayPort-Signal für USB-C-Monitore und VR-Brillen, sondern auch USB 3.1 Gen 2 und bis zu 27 Watt Energie.

Die Stromversorgung der Hardware übernimmt ein 500-Watt-Netzteil. Mit zwei 6+2-Pin-PEG-Stromsteckern lassen sich High-End-Grafikkarten problemlos anschließen. Wir haben es bewusst etwas großzügiger dimensioniert, damit es die Maximalkonfiguration mit Ryzen 7 2700X und GeForce RTX 2070 abdeckt.

## Bastel-Tipps

Achten Sie beim Bestellen der Komponenten auf die exakten Produktbezeichnungen

gen, wie sie in der Tabelle auf Seite 86 angegeben sind. Vor allem bei Grafikkarten bieten die Hersteller Varianten mit gleicher GPU, aber anderen Kühlern und Lüftern an, die sich bei der Lautstärke deutlich unterscheiden. Die Teileliste in elektronischer Form für den Heise-Preisvergleich finden Sie auch auf unserer Projektseite über [ct.de/ybey](http://ct.de/ybey).

Wollen Sie Änderungen an unserem Bauvorschlag vornehmen, dann haben Sie bei SSD und Festplatte relativ viel Wahlfreiheit. Auch spricht nichts dagegen, ein anderes ATX-Gehäuse zu verwenden. Allerdings sind die mitgelieferten Gehäuselüfter oftmals laut, sodass man diese eventuell gegen leisere tauschen muss. Größere Änderungen wie den Austausch von Mainboard, Netzteil oder Prozessorkühler sollten Sie vermeiden, denn damit wird sich der PC hinsichtlich Kompatibilität, Leistungsaufnahme und Lautstärke ganz anders verhalten als unser Bauvorschlag.

Für den Zusammenbau des Ryzen-Allrounder sollten Sie sich zwei bis vier Stunden Zeit nehmen. Als Werkzeug benötigen Sie lediglich einen langen Kreuzschlitzschraubendreher. Wärmeleitpaste liegt dem CPU-Kühler bei. Montagematerial und Kabelbinder sind beim Gehäuse und Netzteil dabei. Bei Unklarheiten helfen die zur Hardware mitgelieferten Anleitungen oder unser Leserforum auf der Projektseite ([ct.de/ybey](http://ct.de/ybey)) weiter.

Bevor Sie mit der Montage der PC-Komponenten beginnen, müssen Sie einige Dinge am Gehäuse umbauen. So muss die abnehmbare Plastikabdeckung auf dem Dach verschwinden und der Frontlüfter kommt hinten unter die neu geschaffene Öffnung, sodass er nach oben pustet. Dann entweicht die warme Abluft

Damit die Abwärme von Prozessor und Grafikkarte möglichst fix den Ryzen-Allrounder verlässt, haben wir den vorderen Gehäuselüfter unters Dach verlegt.





Die GeForce GTX 1060 bringt aktuelle Spiele wie PUBG mit hoher Qualität flüssig auf Full-HD-Displays. Fürs korrekte Einparken des Dacias ist aber weiterhin der Spieler verantwortlich.

von Prozessor und Grafikkarte viel leichter aus dem Gehäuse.

Im nächsten Schritt bestücken Sie das AM4-Mainboard außerhalb des Gehäuses mit Prozessor, RAM und CPU-Kühler. Achten Sie dabei darauf, keinen der empfindlichen Pins des Ryzen-Prozessors zu verbiegen. Ein kleines Dreieck markiert die Ecke, die mit der ebenfalls markierten Ecke der CPU-Fassung auf dem Mainboard übereinstimmen muss. Bestücken die DIMM-Slots DDR4\_1 und DDR4\_2.

Um den CPU-Kühler anzubringen, müssen Sie zunächst die beiden schwarzen Plastikhalterungen für Kühler mit Klammerhalterung vom Board abschrauben. Die Konterplatte auf der Rückseite wird hingegen weiterverwendet. Stecken Sie dann wie in der Anleitung des Tower-Kühlers beschrieben die vier Abstandshalter auf und schrauben sie die Haltebügel daran fest. Achten Sie beim Aufsetzen des Kühlers darauf, dass das Lamellenpaket wie im Bild auf S. 85 gezeigt nicht über die Speicher, sondern über die Spannungswandler ragt. Nach dem Anschrauben können Sie den Lüfter anbringen und das zugehörige Kabel an den CPU\_FAN-Pfostenstecker anschließen.

Nun wandern die Laufwerke, die I/O-Blende des Mainboards und das Netzteil ins PC-Gehäuse. Das Netzteil haben wir mit dem Lüfter in Richtung Gehäuseboden eingebaut. Ein abnehmbarer Staubfilter schützt das Netzteil. Die SSD haben wir im untersten Festplattenkäfig untergebracht. Verwenden Sie an dieser Stelle das SATA-Kabel mit dem abgewinkelten Stecker, da der Abstand zur Gehäusewand dahinter gering ist. Die

oberen beiden 2,5"/3,5"-Käfige haben wir für mehr Platz und bessere Durchlüftung entfernt.

Rangieren Sie das Board nun grob in Position und verbinden Sie alle Anschlusskabel für SATA, Strom (auch ATX12V!), Frontanschlüsse und Taster mit dem Board. Achten Sie darauf, die Gehäuselüfter von der dreistufigen Lüftersteuerung des Gehäuses zu trennen. Stattdessen hängen Sie den hinteren Ventilator an den SYS\_FAN\_1- und den oberen Ventilator an den SYS\_FAN\_2-Anschluss des Mainboards. Nur so erreicht der Ryzen-Allrounder die von uns angegebenen Geräuschmesswerte. Jetzt können Sie das Board festschrauben. Wenn Sie die GeFor-

ce GTX 1060 oder RTX 1070 einbauen, dann vergessen Sie nicht, sie mit einem beziehungsweise zwei PEG-Stromstecker(n) vom Netzteil zu verbinden.

## Optimal eingestellt

Der erste Weg nach dem Einschalten führt per Entf-Taste ins BIOS-Setup. Die empfohlenen Einstellungen sowie passende Treiber für Windows 10 finden Sie auf unserer Projektseite. Falls Sie den Ryzen 7 2700X verwenden, müssen Sie im BIOS-Setup unter „Peripherals/AMD CBS/NBIO Common Options“ die Option „cTDP Control“ aktivieren und dort unter „cTDP“ den korrekten Wert von 105 Watt einstellen. Unter Ubuntu 18.10 benötigt der Rechner im Leerlauf zwei Watt weniger als mit Windows 10, wenn man den proprietären Nvidia-Treiber verwendet und mit powertop --auto die Energiesparmodi aktiviert. Leider funktioniert mit den Nvidia-Karten der Suspend-to-RAM-Zustand nicht unter Ubuntu 18.10.

Im Vergleich zum Intel-Allrounder benötigt der Ryzen-Bauvorschlag etwas mehr Energie, rechnet dafür bei Multi-thread-Anwendungen aber rund 20 Prozent schneller und kostet rund 90 Euro weniger. Wer einen preiswerten Spiele-PC sucht und ein paar Kompromisse bei Lautstärke und Ausstattung eingehen kann, für den haben wir im nachfolgenden Artikel den Bauvorschlag Budget-Gamer zusammengestellt.

(chh@ct.de) **ct**

Projektseite optimaler PC: [ct.de/ybey](http://ct.de/ybey)

## Teile Ryzen-Allrounder

| Komponenten                   | Bezeichnung  | Preis        |
|-------------------------------|--|--------------|
| Prozessor                     | Ryzen 5 2600, 6 Kerne + SMT, 3,4 GHz (Turbo: 3,8 GHz), boxed (YD2600BBAFBOX)     | 160 €        |
| CPU-Kühler                    | Scythe Mugen 5 Rev. B  | 45 €         |
| Mainboard                     | Gigabyte X470 Aorus Ultra Gaming   | 133 €        |
| RAM                           | 2 x Crucial Memory grau DIMM 8GB, DDR4-2666, CL19 (CT8G4DFS8266)                 | 110 €        |
| Grafikkarte                   | MSI GeForce GT 1030 2GHD4 LP OC (V809-2825R)                                     | 77 €         |
| SSD                           | Samsung SSD 860 EVO 500GB, SATA (MZ-76E500B)                                     | 80 €         |
| Gehäuse                       | be quiet! Pure Base 600 silber (BG022)   | 69 €         |
| Netzteil                      | be quiet! Pure Power 11 500W ATX 2.4 (BN293)                                     | 62 €         |
| Pauschale                     | Versand  | 25 €         |
| <b>Zwischensumme Hardware</b> |  | <b>761 €</b> |
| Betriebssystem                | Windows 10 Home  | 95 €         |
| <b>Summe</b>                  |  | <b>856 €</b> |
| Optionen                      |  |              |
| Prozessor                     | Ryzen 7 2700X, 8 Kerne + SMT, 3,7 GHz (Turbo: 4,3 GHz), boxed (YD270XBGAFOBOX)   | 325 €        |
| Grafikkarte                   | MSI GeForce GTX 1060 Gaming X 6G (V328-001R)                                     | 300 €        |
| Grafikkarte                   | MSI GeForce RTX 2070 Gaming Z 8G (V373-007R)                                     | 617 €        |
| Festplatte                    | Western Digital WD Blue 4TB (WD40EZRX) + Sharkoon HDD Vibe-Fixer (4044951000029) | 99 € + 16 €  |
| DVD-Brenner                   | LG Electronics GP57EB40 schwarz, USB 2.0   | 28 €         |

Anzeige



# Sei mein Spielkamerad

## Bauvorschlag für einen günstigen Spiele-PC für Full HD

**Der Budget-Gamer hat nur ein Ziel:  
vernünftiges Spielen. Für rund  
630 Euro stellen wir ein leistungs-  
fähiges, leises und schickes System  
zusammen, das Spiele in Full HD  
ruckelfrei darstellt.**

**Von Benjamin Kraft**

W<sup>er</sup> wie die Mehrheit der Gamer nur in Full HD (1920 × 1080 Pixel) spielt, braucht kein hochgezüchtetes High-End-System. Zu flüssigen Bildraten bei hohen Detailstufen kommt man auch mit günstiger, gut abgestimmter Hardware. Dank fallender Preise bei Grafikkarten, RAM und SSDs konnten wir ein System zusammenstellen, das doppelt so viel Speicherplatz wie sein Vorgänger bietet. Die 3D-Performance steigt um 50 Prozent und reicht damit für Abste-

cher in die nächsthöhere Auflösung (2560 × 1440). Reine Teilekosten: etwa 630 Euro. Eine vollständige Aufstellung finden Sie in der Tabelle am Artikelende.

Weitere Informationen wie die optimalen BIOS-Setup-Einstellungen, Vorschläge für eine Lüfterkurve sowie die Download-Links für Treiber finden Sie auf unserer Projektseite über [ct.de/ywq5](http://ct.de/ywq5).

### Quad-Core Power

Ein Vierkern-Prozessor muss sein – immerhin starten einige Spiele gar nicht, wenn sie keine echten vier Kerne finden, oder sie laufen nicht rund. Ursprünglich sollte es ein AMD-System mit Ryzen 3 2200G werden, das sich aber unter CPU-Vollast unter seinen Nominaltakt drosselte. Nachdem weder Board- noch Kühlertausch half, sattelten wir auf Intel und den Core i3-8100 um. Der muss zwar ohne Turbo und Hyper-Threading auskommen, liefert mit 3,6 GHz Nominaltakt aber genug CPU-Power, dass sich die Grafikkarte nicht langweilt. Einziger Wermutstropfen: Für einen Budget-Prozessor ist er mit derzeit 140 Euro alles andere als billig.

Wegen der besseren Garantiebedingungen griffen wir zur Box-Version, tauschten den mitgelieferten kleinen Brummelkühler aber gegen den EKL Alpenföhn Ben Nevis. Seine drei Heatpipes und der 120-mm-Lüfter sorgen für niedrigere Temperaturen, mehr Laufruhe und bessere Durchlüftung im Gehäuse.

Als Mainboard wählten wir das schnörkellos ausgestattete, aber sehr sparsame MSI B360M Pro-VH. Sein Serie-300-Chipsatz enthält einen USB-3.1-Gen-2-Controller, sodass die vier blauen USB-Buchsen an der Rückseite Daten mit 10 GBit/s übertragen. Dass es keine USB-C-Buchsen gibt, verschmerzten wir.

Allerdings hat das Board nur zwei RAM-Steckplätze, deren Bestückung gut überlegt sein will. Weil für die meisten Spiele 8 GByte RAM reichen, haben wir uns wie letztes Jahr für Kingstons DDR4-2666-Kit aus der HyperX-Fury-Serie entschieden. Wer sich den Upgrade-Pfad auf 16 GByte freihalten will, kauft erst ein einzelnes 8-GByte-Modul und steckt später ein zweites nach. In unseren größeren Bauvorschlägen haben sich die Module von Crucial bewährt. Der Performance-Verlust durch den Single-Channel-Modus fällt gering aus: In Far Cry 5 sank die mittlere Bildrate im Ultra-Preset von 64 auf 61 fps (Bilder pro Sekunde). Andererseits wird das System sogar noch ein paar Euro günstiger.

Die Budget-SSD der Wahl heißt Crucial MX500 und kostet im 2,5"-Format mit 500 GByte etwa 70 Euro. Damit passt dieses Jahr auch mehrere große Spiele gleichzeitig aufs Laufwerk.

## Mehr Grafik-Power, schöner verpackt

Das größte Upgrade betrifft die Grafikkarte, denn die MSI Radeon RX 570 Armor bietet fünfzig Prozent mehr Grafikleistung als die GeForce GTX 1050 Ti vom letzten Jahr: Das damalige System erreichte im 3DMark Fire Strike 6421 Punkte, das neue System erzielt 9908 Punkte. In Rise of the Tomb Raider packte die GTX 1050 Ti in Full HD mit hoher Detailstufe und aktiverter SMAA-Kantenglättung 52 fps, die Radeon RX 570 schafft 78 fps. Obendrein hat sie sogar 8 GByte RAM an Bord, ist also auch für Spiele mit besonders großen Texturen gerüstet – für 175 Euro derzeit unschlagbar. Zudem bekommt man bis zum 9. Januar 2019 von AMD im Rahmen der Gutschein-Aktion „Raise the Game“ Download-Codes für zwei Spiele geschenkt, beispielsweise Tom Clancy's The Division 2. Details finden sich auf AMDs Webseite unter dem Menüpunkt Gaming/aktuelle Games.

Im Leerlauf lautlos, bleibt die Karte in Spielen mit 1,2 Sone unaufdringlich. Nur bei Bildraten ab 300 fps, wie sie bei manchen Ladebildschirmen auftreten, säuseln die Spulen der Karte ein aufgeregtes Liedchen. Arbeiten Grafikkarte und CPU unter anhaltender (synthetischer) Volllast, rauscht das System mit 1,9 Sone. Das kommt in der Praxis selten vor.

Die nötige Power liefert das effiziente Netzteil Be quiet System Power 9 mit 400W – überdimensioniert für ein System, das im Leerlauf nur 22 Watt und unter Volllast maximal 260 Watt zieht? Nein, denn das Netzteil besitzt die nötigen Reserven für die Lastspitzen der Radeon RX 570.

Als schickes Hardware-Zuhause dient die kompakte MasterBox Q300L von CoolerMaster, deren Seitenfenster jederzeit Einblick gewährt. Ins Fenster ist eine Anschlussinsel für USB- und Audio-Peripherie eingelassen. Ab Werk sitzt sie an der vorderen Kante, lässt sich aber auch unten oder oben montieren. Ein Lochmuster durchzieht das Blech der Gehäusefront und der Oberseite und sorgt für gute Durchlüftung. Zwei gemusterte magnetische Matten verhindern, dass Staub eindringt. Hinten unterstützt ein 120-mm-Lüfter die Wärmeabfuhr.

Durch Aussparungen im Mainboardträger lassen sich die Netzteil- und Front-Panel-Kabel versteckt hinten durchs Gehäuse führen. Zwei 2,5-Zoll-Laufwerke kann man mithilfe anschraubbarer Gummimuffen von hinten oder vorn in den Platinenträger einhängen, auf der Rückseite findet ein 3,5-Zoll-Laufwerk Platz.

## Montage

Nehmen Sie sich für die Montage ein wenig Zeit und suchen Sie sich eine Oberfläche mit ausreichend Platz. Als Werkzeug brauchen Sie einen Kreuzschlitzschraubendreher und eine kleine Zange. Im ersten Schritt öffnen Sie das Gehäuse von beiden Seiten, um alles gut zu erreichen. Stellen Sie das Gehäuse aufrecht hin und schrauben Sie von hinten den Netzteilrahmen ab. Diesen montieren Sie nun so, dass der Netzteillüfter nach unten, der offene Teil des Rahmens nach hinten und seine beiden Aussparungen nach oben zeigen. Anschließend legen Sie das Netzteil hinten ins Gehäuse auf die beiden Gummipuffer und schrauben es von außen fest. Nun führen Sie das ATX-Kabel, die beiden vierpoligen EPS-Kabel und die Kabelstränge der Frontanschlüsse hinter den Mainboardträger.

Als Nächstes bereiten Sie die Mainboard-Installation vor: Ersetzen Sie am CPU-Kühler den ab Werk montierten Klemmbügel für AMD-Systeme durch die Winkel mit der Aufschrift 115x aus der Zubehör-Box des Kühlers. Wichtig: Die Schrauben müssen nach außen zeigen! Vergessen Sie nicht, die Schutzfolie von der Kontaktfläche des Kühlers abzuziehen.

Jetzt kommt die Konterplatte für den Kühler unter das Mainboard. Achten Sie dabei darauf, die Aussparungen für die Schrauben der Sockelhalterung richtig

auszurichten. Dann legen Sie das Mainboard auf eine glatte Oberfläche, öffnen den CPU-Sockel mit dem kleinen Hebel und klappen den Deckel samt Schutzkappe nach hinten. Setzen Sie die CPU vorsichtig ein, ohne die kleinen Kontaktfedern im Sockel zu verbiegen und schließen Sie die Sockelhalterung wieder; die Kappe springt automatisch aus der Halterung.

Nun geben Sie einen erbsengroßen Klecks Wärmeleitpaste mitten auf den Prozessordeckel, setzen den Kühler mit dem Lüfter Richtung RAM-Steckplätze auf den Prozessor, drehen die Schrauben über Kreuz fest und schließen den Lüfter am Anschluss CPU\_FAN1 an. Bevor die Hauptplatine ins Gehäuse kann, müssen Sie noch den inneren der beiden Abstandhalter in der untersten Reihe mit der Zange herausdrehen und um eine Reihe nach oben versetzen. Nachdem Sie die ATX-Anschlussblende des Mainboards von innen hinten ins Gehäuse gedrückt haben, legen Sie das Mainboard auf den Träger und schließen die Kabel an. Den Hecklüfter verbinden Sie mit dem Anschluss SYS\_FAN1.

Erst danach schrauben Sie das Board fest, stecken Arbeitsspeicher und Grafikkarte ein und versorgen auch letztere mit Strom. Die SSD hängen Sie mit angeschraubten Gummimuffen in den Mainboardträger und schließen sie an. Jetzt ist es Zeit für den ersten Start und die Windows-Installation. Abschließend spielen Sie alle benötigten Treiber und Windows-Updates ein. Wichtig: Die niedrige Leistungsaufnahme im Leerlauf erreichen Sie nur, wenn Sie unsere BIOS-Setup-Einstellungen übernehmen und den Intel-RST-Treiber installieren. (bkr@ct.de) **ct**

**Link zur Projektseite:** [ct.de/ywq5](http://ct.de/ywq5)

## Teile Budget-Gamer

| Komponenten                   | Bezeichnung   | Preis        |
|-------------------------------|---|--------------|
| Prozessor                     | Core i3-8100, 4 Kerne, 3,6 GHz, boxed (BX80684138100)                             | 140 €        |
| CPU-Kühler                    | EKL Alpenföhn Ben Nevis (84000000119)   | 25 €         |
| Mainboard                     | MSI B360M Pro-VH (7B53-001R)  | 70 €         |
| RAM                           | Kingston HyperX Fury schwarz DIMM Kit 8GB, DDR4-2666, CL15-17-17 (HX426C15FBK2/8) | 70 €         |
| Grafikkarte                   | MSI Radeon RX 570 Armor 8G OC (V341-236R)   | 175 €        |
| SSD                           | Crucial MX500 500GB, (CT500MX500SSD1)   | 70 €         |
| Gehäuse                       | Cooler Master MasterBox Q300L (MCB-Q300L-KANN-S00)                                | 40 €         |
| Netzteil                      | be quiet! System Power 9 400W ATX 2.4 (BN245)                                     | 42 €         |
| Pauschale                     | Versand   | 25 €         |
| <b>Zwischensumme Hardware</b> |   | <b>632 €</b> |
| Betriebssystem                | Windows 10 Home   | 95 €         |
| <b>Summe</b>                  |   | <b>727 €</b> |



# Sei meine High-End-Maschine

## Bauvorschlag für einen leistungsstarken Rechner mit 16-Kern-Prozessor

**Pedal to the Metal: Unser Threadripper-PC mit 16 CPU-Kernen, großem Arbeitsspeicher und schneller Solid-State Disk liefert kompromisslose Performance.**

**Von Christian Hirsch**

**W**enn die Leistung unserer Bauvorschläge mit Ryzen 2000 und Core i-9000 nicht reicht und wer für Videoschnitt, Rendering oder Softwareentwicklung einen Prozessor mit mehr als acht CPU-Kernen braucht, kann unseren Threadripper-PC nachbauen. Bereits die Basisvariante enthält den Ryzen Threadripper 2950X, 32 GByte Arbeitsspeicher und eine NVMe-SSD mit PCI-Express-Anbindung. Die 16 Kerne rechnen dank Simultaneous Multithreading (SMT)

und bis zu 4,4 GHz Turbotakt im Rendering-Benchmark Cinebench mehr als doppelt so schnell wie die CPUs im Ryzen- und Intel-Allrounder. Optional lässt sich der Threadripper-PC mit einer GeForce RTX 2070 zur potennten Gaming-Maschine aufrüsten. Zudem bieten wir erstmals eine Workstation-Option mit ECC-RAM für professionelle Nutzer an.

Beim High-End-Rechner haben wir nicht bei null begonnen, sondern sind vom letztjährigen Bauvorschlag ausgegangen. Das Mainboard mit X399-Chipsatz haben wir beibehalten, da es sich bei den Lesern bewährt hat und es keine Änderungen an der TR4-Plattform gab. Insgesamt stehen 60 PCIe-3.0-Lanes zur Verfügung, die sich bei unserem Bauvorschlag auf vier PEG-Steckplätze und drei M.2-Slots für NVMe-SSDs verteilen. Des Weiteren bringt das Board acht SATA-Ports sowie acht DIMM-Slots für bis zu 128 GByte Speicher mit und stellt moderne Schnittstellen wie USB 3.1 Gen 2, USB 3.0 und Gigabit-Ethernet bereit.

### Mehr Turbo

Die 16-Kern-CPU aus dem Vorjahr haben wir durch den Nachfolger der im Spätsommer vorgestellten zweiten Threadripper-Generation ersetzt. Beim Threadripper 2950X mit 16 Kernen und 32 Threads hat AMD unter anderem die Fertigung und den Turbo verbessert. Statt fester Stufen für Last auf bis zu vier oder auf mehr als vier Kernen taktet die CPU dynamisch bis zum Maximaltakt von 4,4 GHz hoch, sofern die Grenzwerte für Temperatur und Leistungsaufnahme noch nicht erreicht sind. Obwohl der Nominaltakt des Threadripper 2950X nur 100 MHz höher ist, rechnet er deshalb bis zu 9 Prozent schneller als der Threadripper 1950X.

Wir haben uns bewusst gegen die teureren Ryzen Threadripper 2970WX und 2990WX mit 24 beziehungsweise 32 Kernen entschieden, da deren interner Aufbau mit zwei von vier Halbleiter-Dies ohne direkt angebundenen Speicher bei manchen Anwendungen zu schlechterer Performance führt als beim Threadripper 2950X [1].

Beim Arbeitsspeicher bleibt alles beim Alten. Zwar unterstützen die Threadripper 2000 bei vier Single-Rank-Modulen offiziell DDR4-2933; Module, die diese Taktfrequenzen ohne XMP-Profil schaffen, gibt es jedoch noch nicht zu kaufen. Zudem rechtfertigt der geringe Performance-Vorteil nicht die um ein Drittel

höheren Kosten. Möchte man mehr als die 32 GByte Arbeitsspeicher der Basiskonfiguration einbauen, reduziert sich laut AMD mit vier 16 GByte-Modulen (Dual Rank) das Tempo auf DDR4-2400. Bei Vollbestückung mit 128 GByte RAM garantiert der Prozessorhersteller einen stabilen Betrieb sogar nur mit DDR4-1866. Module mit hohen Geschwindigkeiten lohnen sich bei großen Speichermengen deshalb nicht.

Die bisherige SATA-SSD musste in der 2018er-Version des Threadripper-PCs einem schnelleren NVMe-Modell mit PCIe-3.0-x4-Anbindung weichen. Statt 550 MByte/s schafft die Samsung 970 EVO 3,5 GByte/s beim Lesen. Bei 1 TByte Kapazität beträgt der Aufpreis etwa 80 Euro. Durch die Bauform als M.2-Kärtchen spart man sich zudem die Strom- und SATA-Datenkabel.

### Raytracing an!

Die Grafikausgabe übernimmt eine GeForce GT 1030, weil die Ryzen-Threadripper-Prozessoren keine Grafikeinheit enthalten. Die lüfterlose Karte eignet sich nicht zum Spielen, kann per HDMI 2.0b und DisplayPort 1.4 aber zwei 4K-Displays zugleich mit 60 Hz ansteuern. Zudem dekodiert die integrierte Videoeinheit moderne Formate wie H.265/HEVC und VP9. Im Unterschied zum Vorjahr verkauft MSI die passiv gekühlte GeForce GT 1030 mit DDR4- anstelle von GDDR5-RAM. Da die Karte für 3D-Spiele aber zu lahm ist, macht sich der langsamere Speicher nicht bemerkbar.

Für Gamer haben wir eine High-End-Grafikkarte vom Typ GeForce RTX 2070 ausgewählt: Sie liefert dank 2304 Shader-Kernen und 8 GByte GDDR6-RAM genug Rumms, damit aktuelle 3D-Spiele in WHQD- ( $2560 \times 1440$ ) und Ultra-HD-Auflösung ( $3840 \times 2160$ ) butterweich laufen. Zudem enthält die GPU aus der Turing-Familie Schaltkreise, die die Berechnung von Raytracing beschleunigen. Als erstes 3D-Spiel nutzt Battlefield V Raytracing für realistischere Reflexionen. Die GeForce RTX 2070 kann gleichzeitig vier 4K-Displays ansteuern. Monitore lassen sich über DisplayPort 1.4, HDMI 2.0 und USB-C anschließen. Trotz der brachialen Performance bleibt die Karte im Leerlauf recht leise (0,1 Sone) und schluckt dabei nur sieben Watt mehr als die GT 1030.

Den Hardwarekomponenten des Threadripper-PCs haben wir ein neues Gehäuse spendiert: Das Define R6 USB-

C ist unter anderem mit einem USB-C-Frontanschluss ausgestattet. Intern hängt dieser mittels modernem, geschirmtem 20-poligen Stecker am USB 3.1-Gen-2-Controller des X399-Chipsatzes und liefert über 1 GByte/s.

Mit dem bisherigen Luftkühler gelang es uns nicht, die Threadripper-CPU vor dem Drosseln zu bewahren, wenn zugleich die GeForce RTX 2070 unter Vollast lief. Deshalb mussten wir erstmals einen PC-Bauvorschlag mit Wasserkühlung ausrüsten. Auf dem Wärmetauscher der Enermax LiqTech TR4 II 240 sitzen zwei 12-cm-PWM-Lüfter. Da wir diesen unterhalb des Gehäusedachs eingebaut haben, pusten die Lüfter zusammen mit dem Ventilator auf der Rückseite des Define R6 die bis zu 524 Watt Abwärme aus dem System. Aber auch damit kratzt der Threadripper 2950X an der Drosseltemperatur von 68 °C. Hier ist vermutlich der Wärmeübergang von den kleinen Halbleiter-Dies auf den Heatspreader der CPU der begrenzende Faktor.

### Workstation-Option

AMDs High-End-Plattform eignet sich nicht nur für Desktop-PCs, sondern auch zum Bau einer Workstation. Dafür haben wir den Arbeitsspeicher der Basiskonfiguration durch ECC-RAM ersetzt.

AMD hat im Unterschied zur AM4-Plattform das TR4-Ökosystem der Threadripper-CPU offiziell für den Betrieb mit Speichermodulen freigegeben, die Fehlerkorrekturmechanismen unterstützen. Allerdings kosten diese DIMMs 40 Prozent mehr als gängige DDR4-Speicherriegel. Für die 32 GByte ECC-RAM von Kingston und die 64 GByte von Crucial, mit denen

wir die ECC-Funktion getestet haben, muss man 400 Euro respektive 800 Euro löhnen. Ob die Fehlerkorrektur aktiv ist, können Sie unter Windows in der Eingabeaufforderung mit dem Befehl `wmic memphysical get memoryerrorcorrection` prüfen. Kommt als Antwort der Wert „6“, funktioniert der ECC-Fehlerschutz beim Threadripper-PC.

Ursprünglich hatten wir außerdem vor, eine Option mit der Profi-Grafikkarte Quadro P4000 anzubieten. In unserem System erreichte diese aber nur ungefähr ein Drittel ihrer Performance. Wir stehen mit dem Board-Hersteller MSI in Kontakt, um die Ursache dafür herauszufinden.

### Zusammenbau

Der kritischste Moment beim Zusammenbau des Threadripper-PCs steht gleich zu Beginn beim Einsetzen des Prozessors ins Mainboard an: Die fast Smartphone-große TR4-CPU mit 4094 Kontakten gleitet in einem Plastikrahmen in die Halterung. Achten Sie dabei darauf, dass Sie die Führungsschienen exakt treffen, sonst fällt Ihnen der Prozessor in die Fassung und verbiegt dort die empfindlichen Kontaktfedern. Das bedeutet dann den Total-schaden für das 300 Euro teure Board. Den Haltebügel arretieren Sie mit dem bei der CPU mitgelieferten Drehmomentschlüssel. Das genaue Prozedere sehen Sie im Video auf unserer Projektseite (siehe ct.de/ygbx).

Im nächsten Schritt setzen Sie den Arbeitsspeicher und die M.2-SSD ein. Die korrekten Steckplätze für das RAM finden Sie im Handbuch des Mainboards. Die SSD können Sie beliebig in einem der drei M.2-Slots unterbringen, da alle über vier

Die optionalen Module mit ECC-RAM tragen einen zusätzlichen Chip mit Korrekturinformationen, wodurch der Threadripper-PC weniger anfällig für Speicherfehler ist.



PCIe-3.0-Lanes direkt an der Threadripper-CPU angebunden sind. Legen Sie das Mainboard nun vorübergehend zur Seite.

Bringen Sie anschließend die beiden Lüfter der Wasserkühlung am Wärmetauscher auf der Seite an, an der auch die Schläuche stecken. Im folgenden Schritt müssen Sie am Midi-Tower einige Änderungen vornehmen. Bei Unklarheiten hilft das ausführlich bebilderte Handbuch des Gehäuses. Um die Seitenteile abzunehmen, müssen Sie diese im Unterschied zu den meisten anderen PC-Gehäusen nach dem Lösen der Schrauben zu sich heranziehen. Nehmen Sie dann die Abdeckung auf dem Gehäusedach ab, nachdem Sie die Arretierung durch den großen Druckknopf auf der Rückseite gelöst haben. Anschließend lösen Sie das Lüftergitter von dem Metaldeckel der Abdeckung. Am besten klappt das mit einem Schlitzschraubendreher.

Entfernen Sie anschließend die vier Schrauben für das Halblech auf dem Dach. Dieses können Sie nun herausnehmen und daran den Wärmetauscher der Wasserkühlung anbringen. Ziehen Sie die Schrauben noch nicht fest, damit Sie später die endgültige Position des Radiators im Gehäuse noch verändern können.

Bauen Sie nun das Netzteil und das Mainboard in den Midi-Tower ein. Leichter klappt das, wenn Sie für das Board das Gehäuse auf die Seite legen. Beim anschließenden Verkabeln gibt es auf der Rückseite des Board-Trägers genug Platz, um die Strom- und Datenkabel entlang-



Zur leichteren Montage lässt sich das Halblech im Dach mit dem Wärmetauscher zur Seite weglassen.

zuführen. Vergessen Sie keinen der Anschlüsse für Front-LEDs, -USB und -Audio sowie Strom, nach unseren Erfahrungen passiert das Lesern oft bei den beiden achtpoligen ATX12V-Steckern.

Setzen Sie nun das Halblech mit der Wasserkühlung wieder ins Gehäusedach ein. Sie können dies etwas weglassen und haben so mehr Platz, um die Wasserpumpe auf dem Prozessor zu montieren. Damit die Wärmeleitungspaste auf dem großen Heatspreader des Threadrippers optim-

al verteilt wird, bringen Sie diese in Form eines großen X auf. Schließen Sie den hinteren Gehäuselüfter (SYS\_FAN1), die Lüfter auf der Wasserkühlung (CPU\_FAN) und die Pumpe (PUMP\_FAN1) ans Mainboard an. Nachdem das abgeschlossen ist, können Sie die Befestigungsschrauben für den Wärmetauscher und das Halblech festziehen. Jetzt fehlt nur noch die Grafikkarte. Vergessen Sie dabei nicht die beiden PEG-Stromstecker bei der GeForce RTX 2070.

Bevor Sie das System einschalten, sollten Sie noch einmal alle Komponenten und Stecker auf korrekten Sitz prüfen. Nach dem ersten Start rufen Sie mit der Entf-Taste das BIOS-Setup auf. Die passenden Einstellungen zum Beispiel für die Lüfterkurven finden Sie auf unserer Projektseite über [ct.de/ygbx](http://ct.de/ygbx). Damit bleibt der Threadripper-PC auch mit der High-End-Grafikkarte bei ruhendem Windows flüsterleise (0,1 Sone). Außerdem finden Sie dort die notwendigen Treiber und ein Forum, wo Sie sich mit anderen Lesern austauschen können. Egal, welchen der vier Rechner Sie umsetzen, wir wünschen viel Spaß beim Bauen. (chh@ct.de) **ct**

## Teile Threadripper-PC

| Komponenten                   | Bezeichnung   | Preis         |
|-------------------------------|---|---------------|
| Prozessor                     | AMD Ryzen Threadripper 2950X (YD295XA8AFWOF)                                    | 900 €         |
| CPU-Kühler                    | Enermax LiqTech TR4 II 240 (ELC-LTTRT0240-TBP)                                  | 120 €         |
| Mainboard                     | MSI X399 SLI Plus (7B09-008R)   | 310 €         |
| RAM                           | 4 × Crucial Memory grau DIMM 8GB, DDR4-2666, CL19 (CT8G4DFS8266)                | 220 €         |
| Grafikkarte                   | MSI GeForce GT 1030 2GH4 LP OC (V809-2825R)                                     | 77 €          |
| SSD                           | Samsung SSD 970 EVO 1TB, M.2 (MZ-V7E1T0BW)                                      | 260 €         |
| Gehäuse                       | Fractal Design Define R6 Black USB C  | 130 €         |
| Netzteil                      | Corsair HX Series HX750 (CP-9020137)  | 135 €         |
| Pauschale                     | Versand   | 25 €          |
| <b>Zwischensumme Hardware</b> |   | <b>2177 €</b> |
| Betriebssystem                | Windows 10 Home   | 95 €          |
| <b>Summe</b>                  |   | <b>2272 €</b> |
| Optionen                      |   |               |
| Grafikkarte                   | MSI GeForce RTX 2070 Gaming Z 8G (V373-007R)                                    | 617 €         |
| Festplatte                    | Western Digital WD Blue 4TB (WD40EZBZ)  | 99 €          |
| DVD-Brenner                   | LG Electronics GP57EB40 schwarz, USB 2.0  | 28 €          |
| Workstation                   | 4 × Kingston Server Premier DIMM 8GB, DDR4-2666, CL19-19-19, ECC (KSM26ES8/8ME) | 388 €         |
| Workstation                   | 4 × Crucial DIMM 16GB, DDR4-2666, CL19, ECC (CT16G4WFD8266)                     | 760 €         |

## Literatur

[1] Christian Hirsch, Kerne im Überfluss, High-End-Prozessoren AMD Ryzen Threadripper 2990WX und 2950X, c't 18/2018, S. 48

Projektseite Optimaler PC: [ct.de/ygbx](http://ct.de/ygbx)

Anzeige

# Weihnachts-gefühle

Der c't-Geschenke-Guide

**Stress unterm Tannenbaum? Nicht mit dem c't-Weihnachtsmann. Er hat uns beraten und für jede Jahresendzeitstimmung die passenden Technik-Geschenke im Sack.**

**Von Robin Brand und Sven Hansen**

oft ist es gar nicht so einfach, das passende Geschenk zu finden: Für die liebe Familie, gute Freunde oder einfach auch für sich selbst – man muss schließlich das Weihnachtsgeld loswerden. Doch uns hat es der Weihnachtsmann beim Zusammenstellen dieses Geschenke-Guides besonders einfach gemacht, denn er stand den Kolleginnen und Kollegen per Chat Rede und Antwort. Herausgekommen sind 30 handverlesene Techniktipps aus der c't-Redaktion.

Schnell hat sich herauskristallisiert, dass Weihnachtsstimmung nicht gleich Weihnachtsstimmung

ist. Die eine möchte sich selbst mal so richtig verwöhnen, der andere will die Welt für den Beschenkten ein wenig besser machen. Viele wollen einfach nur die freie Zeit zwischen den Jahren nutzen oder nehmen die Festtage zum Anlass, gute Vorsätze fürs anstehende Jahr zu fassen.

Egal mit welcher Zielsetzung Sie an die Präsentsuche herangehen: Der diesjährige Geschenke-Guide liefert fundierte Tipps aus der größten IT-Redaktion Europas. Die Links führen übrigens zu Hintergrundartikeln, in denen Sie noch mehr über das jeweilige Geschenk erfahren können. Alle Artikel lassen sich kostenfrei abrufen – unser Geschenk an Sie. Die c't-Redaktion wünscht Ihnen viel Spaß beim Lesen. (sha@ct.de)





# Fromme Wünsche

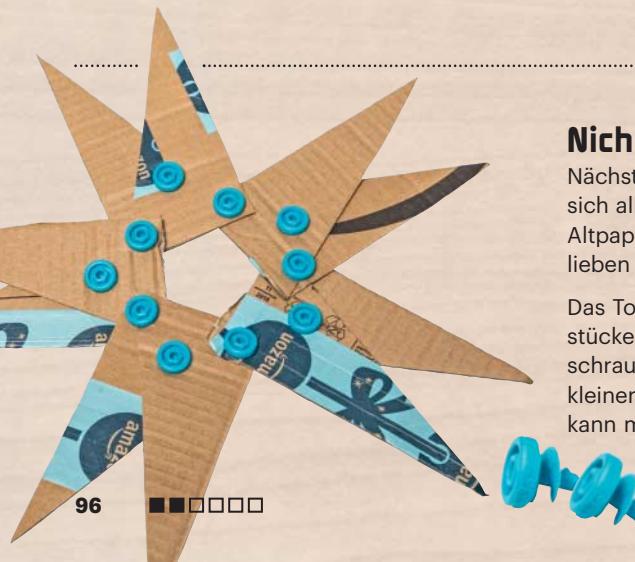
**Sechs Tipps für Menschen mit Ambitionen**

## Schreibtischsportler / Preis: 70 €, c't 19/2018, S. 48, [heise.de/go/Sitzsport](http://heise.de/go/Sitzsport)

Fitnesstracker sind nur etwas für Leistungssportler? Von wegen. Das kleine Kästchen von Interstuhl pappt man unter den Schreibtischstuhl und installiert die passende Software auf dem PC. Über einen USB-Dongle kommuniziert der Sensor mit Namen S4.0 mit dem Computer und wacht über die korrekte Gewichtsverlagerung auf der Sitzfläche.

Dabei geht es nicht ums möglichst ruhige Sitzen – das Gegenteil ist der Fall. Die Interstuhl-Software fordert zum steten Wechsel der Sitzposition auf und ermutigt einen von Zeit zu Zeit, den Arbeitsplatz einfach mal zu verlassen. Bleibt man vor dem Rechner sitzen, animiert sie mit kurzen Videotutorials zu Gymnastikeinlagen vor dem Schreibtisch.

(sha@ct.de)



## Nicht (nur) von Pappe / Preis: Starter-Kit 13 €, Make 5/2018, S. 130, [heise.de/go/Makedo](http://heise.de/go/Makedo)

Nächstes Jahr werden alle Geschenke vor Ort gekauft, verprochen. Momentan stapeln sich allerdings noch die Kartons der Versandhändler im Keller und warten auf die Altpapierabholung. Eigentlich sind sie viel zu schade für den Wertstoffhof, denn Kinder lieben Pappe und haben ihre eigenen Wege zum „up-cyceln“.

Das Toolkit von Makedo befeuert die kindliche Kreativität. Mit ihm lassen sich Pappstücke zu komplexen Konstruktionen einfach zusammenschrauben. Die Kunstschrauben werden mit dem beigelegten Schraubendreher einfach im Karton versenkt – kleinere Kinder brauchen dabei etwas Unterstützung. Je nach verfügbarer Pappmenge kann man kleinere Standmodelle, aber auch große Papphäuser bauen. (sha@ct.de)

**Mehr Mitleid /** Preis: ab 290 €, c't 9/2018, S. 90, [heise.de/go/GuterVorsatz](http://heise.de/go/GuterVorsatz)

Backup ist wie Bilder sortieren – im Zweifelsfall macht man es nie. Die Feiertage bieten eine neue Chance: Mit einer schnellen externen SSD lassen sich die auf diversen Geräten verstreuten digitalen Schätze besonders schnell in Sicherheit bringen.

Die Rugged Thunderbolt USB-C von LaCie lag in unserem Vergleichstest in Sachen Schreibgeschwindigkeit an der Spitze des Feldes – auch bei kleinen Dateien. Und falls sich der Festspeicher trotz des knallorangen Ruggedized-Gehäuse innerhalb der ersten drei Jahre doch einmal zerlegen sollte, lässt LaCie – sofern man das Gerät zuvor registriert hat – eine kostenlose Datenrettung springen. (sha@ct.de)

**Ab aufs Rad! /**

Preis: 75 €, c't 16/2018, S. 48, [ct.de/yy1e](http://ct.de/yy1e)

„Das Fahrrad könnte geklaut werden“ zählt wohl zu den banalsten Ausreden, um sich vor körperlicher Ertüchtigung zu drücken. Aber selbst dieser Zahn lässt sich ziehen: Mit dem TrackerID Fahrrad Finder spürt man entwendete Fahrräder im Nu wieder auf.

Die Kombination aus GPS-Tracker und GSM-Mobilteil ist unauffällig in einem Getränkehalter für die Mittelstange verpackt. Per Bluetooth tritt das Modul mit dem

Smartphone des Besitzers in Kontakt und aktiviert sich automatisch, sobald man sich vom Fahrrad entfernt. Seine Position lässt sich dann über die App ermitteln. (sha@ct.de)

**Helm mit Blinker /** Preis: 180 €, c't 12/2018, S. 54, [heise.de/go/Blinkerhelm](http://heise.de/go/Blinkerhelm)

Der Fahrradfahrer ist eine bedrohte Spezies. Wer seine Liebsten auf dem Drahtesel in größerer Sicherheit wissen möchte, sollte sich den Lumos Smart Bike Helmet näher anschauen. Der blinkt nicht nur beim Abbiegen, sondern signalisiert auch bevorstehende Bremsmanöver. Der Helm punktet mit guter Belüftung und zumindest nachts erregt er bei anderen Verkehrsteilnehmern durchaus Aufsehen – von der Pflicht, das Abbiegen mit dem Arm anzuzeigen, entbindet er den Radfahrer nicht. (rbr@ct.de)

**Mehr Sport /** Preis: 200 €, c't 3/2018, S. 84, [ct.de/ysa1](http://ct.de/ysa1)

Mehr Sport steht meist ganz oben auf der Liste der guten Vorsätze, gerät aber auch gerne wieder in Vergessenheit. Dem könnte eine Smartwatch als Ersatz für den Personal Trainer entgegenwirken. Als besonders robuster Begleiter erweist sich Samsungs Gear Sport: Sie ist bis zu einer Tiefe von 50 Meter wasserfest und eignet sich so auch zum Schwimmen. Zudem unterstützt sie auch bei anderen sportlichen Aktivitäten oder hilft mit Atem- und Entspannungsübungen beim Erholen. Praktisch: Sofern man Spotify in der Premium-Variante nutzt, lassen sich Songs, Alben oder Playlists auf der Uhr speichern und beim Sport über Bluetooth-Kopfhörer wiedergeben. Ist einem LTE wichtig, sollte man sich den Nachfolger Galaxy Watch näher anschauen. (rbr@ct.de)





### Privatkonzert ohne Kabel / Preis: 280 €, c't 10/2018, S. 86, ct.de/yce

Bei den Geräusch unterdrückenden Bluetooth-Modellen hat der Sony WH-1000XM2 die Messlatte hoch gelegt. Sein Klangbild lässt sich als angenehm und unterhaltsam charakterisieren. Zwar hebt er Höhen und Bässe an, doch übertreibt er dabei nicht. Auch beim Noise-Cancelling müssen sich die Konkurrenten am WH1000XM2 messen lassen. Er filtert sogar ein großes Spektrum an hohen Frequenzen heraus und selbst Stimmen hört man nur gedämpft. Auf großen Köpfen sitzt er noch nach Stunden bequem. Für kleinere Köpfe empfiehlt sich der teurere Nachfolger WH-1000XM3, dessen Noise Cancelling etwas besser ist. Weitere hochwertige Alternativen finden Sie im Artikel hinter dem Link.

(rbr@ct.de)

### Beam me up! / Preis: 450 €, c't 15/2018, S. 31, ct.de/ytk

Der neue Fernseher ist cool, aber der Sound? Leider liefern die meisten Flachbild-TVs auch Flachton. Eine vor dem TV platzierte Soundbar verspricht Abhilfe. Die Sonos Beam erledigt den Job besonders gut: Sie glänzt mit bester Sprachverständlichkeit und liefert satten Stereosound.

Die Beam ist kompatibel zu Sonos' Musiksystem, das sich beliebig um weitere Multiroom-Lautsprecher erweitern lässt. Amazons Alexa ist auch mit an Bord, die smarte Soundbar im Wohnzimmer ersetzt also gleich einen separaten Echo-Lautsprecher. In Kürze will Sonos ein Update liefern, das auch Googles Assistenten ins System integriert. (sha@ct.de)



## Mein Schatz!

### Sechs Tipps für Gollums



## Cruisen statt strampeln / Preis: ab 1500 €, c't 18/2018, S. 114, ct.de/yv5b

Pedelecs? Sind das nicht die hässlichen und schweren Elektro-Fahrräder für gut betuchte Rentner? Nicht mehr: Fahrräder mit Elektro-Motoren erleben einen Boom. Kein Wunder, bekommt man doch gute Gefährte schon ab 1500 Euro. Die Auswahl ist mittlerweile enorm: Vom stylischen Urban-Bike über solide Trekkingräder bis zu rassigen Sportflitzern findet sich für jeden das passende Rad.

Pedelecs verbinden die Vorteile des Fahrrads mit denen moderner Elektromobilität: Sie fahren fast überall, bleiben nicht im zähen Stadtverkehr hängen, und ihre Fahrer vergießen weniger Schweiß als auf unmotorisierten Drahteseln. Obendrein kommen E-Fahrräder der Umwelt und der eigenen Gesundheit zugute. Diejenigen mit herausnehmbaren Akkus eignen sich auch für Stadtbewohner, die am Abstellort keinen Stromanschluss haben. (spo@ct.de)



## Kein Hype macht auch Spaß /

Preis: ab 350 €, c't 2/2017, S. 52, ct.de/yg8q

Der große Virtual-Reality-Hype ist vorbei, doch das bedeutet nicht, dass VR keinen Spaß mehr macht. Im Gegenteil: Das Softwareangebot ist riesengroß und die Hardware-Preise sinken. Besitzt man einen ausreichend leistungsstarken Gaming-PC, empfehlen wir die PC-Headsets Oculus Rift (im Bild), HTC Vive (Pro) oder eines der Windows-Mixed-Reality-Geräte – sie alle sind zu SteamVR kompatibel, dem De-facto-Standard der PC-VR-Welt.

Wer eine PS4 besitzt, wird mit der Playstation VR glücklich: Das Headset ist der PC-Konkurrenz zwar hardwaremäßig leicht unterlegen, dafür gibt's aber mit Spielen wie AstroBot und Resident Evil 7 einige der besten VR-Exklusivtitel. (jkj@ct.de)

## Mähen lassen / Preis: 180 €, c't 17/2018, S. 132, ct.de/ynef

Im Garten sitzen und das Dolce Vita genießen, während der Mähroboter die Rasenfläche pflegt – so lässt sich schon im Dezember vortrefflich vom Sommer träumen. Die Robonect-Platine macht es möglich, denn sie verwandelt auch eher doofe Mähmaschinen des Marktführers Husqvarna im Handumdrehen in Smart-Garden-Gadgets.

Ein mit dem Nachrüstmodul gepimpter Husqvarna-Mäher lässt sich aus dem Liegestuhl übers heimische WLAN steuern und gehorcht übers Internet selbst vom Urlaubsort aufs Wort. Die Platine wirkt unterm Tannenbaum zudem außerdentlich bescheiden – den passenden Mäher kann man ja bis nach dem Fest in der Garage verstecken. (sha@ct.de)



## Ultrabreit / Preis: etwa 1100 €, c't 16/2018, S. 84, ct.de/yzm7

Eine Spielwiese für Büroarbeiter und Kreative – und eine passende Geschenkidee für Leute, die vor Weihnachten nicht jeden Euro zweimal umdrehen müssen: Der Dell Ultrasharp U3818DW spielt in der Liga der ultrabreiten Büromonitore nicht außer Konkurrenz, aber er beherrscht manche Dinge besonders gut. Wer 1600 Pixel in der Höhe wichtig findet und sein Notebook per USB-C anschließen und auch laden will, sollte sich das Gerät genauer ansehen. Auf das riesige 24:10-Display passen vier DIN-A4-Seiten in voller Größe nebeneinander. Den AdobeRGB-Farbraum schafft es zwar nicht, zeigt aber etwas kräftigere Farben als sRGB. Weitere ultrabreite Monitore haben wir im verlinkten Artikel getestet. (rbr@ct.de)





# Freuet Euch!

## Sechs Tipps für Weltverbesserer

### Alleskleberknete /

Preis: 15 € Technology Review 8/2010, S. 10, [heise.de/go/Alleskleberknete](http://heise.de/go/Alleskleberknete)

Die Kollegen von der Technology Review hatten die nach 24 Stunden zu festem Silikon aushärtende Hightech-Knete als Erstes im Heft – das ist acht Jahre her. Und doch darf die „Zauberknete“ Sugru unterm nachhaltig geschmückten Weihnachtsbaum nicht fehlen.

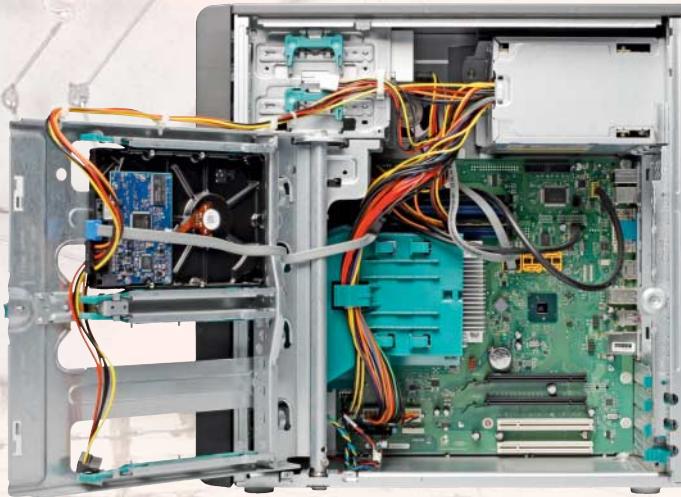
Das liegt auch daran, dass der Autor dieses Textes seit der Recherche für die Geschenke-Tipps 2014 regelmäßig zu Reparaturzwecken ein Heftchen buntes Sugru aus dem Kühlschrank zieht: Für das bamselnde Mikrofon der Freisprechanlage im Auto, für das gebrochene USB-Kabel, als Haken für Omas Topflappen, als Abdichtung der Duschrinne, als Ersatz für den runtergespülten Lautstärkeknopf des Radios im Badezimmer. (sha@ct.de)



### Stromsparen an unscheinbarer Stelle /

Preis: 100 €, c't 18/2018, S. 52, [ct.de/y95g](http://ct.de/y95g)

Ressourcen schonen am Arbeitsplatz? Viele werden da an Energiesparlampen, Recycling-Druckerpapier und umweltfreundliches Pendeln mit Öffis oder Fahrrad denken. Doch auch an unscheinbarer Stelle lässt sich Strom sparen. Zum Beispiel bei der Mainboard-Wahl. Im Fujitsu-Mainboard D3643-H arbeitet ein Intel Core i-8000 besonders genügsam. Mit dem ATX-Netzteil be quiet! L10-300W maßen wir bei deaktiviertem Gigabit-Ethernet-Chip nur 7,7 Watt im Leerlauf unter Windows 10, bei einem Übertakter-Board mit gleicher Fassung können das auch mal 24 Watt sein. Die integrierte Grafik des Fujitsu-Boards kann zwei 4K-Displays mit 60 Hz ansteuern. (rbr@ct.de)



## Gebrauchtes unterm Tannenbaum /

Preis: ab 100 €, c't 6/2018, S. 76, [ct.de/ynmf](http://ct.de/ynmf)

Es muss nicht immer Neuware sein: Wer gebrauchte PCs kauft, schont die Umwelt und den Geldbeutel. Und auch unterm Weihnachtsbaum machen sich von Experten runderneuerte Geräte gut – man sollte nur einige Dinge beachten, damit sich das Schnäppchen nicht als Fehlkauf entpuppt. Vor allem im Bereich der Büroumrechner lohnt sich ein Gebrauchtkauf. Rechner mit Dual-Core-Prozessoren, genügend Arbeitsspeicher und ausreichend großer Festplatte gibt es ab etwa 100 Euro, mit flotter SSD ab 200 Euro zu kaufen. Eine ausführliche Kaufberatung finden Sie unter dem Link.

(rbr@ct.de)

## Stromfresser finden /

Preis: 9 €, c't 24/2018, S. 58, [heise.de/go/Energiedetektiv](http://heise.de/go/Energiedetektiv)

Die meisten Elektrogeräte arbeiten von Generation zu Generation immer sparsamer – zumindest im Betrieb. Denn ein Großteil ihres Lebens stehen die Verbraucher ungenutzt herum und saugen im Standby weiter Strom. Ob smarter Lautsprecher, vernetzte Leuchtmittel oder OLED-Fernseher im Regenerationschlaf – sie alle tragen zu einer höheren Grundlast bei.

Mit dem Zwischenstecker EM0002 von LogiLink kommt man auch Kleinverbrauchern auf die Spur. Er misst und summiert die Wirkleistung eines angeschlossenen Verbrauchers und zeigt sie nach einem vom Nutzer eingestellten Preis für die Kilowattstunde direkt in Euro an. Im c't-Labor erwies er sich als erstaunlich akkurat, mit einem Messfehler von unter ± 2 Prozent muss er sich nicht vor deutlich teureren Messgeräten verstecken. So lassen sich Standby-Sünder sicher identifizieren und abschalten. (sha@ct.de)



## Charity-Apps / Preis: beliebig viele Euros

Geld für die gute Sache per Smartphone-App: Bei Share-TheMeal spenden Sie für Projekte des UN-Welternährungsprogramms Beträge ab 40 Cent – das kostet die Tagesration für ein Kind im Schnitt. Der Klassiker unter den Charity-Apps erinnert Sie auf Wunsch vor der eigenen Mahlzeit.

Oder haben Sie noch schöne Sachen im Keller? Dann können Sie diese auf SWOP zum Verkauf anbieten. Käufer und Verkäufer wählen je ein gemeinnütziges Projekt, an das anteilig der Kaufpreis fließt. Und bei Charity Miles zählt jede Meile, die Sie als Spaziergänger, Jogger oder Biker zurücklegen. Eine mitwirkende Organisation nach Ihrer Wahl erhält dafür von Sponsoren oder Freunden einen kleinen Betrag. (mon@ct.de)



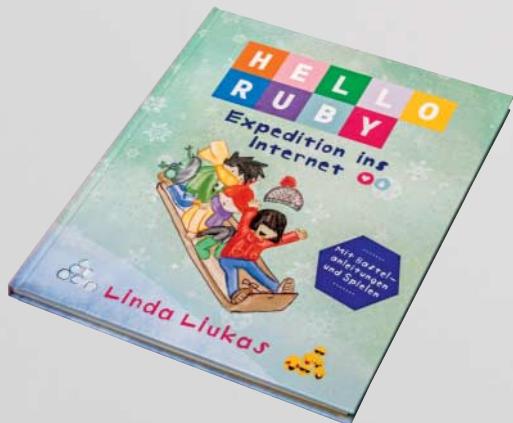
## Entlöten /

Preis: 120 € Make 3/2018, S.130, [heise.de/go/Entloeten](http://heise.de/go/Entloeten)

Die Elektronik streikt? Das lässt sich oft durch Auslöten defekter Teile richten. Wenn man von Entlötlitze und manueller Entlötpumpe die Nase voll hat, freut man sich über eine Entlötstation mit Vakuumpumpe. Und dafür muss der Schenkkende längst keinen vierstelligen Preis bezahlen, die professionelle Anbieter aufrufen. Der chinesische Billighersteller Zhongdi bietet kompakte Stationen für wenig Geld. Und die leisten zuverlässig ihren Dienst. Empfehlenswert ist vor allem das Modell ZD-985, das mit Glaskolben kommt und eine Standby-Funktion besitzt.

(rbr@ct.de)





## Expedition ins Internet /

Preis: ab 16,80 €, Make 5/2018, S. 135, [heise.de/go/Liukas](http://heise.de/go/Liukas)

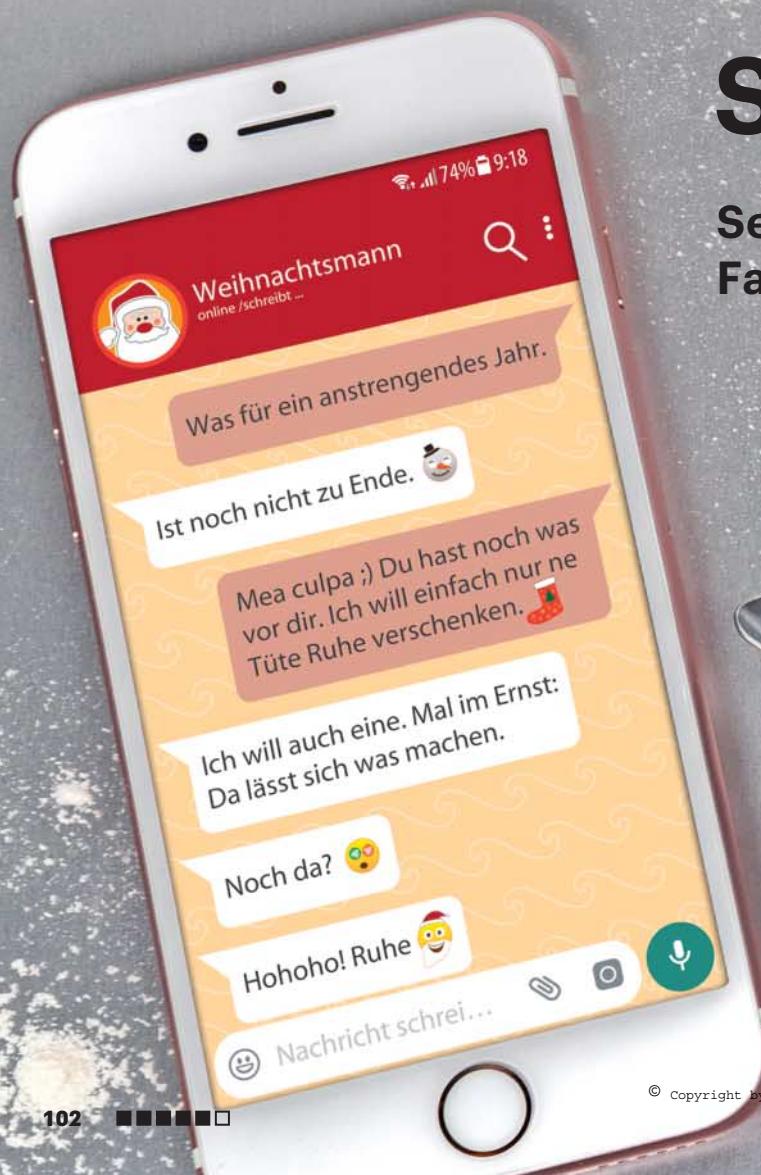
Kinderbuchheldin Ruby programmiert sich ihre Welt und nimmt Kinder und Erwachsene mit auf ihre Reise. In mittlerweile drei Kinderbüchern führt die finnische Programmiererin Linda Liukas ihre Leser an grundlegende Elemente des Programmierens heran. Dabei erklärt sie Computational Thinking, das Innenleben von Computern oder – im neuesten Band – das Internet. Die Bücher bestehen jeweils aus einer Geschichte und einem Praxisteil, für den allein sich die Anschaffung lohnt. Für Kinder, aber auch für Eltern, die sich nicht gut mit Technik auskennen, sind mit Ruby informative und kurzweilige Stunden unterm Weihnachtsbaum garantiert. (rbr@ct.de)

## Barrierefrei zocken /

Preis: 90 € (Controller), 15 bis 475 € (Zubehör); c't 23/2018, S. 58, [ct.de/y81s](http://ct.de/y81s)

Weihnachten ist eine gute Gelegenheit, entspannt Videogames zu spielen. Hat man sich jedoch verletzt oder ist man generell in der Mobilität der Hände eingeschränkt, ist Spielen mit Gamepad oder Maus und Tastatur schwierig. Mit dem Xbox Adaptive Controller kann man Spielenden mit Behinderung ein Freude machen: Das Kistchen lässt sich modular mit Joysticks, Spezialcontrollern, Knöpfen oder Pedalen erweitern, sodass man auch einhändig oder ohne Bewegung der Finger spielen kann.

(jube@ct.de)



# Stille Nacht

## Sechs Tipps für ruhige Familientage



**Technik-Puzzle /** Preis: 180 €, c't 25/2018, S. 67, [ct.de/ym6p](http://ct.de/ym6p)

4057 Kunststoffteile in 13 Bauabschnitten – ein echtes Mammutprojekt für die ganze Familie. Zum Glück liegt Legos Kranwagen (42082) eine ausführliche Bauanleitung bei, sonst ließe sich der Koloss mit dem auf einen Meter ausfahrbaren Ausleger kaum zusammenpuzzeln. Rund 15 Stunden Aufbauzeit sollte man einkalkulieren.

Natürlich lassen sich aus dem Steine-Pool eigene Kreationen erschaffen und über den im Lieferumfang enthaltenen Elektromotor auch in Bewegung setzen. Gar nicht so kompliziert, wie man denkt und für große/kleine Jungs/Mädchen gleichsam geeignet. (sha@ct.de)

**Krieg der Sterne zu Tisch /**Preis: 45 €, c't 24/2018, S. 32, [ct.de/yuh9](http://ct.de/yuh9)

Ein Brettspiel ist immer eine gute Geschenkidee. Wenn das dann auch noch mit Star-Wars-Thema und wunderhübschen, fertig bemalten Modellen daherkommt, umso besser. Beim Star Wars X-Wing Miniaturenspiel von Fantasy Flight Games fliegt man mit X-Flüglern, TIE-Jägern, dem Millennium Falken und vielen anderen ikonischen Raumschiffen aus dem Fantasy-SciFi-Universum in spannende Gefechte auf dem Spieltisch. Geschossen wird durch Würfelwürfe. Das Basisspiel bringt für kleines Geld schon eine Menge Spielspaß. Mit separat erhältlichen Erweiterungen lassen sich noch viele weitere Raumschiffe hinzufügen. (jube@ct.de)

**Pappkamerad /** Preis: 120 bis 230 €, c't 26/2018, S. 48, [heise.de/go/Roboterli](http://heise.de/go/Roboterli)

Einfacher lässt sich Begeisterung für Elektronik wohl kaum schüren: Mit den littleBits, kleinen bunten Bauteilen, können Kinder ab acht Jahren basteln und die Funktionsweise von Schaltkreisen spielerisch erlernen. Die littleBit-Sammlung lässt sich durch ihren modularen Aufbau vielfältig erweitern. Nebenbei gibt es für die Bastler der drei neuen Bausätze wahlweise Exkurse in die Raumfahrt, die Welt der Musik oder den Umweltschutz. Zum Testzeitpunkt war die App nur auf Englisch verfügbar, eine deutsche Version folgt in Kürze. (rbr@ct.de)

**Druckfrei drucken /**Preis: Gratis-Abo mit Drucker ab 120 €, c't 14/2017, S. 96, [ct.de/y8ug](http://ct.de/y8ug)

Die Drucker kosten fast nix, aber die Patronen ziehen einem die Schuhe aus – das dürfte wohl die häufigste Erfahrung mit Tintenstrahldruckern sein. Mit InstantInk, dem Tinten-Abo von HP, lassen sich die Kosten zumindest kalkulieren: Im Monat bezahlt man für ein Fixum an Seiten einen ebenso festen Betrag. Die neuen Kartuschen kommen per Post.

Besonders spannend wird die Sache, wenn man ein Gerät mit einem Gratis-Abo ab drei Monate ergattert – in unserem Beispiel der OfficeJet Pro 6970. Das Abo unterscheidet nicht zwischen Brief- oder Fotodruck, sodass man den Drucker auch für großflächige Fotoprojekte nutzen kann. Ein willkommener Anlass, um die auf Festplatten und Handys versunkenen Fotoschätze als Collage an die Wand zu bringen. (sha@ct.de)



# Halleluja!

## Sechs Tipps mit mehr Lametta

### Modisch flexibel / Preis: 3 €, c't 25/2018, S. 176, [heise.de/go/Zozo-Suit](http://heise.de/go/Zozo-Suit)

Ein Elasthananzug unterm Weihnachtsbaum? Zugegeben, der Zozo-Suit des gleichnamigen japanischen Modeherstellers bringt wahrscheinlich Erklärungsbedarf mit sich. Der Hersteller verschenkt den gepunkteten Anzug bei Übernahme der Versandkosten – und will damit die Konfektionsgröße seiner Kunden bestimmen. Eine Smartphone-App nimmt Maß und erstellt daraus ein 3D-Modell (siehe auch c't 19/18, S. 106). Ihn ausschließlich dafür zu verwenden, wäre allerdings Verschwendug. Denn mit dem Anzug können Sie sich auch gleichzeitig aus mehreren Perspektiven aufnehmen und Daten für kostengünstiges Motion Tracking sammeln, Kenntnisse in Python und OpenCV vorausgesetzt.

(rbr@ct.de)

### Doppelfunke / Preis: ca. 20 €, c't 19/2018, S. 84, [ct.de/yxnz](http://ct.de/yxnz)

Kleines Kästchen, große Wirkung: Einen Noname-Bluetooth-Transmitter kann eigentlich jeder gebrauchen. Denn entweder hat man einen analogen Kopfhörer, den man kabellos etwa mit dem Fire TV verbinden möchte, oder man besitzt schon einen Bluetooth-Kopfhörer, der nicht an der alten Stereoanlage funktioniert.

Die kleinen Adapter lassen sich für den jeweiligen Zweck per Schiebeschalter in den Sende- oder Empfangsmodus versetzen. Bei vielen kann man zwei Bluetooth-Kopfhörer gleichzeitig koppeln, sodass einem ruhigen Kinoabend zu zweit nichts mehr im Wege steht. Wem die passenden Kopfhörer fehlen, dem hilft der Link auf unseren entsprechenden Vergleichstest. Ihr Kinderlein, schlafet ...

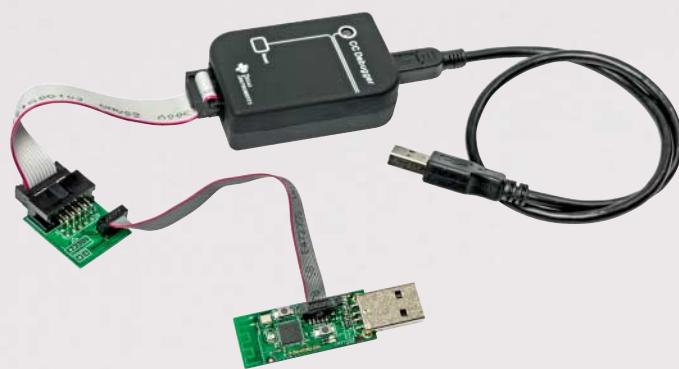
(sha@ct.de)



## Universal-Lichtsteuerung /

Preis: ab 5 €, c't 24/2018, S. 164, [heise.de/go/Zigbee](http://heise.de/go/Zigbee)

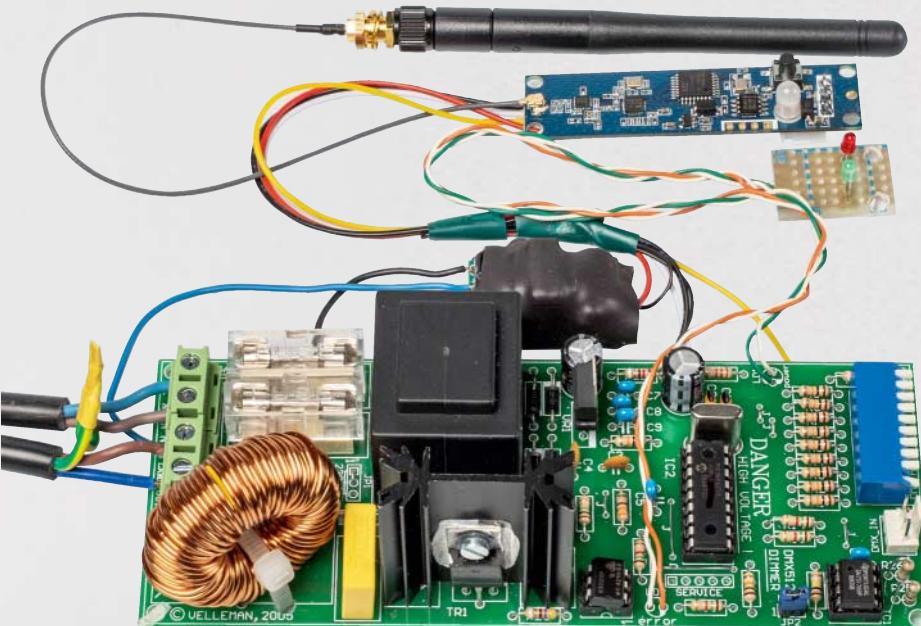
Beschenkt man jemanden mit einem USB-ZigBee-Stick mit CC2531-Chip, muss man die Person schon gut kennen. Sie sollte durchaus programmierfreudig sein, sich für Hausautomation interessieren und möglichst einen Raspi im Schrank haben. Es kann nicht schaden, auch den verlinkten c't-Artikel beizulegen. Der Lohn der Mühe: ein ZigBee-Gateway, das herstellerübergreifend beliebige vernetzte Leuchtmittel und Sensoren ansteuern kann. Der Kollege des Praxisartikels nutzt hierzu das MQTT-Protokoll, über das sich die Lichtsteuerung dann auch in komplexere Smart-Home-Umgebungen integrieren lässt. (sha@ct.de)



## Spüre die Macht / Preis: 60 €, c't 26/2018, S. 45, [heise.de/go/Drohne](http://heise.de/go/Drohne)

Die Star-Wars-Drone von Propel steckt in einer Umverpackung, die es in sich hat. Lüpft man den Deckel, ertönt der Imperial-March und die aufgebockte Drone im Tie-Fighter-Design wird dramatisch angeleuchtet. Der wuchtige Controller ist ebenfalls mit einem Lautsprecher bestückt und sorgt für eine adäquate Sound-Kulisse während des Flugs.

Apropos: Fliegen kann sie natürlich auch. Und natürlich sollte man sie unter freiem Himmel starten. Und natürlich wird man sie im Wohnzimmer ausprobieren. Und natürlich mähst sie unkontrolliert in den Tannenbaum. Ein großes Helau und viel Spaß sind garantiert. (sha@ct.de)



## OBI-(W)LAN-Kenobi /

Preis: 10 €, c't 11/2018, S. 48, [heise.de/go/Zwischenstecker](http://heise.de/go/Zwischenstecker)

„Oh, ein Zwischenstecker!“ – Ok, auf den ersten Blick mag die Funksteckdose vom Baumarkt um die Ecke nicht viel hermachen. Doch wenn im Hause des Beschenkten schon eine Alexa munter in die weihnachtliche Kaffeetafel plappert, wird die Überraschung umso größer sein. Denn hat man Obis „Wifi Stecker Schuko“ korrekt anmeldet und mit dem Amazon-Konto verknüpft, lassen sich beliebige Verbraucher bis 3680 Watt auf Zuruf schalten. „Alexa, Licht Weihnachtsbaum an.“ Mehr Effekt zum Fest geht nun wirklich nicht. (sha@ct.de)



## DMX-Einstieg – mit Funk /

Preis: 40 €, c't 26/2018, S. 142, [heise.de/go/Funkdimmer](http://heise.de/go/Funkdimmer)

Eine Leuchte steuern und dimmen: Das ist nicht nur fürs semiprofessionelle Film- und Fotostudio, sondern auch fürs effektvolle Wohnzimmer interessant. Per DMX klappt das sogar mit Funksteuerung. Für rund 40 Euro gibt es von Velleman einen Dimmer als Bausatz (K8039), der sonst deutlich mehr kosten würde. Mit etwas Vorerfahrung und einem Elektronik-Lötkolben kriegt man den Bausatz in rund einer Stunde aufgebaut. Das normalerweise zur Steuerung per DMX notwendige Kabel lässt sich durch eine Funkstrecke ersetzen, die aus zwei DMX-Transceivern besteht. So was gibt es als kleine Platine, deren Spannungsversorgung ein Mini-Schaltnetzteil übernimmt. (uh@ct.de)



# Reichweiten-Favoriten

## Multifunktionsdrucker mit Tinte für 6000 Seiten und mehr

**Haben Sie die Nase voll von Tintendruckern mit halb befüllten und überteuerten Winzpatronen? Wir haben als Alternative drei Modelle getestet, denen günstige Tinte für mehrere tausend Druckseiten beiliegt.**

**Von Rudolf Opitz**

Über das vermeintliche Drucker-schnäppchen ärgert man sich spätestens, wenn nach nur 50 bis 100 gedruckten Seiten die mitgelieferte Starterpatrone leer ist. Die als Ersatz gekaufte XL-Patrone schafft zwar doppelt so viel Seiten, kostet aber oft halb so viel wie ein neuer Drucker. Immer mehr Druckerhersteller bieten alternativ zum über teure Tinte subventionierten Billigerät Drucker und Multifunktionsgeräte an, denen Tinte für 6000 bis 12.000 Seiten beiliegt. Die Tinte würde in Form normaler Patronen

fast immer vierstellige Euro-Beträge kosten, was den hohen Druckerpreis locker aufwiegt.

Drei Multifunktionsdrucker um die 400 Euro mit Tinte-satt-Lieferumfang mussten sich dem c't-Testparcours stellen: Der Brother MFC-J1300DW hat große Patronen mit Tinte für bis zu 6000 Seiten; dem Canon Pixma G4511 mit festen Tintentanks liegt sogar Schwarzinten für 12.000 Seiten und Farbtinten für 7000 Seiten bei. Epsons Ecotank ET-M2140 lässt sich zwar auch aus der Flasche nachfüllen, hat aber nur einen Tank für schwarze Tinte und konkurriert direkt mit kleinen Schwarzweiß-Laserdruckern für den Büroarbeitsplatz. Zwei Flaschen für je 6000 Seiten werden mitgeliefert.

### Tinte für Jahre

Epson gibt auf der Verpackung des Ecotank nur eine Reichweite von 11.000 Seiten an: Ehrlicherweise hat der Hersteller die anfängliche Befüllung des Schlauchsystems abgezogen. Der Pixma G4511 rechnet den Füllverlust nicht mit ein und

wirbt mit den vollen 12.000 Seiten – auch ihm liegen gleich zwei Flaschen Schwarzinten bei. Dabei ist die Tinte im Schlauch ja nicht verloren – beide Drucker kann man bis zum Aussetzen der Tinte leerdrucken.

Canons Bubblejet-Druckköpfen macht das allerdings weniger aus als den Piezo-Druckköpfen von Epson: Die Piezos sind für die Dichte der Epson-Tinte ausgelegt und können kompressible Luftbläschen nicht aus den Druckkammern entfernen. Dann hilft nur viel Spülen mit Tinte, die die Luft nach und nach löst. Daher sollte man Piezodrucker, wie sie Brother und Epson bauen, nie bis zum Gehtnichtmehr leerdrucken.

Auch der Brother-Drucker muss – wie alle Tintenmodelle des Herstellers – zunächst sein Schlauchsystem befüllen. Bei der Menge der mitgelieferten Tinte fällt dies bei allen drei Testgeräten aber nicht besonders ins Gewicht. Auch regt man sich über den Tintenverlust durch automatische Reinigungsvorgänge längst nicht so auf wie bei Druckern mit gering befüllten und teuren Patronen. Da die men-

tale Kostenbremse wegfällt, druckt man entspannter und schon mal eine Seite mehr als geplant.

Drucker mit großem Tintenvorrat lohnen sich wegen der hohen Anschaffungskosten vor allem für Vieldrucker mit mindestens 1500 bis 2000 Seiten pro Jahr. Rechnet man den Gerätepreis und die mitgelieferte Tinte in Cent pro ISO-Farbseite um, drückt das Patronenmodell von Brother mit 7,3 Cent pro Seite noch am teuersten, gefolgt vom Canon Pixma mit 6 Cent pro ISO-Seite. Für Farbdrucke definiert die Norm ISO/IEC 24711/24712, wie und mit welchen Vorlagen die Reichweite der Tinte zu ermitteln ist [1].

Bei Schwarzweiß gilt analog ISO/IEC 29102/29103. Damit kommt der Epson Ecotank auf 3,9 Cent pro ISO-Schwarzweißseite. Der Pixma G4511, dem nur je eine Flasche für die Farbtinten Cyan, Magenta und Gelb (für 7000 Seiten), aber zwei Flaschen Schwarztinte (für 12.000 Seiten) beiliegen, ist hier mit 3,5 Cent sogar noch günstiger – allerdings ohne Abzug der Schlauchbefüllung! Das Canon-Modell gibt es unter dem Namen Pixma G4510 für 330 Euro auch im Onlineshop des Herstellers mit nur einer Flasche Schwarztinte für 6000 Seiten. Wer eher Fotos und Farbgrafik druckt, fährt damit günstiger.

## Flaschenkinder

Je nach Druckaufkommen dürfte die mitgelieferte Tinte bei unseren Testkandidaten zwei bis drei Jahre halten, was ungefähr mit der Herstellergarantie korreliert: Brother und Epson gewähren drei, Canon zwei Jahre auf ihre Langlauf-Drucker. Wenn dann doch die Tinte zur Neige geht – was bei hohem Verbrauch durch viele Fotodrucke deutlich schneller der Fall sein kann –, gibt es sehr günstig Ersatz. Am teuersten sind die XL-Patronen von Brother: Ein Satz Normalpatronen kostet rund 90 Euro, ein Satz XL-Patronen 165 Euro. Für ein Patronengerät drückt der J1300DW mit 3,15 Cent pro ISO-Farbseite (XL-Version) aber immer noch extrem günstig.

Beim Pixma kostet ein Satz Originaltinte 44 Euro (0,66 Cent pro ISO-Farbseite). Der Schwarzanteil liegt mit 0,23 Cent pro Seite etwas unter den Tintenkosten des Nur-Schwarz-Druckers von Epson (0,25 Cent pro ISO-Seite). Zum Vergleich: Die Tonerkosten pro ISO-Seite liegen bei kleinen Schwarzweiß-Laserdruckern für den Schreibtisch zwischen 3 und 6 Cent. Bei Tintendruckern kostet eine ISO-Farb-

## Verbrauchskosten Tinte

| [Cent / ISO-Seite]     | Normalpatrone |               | XL-Patrone / Flasche |               |
|------------------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|
|                        | Farbe         | Schwarzanteil | Farbe                | Schwarzanteil |
|                        | ◀ besser      | ◀ besser      | ◀ besser             | ◀ besser      |
| Brother MFC-J1300DW    | 5             | 1             | 3,15                 | 0,75          |
| Canon Pixma G4511      | -             | -             | 0,66                 | 0,23          |
| Epson Ecotank ET-M2140 | -             | -             | -                    | 0,25          |

## Leistungsaufnahme

|                        | Aus [Watt] | Sparmodus [Watt] | Bereitschaft [Watt] | Drucken [Watt] |
|------------------------|------------|------------------|---------------------|----------------|
|                        | ◀ besser   | ◀ besser         | ◀ besser            | ◀ besser       |
| Brother MFC-J1300DW    | 10,2       | 1,1              | 3                   | 16,1           |
| Canon Pixma G4511      | 10,2       | 1,3              | 2,8                 | 13,9           |
| Epson Ecotank ET-M2140 | 10,2       | 0,6              | 4,3                 | 15,5           |

## Geräuschenwicklung

|                        | Normal         |                | Leise-Modus    |                |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | Scannen [sone] | Drucken [sone] | Scannen [sone] | Drucken [sone] |
|                        | ◀ besser       | ◀ besser       | ◀ besser       | ◀ besser       |
| Brother MFC-J1300DW    | 3,9            | 6,6            | 3,9            | 5,7            |
| Canon Pixma G4511      | 1,8            | 5,7            | 1,7            | 5,7            |
| Epson Ecotank ET-M2140 | 1,7            | 4,9            | 1,4            | 4,3            |

## Druckleistung (ISO-Seite Farbe)

| [Seiten / Minute]      | Entwurf  | normal   | normal Leise | beste Qualität |
|------------------------|----------|----------|--------------|----------------|
|                        | besser ▶ | besser ▶ | besser ▶     | besser ▶       |
| Brother MFC-J1300DW    | 18,2     | 14       | 6,1          | 2,3            |
| Canon Pixma G4511      | 9,1      | 7,9      | 3,8          | 1,5            |
| Epson Ecotank ET-M2140 | 24,5     | 21,8     | 7,5          | 2,3            |

## Kopierzeiten

| [Minuten:Sekunden]     | SW 20 Kopien | Farbe 20 Kopien | A4-Foto  |
|------------------------|--------------|-----------------|----------|
|                        | ◀ besser     | ◀ besser        | ◀ besser |
| Brother MFC-J1300DW    | 2:23         | 2:56            | 2:03     |
| Canon Pixma G4511      | 2:12         | 3:19            | 4:27     |
| Epson Ecotank ET-M2140 | 1:06         | -               | 0:44     |

seite 6 bis 10 Cent (Bürogeräte) oder 12 bis 16 Cent (für Fotos optimierte Heimdrucker). Anwender mit hohem Druckaufkommen können mit unseren Testgeräten also enorm sparen.

Die Erstbefüllung und das Nachtanken ist bei beiden Tintentankmodellen einfach. Beim Canon Pixma klappt man die Tankfächer auf und entfernt die Gummistopfen der Tanks. Danach spritzt man die Tinte vorsichtig in die Tanks. Bilden sich dabei Blasen, kann es schon einmal vorkommen, dass etwas Tinte danebengeht und an die Finger kommt. Hier helfen Schutzhandschuhe.

Sauberer lässt sich die Tinte beim Epson Ecotank einfüllen: Nach Zurück-

klappen des Tankverschlusses – ein Gummistopfen braucht hier nicht herausgepokelt zu werden – setzt man die Tintenflasche nur langsam auf den Einfüllstutzen. Die Tinte läuft von selbst in den Tank, bis dieser voll ist. Danach stoppt der Tintenfluss automatisch und man kann die Flasche entfernen. Das klappt sauber und ohne Gespritze – hier merkt man den Erfahrungsvorsprung, den Epson beim Bau von Consumer-Druckern mit Tintentank hat. Noch einfacher und sauberer lässt sich nur die Patrone des Brother-Modells wechseln.

Um den Tintenstand zu kontrollieren – was man regelmäßig tun sollte –, haben die Tintentank-Geräte Sichtfenster im Ge-

häuser. Zwar versuchen die Drucker selbst, die Resttinte zu berechnen. Das klappt jedoch nicht auf den Milliliter genau und nur, wenn man auch volltankt. Auch hier ist die Patrone mit genau bekanntem Füllstand von Vorteil.

## Sparausstattung

Die aufwendigen Schlauchsysteme, die mitgelieferte Tinte und der Wegfall der Subventionierung durch Ersatztinte verursachen die hohen Anschaffungskosten unserer Testdrucker. Die Ausstattung ist dagegen eher mager. Dem Epson Ecotank ET-M2140 fehlen Fax, Vorlageneinzug und Netzwerk. Verbindung mit dem PC nimmt er nur per USB-Kabel auf. Damit entfallen auch alle geräteeigenen Mobil- und Cloud-Funktionen. Statt dessen hat sich Epson auf das Wesentliche konzentriert: ein großes, staubgeschütztes Papierfach, ein schnelles Duplex-Druckwerk und einfache Bedienung.

Anders herum macht es Canon mit dem Pixma G4511, der auf dem Billigmodell Pixma TR4550 für 65 Euro gründet [2]: Wie die Vorlage kann der G4511 zwar faxen, hat einen Vorlageneinzug für 20 Blatt und WLAN, druckt aber kreuzlamm und noch nicht einmal automatisch beidseitig. Das Gehäuse besteht aus dünnem Plastik und der Papervorrat steht senkrecht in dem offenen hinteren Einzug. Nicht mehr Stand der Technik sind auch das monochrome zu kleine Textdisplay und die umständliche Bedienung.

Die beste Ausstattung bietet noch der Brother MFC-J1300DW mit Touchscreen, Ethernet und WLAN sowie einer staubgeschützten Papierkassette und zusätzlichem Einzelblatteinzug. Wie das Canon-Modell gibt es Fax, einen einfachen (nur einseitig scannenden) Vorlageneinzug und einen USB-Host-Port für Speichersticks sowie einen SD-Slot.

Die netzwerkfähigen Testgeräte von Brother und Canon drucken vom Smartphone via Apple AirPrint, dem Mopria-Druck-Plug-in von Android und über die Apps der Hersteller. Auch lassen sie sich bei Google Cloud Print registrieren und führen dann Druckaufträge übers Internet aus.

Als Faxgeräte reichen beide für Nutzer, die nur gelegentlich Faxe empfangen und versenden. Beide drucken auf Wunsch qualifizierte Sendeberichte mit Kopie der ersten Faxseite.



Die Tintentanks des Canon Pixma G4511 (links) sind nur durch Gummistopfen verschlossen; beim Befüllen aus der Spritzflasche sollte man Blasenbildung vermeiden. Sauberer lässt sich der Tank des Epson Ecotank ET-M2140 (rechts) befüllen: Die Tintenflasche braucht man nur aufzusetzen, die Tinte fließt von selbst in den Tank.



## Brother MFC-J1300DW

Der kompakte J1300DW wirkt robust. Die vordere Papierkassette nimmt 150 Blatt auf. Hinten gibt es einen Einzelblatteinzug; das Normalpapier kann in der Kassette bleiben, wenn man mal auf Fotopapier drucken will. Das Panel mit dem gut bedienbaren Touchscreen ist ankippbar. Neben diesem hilft ein NFC-Tag beim schnellen Koppeln mit dem Smartphone.

Über das umfangreiche Web-Frontend lässt sich der Drucker bequem konfigurieren. Dass es mit einem Standard-Passwort (initpass) gesichert ist, erinnert den Admin an das Ändern desselben. Die Netzkommunikation kann man per SSL verschlüsseln oder per IP-Filter beschränken.

Der Cloud-Dienst Brother Web Connect verbindet den Drucker mit Cloud-Speichern. Von Android- und iOS-Mobilgeräten nimmt der J1300DW Druckaufträge auch ohne die Brother-App entgegen; will man auch aufs Smartphone scannen oder Faxe versenden, ist sie aber hilfreich.

In den Einstellungen „Schnell“ und „Normal“ druckt das Brother-Gerät sehr gut lesbar und noch einigermaßen flott, bei „Hoch“ lässt es sich viel Zeit, lieferte aber eine gute Schriftqualität ab. Der in jeder Qualitätsstufe zuschaltbare Tintensparmodus druckt Farbflächen nur umrahmt, ändert für bessere Lesbarkeit aber nichts an normaler Schrift. Für 100 Seiten PDF brauchte der Drucker 14,5 Minuten. Bei Duplexdruck erhöht sich die Druckzeit beträchtlich. Unsere Testgrafik sah sehr sauber aus, Fotos druckte der J1300DW auch auf Normalpapier randlos und mit kräftigen Farben. Auf Fotopapier fielen unter der Lupe feine Streifen auf. Die Tinte erwies sich als leidlich resistent gegen Textmarker und bleichte im Belichtungstest auf Normalpapier sichtbar aus.

Der Brother-Drucker kopiert langsam, lieferte aber bei Text und Grafiken eine befriedigende Qualität ab. Mit „Hintergrund entfernen: Auto“ erhielten wir fast perfekte Schwarz-auf-Weiß-Kopien von Text auf farbigem Papier. Fotos kopiert der J1300DW nicht randlos, die Kopien waren zu dunkel, detailarm und grünstichig.

Scans von Fotos hatten dieselben Makel, bei Grafik-Scans störte ein Grünstich im Grau. Die integrierte Texterkennung scheiterte nur an sehr großen und kleinen Schriften und lieferte bei Normaltext fehlerfreie durchsuchbare PDFs.

- ▲ Touchscreen-Bedienung
- ▲ leichter Patronenwechsel
- ▼ keine Randlos-Kopien
- ▼ miese Fotoscans



## Canon Pixma G4511

Das Gehäuse des G4511 besteht aus dünnem Plastik, das Papier steht offen im Einzug. Ein Duplexer fehlt. Immerhin gibt es Fax und einen einfachen Vorlageneinzug. Das Panel stellt gut bedienbare Folientasten und ein simples Textdisplay – man muss auf das Durchscrollen der Beschreibungen warten, um sich in den Menüs zurechtzufinden.

Die WLAN-Kopplung per WPS-Tastendruck klappt, doch sollte man die WLAN-Einrichtung direkt aufrufen. Statt über die unübersichtlichen Gerätemenüs kann man einige Optionen bequemer über das passwortgeschützte Web-Frontend (Seriennummer) einstellen.

Der Canon-eigene Cloud-Dienst ergibt keinen Sinn, da man Cloud-Funktionen am Gerät nicht auswählen kann. Zum Drucken vom Smartphone empfehlen wir das Plug-in der Mopria, da das von Canon keine Qualitätswahl bietet und beim Papier falsche Vorgaben macht. Airprint funktioniert gut.

Der G4511 eignet sich mit seinen zwei Flaschen Schwarz-tinte besonders fürs Home-Office. Allerdings ist er langsam: Selbst im gut lesbaren Entwurf schaffte er nur 9 Seiten pro Minute, bei hoher Druckqualität waren es kaum 1,5 Seiten. Für 100 Seiten PDF brauchte der Drucker über 40 Minuten. Bei Text und Grafik fielen erst unter der Lupe Satellitentröpfchen auf. Fotos brachte der G4511 detailreich mit stimmigen Farben zu Papier. Auf Normalpapier gibt es gute Qualität nur mit Rand. Die Farbtinten bleichen im Sonnenlicht-Test stark aus.

Als Kopierer arbeitet der Pixma langsam, aber mit brauchbarer Qualität. Selbst über den Einzug gescannte, geknickte Seiten kopierte er ohne Artefakte von den Knickstellen. Für lesbare Schwarzweiß-Textkopien von Vorlagen auf farbigem Papier sollte man die Kopierintensität minimieren und die Automatik abschalten. Randlose Kopien von Fotos waren sauber, zeigten korrekte Farben, aber wenig Details in dunklen Bildbereichen.

Auch bei Fotoscans fehlten dunkle Details, die Farbwiedergabe war bis auf etwas zu rote Hauttöne okay. Bei Grafik und Zeitschriftenvorlagen gefiel der gute Rasterfilter; dunkle Rottöne gab der Scanner schwarz wieder. Durchsuchbare PDFs stellt das Scan-Utility zwar her, doch macht die unbrauchbare Texterkennung zu viele Fehler.

- ⬆️ sehr geringe Tintenkosten
- ⬆️ guter Fotodruck
- ⬇️ sehr langsam
- ⬇️ kein Duplexdruck



## Epson Ecotank ET-M2140

Der kompakte Ecotank druckt nur mit Schwarz-tinte. Einige Details wie das große Papierfach für 250 Blatt, ein Einzelblatteinzug und die Face-down-Ablage gleichen Laserdruckern. Über der Ablage thront der Flachbettscanner, an dessen Front das Bedienpanel mit einem kleinen Farbdisplay und den Funktionstasten untergebracht ist. Eine Faxfunktion und einen Vorlageneinzug hat der M2140 nicht

Jegliche Netzwerkschnittstellen fehlen, zum Anschließen an den PC gibt es nur USB 2.0. Daher sind Cloud-Funktionen, Drucken vom und Scannen zum Smartphone kein Thema – ideal für sicherheitskritische Bereiche. Allerdings gibt es Druckertreiber nur für Windows und macOS, gängige Sprachen wie PCL oder PostScript kennt der GDI-Drucker nicht.

Die Installation und das Erstbefüllen gelingen sehr einfach. Da Ersatztinte nur knapp 15 Euro kostet, druckt der M2140 extrem günstig. Die Bedienung des Geräts fällt leicht, da es sich auf die Grundfunktionen beschränkt.

Der Ecotank druckte im Test mit Abstand am schnellsten: Im blassen, aber lesbaren Entwurfsdruck schaffte er 24,5 Seiten pro Minute, in der Standardeinstellung waren es noch knapp 22 Seiten. Hier erreichte der M2140 schon beinahe Laserqualität. Erst in der besten Einstellung brach er mit nur noch 2,3 Seiten pro Minute stark ein. Unsere Grafikvorlage brachte der Ecotank sauber zu Papier. 100 PDF-Seiten lagen nach knapp 6 Minuten in der Ablage – hier sind die meisten Laserdrucker langsamer. Für Duplexdruck brauchte der M2140 länger (9,8 Seiten pro Minute): Die Wendemechanik bremst ihn merklich aus.

Fotos druckte der Ecotank fein gerastert und detailreich aus. Die Tinte ist allerdings auf der Gelschicht von Fotopapier nicht wischfest. Besser eignet sich gestrichenes Inkjet-Papier. Auf Normalpapier konnten wir Text 30 Sekunden nach Druck schlierenfrei mit dem Textmarker bearbeiten.

Kopien erstellte der M2140 schnell und bis auf einige Satellitentröpfchen in guter Qualität. Text auf farbigem Papier kopierte er gut lesbar, aber mit deutlichem Grauhintergrund. Scans von Fotos gefielen mit stimmigen, dezenten Farben und vielen Details. Die in „Epson Scan 2“ integrierte OCR taugt nur für Normaltext und scheiterte an unserer Tabelle.

- ⬆️ schneller Drucker
- ⬆️ 250-Blatt-Fach
- ⬇️ keine Netzwerkfunktionen
- ⬇️ OCR unbrauchbar

## Fazit

Wer sich mehrmals im Jahr über teure Ersatzpatronen ärgert und schon auf die supergünstigen China-Patronen bei Amazon und eBay schielt, sollte lieber über einen Multifunktionsdrucker aus unserem Test nachdenken. Der robuste Brother MFC-J1300DW druckt für ein Patronen-Gerät sehr günstig, bietet eine ordentliche Ausstattung, gute Druckqualität und drei Jahre Garantie. Als einziger Drucker im Test hat er außerdem einen frontseitigen Port für USB-Sticks und einen Einschub für SD-Cards.

Mit dem Canon Pixma G4511 druckt man noch günstiger. Er bietet den besten Fotodruck, allerdings auch eine mehr als mickrige Ausstattung. Beim Einfüllen der Tinte braucht man ruhige Hände und sicherheitshalber Schutzhandschuhe, dafür fällt die Prozedur selbst bei Vieldruckern nur alle ein bis zwei Jahre an. Falls nach längerer Standzeit die Druckköpfe stark eingetrocknet sind, lassen sie sich leicht ausbauen und reinigen oder ersetzen.

Eine Sonderstellung im Test nimmt der Epson Ecotank ET-M2140 ein, da er als bislang einziger Tintentankdrucker nur schwarz druckt und sich damit als eine gute Alternative zum Schwarzweiß-Laserdrucker auf dem Schreibtisch empfiehlt. Mit 250-Blatt-Kassette, großer Ausgabe und laserüblicher Face-down-Ablage erfüllt er die Voraussetzungen für einen Arbeitsplatzdrucker. Bei Druckgeschwindigkeit und -qualität zieht der mit kleinen Lasergeräten gleich und übertrifft sie in den Punkten Druckkosten, Energieverbrauch und Emissionsarmut um Größenordnungen.

Wer keine 2000 Seiten pro Jahr druckt, kann trotzdem bei den Druckkosten sparen: HP spricht mit dem Tintenabo „Instant Ink“ Kunden mit mäßigem Druckaufkommen an. Mit dem kleinen Abo für 3 Euro und 50 Seiten pro Monat kommt man zwar nur auf 6,7 Cent pro Seite, doch ist damit nicht nur eine ISO-Seite mit viel Weiß, sondern auch ein randloses DIN-A4-Foto gemeint, was ein Vielfaches an Tinte verbraucht – gerade für den Privatnutzer, der öfters Fotos ausdruckt, ein gutes Geschäft. (rop@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Johannes Schuster, Leerauftrag, Neue Norm zur Reichweitenmessung bei Tintendruckern, c't 7/2007, S. 238  
 [2] Rudolf Opitz, Sparen wie gedruckt, Lohnt der Schnäppchenkauf bei Tinten-Multifunktionsgeräten?, c't 22/2018, S.118

## Tinten-Multifunktionsdrucker mit hoher Reichweite

| Gerät   | MFC-J1300DW  | Pixma G4511  | Ecotank ET-M2140   |
|---|--|--|--|
| Hersteller  | Brother, <a href="http://www.brother.de">www.brother.de</a>                    | Canon, <a href="http://www.canon.de">www.canon.de</a>  | Epson, <a href="http://www.epson.de">www.epson.de</a>                |
| Druckverfahren / Tinten                                 | Piezo / 4 Patronen   | Bubblejet / 4 Tintentanks  | Piezo / 1 Tintentank   |
| Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>                      | 6000 dpi × 1200 dpi  | 4800 dpi × 1200 dpi  | 2400 dpi × 1200 dpi  |
| Papierge wicht <sup>1</sup>                             | 64 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>                                   | 64 g/m <sup>2</sup> ... 275 g/m <sup>2</sup>   | 64 g/m <sup>2</sup> ... 256 g/m <sup>2</sup>                         |
| Papierzufuhr  | 150-Blatt-Fach, Einzelblatteinzug  | 100 Blatt (Einzug hinten)  | 250-Blatt-Fach, Einzelblatteinzug                                    |
| Papierablage <sup>1</sup>                               | 100 Blatt  | 75 Blatt   | 100 Blatt  |
| automatischer Duplexdruck                               | ✓  | –  | ✓  |
| randloser Fotodruck                                     | ✓  | ✓  | –  |
| Drucken von USB-Stick                                   | ✓ (JPEG)   | –  | –  |
| monatl. Druckvol. (empf. / max.)                        | 250 bis 2000 S. / keine Angabe   | 250 bis 1500 S. / 30.000 S.  | 200 bis 800 S. / 5.000 S.  |
| Scannen, Kopieren und Faxen                             |  |  |  |
| Scannertyp / Farbtiefe, Graustufen <sup>1</sup>         | CIS / 24 Bit, 8 Bit  | CIS / 24 Bit, 8 Bit  | CIS / 24 Bit, 8 Bit  |
| Auflösung physikalisch <sup>1</sup>                     | 2400 dpi × 1200 dpi, ADF: 1200 dpi × 600 dpi                                   | 1200 dpi × 600 dpi   | 2400 dpi × 1200 dpi  |
| Vorlageneinzug / Duplex                                 | 20 Blatt / –   | 20 Blatt / –   | – / –  |
| Twain- / WIA-Modul                                      | ✓ / ✓  | ✓ / –  | ✓ / ✓  |
| Kopie-Skalierung  | 25 % ... 400 %   | 25 % ... 400 %   | 25 % ... 400 %   |
| PC-Fax (senden / empfangen)                             | ✓ / ✓  | ✓ / –  | – / –  |
| Kurzwahladressen / Fax-Speicher <sup>1</sup>            | 100 (je 2 Nummern) / 180 Seiten  | 20 / 50 Seiten   | – / –  |
| quali. Sendebericht mit Faxkopie                        | ✓  | ✓  | –  |
| Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe / USB-Stick / Cloud | ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓  | ✓ / – / – / – / –  | ✓ (PC-Software) / – / – / – / –                                      |
| Druck-App   | iPrint&Scan (Android, iOS)   | Canon Print (Android, iOS)   | –  |
| NFC / WiFi Direct                                       | ✓ / ✓  | – / ✓  | – / –  |
| AirPrint / Android Print / Mopria                       | ✓ / ✓ / ✓  | ✓ / ✓ / ✓  | – / – / –  |
| Cloud-Dienst des Herstellers                            | Brother Web Connect  | Pixma Cloud Link   | –  |
| Google Cloud Print                                      | ✓  | ✓  | –  |
| Sonstiges   |  |  |  |
| Schnittstellen  | USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), RJ-11 (Fax, Telefon)            | USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), RJ-11 (Fax, Telefon)                                      | USB 2.0  |
| Betriebsabmessungen (B × T × H)                         | 44 cm × 58,5 cm × 20 cm  | 45 cm × 50,5 cm × 20 cm  | 38 cm × 35 cm × 30 cm  |
| Gewicht   | 8,8 kg   | 7,3 kg   | 6,2 kg   |
| Display   | 6,8-cm-Touchscreen (resistiv)  | 5-cm-Monochrom-Display   | 3,7-cm-Farbdisplay   |
| Treiber für Windows / macOS / Sonstige                  | ab Win Vista, ab Server 2008 / macOS ab 10.9.5 / Linux                         | ab Win 7 SP1 / macOS ab 10.10.5 / –  | ab Win XP SP3, ab Server 2003 R2 x64 / macOS ab 10.6.8 / –           |
| Software (Windows)                                      | CC4 (macOS: CC2), Brother Utilities (PC-Fax, Scanner-Utility), PaperPort 14 SE | Canon Quick Utility (Netzwerk-Tools, Scan Utility, Kurzwahl-Editor, Toolbox), Easy-WebPrint EX | Epson Scan2, Event Manager   |
| Speicherkarten / USB-Host                               | SD-Card / ✓  | – / –  | – / –  |
| Tinten  |  |  |  |
| Schwarz (Reichweite <sup>1</sup> )                      | LC-3233BK (3000 S.), LC-3235XLBK (6000 S.)                                     | GI-590 PGBK (6.000 S.)   | ET-MX1XX (6000 S.)   |
| Farbe (Reichweite <sup>1</sup> )                        | LC-3233C,M,Y (je 1500 S.), LC-3235XLC,M,Y (je 5000 S.)                         | GI-590 C,M,Y (je 7000 S.)  | –  |
| mitgelieferte Tinte                                     | ein Satz XL-Patronen LC-3235XL   | je eine Flasche GI-590 C,M,Y, zwei Flaschen GI-590 PGBK  | zwei Flaschen ET-MX1XX   |
| Tintenkosten pro ISO-Seite (XL)                         | 3,15 ct, Schwarzanteil 0,75 ct   | 0,66 ct, Schwarzanteil 0,23 ct   | 0,25 ct  |
| Messergebnisse und Bewertungen                          |  |  |  |
| Druckzeiten   | 10 Blatt Duplex (Norm.): 326 s, Grafik (Beste): 45 s, Foto A4: 326 s           | 10 Blatt Duplex (Norm.): –, Grafik (Beste): 71 s, Foto A4: 267 s                               | 10 Blatt Duplex (Norm.): 123 s, Grafik (Beste): 43 s, Foto A4: 156 s |
| Scanzeiten  | Vorschau: 7 s, Foto 600 dpi: 39 s, Text 300 dpi: 13 s                          | Vorschau: 7 s, Foto 600 dpi: 76 s, Text 300 dpi: 24 s  | Vorschau: 10 s, Foto 600 dpi: 95 s, Text 300 dpi: 24 s               |
| Scheinleistungsaufnahme Drucken                         | 38 VA  | 40 VA  | 35 VA  |
| Bedienung / Netzwerkfunktionen                          | ⊕ / ⊕⊕   | ⊖ / ⊖  | ⊕ / –  |
| Text- / Grafikdruck                                     | ⊕ / ⊕  | ⊖ / ⊖  | ⊕ / ⊕  |
| Fotodruck (Foto- / Normalpapier)                        | ⊖ / ⊖  | ⊕ / ⊕  | – / ⊕ (Graustufen!)  |
| Kopierqualität Text / Grafik / Foto                     | ⊖⊖ / ⊖⊖ / ⊖  | ⊕ / ⊖ / ⊖  | ⊖ / ⊖ / ⊖ (Graustufen!)  |
| Scanqualität Foto / Grafik / OCR                        | ⊖⊖ / ⊖⊖ / ⊖  | ⊖ / ⊖ / ⊖  | ⊕ / ⊕ / ⊖  |
| Lichtbeständig. Normal- / Fotopap.                      | ⊖ / ⊖  | ⊖⊖ / ⊖   | ⊕⊕ / –   |
| Herstellergarantie                                      | 3 Jahre Vor-Ort  | 2 Jahre Carry-in   | 3 Jahre Carry-in oder 100.000 S.                                     |
| Gerätepreis (UVP, Straße)                               | 429 €, 365 €   | – (Pixma G4510: 330 €), 420 €  | 490 €, 430 €   |

<sup>1</sup> Herstellerang. ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden

Anzeige



# Ziemlich gute Handys

## Android-Smartphones um 300 Euro

**Klar, Spitzen-Handys sind spitze – aber noch spitzer ist es, Geld für andere Weihnachtsgeschenke übrig zu haben. Auch mit einem billigeren Smartphone kommt man prima über die Runden. Allerdings darf man keinen Allrounder erwarten: Wir haben zwar durchaus tolle Spezialisten gefunden, aber keinen Kandidaten, der bei Display, Laufzeit, Geschwindigkeit und Kameraqualität gleichermaßen gut abgeschnitten hat.**

**Von Jörg Wirtgen**

**N**icht jeder stellt High-End-Ansprüche an ein Smartphone: 3D-Games in voller Detailtiefe, beste Fotoqualität samt Zoom, genügend Speicher für die Fotos der nächsten 20 Jahre. Wichtig ist doch vor allem, dass das Ding einen zuverlässig über den Tag bringt, als Notfallknipse taugt und updatemäßig halbwegs mithält.

Vier Kandidaten mit Straßenpreisen um 300 Euro haben wir getestet: Huawei Mate 20 Lite, Motorola One, Nokia 7.1 und Samsung A7. Zu den in dieser Preisklasse inzwischen üblichen Ausstattungsmerkmalen gehören zwei SIM-Slots, Fingerabdruckscanner, LTE, Selfie-Kamera und zwei Hauptkameras.

Auch im Trend: Das Display soll möglichst viel Raum einnehmen, sodass der Home-Knopf entfällt, der Rahmen schrumpft und die Selfie-Kamera ins Dis-

play wandert – der so genannte Notch. Allein Samsung belässt den Rahmen dicker, allerdings passt so auch nur ein 6-Zoll-Display in die Gehäusemaße, wo Huawei 6,3 Zoll unterbringt.

Das Display des Samsung A7 ist das einzige OLED im Test, es zeigt daher die kräftigsten Farben an. Zudem ist es das hellste im Testfeld. Die drei LCDs liegen eine Klasse dahinter, wobei das Nokia-Panel für ein LCD schöne Farben zeigt und für sonnige Plätze hell genug leuchtet. Das Huawei-Panel erreicht hingegen eine ungewöhnlich niedrige Maximalhelligkeit, die einen draußen öfters nach Schatten suchen lässt.

Das Motorola-Panel hat eine niedrigere Auflösung. Es ist noch nicht pixelig, aber Fotos, Videos und Spiele wirken detailärmer, Schrift weniger scharf. Zudem

bleiben die Farben sichtbar blasser, die Maximalhelligkeit ist geringer. Es ist damit das schlechteste Display im Test, doch im Alltag gewöhnt man sich daran, sofern man nicht ständig im Vergleich bessere Panels sieht.

## Kameras

Bei guten Lichtverhältnissen nehmen alle vier Handys ganz brauchbare Fotos auf. Das Nokia zeigt die beste Schattenauflösung, das Samsung das geringste Rauschen, das Huawei die beste Schärfe und die meisten Details, auch wenn es etwas hell belichtet.

Doch schon in Innenräumen (80 Lux) rauschen alle vier Kameras sichtbar. Das Samsung verliert im Entrauschen-Filter überraschend viele Details, das Nokia zeigt eine teils künstlich wirkende Kan tenglättung – beides verstärkt sich bei schummrigem Licht. Das Huawei wird dann blasser und düster; letztlich zeigt hier das Motorola noch die schönsten Ergebnisse.

Unter noch schlechterem Licht (0,5 Lux) liefern alle vier ein praktisch schwarzes Bild – Bedingungen, unter denen einige High-End-Telefone noch Sehenswertes abliefern (siehe S. 134).

Alle vier haben Zweitkameras zur Verbesserung des Fotos und für einen Portraitmodus mit künstlicher Unschärfe des Hintergrunds. Dieses digitale Bokeh sieht bei Nokia am schönsten aus. Bei Huawei ist davon wenig zu sehen, Samsung und Motorola legen eher einen unnatürlichen Unschärfe-Heiligenschein um die Motive. Einzeln ansteuerbar sind die Kameras nicht.

Im Samsung steckt sogar eine dritte Kamera, und zwar ein Weitwinkel. Allerdings verzerrt es stark und taugt bestenfalls für Landschaftserinnerungen – oder ansatzweise für Fischaugen-Effekte.

## Laufzeiten und Benchmarks

Das Samsung A7 schafft lange Laufzeiten durchaus im Bereich der Top-Geräte; die 16 Stunden beim Videoschauen übertref-

fen beispielsweise nur das OnePlus 6T und Galaxy Note 9. Auch die 14 Stunden beim WLAN-Surfen sind spitze. Motorola und Huawei schneiden nicht ganz so großartig, aber immer noch überdurchschnittlich gut ab. Das Nokia 7.1 allerdings bleibt deutlich dahinter und kommt möglicherweise bei intensiver Nutzung nicht über den Tag.

Schnellladegeräte liegen allen bei, die Akkus sind in rund zwei Stunden voll, bei Motorola und Huawei etwas schneller. Drahtlos lädt keiner.

Huawei und Samsung haben Prozessoren mit recht starken Einzelkernen – wobei High-End-CPUs je nach Benchmark 40 bis 120 Prozent schneller rechnen. Bei Mehrkern-Berechnungen fällt Samsung zurück, weil nur zwei der schnellen Cores vorhanden sind. Hier holt das Nokia auf, weil es trotz hoher Last nicht drosselt. Auch das Motorola mit acht gleich schnellen, nicht drosselnden Kernen liegt kaum hinter Huawei und Nokia zurück. Für den Alltag reicht das allemal, Verzögerungen sind nur im direkten Vergleich mit schnelleren Geräten spürbar.

Anders sieht es bei Spielen aus. Hier liegen die vier Kandidaten allesamt deutlich hinter Smartphones etwa mit dem Snapdragon 845, der drei- bis zehnfach bessere 3D-Benchmarks liefert. Hier dürfte bei einigen Actionspielen Frust ange sagt sein, wenn man sie nicht in Detailtiefe und Auflösung herunterdrehen kann. Am wenigsten mag das beim Motorola One auffallen, weil es direkt mit niedrigerer Displayauflösung kommt. Am meisten ist das Samsung eingeschränkt.

## Speicher, Funk und Android

Die 20 GByte freier Speicher des Nokia bieten wenig Luft für Fotos, Videos oder umfangreiche Spiele-Sammlungen. Besser, wenn auch noch nicht komfortabel, sind die rund 45 GByte der drei anderen. Alle vier können manche Daten wie Fotos oder Videos auf eine MicroSD auslagern; bei Nokia und Huawei nimmt die Speicherkar te aber den Platz der zweiten SIM ein. Nur

beim Motorola steht dieser Speicher wirk lich allen Apps zur Verfügung, weil es die Android-Funktion freischaltet, die Karte als „internen Speicher“ zu formatieren. Das Handy meckert selbst bei schnellen A2-Karten, dass sie zu lahm seien – offen bar ist hier der Controller der Flaschenhals. Trotz Warnung funktioniert alles.

WLAN im 5-GHz-Netz und Bluetooth beherrschen alle, auch LTE in allen wichtigen Bändern. Das von Vodafone punktuell genutzte Band 32 unterstützt aber kei nes der Testgeräte, das zukünftig an Be deutung gewinnende Ex-DVB-T-Band 28 nur das Motorola One. Nokia und Huawei haben den Bluetooth-Codec aptX an Bord, der beispielsweise bei Spielen und Videos die Latenz zwischen Bild und Bluetooth-Ton verringert. Der Fingerabdruckscanner sitzt beim Samsung A7 im Einschalter, bei den anderen auf der Rückseite.

GPS- und Glonass-Satelliten empfan gen sie alle, einige auch Beidou und Galileo. Das Nokia fand unter ungünstigen Be dingungen etwas zuverlässiger eine Posi tion als die anderen. Nur das Samsung A7 tat sich dabei so schwer, dass es womög lich im Alltag stört.

Motorola und Nokia installieren An droid One und verpflichten sich damit zu regelmäßigen Sicherheitspatches über drei Jahre und zwei Updates auf neue An droid-Versionen. Doch offenbar ist auch das kein Heilsbringer, denn installiert ist nicht etwa das aktuelle Android 9, son dern noch Android 8.1 – und auch der Si cherheitspatch vom November fehlt bei den. Letzterer ist auf dem Samsung instal liert, doch Huawei schafft nichts Neueres als Juli 2018.

## Fazit

Im Großen und Ganzen schlagen sich die vier Smartphones passabel und behaupten sich als alltagstauglich. Die augenscheinlichsten Einbußen gegenüber besseren Handys muss man bei der Kamera in Kauf nehmen – die im Testfeld ausgewogensten Ergebnisse liefern hierbei das Huawei und das Samsung.

## Laufzeiten und Benchmarks

| Modell              | Video-Streaming    | WLAN-Browsen       | lokales Video      | 3D-Spiele          | Coremark Single   | Multi Thread      | 3DMark Ice Storm  | Sling Shot Extreme |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                     | [Stunden] besser ► | [Stunden] besser ► | [Stunden] besser ► | [Stunden] besser ► | [Punkte] besser ► | [Punkte] besser ► | [Punkte] besser ► | [Punkte] besser ►  |
| Huawei Mate 20 Lite | 9,5                | 12,7               | 10                 | 6,7                | 10327             | 52695             | 20335             | 1121               |
| Motorola One        | 11,2               | 12,6               | 11,8               | 6,5                | 6152              | 48437             | 13870             | 483                |
| Nokia 7.1           | 7,4                | 10,4               | 6,9                | 5,7                | 8491              | 51237             | 19723             | 948                |
| Samsung A7          | 12,3               | 14,1               | 16,1               | 7,5                | 10288             | 46138             | 15153             | 734                |



## Huawei Mate 20 Lite

Das Gehäuse des Huawei Mate 20 Lite hinterlässt einen guten Eindruck. Der Notch lässt immerhin Platz für sechs Symbole.

Das Huawei-Android erfordert einige Nacharbeit beim Deinstallieren von Bloatware. Zudem will es den Nutzer bei vielen Gelegenheiten an die chinesische Huawei-Cloud binden. Man kann dem zwar ohne Funktioneinbuße widersprechen, muss aber ständig aufpassen. Einige Benchmarks ließen sich nicht installieren. Die Fehlermeldung 501 deutet darauf hin, dass Huawei sie blockiert – entweder absichtlich oder aus Versehen etwa als Überbleibsel firmeninterner Tests. Ob auch andere Apps davon betroffen sind, lässt sich nicht feststellen, sodass ein ungutes Gefühl bleibt. Dabei muss sich Huawei den übrigen Benchmark-Ergebnissen zu folge nicht verstecken, denn im Testfeld liegt sein Kirin 710 bei Grafik- und CPU-Leistung an der Spitze.

Die Kamera liefert ausgewogene, teils arg hell belichtete, bei schlechtem Licht blassere Fotos. Von der höheren Auflösung profitiert sie kaum. Der Bokeh-Modus bleibt überraschend wirkungsarm. 4K-Videos sind nicht möglich. Zum Starten der Kamera drückt man Huawei-typisch zweimal auf den Leiseknopf.

- ⬆️ ausgewogene Kamera
- ⬆️ trotz Drosselung recht schnell
- ⬇️ Android mit Gängelungen
- ⬇️ geringe maximale Helligkeit

Preis: 315 €



## Motorola One

Dem One der Lenovo-Tochter Motorola liegt als einzigem im Test kein Headset bei, aber eine transparente Schutzhülle. Das Gehäuse wirkt gut verarbeitet. Dank Android One sind keine Bloatware-Nervereien installiert, nur die Google-Apps. Das Update auf Android 9 soll dieses Jahr kommen, erreichte uns aber bis zum Redaktionsschluss nicht.

Der Notch lässt wenig Platz für Icons und Benachrichtigungen, links passt nur ein Symbol neben die dort untergebrachte Uhrzeit, rechts passen vier. So wird man häufig die Benachrichtigungszentrale bemühen müssen.

Zum Starten der Kamera bei ausgeschaltetem Gerät schüttelt man es aus dem Handgelenk. Das geht mit etwas Übung gut, wenn es auch nicht so praktisch ist wie das bei anderen Smartphones übliche Doppeltippen des Einschalters.

Das LTE-Modul beherrscht als einziges im Test keine Trägerbündelung, sodass ihm in Innenstädten höhere Geschwindigkeiten und der Wechsel in weniger verstopfte Bänder verwehrt bleiben. Dem WLAN fehlt 802.11ac, Bluetooth kann kein 5.0, doch beides dürfte nur selten eine Einschränkung bedeuten – 5-GHz-WLAN geht dank 11n dennoch. Die Lautsprecher klangen eher dumpf, wenig laut.

- ⬆️ langfristig Android-Updates
- ⬆️ flexible Anbindung der MicroSD
- ⬇️ keine LTE-Trägerbündelung
- ⬇️ Display mit geringer Auflösung

Preis: 250 €



## Nokia 7.1

Das Nokia 7.1 des chinesischen Herstellers HMD Global hat einen wertigen Metallrahmen; durch den vergleichsweise schmalen Notch wirkt es moderner als die anderen im Test. Dank Android One ist keine Bloatware vorhanden, allerdings poppte vereinzelt eine Systemmeldung auf, ob man das Handy denn weiterempfehlen würde. Das für dieses Jahr angekündigte Update auf Android 9 traf bis Redaktionsschluss nicht ein.

Der Akku war nach 30 Minuten zur Hälfte gefüllt; das ist einer der besten Werte überhaupt. Für eine volle Ladung waren dann aber durchschnittliche zwei Stunden nötig.

Die Kamera lässt bei nachlassendem Licht manche gerade Linien ungewohnt pixelig aussehen. Die digitale Hintergrund-Unschärfe wiederum sieht natürlicher aus als bei den anderen Testkandidaten. 4K-Videos sind zwar möglich, aber selbst FullHD-Videos zeichnet es mit maximal 30 fps auf.

Von den 32 GByte Speicher stehen dem Nutzer nur 20 GByte zur Verfügung. Auch der Hauptspeicher fällt kleiner aus als bei den anderen Testkandidaten, was App-Wechsel verlangsamen mag. Eine Version mit 64 GByte Flash und 4 GByte RAM ist auf der Internetseite erwähnt, aber in Deutschland nicht lieferbar.

- ⬆️ trotz LCD kräftige Farben
- ⬆️ langfristig Android-Updates
- ⬇️ wenig Flash und RAM
- ⬇️ kürzeste Laufzeiten im Test

Preis: 320 €



## Samsung A7

Das Samsung A7 wirkt aufgrund des breiten Rahmens nicht so modern wie die anderen. Der Fingerabdrucksensor liegt ungewohnt im Einschalter, lässt sich dort aber gut bedienen.

Bei ausreichend Licht bekommt man ganz gute Fotos, die allerdings von der hohen Auflösung nur wenig profitieren. Bei schlechterem Licht rauscht der Sensor deutlich, was die Software wegrechnet – so gehen Details verloren. Die 24-MP-Fotos verstopfen unnötig die Speicherkarte, besser reduziert man auf 12 MP.

4K-Videos sind nicht möglich, selbst FullHD landet nur mit 30 fps im Speicher. Die Weitwinkel-Kamera bringt einen Zusatznutzen, wenn man mit der starken Verzerrung lebt.

Das A7 ortete sich schlechter als die anderen Kandidaten. Wo die anderen unter eingeschränkten Bedingungen noch über 25 Satelliten sahen, fand das A7 keine fünf. Ein GPS-Fix dauert im Wald oder in Gebäuden also länger als üblich, wenn er überhaupt gelingt.

Als einziges im Test hat es eine MicroUSB-Buchse statt USB-C, sodass man Kabel wie früher richtig herum einstecken muss. Da die anderen Kandidaten die Vorteile von USB-C wie höhere Geschwindigkeit oder DisplayPort-Ausgang nicht nutzen, hat Micro-USB hier keine weiteren Nachteile.

- ⬆ lange Laufzeiten
- ⬆ OLED mit Always-On-Display
- ⬆ zusätzliche Weitwinkel-Kamera
- ⬇ schlechtes GPS

Preis: 280 €

Als Display-Spezialist entpuppt sich das Samsung A7 dank hellem OLED. Für ein LCD ist das Nokia 7.1 noch ganz gut. Bei den Laufzeiten punkten Motorola und Samsung, sie erreichen Oberklasse-Zeiten. Das Motorola lädt zudem schnell.

Eine angemessene Performance bieten Nokia, Samsung und Huawei. Sie reicht für alles außer anspruchsvolle 3D-Spiele. Als Speicherspezialist wiederum erweist sich das Motorola.

Beim Sparspezialisten-Preis von 250 Euro mag man dem Motorola One einige seiner Schwächen verzeihen. Auch als möglichst kompaktes Gerät ist es dem etwa gleich großen Nokia insgesamt überlegen – außer man legt besonderen Wert aufs bessere Display des Nokia. Das Samsung A7 macht für 280 Euro ebenfalls eine gute Figur. Dem etwa gleich großen Huawei Mate 20 Lite ist es in puncto Laufzeit und Display überlegen. (jow@ct.de) 

## Testergebnisse und technische Daten

| Modell                                  | Mate 20 Lite                | One                          | 7.1                          | A7                            |
|---|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Hersteller                              | Huawei                      | Motorola                     | Nokia                        | Samsung                       |
| Betriebssystem / Patchlevel             | Android 8.1.0 / Juli 2018   | Android 8.1.0 / Oktober 2018 | Android 8.1.0 / Oktober 2018 | Android 8.0.0 / November 2018 |
| Varianten                               | Schwarz, Blau, Gold         | Schwarz, Weiß                | Blau, Silber                 | Schwarz, Blau, Gold           |
| <b>Ausstattung</b>                      |                             |                              |                              |                               |
| Prozessor                               | Huawei Kirin 710            | Qualcomm Snapdragon 450      | Qualcomm Snapdragon 636      | Samsung Exynos 7 Octa         |
| Kerne × Takt                            | 4 × 2,2 GHz, 4 × 1,7 GHz    | 8 × 2 GHz                    | 4 × 1,8 GHz, 4 × 1,6 GHz     | 2 × 2,2 GHz, 6 × 1,6 GHz      |
| Grafik                                  | ARM Mali-G51                | Qualcomm Adreno 506          | Qualcomm Adreno 509          | ARM Mali-G71                  |
| Arbeitsspeicher                         | 4 GByte                     | 4 GByte                      | 3 GByte                      | 4 GByte                       |
| Flash-Speicher (frei)                   | 64 GByte (46,4 GByte)       | 64 GByte (48,11 GByte)       | 32 GByte (20,33 GByte)       | 64 GByte (48,7 GByte)         |
| Wechselspeicher / Format                | ✓ / MicroSD                 | ✓ / MicroSD                  | ✓ / MicroSD                  | ✓ / MicroSD                   |
| WLAN                                    | IEEE 802.11a/b/g/n/ac       | IEEE 802.11a/b/g/n           | IEEE 802.11a/b/g/n/ac        | IEEE 802.11a/b/g/n/ac         |
| Bluetooth / NFC                         | 5.0 (aptX HD) / ✓           | 4.2 / ✓                      | 5.0 (aptX) / ✓               | 5.0 / ✓                       |
| Ortung per GPS/Glonass/Beidou/Galileo   | ✓ / ✓ / ✓ / –               | ✓ / ✓ / – / ✓                | ✓ / ✓ / ✓ / ✓                | ✓ / ✓ / ✓ / –                 |
| LTE / SAR-Wert (Head,EU)                | ✓ / 0,46 W/kg               | ✓ / 0,46 W/kg                | ✓ / 0,26 W/kg                | ✓ / 0,33 W/kg                 |
| LTE-Kanäle 1/3/7/8/20/28/32             | ✓/✓/✓/✓/✓/✓/–               | ✓/✓/✓/✓/✓/✓/–                | ✓/✓/✓/✓/✓/✓/–                | ✓/✓/✓/✓/✓/✓/–                 |
| Dual-SIM (MicroSD zusätzlich) / SIM-Typ | ✓ (–) / nanoSIM             | ✓ (✓) / nanoSIM              | ✓ (–) / nanoSIM              | ✓ (✓) / nanoSIM               |
| Fingerabdrucksensor                     | ✓ (Rückseite)               | ✓ (Rückseite)                | ✓ (Rückseite)                | ✓ (im Einschalter)            |
| Kopfhöreranschluss                      | ✓                           | ✓                            | ✓                            | ✓                             |
| USB-Anschluss / OTG / DP                | Typ-C (USB 2.0) / ✓ / –     | Typ-C (USB 2.0) / ✓ / –      | Typ-C (USB 2.0) / ✓ / –      | MicroUSB (USB 2.0) / ✓ / –    |
| Akku / drahtlos ladbar                  | 3750 mAh / –                | 3000 mAh / –                 | 3060 mAh / –                 | 3300 mAh / –                  |
| Abmessungen (H × B × T)                 | 15,8 cm × 7,6 cm × 0,8 cm   | 15 cm × 7,2 cm × 0,8 cm      | 15 cm × 7,1 cm × 0,9 cm      | 16 cm × 7,7 cm × 0,8 cm       |
| Gewicht / Schutzklasse                  | 172 g / –                   | 162 g / –                    | 161 g / –                    | 168 g / –                     |
| <b>Kamera-Tests</b>                     |                             |                              |                              |                               |
| Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS    | 19,7 MP / f/1,8 / –         | 13 MP / f/2,2 / –            | 12,2 MP / f/1,8 / –          | 24,1 MP / f/1,7 / –           |
| Hauptkamera Videos 4K / FullHD          | – / 60 fps                  | 30 fps / 60 fps              | 30 fps / 30 fps              | – / 30 fps                    |
| Zweitkamera Auflösung / Blende / OIS    | (nur zur Verbesserung)      | (nur zur Verbesserung)       | (nur zur Verbesserung)       | 8 MP / f/2,4 / – (Weitwinkel) |
| Frontkamera Auflösung / Blende          | 23,8 MP / f/2               | 8 MP / f/2,2                 | 8 MP / f/2                   | 24,1 MP / f/2                 |
| <b>Display-Messungen</b>                |                             |                              |                              |                               |
| Technik                                 | LCD (IPS/LTPS)              | LCD (IPS)                    | LCD (IPS)                    | OLED (AMOLED)                 |
| Diagonale / Größe                       | 6,3 Zoll / 14,5 cm × 6,7 cm | 5,9 Zoll / 13,5 cm × 6,4 cm  | 5,8 Zoll / 13,4 cm × 6,4 cm  | 6,1 Zoll / 13,9 cm × 6,7 cm   |
| Auflösung                               | 2340 × 1080 Pixel (410 dpi) | 1520 × 720 Pixel (287 dpi)   | 2280 × 1080 Pixel (432 dpi)  | 2220 × 1080 Pixel (407 dpi)   |
| min. Helligkeit / Ausleuchtung          | 1,5 cd/m² / 85 %            | 2 cd/m² / 88 %               | 2 cd/m² / 94 %               | 2 cd/m² / 96 %                |
| max. Helligkeit / nur bei Automatik     | 368 cd/m² / –               | 460 cd/m² / ✓                | 529 cd/m² / ✓                | 653 cd/m² / ✓                 |
| Straßenpreis                            | 315 €                       | 250 €                        | 320 €                        | 280 €                         |



Bild: Albert Hulm

# Knipsen statt abtippen

## iOS-Apps zum Digitalisieren gedruckter Texte

**Zeitungsausschnitte und Briefe bekommt man auch ohne Scanner in den Rechner: Man fotografiert sie mit iPhone oder iPad und extrahiert den Text per OCR. Hauptsache, man hat dafür die richtige App.**

**Von Peter Schüler**

Das iPhone in der Hand erspart den Scanner im Büro: Am Schreibtisch und auch unterwegs reicht ein Schnappschuss mit der Handy-Kamera, um einen Geschäftsbrief oder den Fahrplan vom Aushang der Bushaltestelle zu digitalisieren – vorausgesetzt, man verwandelt die Pixelflut des Fotos mit einer passenden App in durchsuchbaren Text.

Seit der iPhone-Generation vier und der iPad-Generation drei – also seit vielen Jahren – fotografieren Apples Mobilgeräte mit Auflösungen von fünf Megapixeln oder mehr. Das genügt, um eine DIN-A4-Seite

mit üblicher Schriftgröße gut genug für die anschließende Texterkennung (Optical Character Recognition, OCR) abzulichten. Mittlerweile sind zahllose Apps in Apples App-Store aufgetaucht, die ein Smartphone oder Tablet zur OCR befähigen sollen. Das Angebot ist kaum noch überschaubar. Manche Apps, die auf den ersten Blick mächtig erscheinen, funktionieren in Wirklichkeit nur in bestimmten Umgebungen oder entpuppen sich im Betrieb als unangemessen teuer. Wir haben Anwendungen herausgesucht, die zu erschwinglichen Preisen auch offline funktionieren.

Die Apps „Doc Scanner + OCR free“, „My Scans, beste Scanner-App“, „OCR Scanner with Leadtools SDK“, „Scanbot pro“, „Scanner Mini“ sowie „TextGrabber 6 – Real-Time OCR“ taugen, um mit einem iPhone oder iPad einen einfachen Geschäftsbrief oder ein unterwegs gesehnes Hinweisschild zu digitalisieren. Ausgelassen haben wir Apps wie Adobe Scan und Microsofts Office Lens, die nur in Online-Umgebungen ihres Herstellers funktionieren, und solche Kandidaten wie „Scanner App“ von BP Mobile oder die gleichnamige App von Alphonse Brown, die mit Abo-Preisen von 4 bis 5 Euro je Woche unangemessen teuer sind.

Beim Download der auserkorenen App greift man leicht daneben, denn viele der einschlägigen Pakete erscheinen mit stereotypen Bezeichnungen à la „Scanner“, deren blumige Ergänzungen wie „beste Scanner-App“ teilweise zum Namen gehören, teilweise nicht. Zu allem Überfluss präsentiert sich manche App nach dem Download auf dem Gerät unter einem anderen Namen als im App-Store. Deshalb haben wir in diesem Beitrag ausnahmsweise auch die Icons der getesteten Apps abgebildet, um Verwechslungen auszuschließen.

Zwar kann mobile OCR-Software noch nicht mit Paketen für den Desktop mithalten, die wir kürzlich getestet haben [1]. Zu einer Vorlage mit kompliziertem Layout können Mobil-Apps den erkannten Text meist nicht in der richtigen Absatz-Reihenfolge wiedergeben und auch nicht die verwendeten Schrifttypen identifizieren. Doch wer diese Fähigkeiten benötigt, etwa um eine kunstvoll gestylte Katalogseite nach dem Scan zu überarbeiten, wird das ohnehin besser mit einem Desktop-Rechner erledigen. Getestet haben wir deshalb nach denselben Kriterien wie beim Test von Android-OCR-Apps [2], die mehr Gewicht auf den Einsatz unterwegs legen. Dafür haben wir ein iPad Air und stichprobenweise zusätzlich ein iPhone 7 jeweils unter iOS 12.1 verwendet.

## Gute Bilder, schlechte Bilder

Bei einem Scanner hat man leichtes Spiel, mit ideal ausgerichteten Vorlagen und optimalen Beleuchtungsverhältnissen perfekte Bilder aufzunehmen. Eine Mobil-App muss dagegen oft mit suboptimalen Bildern klarkommen. Im Idealfall fotografiert man etwa einen DIN-A4-Brief aus einem Abstand von rund 30 Zentimeter genau

senkrecht zur Papierebene und so, dass die Textzeilen parallel zum Bildrand verlaufen.

Im Test haben wir die optimale Bildgeometrie mit einem Stativ sichergestellt, genauer gesagt: mit einem preiswerten Drahtgestell zur Aktenablage. Aus der Hand lassen sich diese Parameter nur näherungsweise einhalten.

Um reproduzierbar zu bewerten, wie die Apps mit unvermeidlichen Fotomängeln klarkommen, haben wir eine Buchseite je einmal optimal, schräg und auf einer unebenen Unterlage liegend fotografiert und die Fotos ausgedruckt. Mit diesen Fotos haben wir jede App unter Idealbedingungen konfrontiert. Ebenfalls unter bestmöglichen Bedingungen haben wir ein ausgedrucktes Online-Ticket der Deutschen Bahn digitalisiert, auf dem es Passagen unterschiedlich großer Schrift vor einem bedeutungslosen Hintergrund welliger grauer Schrift zu erfassen galt. Als weiteres Testobjekt kam ein tabellarisches Angebot mit Briefkopf und Hintergrundbild zum Einsatz. Das haben wir mit jeder App einmal in korrekter Ausrichtung und einmal um etwa 15 Grad verdreht fotografiert.

Als erstaunlich unkritisch stellten sich die Beleuchtungsverhältnisse beim Scannen heraus: Im normal hellen Büro und mit unserem Stativ, das keine relevanten Schatten produziert, stellten wir nur dann Qualitätseinbußen fest, wenn wir bei ein-tretender Dämmerung mutwillig auf die Deckenbeleuchtung verzichteten. Bei eingeschalteten Leuchtstoff-Deckenlampen ergaben sich keine Probleme. Fotos, die wir im Dunkeln mit dem iPhone und dessen Blitzlicht aufnahmen, erschienen ausnahmslos sehr ungleichmäßig ausgeleuchtet. Davon ließ sich aber keine der

getesteten Apps beirren – die OCR verlief genauso erfolgreich wie bei Fotos, die im vollen Tageslicht entstanden waren.

## Bewertungsmaßstäbe

Wie viele Fehler die Apps bei jedem der Musterdokumente machten, haben wir zeichenweise ausgezählt. Die Tabelle oben auf Seite 120 gibt die Trefferquoten in Prozent wieder. Außer zwei besonders guten Ergebnissen von „Doc Scanner + OCR“, die alle bisher von uns ermittelten Werte übertreffen, ist darin eine weitere Besonderheit zu erwähnen: Insbesondere im welligen Text unseres Musterfotos von unebener Unterlage scheiterten die meisten Apps daran, die immerhin erkannten Zeilenfragmente im richtigen Zusammenhang wiederzugeben. Dann erhielten wir ein unlösbare Puzzle aus Textschnipseln, die sich ohne Blick aufs Original unmöglich in die richtige Reihenfolge bringen ließen. Bei solchen Resultaten haben wir die Trefferquote mit 0 bewertet.

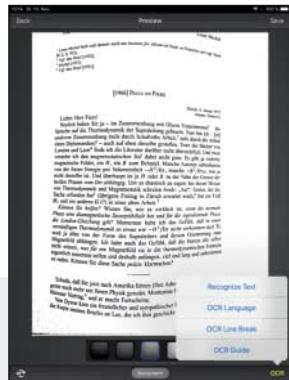
Für alle anderen Fälle kann man überschlägig sagen: Bei einer Trefferquote von mindestens 90 Prozent und einem normalen Text lässt sich noch gut erraten, worum es darin geht. Anders bei unserem Musterangebot: Da wäre jede falsch erkannte Zahl problematisch. 95 Prozent Trefferquote sind hier gerade noch annehmbar, weil dann die meisten Fehler auf nicht erkannte Euro-Zeichen, Verwechslungen zwischen Punkt und Komma oder zwischen „i“, „I“ und „l“ zurückzuführen sind und den Sinn nicht entstellen.

## Fazit

Die hier vorgestellten Apps machen sich allesamt bezahlt, wenn es um die Digi-

Ein Drahtgestell für Aktenablagen tut gute Dienste als verstellbares Stativ für Dokumenten-Respos.





## Doc Scanner + OCR

Diese App bewährt sich auch bei un-dankbaren Vorlagen zur Texterkennung nicht nur dadurch, dass man das Motiv schon vor dem Fotografieren stufenlos zoomen kann. Außer dem Bildausschnitt und der Helligkeit bietet die Software zwar keinerlei Optionen zur Bildoptimierung an, aber selbst ohne derlei Anpassungen hielt sich die Fehlerquote im Test bei manchen Testdokumenten äußerst gut unter 0,2 Prozent.

Sollten sich trotzdem Unsicherheiten ergeben, kann man das ge-scannte Bild auch nachträglich sehr weit vergrößern und jedes Stäubchen persönlich in Augenschein nehmen. Das hilft aber nur mittelbar: Was die App als erkannten Text per E-Mail oder Clipboard ausgibt, lässt sich mit Bordmitteln nicht korrigieren. Allenfalls kann man umständlich angeben, dass man das gespeicherte Foto signieren möchte. Daraufhin erhält man über eine kaum erkennbare Schaltfläche die Gelegenheit, auch eine Text-Anmerkung anzubringen und auf etwaige Erkennungsfehler hinzuweisen. Mailt man sich das so kommentierte Bild anschließend als PDF-Anhang zu, enthält dieser das immer noch nicht durchsuchbare Foto und die eingetippte Anmerkung als einzigen Text.

Irritiert hat uns das zunächst wirkungslose Upgrade zur Premium-Version. Der Kauf wurde zwar bestätigt, die App verzichtete aber erst nach mehreren Tagen auf die Werbe-einblendungen der Gratis-Version.

- ➔ sehr gute Texterkennung
- ➔ Anmerkungen möglich
- ➡ unpraktische Exportfunktionen



## My Scans, beste Scanner-App

Die im App-Store als „My Scans, beste Scanner-App“ vermarktete App stellt alle damit fotografierten – auch mehrseitige – Dokumente zu einem Album zusammen. Die Software präsentiert die Akten sortiert nach Name oder Datum. Um neue Scans hinzuzufügen, reichen drei Fingertipps.

Ein Stabilisator gegen verwackelte Bilder löst ein Problem, das gar nicht da ist: Auch mit ausgeschaltetem Stabilisator konnten wir keine verwackelten Bilder provozieren. Gefreut hätten wir uns über eine Möglichkeit, Helligkeit und Kontrast der aufgenommenen Fotos zu optimieren. Der Mangel daran äußert sich etwa im schlechten OCR-Ergebnis für das DB-Ticket mit hellgrauem Text-Hintergrund.

Die erfassten Dokumente lassen sich innerhalb der App in Verzeichnissen organisieren und außerdem nach Suchbegriffen durchforsten. Wenn man ein Dokument zum ersten Mal durchsuchen möchte, beginnt die Software mit der OCR, die nur wenige Sekunden in Anspruch nimmt. Die erkannten Texte lassen sich danach ausschließlich mit der Pro-Version der App exportieren, es sei denn, man markiert Textpassagen und kopiert sie über die Zwischenablage in eine exportfähige andere App. Auch Anmerkungen und Stempel kann man nur mit der Pro-Version anbringen. Diese kostet laut App-Store 4,49 Euro per In-App-Kauf. In der App wird das Upgrade jedoch für 5,49 Euro angeboten.

- ➔ flüssige Bedienung
- ➔ ordentliche Ablage im Gerät
- ➡ Export nur mit der Pro-Version



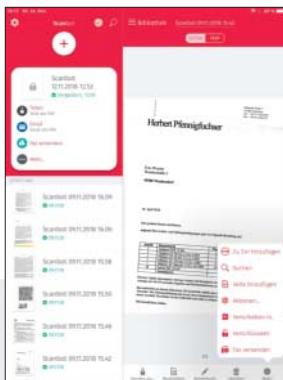
## OCR Scanner with Leadtools SDK

Diese kostenlose App ganz ohne Werbung und Upgradepfad wird im App-Store als „OCR Scanner with Leadtools SDK“ angeboten, anscheinend als Anwendungsbeispiel des erwähnten System Development Kit. Das Programm ist mächtig und durchaus praxisgerecht. Abgesehen vom vor dem OCR-Vorgang einstellbaren Zoomfaktor verzichtet es auf jedwede Option zur manuellen Bildoptimierung, lieferte im Test aber trotzdem konkurrenzfähige Ergebnisse. Dabei berücksichtigte die App sogar die Tabellenstruktur unserer Musterbestellung und widmete jedem Tabellenfeld eine eigene Zeile. Die dafür zuständige Funktion ist ebenso wie die automatische Drehung von quer fotografierten Vorlagen standardmäßig aktiviert und im Optionen-Menü leicht umschaltbar.

Dagegen verstecken sich die Wahlmöglichkeiten für die fünf direkt nutzbaren sowie für 42 herunterladbare Erkennungssprachen auf der kaum wahrnehmbaren zweiten Optionenseite. Dort sollte man unbedingt Deutsch aktivieren; in der Standardeinstellung rechnet die App nur mit englischen Ausdrücken und schneidet bei deutschen Texten nicht so gut ab.

Für den Export stehen viele Formate von TXT, DOCX und E-Book-Formaten bis zu mehreren PDF-Varianten einschließlich Bild-/Text-Overlay zur Wahl. Diese App bietet den Dateiexport als einzige im Testfeld bereits in der Gratis-Version.

- ➔ mächtige Erkennungsfunktionen
- ➔ vielseitiger Export
- ➡ manuelle Sprachwahl erforderlich



## Scanbot pro

Der App-Store bietet Scanbot mit verwirrenden Versionsbeschreibungen an. Wir haben zuerst die kostenlose Ausführung „Scanbot“ installiert, die vermeintlich mehr kann als „Scanbot Lite“ für 5,49 Euro. Anders als erwartet konnten wir aber mit dieser Ausführung keine Texte exportieren, daraufhin haben wir die App mit dem billigsten angebotenen Upgrade für 7,99 Euro auf die Variante „Scanbot pro“ hochgestuft.

Bei der Zeichenerkennung fällt die App nur durch zwei Besonderheiten auf: Erstens versteht sie gebräuchliche QR-Codes (allerdings nicht den Aztech-Code auf unserem Bahnticket). Zweitens traut sie sich als einziger Testkandidat sowohl an Arabisch als auch an asiatische Sprachen heran – was wir jedoch nicht kontrolliert haben.

Deutlicher hebt sich Scanbot beim Umgang mit Dokumenten von der Konkurrenz ab: Man kann die Bilddateien in der App mit Passwort verschlüsseln, signieren, kommentieren und mit Stempeln markieren.

Außerdem gibt es die Funktion „zu Siri hinzufügen“. Damit markierte Akten kann man per iOS-12-Kurzbefehl und Spracheingabe in Scanbot öffnen.

- ⬆️ vielseitige Bildkommentierung
- ⬆️ QR-Code-Leser
- ⬇️ Textexport nur in Scanbot pro



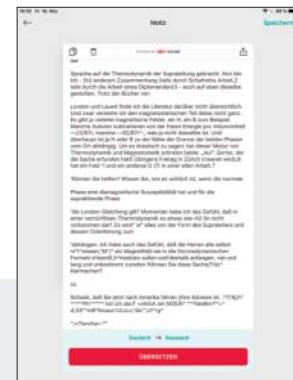
## Scanner Mini

OCR-Ergebnisse lassen sich bei dieser App schnell und prägnant begutachten, weil die Software den erkannten Text als Overlay zum Foto anzeigt. Die Basisversion weigert sich zwar, den Text als Datei zu exportieren, aber man kann Textpassagen markieren und in die Zwischenablage kopieren, von dort in andere Apps laden, dort weiter bearbeiten oder versenden.

Trotz insgesamt guter Zeichenerkennung verblüffte uns die App mit einem rätselhaften blinden Fleck: Beim Scan der genau ausgerichteten Mustervorlage eines tabellarischen Angebots versagte die OCR reproduzierbar für einen etwa faustgroßen Tabellenbereich mitten auf dem Blatt – auch dann, wenn wir die Vorlage mit Parallelversatz oder 180 Grad verdreht scannen. Doch beim Scan derselben Vorlage mit einem Winkel von etwa 15 Grad wurde die gesamte Angebotsfläche weitgehend korrekt interpretiert. Der Hersteller konnte unsere Beobachtungen nicht gut erklären.

Wie andere Apps auch kann Scanner Mini sowohl Bilder von der Kamera als auch gespeicherte Bilddateien analysieren. Hier hat der Nutzer aber eine zusätzliche Quelle zur Auswahl: das sogenannte Foto-Radar. Dahinter verbirgt sich eine anpassbare Auswahl aller Fotos, in der man die Dokumentenfotos zusammenstellt und die zwischendurch aufgenommenen Erinnerungsfotos für die OCR-Auswahl ausklammert.

- ⬆️ insgesamt sehr gute Erkennung
- ⬆️ Passwortschutz für Dokumente
- ⬇️ Dateiexport nur nach Upgrade



## TextGrabber 6 – Real-Time OCR

Die App vom OCR-Spezialisten Abbyy lieferte zusammen mit Doc Scanner die besten Erkennungsraten im Test. Dabei sieht die Software keinerlei Bildoptimierung durch den Anwender vor; nur den Bereich, der analysiert werden soll, kann man bequem eingrenzen. TextGrabber analysiert den fotografierten Text automatisch korrekt, auch wenn das Bild um 90 oder 180 Grad verdreht ist. Die Software erkennt sogar Tabellenstrukturen und spendiert jedem Tabellenfeld eine eigene Zeile. Die Automatik hat aber auch eine Schattenseite: Während man bei anderen Apps zuerst das Bild drehen kann und danach immer die horizontalen Textzeilen analysiert werden, analysiert TextGrabber unabhängig von der Bildausrichtung stets den Text in der vorherrschenden Orientierung. Enthält ein Bild senkrecht dazu stehende Textzeilen, etwa als Bildanmerkung, lassen sich diese nur analysieren, indem man den Analysebereich auf diese Zeilen einschränkt. Im Real-Time-Modus analysiert die Software einen kleinen Bildbereich im Halbsekundentakt. Im Test ernteten wir damit keine brauchbaren Ergebnisse.

In der Premium-Version fungiert TextGrabber mit Internet-Unterstützung außerdem als Übersetzer, mit bloßer Vokabel-Übersetzung für einige Sprachen auch offline.

- ⬆️ sehr gute Texterkennung
- ⬆️ automatische Bilddrehung
- ⬇️ Übersetzungsfunktion

## OCR-Trefferquoten

| App  | Bestellung, optimal [%] | Bestellung, schräg [%] | DB-Ticket [%]   | Buchseite, optimal [%] | Buchseite, Trapez [%] | Buchseite, wellig [%] |
|--|-------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
|  | besser ▶                | besser ▶               | besser ▶        | besser ▶               | besser ▶              | besser ▶              |
| Doc Scanner + OCR  | 99,8                    | 97                     | 99,9            | 98                     | 97                    | 0                     |
| My Scans, beste Scanner-App  | 95                      | 88                     | 50 <sup>1</sup> | 92                     | 0                     | 0                     |
| OCR Scanner with Leadtools SDK   | 97                      | 96                     | 70              | 94                     | 93                    | 0                     |
| Scanbot pro  | 98                      | 60                     | 99              | 93                     | 70                    | 0                     |
| Scanner Mini   | 90                      | 95                     | 99              | 98                     | 96                    | 96                    |
| TextGrabber Scan & Translate   | 99                      | 98                     | 99              | 99                     | 95                    | 80                    |
| Die Balkenlänge entspricht jeweils dem Logarithmus des Werts (1 / (1 - Trefferquote)). |                         |                        |                 |                        |                       |                       |

<sup>1</sup> plus zahlreiche Artefakte vom Hintergrund

lisierung von typischen Briefen, Buchseiten oder unterwegs fotografierten Texten geht. Damit lassen sie andere Pakete aus Apples App-Store, die wir uns ebenfalls angesehen haben, deutlich hinter sich. Sieger nach Preis/Leistungsverhältnis ist „OCR Scanner with Leadtools SDK“, die einzige App, die recht gute OCR zusammen mit sehr guten Exportfunktionen kostenlos und werbefrei anbietet. Mit noch viel besserer Texterkennung glänzen das werbefinanzierte, werbefrei immer noch erschwingliche „Doc Scanner +

OCR“ sowie „TextGrabber Scan & Translate“. Letztere App ist wie die übrigen Textkandidaten mangels Exportfunktionen nicht sinnvoll gratis verwendbar, im Testfeld mit vertretbaren 2 US-Dollar je Monat nach einer günstigeren Einführungsphase aber auch schon die teuerste.

Die drei restlichen Apps, „My Scans, beste Scanner-App“, „Scanner Mini“ und „Scanbot pro“, schlagen mit Kaufpreisen zwischen 4 und 8 Euro zu Buche und unterscheiden sich im Wesentlichen nur durch Details voneinander, etwa bei den

unterstützten Sprachen und Funktionen zur Kommentierung von Dokumenten. Zwei weitere Apps, die sich mit guter OCR ganz auf Geschäftsbüro und das zugehörige Dokumentenmanagement konzentrieren, stellen wir in einem der kommenden Hefte vor.

(hps@ct.de) ct

### Literatur

[1] Peter Schüler, Es werde Schrift, OCR-Programme für Windows im Test, c't 16/2018, S. 53

[2] Peter Schüler, Viel besser als abschreiben, Android-Apps zur mobilen Zeichenerkennung, c't 21/2018, S. 138

## iOS-Apps zur Texterkennung

| App                                      | Doc Scanner+OCR free             | My Scans, beste Scanner-App            | OCR Scanner with Leadtools SDK     | Scanbot  | Scanner Mini  | TextGrabber 6 – Real-Time OCR                                 |
|--|----------------------------------|--|------------------------------------|--|---|---|
| Anbieter                                 | Tri Le                           | Top App                                | Lead Technologies                  | doo  | Readdle   | Abbyy   |
| nutzbar auf iPhone / iPad                | ✓ / ✓                            | ✓ / ✓                                  | ✓ / ✓                              | ✓ / ✓  | ✓ / ✓   | ✓ / ✓   |
| Footprint [MB]                           | 83,7                             | 93,2                                   | 85                                 | 120,4  | 55,7  | 83,1  |
| <b>Erfassung</b>                         |                                  |  |                                    |  |   |   |
| Kamera / Datei                           | ✓ / ✓                            | ✓ / ✓                                  | ✓ / ✓                              | ✓ / ✓  | ✓ / ✓   | ✓ / ✓   |
| Bild drehen / automatisch                | ✓ / –                            | ✓ / –                                  | ✓ / ✓                              | ✓ / –  | ✓ / –   | ✓ / ✓   |
| Bildaufbesserung                         | 5 Helligkeitsstufen              | –                                      | –                                  | 5 justierbare Filterprofile  | 4 Filterprofile, außerdem Helligkeit und Kontrast                     | –   |
| <b>Erkennung</b>                         |                                  |  |                                    |  |   |   |
| Sprachen                                 | 11 inkl. Arabisch                | 36 inkl. asiatischer Sprachen          | 47 inkl. asiatischer Sprachen      | 59 inkl. Arabisch u. asiatischer Sprachen  | 21 inkl. asiatischer Sprachen   | 61 inkl. asiatischer Sprachen                                 |
| Text- / Grafikeditor                     | – / Anmerkungen                  | – / Anmerkungen, Stempel <sup>1</sup>  | – / –                              | – / Anmerkungen, Stempel, Signatur-Schriftzug  | – / –   | – / –   |
| Übersetzer                               | –                                | –                                      | –                                  | –  | –   | ✓ <sup>1</sup>  |
| Besonderheiten                           | Kamera-Zoom                      | Verwackel-Vorbeugung                   | Tabellenerkennung, Vorlesefunktion | Passwortschutz für Dokumente, Siri-Kurzbefehl  | Passwortschutz für Dokumente; Foto-Radar                              | Signatur, Übersetzung <sup>1</sup>                            |
| <b>Export</b>                            |                                  |  |                                    |  |   |   |
| Formate                                  | JPG, PDF <sup>2</sup>            | JPG <sup>1</sup> , PDF <sup>1,2</sup>  | 12 Textformate                     | PDF <sup>1 oder 2</sup>  | JPG <sup>1</sup> , PDF <sup>1</sup>                                   | PDF <sup>1</sup>  |
| Dienste                                  | E-Mail                           | E-Mail <sup>1</sup> , Fax <sup>3</sup> | Airdrop, E-Mail, SMS               | Airdrop <sup>1</sup> , E-Mail <sup>1</sup> , Gmail <sup>1</sup> , Fax <sup>3</sup> , 20 Cloud-Dienste <sup>1</sup> | E-Mail <sup>1</sup> , Fax <sup>3</sup> , 6 Cloud-Dienste <sup>1</sup> | Airdrop <sup>1</sup> , E-Mail <sup>1</sup> , SMS <sup>1</sup> |
| in vorhandenes Dokument / Zwischenablage | – / ✓                            | ✓ / ✓                                  | ✓ / ✓                              | ✓ / ✓  | – / ✓   | ✓ / ✓   |
| <b>Bewertungen</b>                       |                                  |  |                                    |  |   |   |
| Bedienung                                | ⊖                                | ○                                      | ⊕                                  | ⊕ <sup>1</sup>   | ○   | ⊕   |
| Erkennung                                | ⊕⊕                               | ○                                      | ○                                  | ○ <sup>1</sup>   | ⊕   | ⊕⊕  |
| Ausgabe                                  | ⊖ (⊖ <sup>1</sup> )              | ⊖⊖ (⊖ <sup>1</sup> )                   | ⊕⊕                                 | ⊖⊖ (⊖ <sup>1</sup> )   | ⊖⊖ (⊕ <sup>1</sup> )  | ⊖⊖ (⊖ <sup>1</sup> )  |
| Basisversion                             | kostenlos                        | kostenlos                              | kostenlos                          | nicht anwendbar; nur Upgrade-Werkzeug  | kostenlos   | kostenlos   |
| Werbung                                  | Werbebanner, Spot nach Speichern | nur Upgrade-Aufforderungen             | keine beobachtet                   | keine beobachtet   | keine beobachtet  | keine beobachtet  |
| Premium-Version                          | 3,49 €                           | 5,49 €                                 | nicht verfügbar                    | Scanbot lite: 5,49 €; Scanbot pro: 7,99 €  | 4,49 €  | 2 US-\$ / Monat; je 0,50 US-\$ für die beiden ersten Monate   |

<sup>1</sup> Premium- oder Pro-Version <sup>2</sup> nur als Bild ohne OCR <sup>3</sup> per In-App-Kauf <sup>4</sup> sehr gut <sup>5</sup> gut <sup>6</sup> zufriedenstellend <sup>7</sup> schlecht <sup>8</sup> sehr schlecht <sup>9</sup> vorhanden <sup>10</sup> nicht vorhanden

Anzeige



Bild: Albert Hulm

# Klick-Millionär

## Wie Sie als Influencer Geld verdienen können

**Immer mehr Promis nutzen ihre Präsenz und ihr Ansehen im Internet, um gegen Bezahlung Werbung zu treiben. Kein Wunder, dass auch weniger prominente anstreben, hauptberuflich als solche „Influencer“ zu arbeiten. Anderen würde es reichen, mit ihrem Webauftritt zumindest einen Nebenverdienst zu erwirtschaften. Doch wie lässt sich mit Posts und Videos Geld verdienen?**

**Von Nico Jurran**

**M**an hört immer wieder von Bloggern, Instagrammern und Podcastern, die von ihren Webauftritten sehr gut leben könnten. Was bei diesen Beiträgen häufig unter den Tisch fällt: Die genannten Webstars gehörten oft zu den Begründern der Szene und fingen zu Zeiten an, als noch niemand von Influencern sprach. Sie konnten sich, oft mit Hilfe professioneller Netzwerke, über Jahre als Marke aufbauen und generieren mittlerweile Einnahmen nicht alleine „über Klicks“, sondern beispielsweise durch mit ihrem Namen gebrandete Produkte.

Andere Social-Media-Influencer hatten zuvor schon Prominentenstatus, beispielsweise als TV-Stars und -Sternchen, Models, Sportler oder „Spielerfrauen“. Hinzu kommen schließlich Menschen mit überdurchschnittlichem musikalischen

Talent, dank dem sie im Netz „entdeckt“ werden. So oder so hinkt der Vergleich mit Neueinsteigern, die sich heute gegen unzählige Mitbewerber behaupten müssen.

Wir wollen uns an dieser Stelle aber einmal anschauen, wie man als Inhalteproduzent auch ohne Promistatus seinen Webauftritt monetarisieren kann. Dabei beschäftigen wir uns nicht nur mit Einnahmequellen für Social-Media-Influencer über soziale Netzwerke, sondern auch mit denen für Blogger, Podcaster und so weiter. Schließlich fragen sich auch Macher „ernsthafter“ Inhalte, ob und wie sich ihr Engagement finanziell kompensieren lässt.

Ein besonderes Augenmerk legen wir dabei auf Varianten, die auch Einsteigern und sogenannten Micro-Influencern mit weniger als 10.000 Followern offenstehen.

Ansätze, bei denen man erst einmal ordentlich in Vorleistung gehen muss und sich so einem finanziellen Risiko aussetzt, lassen wir hingegen außen vor.

Der besseren Lesbarkeit halber sprechen wir in diesem Beitrag dennoch allgemein von Influencern; passend dazu ist stellvertretend für Leser, Zuschauer und Zuhörer nachfolgend einfach von „Followern“ die Rede.

## Verbreitungswege

Eine der wichtigsten Entscheidungen, die ein künftiger Influencer treffen muss, ist die, auf welchen Wegen er seine Inhalte verbreiten will – also beispielsweise über Bilder bei Instagram, über Videoclips bei YouTube, in Form von Audio-Podcasts oder über Texte auf einer eigenen Webseite.

Eine Vorauswahl ist oft schon deshalb nötig, weil sich die verschiedenen Plattformen in ihrer Ausrichtung teils so sehr unterscheiden, dass es schon aus zeitlichen Gründen schwierig ist, alle Kanäle gleichermaßen intensiv zu bespielen. Viele Influencer setzen daher einen Schwerpunkt und bewerben auf den anderen Kanälen dann das betreffende Angebot.

Social-Media-Netzwerke und Videoportale erscheinen oft als beste Wahl. Schließlich steht die Infrastruktur für eine einfache Verbreitung von Inhalten hier ebenso bereit wie die Technik, um mit seinen Followern zu kommunizieren. Der einfache Zugang hat jedoch eine Kehrseite: Wer solche Plattformen nutzt, unterwirft sich deren Spielregeln. Und die sind darauf ausgerichtet, den Betreibern Profit zu bringen, nicht denen, die Inhalte bei- steuern.

So bietet einem Facebook nach dem Einrichten einer neuen Seite einerseits schnell an, diese gegen Bezahlung zu bewerben. Andererseits schränkt es in seinen Richtlinien Gewinnspiele ein, die gerne zur Steigerung der Reichweite genutzt werden. So ist es offiziell untersagt, die Teilnahme davon abhängig zu machen, dass ein Beitrag geteilt wird.

Auch wenn sich viele über diese Regeln hinwegsetzen und man darüber streiten kann, wie wertvoll Follower sind, die nur Gewinne abgreifen wollen, erzeugt dies – zusammen mit einem undurchsichtigen Algorithmus für die Ausspielung der Beiträge – einen bitteren Beigeschmack. Und Facebook ist keine Ausnahme, wie sich nachfolgend noch zeigen wird.

Vor diesem Hintergrund ist die Erklärung der Vollzeit-Bloggerin Nina Schwichtenberg (Fashion Carpet) auf einer Influencer-Konferenz nachvollziehbar, statt auf Social Media („Wir sind dort fremd-bestimmt“) weiter auf die eigene Website zu setzen. Dies bedeutet aber auch, dass sich die Influencerin für einen weitreichenden Erfolg nach eigenen Angaben nicht darum herum kommt, sich mit der Suchmaschinen-Optimierung ihrer Seite zu beschäftigen.

## Werbeeinblendungen

Unabhängig von der Plattform ist generell Reichweite entscheidend: Wer mit seinen Webauftritt ernsthaft Geld verdienen will, benötigt eine hohe Anzahl (aktiver) Follower. Vor allem für Neueinsteiger ist es aber schon eine große Herausforderung, einige Hundert Interessenten zu gewinnen. Bei Nischenthemen ist eine große Followerschar auch auf Dauer selten erreichbar.

Lange erfreute sich deshalb YouTubes Partnerprogramm großer Beliebtheit, wo man schon bei wenigen Zugriffen an der Ausspielung von Werbung rund um seine Videos mitverdiente. Doch die Teilnahme wird immer schwieriger: 2017 führte YouTube eine Mindestzahl von 10.000 Klicks pro Kanal ein, seit Anfang dieses Jahres

muss ein Kanal bereits eine Wiedergabezeit von 4000 Stunden in den letzten 12 Monaten und 1000 Abonnenten erreicht haben. Viele Nischenkanäle mit weniger Zuschauern verloren so in kürzester Zeit ihre wichtigste oder sogar einzige Einnahmequelle.

Bei Websites und Blogs hat(te) Google AdSense die Stellung einer Einsteiger- und Universallösung. Es ist das Gegenstück zu AdWords, über das Unternehmen Werbung buchen, die Google in Suchergebnissen beziehungsweise eben auf den AdSense-Seiten anzeigt. Abgerechnet wird nach Klicks auf die Anzeigen. Vereinfacht gesprochen richtet sich die Vergütung danach, wie gefragt die auf der Webseite behandelten Themen sind.

AdSense lässt sich schnell in die eigene Seite integrieren und ist pflegeleicht. Dafür hat der Influencer nur beschränkt Einfluss auf die angezeigte Werbung, auch wenn es bestimmte Filtermöglichkeiten gibt.

Doch das bei AdSense genutzte Tracking ist seit dem Start der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) problematisch. Wirklich auf der sicheren Seite ist man als Seitenbetreiber nur mit einem expliziten Opt-in; man darf also nur Besucher tracken, die dem explizit zugestimmt haben. Mancher dürfte jedoch seine Einwilligung verweigern. Zwar lassen sich

„Reich durch Klicks – Traumjob Webstar!“ prangte Anfang August auf dem Cover der „BRAVO“. In der Jugendzeitschrift ging es dann entsprechend um „tolle Urlaube, schöne Häuser, coole Autos und vieles mehr“, alles „nur durch Klicks“.





Kaum hat man bei Facebook eine eigene Seite eingerichtet, da erhält man vom Plattformbetreiber eine Aufforderung, für diese kostenpflichtige Werbung zu schalten.

## Crowdfunding

Manche bauen in ihre Beiträge einen PayPal-Button ein, geben ihre Bankverbindung bekannt oder veröffentlichen Amazon-Wunschlisten – in der Hoffnung, dass begeisterte Follower auf diesen Wegen einen kleinen Obolus leisten. Unsere (nicht-repräsentative) Umfrage unter Influencern ergab jedoch, dass sich damit auf Dauer meist keine merklichen Einnahmen generieren lassen.

Als Alternative etablierte die US-Plattform Patreon eine Art „Crowdfunding auf Dauer“. Sie gibt Influencern die Möglichkeit, sich von seinen Followern einfach und direkt regelmäßig einen Geldbetrag (oft „Pledge“ genannt) zahlen zu lassen. Die Idee kommt gut an, heute nutzen Podcaster ebenso wie Blogger, Macher von Online-Magazinen wie „Krautreporter“ und sogar Newsletter-Autoren die Plattformen. Da bei Patreon aktuell als Zahlungsmethoden nur Paypal und Kreditkarte verfügbar sind, setzen deutsche Seiten gerne (zusätzlich) auf Steady, wo Unterstützer auch per Bankeinzug bezahlen und Jahresabos abschließen können.

Als Influencer kann man alle seine Inhalte freigeben und es den Unterstützern überlassen, wie viel sie über die Plattformen dafür zahlen wollen. Bei Patreon kann man als sogenannter Patron ab einem monatlichen Beitrag von 1 US-Dollar plus Steuern dabei sein. Ebenso ist es aber auch möglich, einen oder mehrere Monatsbeiträge festzulegen und im Gegenzug bestimmte Inhalte nur für Unterstützer bereitzustellen beziehungsweise Zusatzangebote bei Erreichen einer monatlichen Gesamtsumme auszulösen. Die notwendigen Zugangsmechanismen stellen die Plattformen bereit, beispielsweise personalisierte RSS-Links für Podcasts.

In der einfachsten Form bieten die Influencer gegen Bezahlung eine werbefreie Variante ihrer Inhalte an, im extremsten Fall stellen sie alle Beiträge hinter die Paywall. Da es bei der letzten Variante allerdings schwierig ist, neue Follower zu gewinnen, wählen die meisten Anbieter einen Mittelweg: Sie geben einen Teil ihrer Inhalte regelmäßig als Eigenwerbung frei oder gewähren ihren Unterstützern einen früheren Zugriff, bevor sie die Inhalte für alle zugänglich machen.

## Reality Check

Die Crowdfunding-Plattformen werben gerne mit den guten Einnahmemöglichkeiten, lassen die enormen Unterschiede

auch „neutrale“ Banner ohne persönliche Bezüge zum Besucher ausstrahlen, allerdings drohen laut googlewatchblog.de Klickpreis-Einbrüche um bis zu 40 Prozent. Schließlich unterdrücken Adblocker generell AdSense-Anzeigen.

## Affiliate Marketing

Großer Beliebtheit erfreut sich auch das sogenannte Affiliate Marketing. Influencer leiten hier Follower mit speziellen Links in ihren Beiträgen auf die Websites von Unternehmen und erhalten eine Provision, wenn diese dort etwas kaufen. Das wohl bekannteste Affiliate-Programm stammt vom Online-Händler Amazon, der mit einem hohen Bekanntheitsgrad und einer großen Produktpalette punkten kann, die auch Nischenbereiche abdeckt. Aber auch viele andere Händler und Dienstleister bieten passende Programme, die oft in Netzwerken gebündelt sind.

Wie viel Provision abfällt, hängt meist von der Kategorie ab, zu dem das vermittelte Produkt gehört. So zahlt Amazon für die erfolgreiche Vermittlung eines Fernsehers ein Prozent, für Produkte aus den Bereichen Kosmetik oder Garten aber sieben und für Kleidung sogar bis zu zehn Prozent. Die Einnahmespanne reicht vom Taschengeld bis hin zu einem echten Einkommen.

Nun ist die Werbepartnerschaft selbst sowieso immer nur die halbe Miete; die Affiliate-Links müssen auch zu den potenziellen Käufern kommen und von diesen genutzt werden. Bei Instagram ist das schwierig, da sich in einem Post eingefügte Links weder direkt anklicken noch auch nur kopieren lassen. Das heißt nicht, dass das Netzwerk keine Verlinkungen kennt – sie sind nur vorrangig Anzeigen vorbehalten, die Instagram an Werbepartner verkauft. YouTube lässt zwar Affiliate-Links in den Beschreibungen zu Videos zu, der

Influencer kommt aber kaum darum herum, auf diese explizit hinzuweisen.

Mancher Neu-Influencer kann nach der Auszahlung der ersten Provisionen der Versuchung des vermeintlich schnellen Geldes nicht widerstehen und versucht, eine „Abkürzung“ zu nehmen, indem er seine Affiliate-Links einfach über Facebook-Gruppen und Foren verbreitet. Da deren Betreiber verständlicherweise keine Lust haben, ihre Plattformen als Werbefläche missbrauchen zu lassen, enden diese Versuche aber sehr sicher mit einem Rausschmiss.

Affiliate-Netzwerke bieten oft vorgefertigte Werbemittel an, die zum Beispiel Produktabbildungen und aktuelle Preise einblenden. Oft tracken sie im Gegenzug aber auch Webseiten-Besucher bereits, bevor sie überhaupt den Affiliate-Link anklicken. Sie auf der Website einzubinden, wird so schnell DSGVO-relevant, zudem sperren Adblocker sie häufig aus. Im Zweifel sind Textlinks vorzuziehen. Auch von einem URL-Shortener sollte man Abstand nehmen – und erst recht von Wordpress-Plug-ins, die die Weiterleitung im Rahmen eines Partnerprogramms verschletern. Aus rechtlicher Sicht sind Affiliate-Links klar als solche zu kennzeichnen.

So oder so begibt sich der Influencer in die Hände des Händlers, der die Entgeltsätze jederzeit ändern kann. Und das passiert durchaus: Am 1. November strich Amazon die Provision für Geschenkgutscheine, die für deutsche Partner bei drei Prozent liegt, in den USA komplett. c't liegen zudem Beschwerden von Influencern vor, denen Amazon die Partnerschaft gekündigt und die Auszahlungen eingefroren hat, weil sie angeblich gegen die Teilnahmebedingungen verstossen hätten, indem sie über ihre eigenen Affiliate-Links Sachen kauften. Der allgemeine Tenor ist, dass Amazon für Widersprüche taub sei.

zwischen den Topverdiener und der breiten Masse aber ebenso gern unter den Tisch fallen: So kommen nach Medienberichten nur rund 2 Prozent aller „Patreon-Influencer“ auf den US-Mindestlohn von 1160 Dollar (7,25 Dollar pro Stunde).

Viele unterschätzen den Aufwand, der für vermeintlich hohe Einnahmen betrieben werden muss. Zwar gewinnt und hält man generell Follower nur, wenn man regelmäßig neue und interessante Inhalte produziert. Wer auf Patreon oder Steady höhere Beträge für regelmäßige Veröffentlichungen verlangt, sollte sich jedoch darüber im Klaren sein, dass er den Druck auf sich selbst deutlich erhöht, „abliefern“ zu müssen.

Ein Beispiel ist der Audio-Podcast „Insert Moin“. Bei einem Pledge von 5 Euro und über 770 Patrons nehmen die Influencer Michael Cherdchupan und Manuel Fritsch inzwischen monatlich rund 4100 Euro ein. Dafür haben sie seit November 2010 jeden Tag eine Episode von 30 bis 60 Minuten Länge produziert und mittlerweile die Grenze von 2000 Folgen durchbrochen. Daneben arbeiten Cherdchupan und Fritsch weiter als freie Spie-lejournalisten.

## Sponsored Posts

Mit steigender Reichweite wächst die Chance, als Influencer von Unternehmen angeschrieben zu werden, um einen bezahlten „Sponsored Post“ für ein Produkt oder eine Dienstleistung zu veröffentlichen. Bei diesem sogenannten Native Advertising wirkt eine Anzeige auf den ersten Blick wie ein redaktioneller Beitrag, ist aber ein bezahlter Artikel mit gezielter Werbebotschaft.

Zu finden sind sie auf allen möglichen Plattformen, bei visuell ausgerichteten Kanälen wie Instagram und YouTube kommt das Product Placement als Vorstufe hinzu. Hier wird das Produkt innerhalb des Inhalts platziert, während beim Native Advertising beides gewissermaßen verschmilzt.

Influencer können sich auch selbst um Marketing-Aufträge von Unternehmen bewerben – direkt oder über Plattformen wie tubevertise. Das kann durchaus ein lukratives Geschäft sein. So oder so sollte man bei Sponsored Posts jedoch Vorsicht walten lassen. Wer stumpf als Werbefläche für alle möglichen Produkte herhält, verliert schnell an Glaubwürdigkeit. Fashion-Carpet-Betreiberin Nina

Schwichtenberg lehnt nach eigenen Angaben 70 bis 80 Prozent der Werbeanfragen als unpassend ab – und behält sich stets ein Mitspracherecht vor.

Manche Firmen wollen für die Platzierung nur zahlen, sofern diese nicht als Werbung markiert wird. Wer sich darauf einlässt, betreibt Schleichwerbung. Und das kann durchaus Konsequenzen haben, beispielsweise mit einer Schädigung der Beziehung zur Plattform: So verlangt YouTube in seinen Richtlinien eindeutig, bezahlte Produktplatzierungen und -empfehlungen zu melden und stellt Mittel zur Kennzeichnung entsprechender Video-clips bereit – auch, um eine Werbeanzeige eines eigenen Partners, die in Konflikt mit dem Markenpartner des Influencers steht, durch eine andere zu ersetzen. Zudem entfernt das Portal das Video aus seiner Kids-App.

Mittlerweile hat die Diskussion um nötige beziehungsweise fehlende Kennzeichnungen eine ganz neue Dimension erreicht: Immer wieder flattern Influencern Abmahnungen und Urteile wegen angeblich falsch gekennzeichneter Werbung ins Haus.

Große Wellen schlug das Urteil gegen die Bloggerin Vreni Frost. Sie hatte zwar ein Luftballon-Foto veröffentlicht, bei dem sie auf Marken und Online-Shops verwies – argumentierte jedoch, es handle sich nicht um Werbung, weil sie für die Posts nicht von den Firmen bezahlt

worden sei. Der Verband Sozialer Wettbewerb, ein Verein, der gegen unlauteren Wettbewerb vorgeht, sah das allerdings anders und sendete eine Abmahnung, am Ende musste Frost sogar eine Niederlage einstecken.

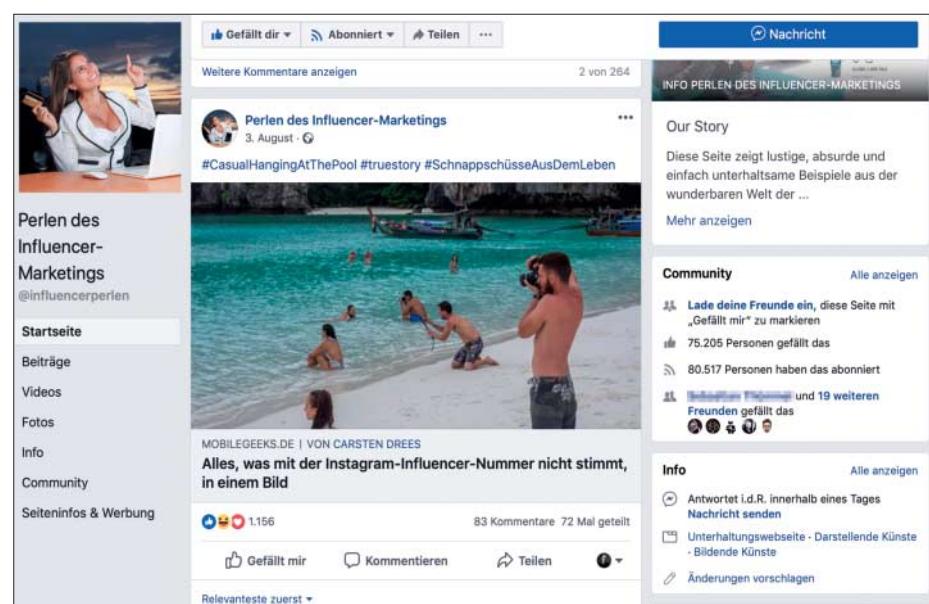
Als Panikreaktion kennzeichnen viele Influencer jetzt praktisch jeden Beitrag als Werbung. Der Frage, wann die Grenze zur unerlaubten Werbung überschritten ist, haben wir daher einen eigenen Artikel ab Seite 126 gewidmet.

## Fazit

Man muss nicht sonderlich viel Hirnschmalz aufwenden, um zu bemerken, dass sich nicht mit ein paar simplen Tricks einfach als Influencer das große Geld verdienen lässt. Ein Nebenverdienst ist allerdings durchaus drin, kann aber mit so viel Aufwand verbunden sein, dass sich das Influencer-Leben nach richtiger Arbeit anfühlt.

Wer sich oder seine Webseite einfach nur als Werbefläche benutzen will, wird sogar mit ziemlicher hoher Wahrscheinlichkeit scheitern – weil er als Social Media Influencer früher oder später nicht mehr authentisch wirkt beziehungsweise weil er als Blogger keinen Mehrwert im Zusammenhang mit den verlinkten Produkten bietet. Im schlimmsten Fall drohen sogar juristische Konsequenzen, wie der nachfolgende Artikel „Gefährliche Posts“ zeigt.

(nij@ct.de) **ct**



Die Facebook-Seite „Perlen des Influencer-Marketing“ sammelt lustige, absurde und unterhaltsame Beispiele aus der (Werbe-)Welt der Influencer.



Bild: Albert Hulm

# Gefährliche Posts

## Werbekennzeichnung im Influencer-Marketing

**Werbung muss auch im Netz gekennzeichnet sein – ein Grundsatz, um den sich viele Influencer lange nicht geschart haben. Inzwischen kam die Quittung in Form von Abmahnungen und Urteilen. Doch damit stieg auch die Verunsicherung: Was darf ich selbst bei meinem Webauftritt noch tun und was lasse ich lieber bleiben?**

**Von Dr. Martin Gerecke**

**D**ie Frage, wann Verlinkungen auf Marken werblich sind und deshalb gekennzeichnet werden müssen, hält Influencer und Unternehmen aktuell in

Atem. Wettbewerbsverbände und Mitbewerber mahnen ihrer Meinung nach falsche oder fehlende Kennzeichnungshinweise bei Instagram und Co. seit Monaten ab. Sicher ist: Ein Hinweis à la „Bezahlte Partnerschaft mit ...“ genügt nicht, um auf der sicheren Seite zu sein.

Sowohl Influencern als auch Unternehmen fällt der richtige Umgang mit der Kennzeichnung von werblichen Beiträgen auf Social-Media-Kanälen wie Instagram, Twitter oder Facebook derzeit schwer. Das verwundert nicht, denn die Rechtslage ist unübersichtlich. Die Folge ist eine hypersensible Branche, die eher zu viel kennzeichnet als zu wenig.

Die Pflicht zur Kennzeichnung werblicher Beiträge im Internet folgt unter anderem aus dem Rundfunkstaatsvertrag (RStV), aus dem Telemediengesetz (TMG) und aus dem Gesetz gegen den unlauteren

Wettbewerb (UWG). Das Nebeneinander der Vorschriften macht die Rechtsanwendung nicht einfacher.

Dabei ist der Sinn der Kennzeichnungspflicht schnell erklärt und sein Nutzen unbestritten: Der Leser soll wissen, wann er es mit Werbung und wann mit einer unabhängigen Meinung zu tun hat. Die verschiedenen Vorschriften zu diesem sogenannten Trennungsgebot haben jeweils ähnliche Voraussetzungen: Zu kennzeichnen ist, wenn der Influencer geschäftlich agiert, er die Absicht hat, Werbung für einen Dritten zu betreiben und dieser Werbezweck verschleiert wird.

Damit die Landesmedienanstalt Verstöße nach dem RStV ahndet, muss es sich bei dem Beitrag des Influencers um Rundfunk oder zumindest um sogenannte fernsehähnliche Telemedien handeln. Das ist bei Fotos und Texten nicht der Fall,

bei YouTube-Videos aber unter Umständen schon. Es kommt hier, wie so oft, auf den Einzelfall an. Fotos und Texte können nach UWG verfolgt werden, aktuell das Einfallstor für Verbraucherschutzverbände.

### Wann muss ich kennzeichnen?

Es gibt Konstellationen, in denen die Pflicht zur Kennzeichnung unzweifelhaft besteht: Wenn der Influencer auf seinem Social-Media-Kanal Produkte bewirbt und hierfür von einem Unternehmen bezahlt wird, er ein kostenloses Testprodukt erhält oder wenn er eigene Produkte präsentiert, muss gekennzeichnet werden.

Umgekehrt scheint es zunächst auch klar, wann keine kennzeichnungspflichtige Werbung vorliegt – nämlich dann, wenn der Influencer rein privat agiert und nur seine eigene unabhängige Meinung äußert.

Doch wann agiert er privat? Das Landgericht Berlin stellte dafür in einer aktuellen Entscheidung (Urteil vom 24. Mai 2018, Az.: 52 O 101/18) auf die Followerzahl ab und folgt dabei einer einfachen Überlegung: Je höher die Zahl der Follower, desto eher sind die Posts geeignet, die Aufmerksamkeit von Unternehmen zu erreichen und deren Interesse zu wecken. Damit steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass sich konkrete Geschäftsbeziehungen anbahnen, aus denen sich dann konkrete wirtschaftliche Vorteile auch für den Influencer ergeben.

Für das LG Berlin war im vorliegenden Fall bei 50.000 Followern die Grenze überschritten. Es entschied, dass eine Influencerin geschäftlich und nicht mehr privat agierte.

Doch alleine von der Anzahl der Follower kann es nicht abhängen. Es muss vielmehr darauf ankommen, ob der Influencer aus seinen Posts einen wirtschaftlichen Vorteil erlangt oder sich damit zumindest in den „Dunstkreis“ von Unternehmen bringen will. Das kann auch schon bei 1000 Followern der Fall sein.

### Markierungen und Links

Auch ohne explizite werbliche Ansprache kann Werbung vorliegen. Aktuell markieren beispielsweise viele Influencer Unternehmen, deren Kleidung oder Taschen sie auf ihren Fotos tragen (sogenanntes Tagging). Die Links führen dann auf die Geschäftsaccounts der Unternehmen. Häufig liegt in diesen Fällen keine bezahlte Kooperation vor: Der Influencer kauft sich

das Produkt selbst und taggt die Unternehmen nur, um seine Follower über die Marke, die er trägt, zu informieren. Dann stellt sich die Frage, ob dies zu kennzeichnen ist. Das Landgericht Berlin hat dies in der oben genannten Entscheidung bejaht und damit eine Abmahnwelle ausgelöst.

Im Ausgangspunkt hat das Landgericht recht: Für die Frage, wann Werbung vorliegt, kommt es nicht darauf an, ob der Post vom Unternehmen bezahlt oder ein Testprodukt überlassen wurde. Der Nutzer soll nur aufgeklärt werden, wenn statt einer privaten, neutralen Meinung der Influencer für Produkte anderer Unternehmen wirbt. Und maßgeblich dafür ist nur, ob der Influencer Werbung für das Unternehmen betreiben will und ob er diese Werbeabsicht verschleiert – unabhängig davon, ob er dazu explizit beauftragt wurde.

Für ein Produkt werben will der Influencer, wenn er das äußere Erscheinungsbild der Posts so gestaltet, dass der Verbraucher ihren kommerziellen Zweck nicht klar und eindeutig erkennen kann. Doch die Abgrenzung der eigenen neutralen Meinung von der Werbung ist nicht leicht. Entscheidend ist das „Wie“ der Darstellung. Indizien für eine getarnte Werbung sind eine reklamehafte Sprache, die Übernahme von Bildmaterial des Produktherstellers, die Beschreibung der Ware im reklamehaften Stil, Kaufempfehlungen oder die Übernahme von Produkt- und Markenslogans. Hingegen ist ein unabhängiger und neutraler Produkttest nicht zu kennzeichnen. Gleiches gilt, wenn ein Produkt negativ bewertet wird.

Seit dem angesprochenen Urteil des LG Berlin kennzeichnet allerdings fast jeder, der bei Instagram eine nicht unerhebliche Followerschaft hat, seine Posts pauschal als „Werbung“. Dieses Overlabelling führt das Trennungsgebot ad absurdum (siehe Kasten „In der Praxis“).

### Kein Werbegehalt, keine Werbung

Natürlich kann man sich die auch vom LG Berlin aufgeworfene Frage stellen, warum Influencer, die in keiner Kooperation mit einem Unternehmen stehen, überhaupt Unternehmens-Accounts verlinken, wenn sie denn keine Werbung betreiben wollen – und ob hierfür nicht auch eine einfache Nennung im Text oder in den Kommentaren als Antwort auf die Fragen der Follower ausreicht.

Dabei hat das Gericht jedoch übersehen, dass das Verlinken und Taggen auf



Aus Panik markieren aktuell viele Influencer einfach alle Posts, in denen Produkte auftauchen, als Werbung.

Social Networks zum Wesen der dortigen Kommunikation gehört. Der Sinn sozialer Netzwerke besteht eben darin, sich mit anderen auszutauschen, sich zu inspirieren und über Verlinkungen, Hashtags und Markierungen Anregungen, Informationen und häufig auch Kritik zu vermitteln. Viele Influencer – gerade im Fashionbereich – interagieren auf diese Weise mit ihren Followern. Die Verlinkung von Marken (genau wie die Verlinkung auf Personen) ist dann häufig nur ein Hinweis auf das Unternehmen, mit dem deren Auffindbarkeit für den Follower erleichtert wird. Eine solche Verlinkung pauschal als Werbung anzusehen, verkennt den Zweck von Social Networks.

Aus diesem Grund sollte im Falle des sogenannten „Eigenkaufs“ eines Produktes zumindest ein Mehr an werblichem Gehalt im Post enthalten sein, damit dieser als Werbung zu kennzeichnen ist (werbliche Ansprache, Kaufappell, Einbindung von Produktslogans, Nennung der unverbindlichen Preisempfehlung, siehe oben).

Auch dabei verbleiben aber Restrisiken und es besteht die Gefahr, dass die eigene unabhängige, positive Meinung als Werbung missverstanden wird (und umgekehrt). Diese Ansicht berücksichtigt dafür jedoch den Umstand, dass der Sinn der Kennzeichnungspflichten immer noch darin besteht, den Nutzer vor verschleierter Werbung zu schützen. Dieser Schutzgedanke würde entwertet, wenn schon die bloße Markierung auf Unternehmen (in einem im Übrigen neutralen, redaktionellen Post) als Werbung aufgefasst wird. Vor solcher „Werbung“ muss der Nutzer nicht geschützt werden. Für diesen Fall wurden die Kennzeichnungsvorschriften und das

## In der Praxis

Die Redaktion hat Instagram-Beiträge bekannter Influencer auf Grundlage der im Artikel angesprochenen Urteile und rechtlichen Bewertungen von Landesmedienanstalten unter die Lupe genommen, um zu schauen, wer der Kennzeichnungspflicht nachkommt und wer sich aus juristischer Sicht in Untiefen bewegt.

Vorbildlich verhält sich beispielsweise Valentina Pahde (577.000 Follower), die bezahlte Beiträge gleich am Anfang deutlich mit „Anzeige“ kennzeichnet. Die darüber noch befindliche Angabe „Bezahlte Partnerschaft mit ...“ alleine würde nach Ansicht der Landesmedienanstalt Nordrhein-Westfalen hingegen nicht ausreichen. Rechtlich problematisch kann es hingegen werden, wenn die Kennzeichnung „Anzeige“ ans Ende eines langen Begleittextes zum Bild gesetzt wird, sodass man sie auf einem Smartphone erst sieht, wenn man mit dem Finger nach oben streicht.

Fast schon zu gut meint es Dieter Bohlen (810.000 Follower), der offenbar nach dem Grundsatz „Better safe than sorry“ fast jeden Beitrag mit „Anzeige“ auszeichnet – selbst wenn diese offenbar privater Natur sind, er keine Marken nennt oder irgendwelche Tags setzt und auch keine Produkte in den Vordergrund rückt.

Bei machen Posts von Kai Pflaume (124.000 Follower) sehen Juristen aller-

dings im Hinblick auf das Urteil des LG Berlin die Grenze eines kennzeichnungspflichtigen Beitrags überschritten. So präsentiert der bekannte TV-Moderator, der nach eigenen Angaben ein ausgewiesener „Sneakerhead“ ist, gerne auf Instagram Schuhe, wobei er Markennamen nennt und passende Tags setzt. Eine Kennzeichnung als Anzeige setzte Pflaume früher nicht, mittlerweile tauchen bei seinen Beiträgen aber schon mal Hashtags wie „#werbungdurchmarkierendermarke“ auf. Die Kennzeichnung „Anzeige“ fanden wir selten – am 20. August zudem mit der Anmerkung „Oh Mann, muss man jetzt immer mit reinschreiben, wenn man irgendwas oder irgendjemand verlinkt.“

Das Hashtag „#werbungwegenmarkenkennnung“ ist mittlerweile bei vielen Influencer-Posts zu finden – häufig aus Unsicherheit nach dem im Haupttext angesprochenen Urteil des LG Berlin. Teilweise findet man das Hashtag auch gleich unter dem Wort „Anzeige“. Damit wollen einige Influencer offenbar ausdrücken, dass die Kennzeichnung als Anzeige in Wirklichkeit nur eine reine Vorsichtsmaßnahme ist, es sich aber tatsächlich nicht um eine bezahlte Werbung handelt. Nur dann stellt sich die Frage, wie der Nutzer noch erkennen soll, wenn eben dieser Influencer wirklich einmal eine Werbung auf Instagram veröffentlicht.

(nij@ct.de)

Trennungsgebot im deutschen Recht nicht aufgestellt.

### Wie man richtig kennzeichnet

Werbliche Beiträge sollten entweder mit „Werbung“ oder „Anzeige“ gekennzeichnet werden. Am sichersten ist nach wie vor die Kennzeichnung über dem oder zu Beginn des Textes neben oder über dem Foto (bei Instagram/Facebook).

Aktuell sieht man oft die Kennzeichnung „Bezahlte Partnerschaft mit ...“. Dieser Hinweis reicht nach Ansicht der Landesmedienanstalt Nordrhein-Westfalen aber nicht aus. Auch Hinweise wie „#sponsoredby“ und „#ad“ sind unzulässig.

Unternehmen haften für die fehlende oder falsche Kennzeichnung der von ihnen beauftragten Influencer. Ihnen ist deshalb zu raten, klare vertragliche Regelungen mit ihren Multiplikatoren zu schließen, in denen die Pflicht zur richtigen Kennzeichnung deutlich adressiert ist.

### Blick in die Zukunft

Die Branche ist in Aufruhr. Da kommt die Initiative des Deutschen Rates für Public Relations (DRPR), der eine neue „Richtlinie zu PR in digitalen Medien und Netzwerken“ vorgelegt hat, gerade recht. Sie ist ein richtiger Schritt zu mehr Transpa-



Alles richtig gemacht: GZSZ-Star Valentina Pahde kennzeichnet vorbildlich.



Dieter Bohlen kennzeichnet bei Instagram fast jeden Post mit „Werbung“.



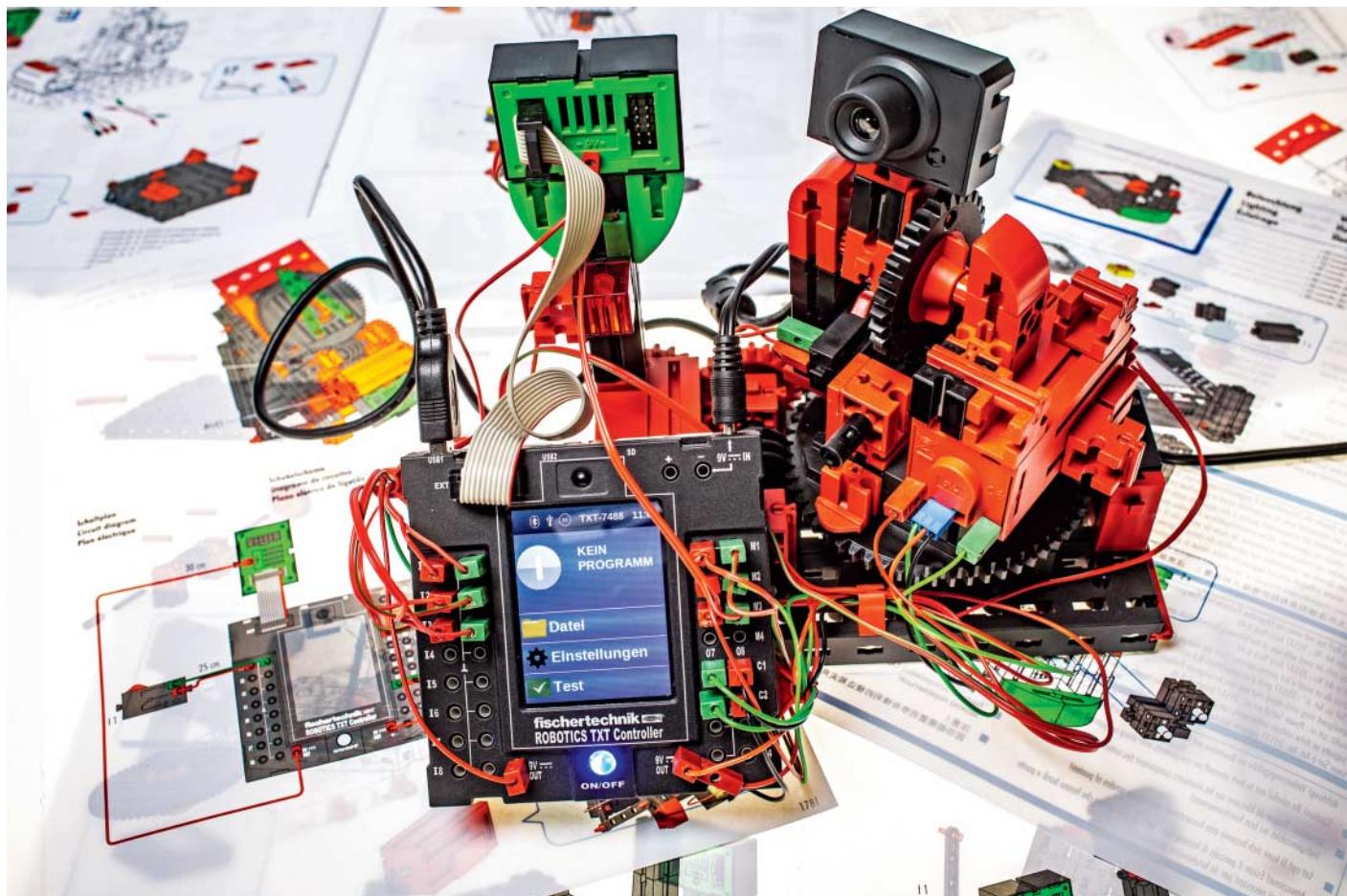
Ist dieser Pflaume-Post als Werbung zu kennzeichnen? Folgt man dem LG Berlin, kann man dies bejahen.

renz. Doch die entscheidenden Fragen klärt der Rat nicht: Müssen Verlinkungen auf Unternehmen wirklich stets gekennzeichnet werden? Wann agiert der Influencer privat? Reicht die Kennzeichnung am Ende des Beitrags? Hier werden Gerichte die Antworten liefern müssen.

(nij@ct.de) **ct**

Der Autor berät als Rechtsanwalt der Wirtschaftskanzlei CMS Unternehmen und Einzelpersonen im Urheber-, Presse- und Äußerungsrecht, im Recht der neuen Medien und im Wettbewerbsrecht. Er ist zudem Lehrbeauftragter an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Anzeige



# Smart Home spielen

## Baukasten FischerTechnik Robotics TXT Smart Home: Lernen, Lachen, Lücken

**Der FischerTechnik-Kasten Robotics TXT Smart Home verbindet Spaß an Zahnrädern, Motoren und Bauklötzchen mit dem spannenden Thema der Hausautomation. Bei der Sicherheit liegt aber noch einiges im Argen.**

**Von Dr. Till Harbaum**

**E**ndlich mal ein Lernpaket, das nach dem Durchspielen nicht nutzlos wird. Mit dem FischerTechnik-Baukasten „Robotics TXT Smart Home“ bekommt man die Technik hinter dem Begriff „Internet der Dinge“ spielerisch in den Griff. Und wechselt dann vom Spielen mit Sensoren und der

USB-Kamera in Anwendungen aus der Erwachsenenwelt. Mit etwas Ausdauer entwickeln Sie damit Ihr eigenes Smart Home.

FischerTechnik bietet das Paket in drei Versionen an. Für Familien und Privatnutzer ist der „Robotics TXT Smart Home“-Baukasten gedacht. Die „Robotics Sensor Station IoT“ richtet sich mit stabiler Stapelbox vor allem an Schulen. Der nötige TXT-Controller nebst Netzteil kostet bei beiden extra, beides ist nur im „Robotics Sensor Station IoT Set“-Kasten dabei. Insgesamt wird das Budget mit knapp 360 Euro belastet – viel Geld für ein paar Klötzen und Kabel. Ist der Kasten das wert?

### Umweltsensor

Das besondere Element aller drei Kästen ist der Umweltsensor. Er basiert auf dem BME680 von Bosch Sensortec und misst

neben Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck auch die Luftqualität.

Im Unterschied etwa zum vielfach verwendeten Feinstaubsensor SDS011 erhitzt der BME680 die Luft sensorintern und trocknet sie damit, bevor er ihren elektrischen Widerstand misst. Auf der Platine des FischerTechnik-Umweltsensors ist außerdem ein 3,3-Volt-Spannungsregler sowie eine Schutzschaltung für den ebenfalls mit 3,3 Volt betriebenen I<sup>2</sup>C-Bus vorhanden. Somit lässt sich der Sensor zum Beispiel auch an einem Arduino betreiben. Passende Bibliotheken gibt es unter anderem von Adafruit. Wie die Bestimmung der Luftqualität aus den Messwerten genau abläuft, erklärt FischerTechnik nicht weiter, und Bosch verbirgt dies in Closed-Source-Bibliotheken. Unser Umweltsensor verlangt zunächst nach

einer Kalibrierung. Dazu reicht es, den Sensor mit etwas „schlechter“ Luft zu versorgen, indem man ihn zum Beispiel ein paar Mal anhaucht oder ihm einen mit Putzmittel beträufelten Lappen vor die Nase, also die geriffelte Öffnung hält.

## Viele bunte Smarties

Der Baukasten enthält 220 Teile. Außer dem Umweltsensor und den bekannten Klemmbausteinen, Kabeln und Steckern ist eine USB-Kamera im Karton. Es ist die gleiche wie schon im Discovery-Set. Außerdem finden sich darin zwei Motoren, einige Taster sowie ein lichtempfindlicher Widerstand und einige Leuchtdioden. Insgesamt beschreibt die Anleitung des Baukastens sechs Modelle, die sich größtenteils mit dem Thema Umweltsensorik beschäftigen. Die Palette reicht von der Helligkeits- und Geräuschmessung über Luftdruck und Luftfeuchtigkeit bis zur Luftqualität und Kameraüberwachung. Das Smart-Home-typische Schalten und Dimmen anhand von Schwellwerten findet im Rahmen der erklärten Modelle komplett im ungefährlichen Spannungsbereich statt.

Der Aufbau der Modelle startet Fischertechnik-typisch mit dem Konfektionieren der Kabel. Während Lego auf mehrpolige, nicht weiter dokumentierte Steckverbindungen setzt, verkabelt man viele Fischertechnik-Komponenten nach wie vor Ader für Ader. Das hat didaktische Vorteile, denn so sieht man, wie viele Verbindungen ein Baustein braucht und ob es dabei – wie bei Leuchtdioden – auf die Polarität ankommt.

Die beiliegende gedruckte Bauanleitung entspricht dem Fischertechnik-System. Wer noch nie etwas nach dem Fi-

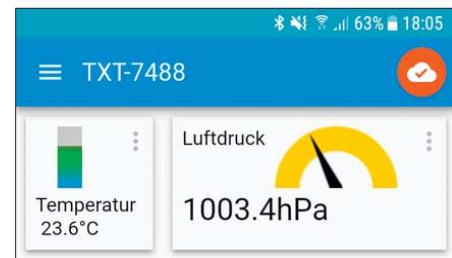
schertechnik-System aufgebaut hat, ist dabei stark gefordert, denn jeder bebilderte Bauschritt verarbeitet deutlich mehr Teile als Lego-Anleitungen. Da es hierbei auf kleine Details, etwa die Ausrichtung der Klötzen ankommt, muss man mehr mitdenken. Die Altersempfehlung „ab 10 Jahre“ könnte also für Kinder, die sich schlecht konzentrieren können, etwas zu optimistisch sein. Die mehrsprachige Bezeichnung in feinstem Bedienungsanleitungsvokabular ist überdies nicht gerade kinderfreundlich und selbst für Erwachsene abschreckend trocken.

Das erste und einfachste Modell stellt eine Helligkeitsgesteuerte Beleuchtung. Abhängig von der per Fotowiderstand gemessenen Umgebungshelligkeit steuert der Controller-Baustein drei Leuchtdioden. Der Aufbau dauert nur ein paar Minuten. Die anschließende Programmierung ist mithilfe des didaktischen Begleithefts aus dem E-Learning-Portal von Fischertechnik schnell erledigt.

Sehr viel besser als die Aufbauanleitung holt nämlich dieses 50-seitige PDF Kinder und Jugendliche mit einfachen Erklärungen ab. Locker, aber auf Augenhöhe führt es zuerst knapp die grundlegenden Begriffe wie Digitalisierung, Internet of Things (IoT) sowie Smart Home und Industrie 4.0 ein.

Das PDF ist didaktisch erstklassig und vorbildlich angelegt: Es findet über die gesamte Distanz einen sehr guten Weg, Kindern Sachen zum Knobeln zu geben und ihnen dabei feindosiert die nötigen Mittel zur Lösung zu zeigen.

Zum Programmieren braucht man die Software RoboPro. Eine CD liegt nicht bei, was kaum ein Problem darstellt, weil viele Computer heutzutage gar kein Lauf-



Mit einem MQTT-Client lässt sich auch ein Smartphone direkt mit dem MQTT-Broker verbinden.

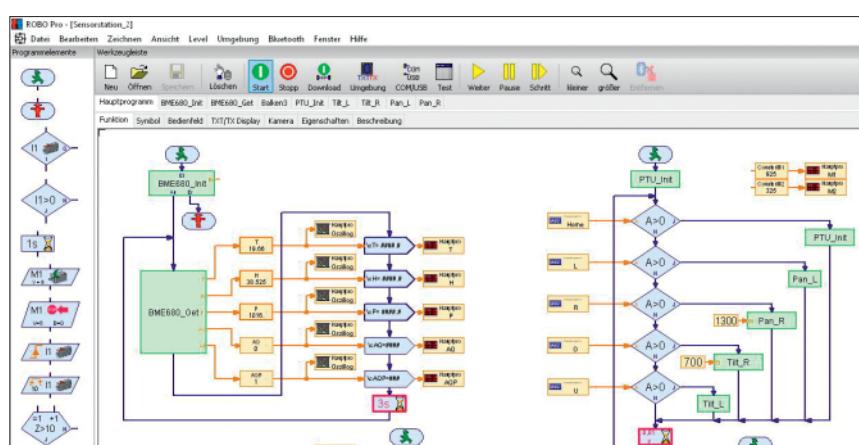
werk mehr haben. Die Software ist an gleicher Stelle zu bekommen wie das Begleit-PDF. Die Software enthält auch eine Art Katalog, der sich „Robotics Terminal“ nennt. Damit lassen sich die mitgelieferten PDFs auswählen, die man öffnen will. Unscheinbar ist, dass sie zwingend den PDF-Reader von Adobe verlangt, obwohl sich die PDFs erwartungsgemäß auch mit anderen Readern öffnen lassen.

Mit jedem weiteren Modell werden andere Sensoren des Baukastens in Betrieb genommen. Für die Lautstärkemessung kommt dabei das Mikrofon der USB-Kamera zum Einsatz. Meistens besteht die Aufgabe darin, Controller und Sensoren sinnvoll miteinander zu verbinden, Fischertechnik-typisch mit einer Prise Mechanik versehen, etwa beim Barometer, das einen motorbewegten Zeiger hat.

Auch im letzten Modell, das sozusagen alle Bausteine ausreizt, kommen Motoren und Getriebe zu Ehren. Die beiden recht kräftigen Encoder-Motoren sind aus früheren Baukästen bekannt. Man kann sie zum Beispiel mit Rädern versehen und damit Roboter bewegen. Generell enthalten die Baukästen nur sehr wenige spezialisierte Teile, sodass sich mit ein wenig Fantasie auch völlig andere Dinge als die beschriebenen Modelle bauen lassen.

Der Schwierigkeitsgrad beim Aufbau und bei der Programmierung steigt über die sechs Modelle gleichmäßig an. Das erste ist so einfach, dass auch Anfänger schnell zu Erfolgserlebnissen kommen.

In weniger als einer Stunde Bauzeit stand schließlich auch das komplexeste Modell fertig vor uns. Wer sich nicht mit der Programmierung beschäftigen will, setzt alle Modelle mit den Beispiel-Dateien im RoboPro-Ordner in Betrieb. Dabei fällt auf, dass man etliche Funktionsblöcke für die nächsten Aufgaben recyceln kann, sie zum Teil nur ein wenig anpassen muss – wie im richtigen Entwicklerleben.



Die grafische Programmierumgebung RoboPro macht auch komplizierte Programme beherrschbar.

## MQTT-Topics für Smart Home TXT

| vom TXT-Controller         |                  |  |
|----------------------------|------------------|--|
| MQTT-Topic                 | JSON-Value       | Bedeutung                                  |
| /j1/txt/<NAME>/i/broadcast |                  | Status-Broadcast vom TXT                   |
|                            | hardwareid       | WLAN-MAC-Adresse, etwa „50F14AFC171E“      |
|                            | message          | immer „init“                               |
|                            | hardware-Model   | immer „TXT“                                |
|                            | software-Name    | immer „TxtSmartHome“                       |
|                            | software-Version | z.Z. immer „1.1.1“                         |
|                            | ts               | Timestamp, etwa „2018-09-01T13:54:23.475“  |
| /j1/txt/<NAME>/i/alert     |                  | Alarm-Nachricht vom TXT                    |
|                            | code             | Alarm-Code (etwa 100 bei Bewegung im Bild) |
|                            | data             | Videodaten bei Alarm                       |
| /j1/txt/<NAME>/i/ptu/pos   |                  | Positionsreport der Kamera                 |
|                            | pan              | horizontaler Winkel Kamerawinkel           |
|                            | tilt             | Neigungswinkel der Kamera                  |
|                            | ts               | Timestamp                                  |
| /j1/txt/<NAME>/i/cam       |                  | aktuelles Kamerabild                       |
|                            | data             | BASE64-kodiertes JPEG-Bild                 |
| /j1/txt/<NAME>/i/bme680    |                  | Werte des Umweltsensors                    |
|                            | aq               | Genauigkeit der Luftqualität               |
|                            | iaq              | Luftqualität (1-500)                       |
|                            | h                | Luftfeuchtigkeit in %RH                    |
|                            | rt               | Lufttemperatur in °C                       |
|                            | p                | Luftdruck in hPa                           |
|                            | ts               | Timestamp                                  |
| /j1/txt/<NAME>/i/ldr       |                  | Werte des Helligkeitssensors               |
|                            | br               | Helligkeit in %                            |
|                            | ldr              | Widerstand Fotowiderstand in Ohm           |
|                            | ts               | Timestamp                                  |

### an den TXT-Controller

| MQTT-Topic              | JSON-Value | Bedeutung   |
|-------------------------|------------|---|
| /j1/txt/<NAME>/o/ptu    |            | Bewegungskommando an Kamera                                   |
|                         | cmd        | Kommando „home“, „stop“, „relmove_right“, „relmove_left“ usw. |
|                         | degree     | bei „relmove_“ zu fahrender Winkel                            |
| /j1/txt/<NAME>/c/cam    |            | Kamerakommandos   |
|                         | on         | ein- oder auschalten (on = true/false)                        |
|                         | fps        | angeforderte Framerate  |
| /j1/txt/<NAME>/c/ldr    |            | Daten von Helligkeitssensor anfordern                         |
|                         | period     | Werte für die angeforderte Datenrate                          |
| /j1/txt/<NAME>/c/bme680 |            | Daten von Umweltsensor anfordern                              |
|                         | period     | Werte für die angeforderte Datenrate                          |

## Grafisch programmieren

Fünf der sechs Modelle bedienen sich anfängerfreundlich und grafisch der Robo-Pro-Programmierumgebung auf einem Windows-PC. Hier zieht man Funktionen aus der Seitenleiste auf eine Arbeitsfläche, verbindet sie zu Schalt- und Ablaufschemata und ergänzt Schaltbedingungen – zum Beispiel ab welchem Schwellwert beim lichtempfindlichen Widerstand der Controller das Licht einschalten soll.

Im Programmfenster kontrolliert man auf die Schnelle, ob die Verbindung zum TXT-Controller steht und ob die Sensoren Werte liefern. Das hilft besonders, um falsch verkabelte Bauteile zu finden.

Die RoboPro-Software braucht keine Internetverbindung, man arbeitet also auf dem lokalen PC. Die Verbindung zum TXT-Controller läuft über USB, WLAN oder Bluetooth. Somit lassen sich die Programme am PC starten und auch was beispielsweise die Kamera erfasst, kann man hier betrachten.

Die fertigen Programme lassen sich wahlweise aus RoboPro direkt in den Flash-Speicher des TXT-Controllers laden, der sie dann von dort ausführt. Eine kleine Schikane gibt es für ältere TXT-Controller: Sie benötigen ein Firmware-Upgrade von der Firmen-Website, damit sie den Umweltsensor unterstützen.

## In die Wolken schieben

Das letzte Hauptmodell, die Sensorstation, kombiniert den Umweltsensor mit einer motorisiert neig- und schwenkbaren Kamera. Didaktisch geht es hier weniger um das Programmieren des Controllers, sondern um den in der aktuellen Firmware vorinstallierten „Cloud/Txt-SmartHome“-Dienst.

Er verbindet den TXT nach Authentifizierung mit Servern von Fischertechnik und lädt die Sensor- und Kameradaten in

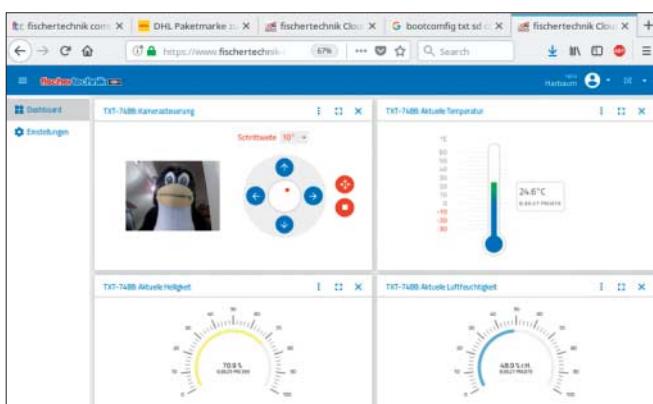
die Cloud. Über einen Webzugang greift man auf sein Modell zu. So kann der Nachwuchs in der großen Pause per Handy prüfen, ob irgendwer zu Hause gerade die Süßigkeitenreserven plündert.

Fischertechnik speichert Cloud-Daten nach eigenem Bekunden in deutschen Rechenzentren. Der Webzugang zu Sensor- und Kameradaten ist verschlüsselt und nur für angemeldete Nutzer möglich.

Die Anmeldung des Controllers bei der Fischertechnik-Cloud ist simpel. Er muss dazu mit dem Internet verbunden sein, am einfachsten per WLAN. Bei jedem Neueinrichten des Cloudzugangs zeigt der Controller einen neuen Koppelungscode. Damit fügt man ihn während der nächsten 30 Minuten im Dashboard seiner Cloudseite seinem Konto hinzu. Über dieses Dashboard greift man auf den Remote-Baustein zu und betrachtet beispielsweise besagtes Kamerabild der Süßigkeitenvorräte.

Im Vergleich zu den älteren Softwareversionen des TXT-Controllers hat die Cloudanbindung einige Änderungen mit sich gebracht: So baute der TXT-Controller anfangs sein eigenes WLAN auf und war somit Zugangspunkt für ein Inselnetzwerk mit dem verbundenen PC. Damit war man sicher vor Angriffen aus dem Internet und dass der SSH-Zugang ungeschützt war, spielte daher keine Rolle.

Spätestens für den Cloudzugang braucht man aber einen Internetzugang, und Fischertechnik entschied Anfang 2017, einen WLAN-Client-Mode nachzurüsten. Damit bucht sich der TXT-Controller im heimischen WLAN ein. Das Anmelden ist durch das Touchdisplay und die darauf eingebundete Tastatur sehr einfach. Der Linux-Kernel des TXT wurde auf Version 4.1.37 aktualisiert. Mit dem Update auf den WLAN-Client-Mode verschafft der TXT folgerichtig den vormalen offenen SSH-Zugang



Per Webbrowser greift man auf die Fischertechnik-Cloud zu.

mit einem Passwortschutz – dabei hat Fischertechnik aber etwas übersehen.

## MQTT als Türöffner

Wir haben uns angeschaut, was technisch hinter dem Cloud-Dienst steckt und sind dabei auf MQTT (Message Queue Telemetry Transport) gestoßen. Das ist ein Protokoll, das mithilfe einer Art Mittelsmann, des sogenannten Brokers, die Kommunikation von Sensoren und Aktoren ziemlich robust und offen für diverse Anwendungen gestaltet.

Der TXT-Controller fungiert dabei als MQTT-Client, die Fischertechnik-Cloud bildet den MQTT-Broker nebst Webinterface. Die MQTT-Verbindung ist per TLS verschlüsselt. Die nötige Konfiguration für das auf dem TXT genutzte Eclipse Mosquitto-Framework legt der Controller während der Einrichtung automatisch an.

Wir waren etwas überrascht, die MQTT-Zugangsdaten auf dem TXT-Controller im Klartext und für den Standard-user RoboPro mit Passwort „ROBOPro“ lesbar vorzufinden. Die entsprechende Datei war über den gänzlich offenen SSH-Zugang des TXT direkt auslesbar, zum Beispiel mit WinSCP. Nur das und Zugang zu seinem Netzwerk braucht man, um einen MQTT-Angriff zu starten. Wir haben dazu die Android-App „IoT MQTT Panel“ genutzt, um mit den abgefischten Zugangsdaten des TXT eine Verbindung zum MQTT-Zugang herzustellen und die Temperatur sowie den Luftdruck darzustellen. Auch die Videodaten der Kamera sind in diesem Datenstrom enthalten.

Die Sensoren sowie die Kamera des TXT lassen sich mit MQTT-Kommandos aktivieren, letztere damit auch drehen und neigen. Sämtliche Topics (siehe Tabelle) bekommen bei MQTT jeweils einen speziellen Usernamen, damit der Broker das richtige Gerät anspricht. In unserem

Der Drahtverhau ist nicht schön, aber die Einzelverkabelung ist didaktisch besser.



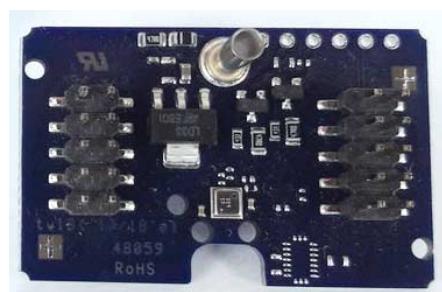
Fall lautete er 327. Wir wollten herausfinden, welche MQTT-Topics der Kasten übermittelt und haben zur Analyse das Eclipse-Tool MQTT-Spy mit dem Fischertechnik-Server verbunden – die Tabelle zeigt die ermittelten MQTT-Topics. Will man das selbst nachvollziehen, muss man natürlich jeweils den Namen aus der eigenen MQTT-Konfiguration einsetzen.

Das kann man natürlich auch positiv sehen. Denn so eröffnet sich dem Nutzer mit MQTT auch die Möglichkeit, den von Fischertechnik didaktisch begleiteten Rahmen zu verlassen und die Sensorstation in ein bestehendes Heimautomatisierungssystem zu integrieren beziehungsweise sie mit MQTT-Apps von Smartphones und Tablets anzusprechen.

## Klaut Daten?

Sicherheitsbewusste wird das offene Scheunentor massiv stören. Ein Angreifer muss nur einmal Netzwerzkugang zu einem für den Cloud-Betrieb eingerichteten TXT erhalten, um sich in wenigen Sekunden Zugang zum MQTT-Datenstrom zu verschaffen. Wir haben Fischertechnik auf diesen Umstand hingewiesen. Fischertechnik will den schlecht konfigurierten SSH-Fernzugang bis Anfang Dezember ganz abschalten. Bis Mitte November bestand die Lücke jedoch weiterhin.

Nach mündlicher Auskunft soll der SSH-Server nach dem Update nur nach Freigabe direkt am Touchdisplay des Controllers starten. Per Default wäre er dann also ausgeschaltet. Zusätzlich soll die MQTT-Konfiguration dann nur noch für den Root-User lesbar sein. Bis vor Kurzem konnte man sich das Root-Passwort über LAN erschleichen. Inzwischen wird es nur noch am Touchscreen angezeigt. Wie man



An den Umweltsensor kann man über seinen durchgeschleiften I<sup>2</sup>C-Bus weitere Sensoren hängen.

am TXT mithilfe des Touchscreens sein Root-Passwort erfährt, erklärt Fischertechnik. Nach dem Update wird man dazu wohl den SSH-Server explizit anschalten müssen – und nachher wieder aus.

## Fazit

Mit IoT verlässt Fischertechnik die bei den Konstruktionsbaukästen ausgetretenen Pfade der Mobilroboter und reinen Mechanik. Die sechs Modelle gewinnen vor allem durch den vielseitig verwendbaren Umweltsensor. Günstigere Alternativen wie OpenHab beziehungsweise Android Things mögen im Funktionsumfang überlegen sein, jedoch fehlt ihnen der didaktische Ansatz für Kinder und Jugendliche.

Bei unseren Tests zeigte sich aber erneut, dass IoT ein IT-Security-Minenfeld ist. Fischertechnik hat sich Mühe gegeben, den Webzugang ihrer Cloud abzusichern. Doch erst mit dem Zustöpseln des SSH-Zugangs wäre auch der MQTT-Zugang nur noch legitimen Benutzern möglich. Bis zum Schließen der Lücken sollte man auf die Verbindung des Controllers zur Cloud verzichten.

(mil@ct.de) ct

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

## Robotics TXT Smart Home

| Smart-Home-Lernpaket |  |
|----------------------|--|
| Hersteller           | Fischertechnik, <a href="http://www.Fischertechnik.de">www.Fischertechnik.de</a>   |
| Teile                | 220 Bausteine, nicht enthalten: TXT Smartcontroller und Stromversorgung (9 Volt)   |
| Funktionen           | 6 Modelle mit Anleitungen, Cloud, MQTT   |
| kompatibel           | andere Fischertechnik-Baukästen  |
| Straßenpreise        | Robotics TXT Smart Home: 160 €, Robotics Sensor Station IoT: 180 €, Robotics Sensor Station IoT Set: 460 €, TXT Smart Home Controller: 160 €, Netzteil: 37 € |



# Hellseher

## Googles Pixel-Smartphones schießen bessere Fotos dank neuem Kameramodus

**Im neuen Nachtsichtmodus nehmen die Google-Pixel-Smartphones auch in der Dunkelheit brillante Fotos auf. Doch sind sie auch besser als die der hochkarätigen Konkurrenz von Huawei, Samsung und Apple? Der Test liefert teils erstaunliche Ergebnisse.**

**Von Robin Brand**

**I**m Dämmerlicht will der Schnappschuss mit dem Handy einfach nicht gelingen: Die magisch glitzernde Skyline präsentiert sich auf dem Display als rauschend-verwackeltes Einerlei. Und den Sternenhim-

mel einzufangen ist ohnehin ein Ding der Unmöglichkeit. Mit einer neuen Funktion für die Kamera der hauseigenen Smartphones will Google dem ein Ende bereiten. Diese kommt per Update für die gesamte Pixel-Reihe – auch die früheren Pixel-Telefone profitieren davon. Die älteren Smartphones der Nexus-Reihe erhalten das Update nicht.

Der Nachtsichtmodus soll – wie der Name schon sagt – Licht ins Dunkel bringen. Das ist durchaus wörtlich gemeint, und zumindest in einigen Situationen distanziert die Pixel-Kamera die Konkurrenz. Fotografiert man etwa mit Stativ ein Stillleben, macht die Kamera Dinge sichtbar, die selbst für das menschliche Auge unsichtbar bleiben. Doch auch beim praxisnäheren Fotografieren aus der freien

Hand weiß der Nachtsichtmodus häufig zu überzeugen.

### Das HDR+-Prinzip weitergedacht

Die Technik hinter dem Nachtsichtmodus ist nicht grundlegend neu, sondern baut auf Googles jahrelanger Entwicklungsarbeit auf, vornehmlich auf der Software, die auch im bereits bekannten HDR+-Modus werkelt. In diesem werden mehrere Aufnahmen zu einem Foto kombiniert.

Auch im Nachtsichtmodus kombiniert der Algorithmus der Kamera-App mehrere Aufnahmen, um mehr Bildinformationen zu sammeln. Nachtsicht wird dem Nutzer in dunklen Situationen automatisch vorgeschlagen. Alternativ kann er

ihn unter „Mehr“ auch bei hellem Umgebungslicht auswählen. Die Einstellung der Belichtungszeiten, also die Zeitspanne, in der der Verschluss geöffnet bleibt und Licht auf den Sensor fällt, nimmt die Software automatisch und treffsicher vor.

Hält der Fotograf das Smartphone in wackligen Händen oder ist Bewegung im Bild, wählt die Software automatisch kürzere Belichtungszeiten, damit das Motiv dennoch scharf dargestellt wird. Sie fügt bis zu 15 Einzelaufnahmen mit Belichtungszeiten von bis zu je einer Drittel Sekunde zu einem Foto zusammen. Dabei dienen scharfe Aufnahmen als Basis, aus den zusätzlichen Fotos zieht die Software weitere Informationen, um das fertige Foto aufzuhellen und die Farben realistisch darzustellen.

### Lange Belichtungszeiten

Ist das Telefon wackelfrei platziert, kombiniert die Software bis zu sechs je eine Sekunde belichtete Aufnahmen. Während das Pixel 2 vom neuen Modus genauso wie das Pixel 3 profitiert, fällt die Qualität der Nachtsicht-Fotos des ersten Pixel deutlich ab. Grund ist die Hardware: Das erste Pixel hat keinen optischen Bildstabilisator verbaut. Der fehlt auch bei den Frontkameras aller Pixel-Smartphones, weshalb die Software im Selfiemodus ebenfalls entsprechend kürzere Belichtungszeiten wählt. Doch auch die Kameras ohne stabilisierte Optik profitieren vom neuen Modus.

Vor allem an der realistischen Farbwiedergabe habe man lange gearbeitet, sagt der zuständige Produktmanager Isaac Reynolds im Gespräch mit c't. Fotografen lieferten Tausende Aufnahmen. Mittels Machine Learning entwickelte Google einen Algorithmus, der aus den spärlichen Informationen, die den Bildsensor in der Dunkelheit erreichen, die richtigen Farben berechnen soll.

### iPhone, Note und Mate im Vergleich

Wir haben den Nachtsichtmodus des Pixel mit anderen Spitzen-Smartphones verglichen. Das Note 9 von Samsung tritt mit Doppelkamera und einer zwischen f/1,5 und f/2,4 verstellbaren Blende an – das lichtempfindlichste Objektiv im Test. Die zweite Kamera nimmt mit Zweifach-Tele und f/2,4 auf. Im iPhone XS kommen eine Weitwinkel- und eine Telekamera entsprechend eines Zweifach-Zooms zum Einsatz. Beide nehmen mit 12 Megapixel auf, wobei

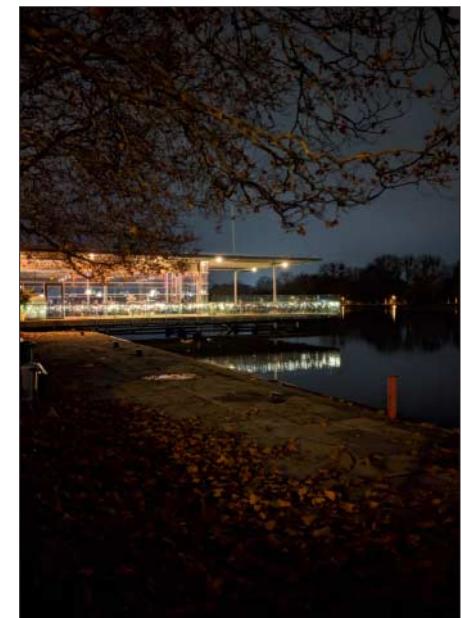
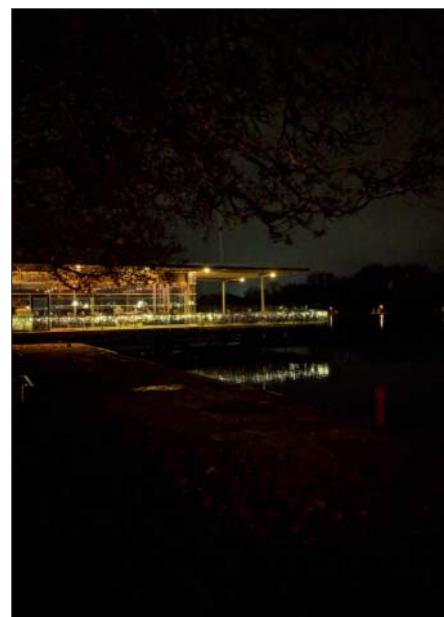
die Weitwinkelkamera mit 1,8er-Blende etwas lichtempfindlicher ist. Das Huawei Mate 20 Pro ist gar mit drei Kameras ausgestattet: eine Normalkamera, ein Dreifach-Tele und ein Weitwinkel. Im Test in c't 25/2018 hatte uns die Vielseitigkeit der Kombination gefallen [1]. Genau wie das Pixel ist das Mate mit einem speziellen Nachtmodus ausgestattet. Google hält dem eine 12,2-Megapixel-Kamera mit Blende f/1,8 und optischem (OIS) und elektronischem Bildstabilisator (EIS) entgegen.

Im Labor besticht das Pixel bei schummrigem Beleuchtung (5 Lux) tatsächlich mit einer treffsicheren Farbwiedergabe und den größten Kontrasten. Auch am Monitor in voller Auflösung sind die Aufnahmen – für ein Smartphone – sehr detailreich. Das Mate 20 Pro, das auf dem Stativ im Labor im Nachtmodus ebenfalls automatisch lange Belichtungszeiten nutzt, fällt in Sachen Helligkeit ein wenig ab. Dafür löst es kontrastreiche Partien im Zentrum des Bildes detailreich auf, hat aber Schwierigkeiten, kontrastärmere Regionen darzustellen. Auch im Randbereich sind schwarze Linien auf weißem Grund klar konturiert. Anders sieht es aus mit einem Metallsieb auf grauem Grund: Die Darstellung gerät insgesamt ein wenig matschig. Im Gegensatz zu den im Labor leicht blaustichigen Farben des Mate 20 Pro wirken die des Note 9 lebendiger. Allerdings ist der Hang des Samsung zum Glattzeichnen zu erkennen, worin es dem iPhone XS ähnelt.

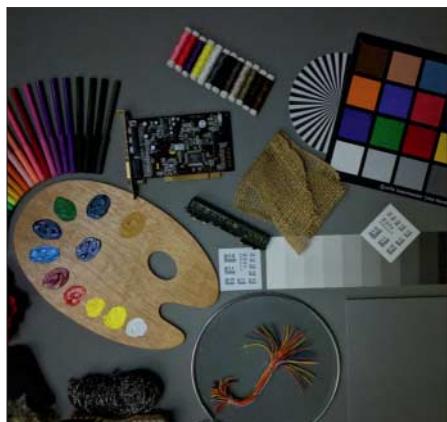
Deutlicher werden die Unterschiede bei 0,5 Lux, was etwa einer vom Vollmond beleuchteten Straße entspricht. Das klar hellste Resultat liefert das Pixel 3. Zumindest auf dem Smartphone-Display betrachtet, setzen sich die im Nachtsichtmodus geschossenen Bilder vom Rest des Testfelds ab. Auch das Mate, das KI-unterstützt das zweithellste Foto schießt, spielt nicht in der gleichen Liga. Die Freude über die dennoch recht ansehnliche Helligkeit des Huawei wird getrübt von einem unschönen gelblichen Schleier, der sich gleich bei mehreren Aufnahmen über den rechten Bildrand legte. Ein Phänomen, das nur im Labor auftrat. Doch auch der Google-Testkandidat bleibt nicht ohne Patzer: In der Detailansicht zeigen sich Pixelfehler. Ganz so treffsicher, wie Google das gerne hätte, „errät“ der Algorithmus die Farben im Dunkeln noch nicht. Das zeigt sich allerdings erst, wenn man stark in das Bild hineinzoomt.

### Nachtmodus macht Pixel-Smartphones besser

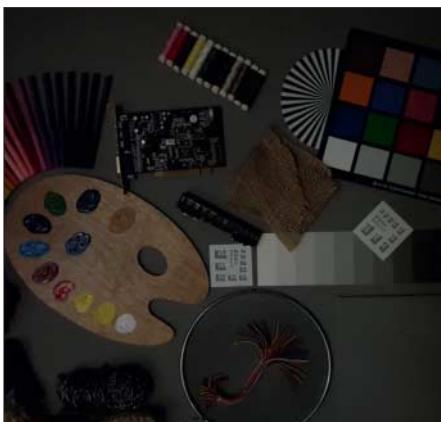
Die Kameras des iPhone XS und des Note 9 haben denen von Mate 20 Pro und Pixel 3 bei 0,5 Lux in puncto Helligkeit wenig entgegenzusetzen. Beim Note 9 verstärkt sich das Rauschen im Vergleich zur Testaufnahme mit 5 Lux merklich. Das iPhone XS hat mit den Lichtverhältnissen noch größere Probleme. Es liefert das dunkelste Foto der getesteten Smartphones ab. Im



Deutlich fällt der Unterschied im Vergleich zu Fotos aus, die mit dem Pixel 3 ohne Nachtsichtmodus geschossen wurden. Ganze Bildpartien, die zuvor im Dunkel verschwanden, werden sichtbar.



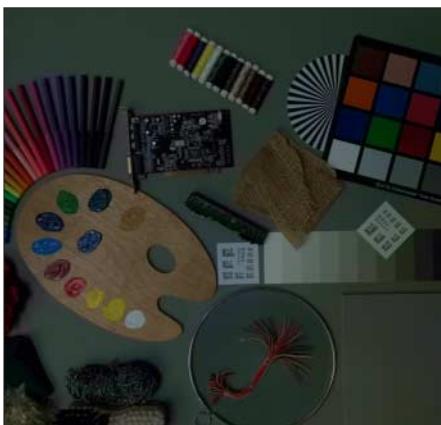
Google Pixel 3



Samsung Note 9



Apple iPhone XS



Huawei Mate 20 Pro

Bei schwierigen Lichtbedingungen (0,5 Lux) schießt das Pixel 3 hellere Fotos als Note 9, iPhone XS und Mate 20 Pro. Das gilt zumindest dann, wenn das Handy ruhig platziert ist und lange Belichtungszeiten verwenden kann.

Randbereich sind große Teile des Motivs nicht mehr zu erkennen.

Das soll der Kamera des Note 9 und der des iPhone XS die Qualität nicht absprechen – und bei Tageslicht sieht die Sache ohnehin anders aus. Dort gehören die Kameras der vier getesteten Smartphones allesamt zu den besten auf dem Markt. Ohne Nachtmodus hatten unsere Messungen im Test des Pixel 3 noch gezeigt, dass die Pixel-Kamera unter schwachem Umgebungslicht zwar geringfügig weniger rauschte als die der 2er-Pixel, sich aber der des Note 9 geschlagen geben musste. Deutlich fällt der Vergleich zwischen Pixel ohne Nachtsicht und mit Nachtsicht aus. Sowohl in Sachen Helligkeit als auch in puncto Detailreichtum ist Nachtsicht ein deutlicher Schritt nach vorne.

Doch was bedeutet der neue Modus nun für Smartphone-Fotografen in der Praxis, abseits von Testcharts und Stativen? Tatsächlich holen Pixel 2 und 3 in den meisten dunklen Situationen mehr aus

den Fotos als die anderen Testgeräte – zumindest in Sachen Helligkeit.

Erstaunlich performant zeigen sich die Pixel-Smartphones, wenn der Nachtmodus lange Belichtungen wählen kann. Auf einem festen Untergrund platziert, bildet das Pixel 3 den Lichterglanz einer nächtlichen Skyline besser ab als die Konkurrenz. Deutlich wird das gerade bei Motiven mit hohem Dynamikumfang. Steht etwa eine Gruppe Menschen im Dunkeln vor einem erleuchteten Gebäude, schafft es das Pixel, sowohl die Personen als auch den Hintergrund ausgewogen abzubilden – vorausgesetzt, die Personen bewegen sich während der Aufnahme nicht.

### Die Grenzen der Kamera

Dass Google kein Wundermittel für gelungene Schnappschüsse unter trüben Bedingungen gelungen ist, verdeutlichen indes gleich mehrere Szenarien. Gerade bei Aufnahmen in der früh-abendlichen Dämmerung neigt der Nachtmodus zu einer

künstlichen Helligkeit, die so in der Realität gar nicht vorhanden war. Helle Partien in einer nächtlichen Szene, etwa Laternenlicht, werden häufig überbelichtet. Die Farben, die das Mate 20 Pro im Dämmerlicht abbildet, wirken im direkten Vergleich natürlicher. Allerdings glättet das Mate, genau wie iPhone und Note 9, stärker, wodurch Details verloren gehen. Ein mit Herbstlaub bedeckter Boden erinnerte auf mehreren Aufnahmen des Mate mehr an Aquarelle denn an Fotografien. Weniger stark ausgeprägt war dieser Effekt bei iPhone XS und Note 9.

Je dunkler es ist, desto stärker setzt sich die Pixel-Kamera von den Wettbewerbern ab. Hier kommt dem Fotografen auch der Hang der Software zugute, die Realität ein wenig aufzuhellen. Im schummrigen Licht einer Bar etwa macht die Smartphone-Kamera Schriften sichtbar, die das menschliche Auge nicht mehr wahrnimmt. Während diese Helligkeit teils unnatürlich gerät, werden die Farben auch im Alltag realitätsnah abgebildet.

Schwerer tut sich die Software dagegen wenig überraschend mit Bewegung im Bild. Passanten, die durchs Motiv laufen, werden in aller Regel unscharf dargestellt. Noch ist Googles KI nicht so weit, einen Frame mit besonders kurzer Belichtungszeit einzufrieren, und mit weiteren Belichtungen aufzuhellen. Relativ stabil weiß der Nachtsichtmodus dagegen das leichte Zittern des freihändig Fotografierenden auszugleichen – den minimalen Versatz zwischen den Aufnahmen nutzt die Software zum Vorteil des Fotos, um weitere Informationen zu generieren. Die jeweiligen Belichtungszeiten wählt die Software sehr treffsicher.

### Fazit

Mit dem Nachtsichtmodus hat Google die ohnehin schon gute Fotoqualität seiner Highend-Smartphones weiter verbessert und setzt sich bei schlechten Lichtverhältnissen an die Spitze des Testfelds. Auf dem Smartphone wissen die Fotos zu überzeugen, werden diese auf dem Monitor betrachtet, großformatig ausgedruckt oder ist Bewegung im Spiel, offenbaren sich weiterhin die Grenzen der Smartphone-Fotografie.

(rbr@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Jörg Wirtgen, Huawei Mate 20 Pro im Test, c't 25/2018, S. 94

Anzeige

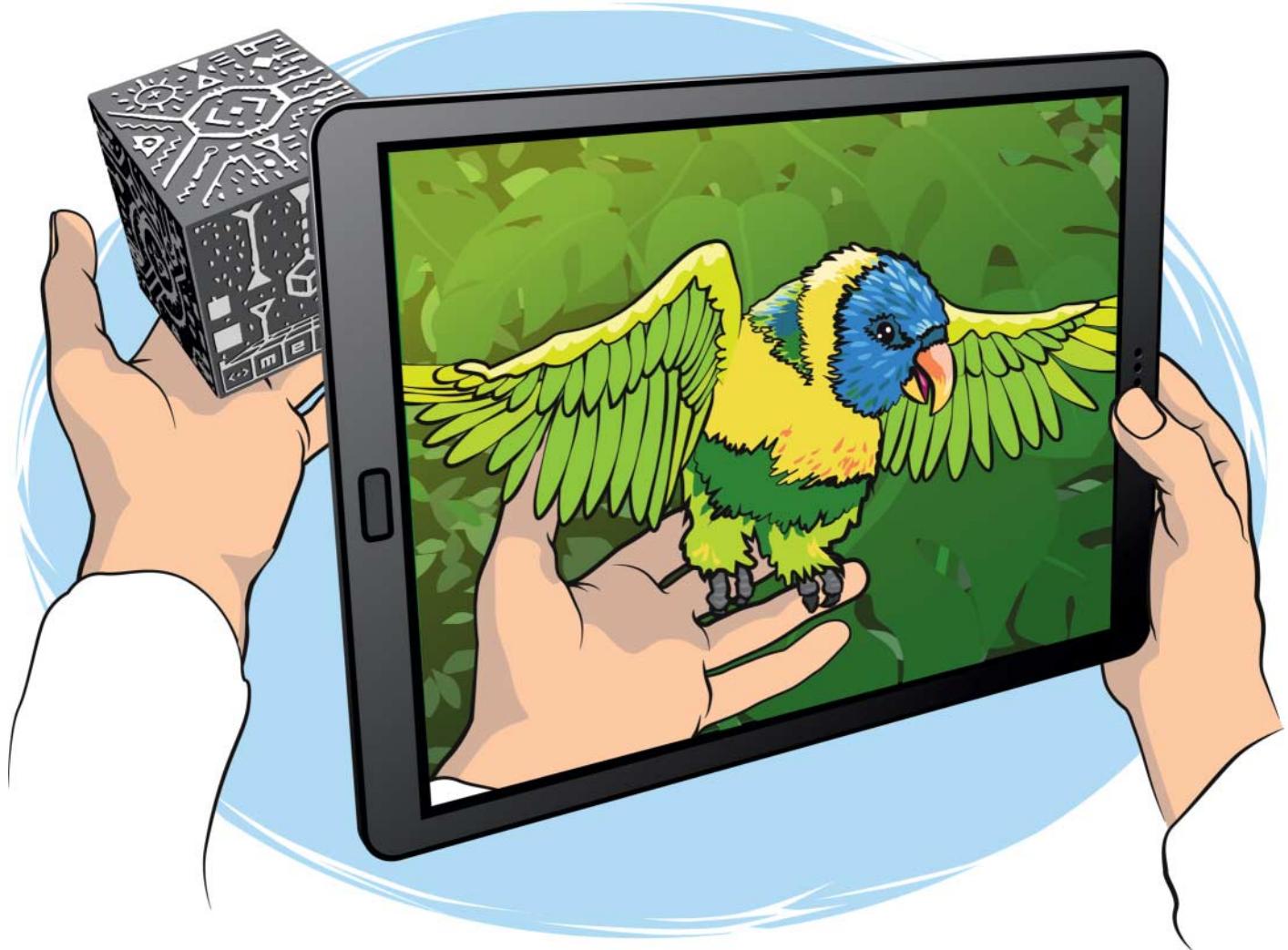


Bild: Rudolf A. Blaha

# Erweiterte Realität zum Drehen

## Mit dem Merge Cube wird AR anfassbar

**Für unterhaltsame Spielereien mit Augmented Reality ist keine Spezialausrüstung nötig: Sie benötigen nur ein Smartphone oder ein Tablet sowie einen AR-Tracker wie den Merge Cube. Mit unserer Anleitung ist dieser Würfel ganz fix zusammengebaut. Dann kann es losgehen auf einen ersten Ausflug ins Sonnensystem.**

**Von Mirek Hančl**

**E**rweiterte Realität, auch Augmented Reality oder kurz AR genannt, trifft man inzwischen in vielen Alltagsbereichen an, beispielsweise in der beruflichen Bildung oder bei Kunst-Events wie dem AR-Festival „iJacking“ in Hannover [1]. Wer die Technik selbst einmal ausprobieren möchte, findet im Play Store und im App Store eine ganze Reihe AR-Apps. Damit zu experimentieren macht schon kleinen Kindern Spaß und für Schüler kann es je nach Inhalt der App richtig lehrreich sein, die Planeten des Sonnensystems oder die menschlichen Organe von allen Seiten zu betrachten.

Weil AR absolut gruppentauglich ist, eignen sich die Apps auch gut für den Einsatz im Klassenzimmer. Die Schüler verschwinden nicht jeder für sich hinter einer Brille in einer eigenen virtuellen Welt, sondern erleben die erweiterte Realität gemeinsam mit anderen – und das ganz ohne dass die Apps einen Mehrspielermodus bieten müssten.

### Erst basteln, dann staunen

Um das einmal selbst auszuprobieren, benötigen Sie lediglich ein halbwegs aktuelles Smartphone oder Tablet mit Kamera und Gyrosensoren und einen sogenannten AR-Marker. Als Marker dient in der Regel eine Grafik oder ein Objekt, das bestimmte visuelle Trigger enthält. Sobald die AR-App diese Trigger erkennt, zeigt sie ihre virtuellen Zusatzinformationen an. Dazu muss die App vorab auf die Marker trainiert worden sein – so erklärt es sich, dass nicht alle Marker von jedem AR-Framework unterstützt werden.

Der „Merge Cube“ ist ein solcher Marker oder genauer: Jede seiner sechs Würfelseiten enthält einen Marker. Wenn man den Würfel bewegt, sind maximal drei Marker gleichzeitig im Kamerabild

sichtbar, sodass eine App die Bewegung des Würfels in der Hand genau erkennen und die Animation des virtuellen Objekts passend darstellen kann. Der Merge Cube ist also eine Art haptischer Controller: Mit ihm läuft die AR-Steuerung runder und unterhaltsamer als mit zweidimensionalen Markern. Den handtellergroßen Würfel kann man aus Schaumstoff fertig kaufen oder mit dem Bastelbogen, den Sie unter [ct.de/ybrj](http://ct.de/ybrj) herunterladen können, selbst basteln.

Eine ganze Reihe von Apps ist mit dem Merge Cube kompatibel, darunter viele, die man kostenlos nutzen kann. Sie lassen sich wahlweise auf einem Smartphone oder auf einem Tablet ausprobieren. Kleine Kinderhände können zwar ein Smartphone besser halten – andererseits macht das Betrachten der virtuellen AR-Inhalte auf dem größeren Tablet-Bildschirm mehr Spaß. Die Lösung: Spielen Sie mit! Sie halten den Würfel und der Nachwuchs turnt mit dem Tablet in beiden Händen um Sie herum.

Falls Sie richtig auf den Geschmack kommen, lohnt sich langfristig der Kauf eines fertigen Würfels. Er ist bedeutend stabiler, sodass die AR-Steuerung damit noch flüssiger funktioniert als mit dem Pappwürfel. Doch fürs Erste genügt ein selbstgebastelter Würfel völlig. Dafür drucken Sie den Bogen am besten auf dünnem Karton aus und stopfen den fertigen Würfel mit Bastelwatte aus. Noch stabiler wird das Ganze, wenn Sie aus der Legokiste der Kinder ein paar Steine stibitzen, die Sie zu einem Würfel mit sechs Noppen Kantenlänge zusammenbauen und mit



Den Papierbastelbogen können Sie auf einen Lego-Block kleben. Das verleiht der Papiervorlage mehr Stabilität.

Erkunden Sie mit dem Merge Cube und der App **Galactic Explorer** unser Sonnensystem im Miniaturformat.



dem Bastelbogen bekleben. Dazu müssen Sie die Druckgröße auf 91 % reduzieren, damit es perfekt um den Legowürfel passt.

### Erste Realitätserweiterung: das Sonnensystem

Für die erste Erkundungstour laden Sie sich die kostenlose App **Galactic Explorer** herunter. Beim Start fragt die App, ob Sie einen Würfel besitzen, was Sie mit „Ich habe einen!“ bejahen. Die folgende Abfrage nach einem Aktivierungscode können Sie überspringen, falls Sie mit der Papierversion spielen. Anschließend wählen Sie den Phone-Modus: Das bedeutet nur, dass die Bildwiedergabe auf dem kompletten Display erfolgt und nicht zerteilt in zwei Bilder wie beim VR-Modus. Die App wünscht sich schließlich noch Kamera- und Fotozugriff, um den Würfel zu tracken und Bilder abspeichern zu können.

Legen Sie den Würfel auf einen Tisch und achten Sie darauf, dass er ausreichend beleuchtet wird, damit die App ihn besser erkennen und die Marker flüssig verfolgen kann. Beim Versuch, den Würfel einzufangen, ist zu Beginn etwas Geduld gefragt: Je mehr Sie üben, desto schneller wird es Ihnen gelingen! In der oberen linken Ecke sehen Sie zwei Pfeile. Ein Tipp darauf blendet das Menü ein, über das Sie – sofern vorhanden – zusätzlich noch das Kamerlicht einschalten können. Oben rechts finden Sie das Aufnahme-Icon, mit dem sich Spielaktionen aufzeichnen lassen.

Sobald Galactic Explorer den Würfel erkennt, erscheint wie von Geisterhand unser Sonnensystem auf dem Bildschirm: Die Sonne überdeckt dabei den Würfel, während sich die Planeten um die Sonne bewegen. Laufen Sie mit dem Mobilgerät um den Würfel herum, um die Planeten gezielt zu verfolgen. Wenn Sie auf die Sonne

tippen, zoomt die App stark heran und blendet die umliegenden Planeten aus. Versuchen Sie doch einmal, die Sonne komplett sichtbar auf dem Bildschirm einzufangen, in dem Sie Ihr Gerät entsprechend bewegen. Die Großansicht schließen Sie durch erneutes Antippen.

Entdecken Sie in aller Ruhe unser Sonnensystem: Finden Sie Uranus, die Saturnringe und die ISS? Sobald Sie einen Planeten in den Fokus holen, blendet die App einen Info-Button ein. Hinter diesem versteckt sich eine virtuelle Infotafel, die Fakten zum Planeten anzeigt. Ein erneuter Tipp auf die Infotafel schließt sie und der Planet ist wieder groß sichtbar.

### Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

#### Spielereien mit dem Merge Cube

Smartphone oder Tablet mit Kamera und Gyrosensoren, Drucker, Papier, Schere, Klebstoff, eventuell ein paar Legosteine – die Apps verlangen zum Teil eine Registrierung mit E-Mail-Adresse

Grundlegende Kenntnisse im Umgang mit Tablet oder Smartphone

etwa 20 Minuten Vorbereitung

Kinder ab circa 8 Jahren legen allein los, jüngere Kinder werden durch Eltern oder ältere Geschwister unterstützt.

kostenlos



Wo war doch gleich das Herz und wo die Lunge? Mit der App Mr. Body erkundet man die Organe des menschlichen Körpers.

Wenn Sie zu zweit sind, können Sie aus der Navigation auch ein Spiel machen: Der mit dem Mobilgerät bleibt starr stehen und gibt Anweisungen, wie sich derjenige, der den Würfel in der Hand hält, bewegen soll. Achten Sie aber darauf, dass jeder einmal die Sonne sein darf!

## Zweite Realitätserweiterung: der menschliche Körper

Für die zweite App, **Mr. Body for Merge Cube**, benötigen Sie kein Benutzerkonto. Der Phone-Modus funktioniert hier wie beim Galactic Explorer. Auch diese App verlangt Kamera- und Fotorechte. Mit Mr. Body entdecken Sie den menschlichen Körper von innen. Aber keine Angst: Auch zarte Geschöpfe fallen hier nicht so leicht in Ohnmacht. Die App zeigt eine Comicfigur, realitätsnahe Fotos muss man nicht befürchten. Eine kleine weiße Raute hilft dabei, die Organe präzise anzuvisieren. Im Körper ist es naturgemäß etwas eng, da erwischt man statt Herz schon mal die Lunge. Auch hier gilt: Übung macht den Oberarzt!

Sobald Sie ein Organ ausgewählt haben, erscheint es in Großaufnahme mit quietschbunten Knöpfen. Drücken Sie auf die Knöpfe, um Infotafeln mit nützlichem Wissen zu den Aufgaben und Eigenschaften des Organs einzublenden.

Machen Sie mit Ihrer Familie oder Ihrer Klasse doch eine abwechslungsreiche Spielerunde aus den beiden Apps. Erstellen Sie zunächst eine Liste mit Quizfragen und Antworten. Hier haben wir ein

paar mögliche Fragen zum Einstieg: Wie wird Pluto seit 2007 offiziell genannt (Asteroid #134340)? Welche drei wichtigen Aufgaben hat die Leber (Blut reinigen, Verdauungssäft produzieren, Energie speichern)? Was macht der Occipitallappen (visuelle Verarbeitung)?

Es geht bei diesem Quizspiel nicht darum, die Antworten bereits auswendig zu kennen, sondern darum, in möglichst kurzer Zeit die richtige Antwort in den Apps und mithilfe des Merge Cubes zu finden. Spielen Sie in kleiner Runde reihum jeder gegen jeden, in großen Gruppen in zwei Teams gegeneinander. Die Mitspieler lesen die Frage vor und stoppen die Zeit, während der aktive Spieler Treffsicherheit mit Kamerabild, Touchscreen und Merge Cube beweist.

## Dritte Realitätserweiterung: Satellitendaten live

Mit der kostenlosen App **HoloGlobe** ist spektakulärer Erdkundeunterricht möglich. Laden Sie sich die App im Play Store oder App Store herunter und starten Sie sie im Phone-Modus. Achtung, die App lädt Live-Daten herunter. Sie sollten sie daher am besten im WLAN nutzen.

HoloGlobe blendet erst dann das Livebild der Erde ein, wenn die App den Würfel erkennt. Bis dahin erscheint nur ein statisches Bild unseres blauen Planeten. Sobald der Würfel erkannt wurde, können Sie durch Bewegen des Würfels in der Hand die virtuelle Erde rotieren lassen.



Erdkunde interaktiv: Die App **HoloGlobe** blendet Echtzeitdaten ein, beispielsweise die für seismische Aktivitäten.

Die Bedienung des Menüs, das rund um die virtuelle Erde angeordnet ist, erschließt sich nicht intuitiv, daher hier ein paar Tipps für den Einstieg: Richten Sie den Blick auf die Erde zunächst so aus, dass Sie den Button mit dem grünen Pluszeichen gut sehen. Tippen Sie darauf und dann links auf „S-NPP“, um die Daten des Wettersatelliten Suomi NPP anzeigen zu lassen. Wählen Sie die Darstellung der Echtzeitdaten (Earth in Real Time), indem Sie oben den hellblauen Pfeil nach rechts antippen. Tippen Sie nun noch oben auf den pinken Satelliten, so dass an seiner Stelle ein pinkes EKG-Muster erscheint. Das blendet ein Kontextmenü ein, über das sich diverse Wetterphänomene abrufen lassen.

## Erdbebengebiete, Niederschlag und Wirbelstürme

Tippen Sie im oberen Menü mehrmals auf das erste Globussymbol von rechts, um die Kontinentalplattengrenzen (Plate Boundary) anzuzeigen. Wählen Sie rechts unten das Symbol für die Echtzeitanzeige der Erdbeben weltweit aus. Das Laden der Live-Daten kann etwas dauern.

Die zuletzt registrierten Erdbeben zeigt HoloGlobe als verschiedenfarbige Punkte auf dem Globus an. Die Farbe steht für die gemessene Tiefe des Erdbebens, die genaue Zuordnung in Kilometern unter Tage finden Sie in der Legende unterhalb der Erde. Indem Sie den Merge Cube auf das Mobilgerät zu bewegen, können Sie an den Index heranzoomen. Drehen Sie die Erde, um die Legende zu finden, die die verschiedenen Farben der Kontinentalplattengrenzen erklärt. Unter anderem werden sich aufeinander zubewegende Kontinentalplatten an ihren Grenzen in rot und sich voneinander weg bewegende Platten in lila dargestellt. Ob wohl gerade seismische Aktivitäten am Pazifischen Feuerberg stattfinden?

Weiter geht es mit den aktuellen Niederschlägen. Tippen Sie im oberen Menü mehrmals auf das zweite Globussymbol von rechts, um die Ländernamen anzuzeigen (Countries). Wählen Sie links mittig das Symbol für die Echtzeitanzeige des atmosphärischen Niederschlags (Precipitation) aus. Da die App nicht nur die aktuellen Niederschlagswerte lädt, sondern auch Informationen zu den Niederschlägen über einen längeren Zeitraum, dauert das Laden deutlich länger, um eine Animation darstellen zu können. Die Bedeutung der dargestellten Farben in Millimeter



Hochgeladene Objekte erhalten einen sechsstelligen Code, über den die Object-Viewer-App sie findet und zum Betrachten herunterlädt. Probieren Sie 49G WX9.

Niederschlag pro Stunde finden Sie unterhalb der Erde in einem Index erklärt. Wenn Sie den Niederschlag rund um den Globus betrachten, finden Sie bestimmt den einen oder anderen Hurrikan, der gerade seine Bahnen zieht.

### Eigene 3D-Objekte finden

Die drei genannten Apps sind perfekt für den Einstieg in die Handhabung des Merge Cubes. Der Würfel kann aber noch mehr. Mit der kostenlosen App **Object Viewer** lassen sich beliebige 3D-Objekte betrachten – das können selbst erstellte 3D-Objekte oder Werke anderer Anwender sein. Falls Sie von anderen erstellte 3D-Objekte anschauen möchten, werden Sie im Internet schnell auf [poly.google.com](http://poly.google.com) fündig. Auf der von Google bereitgestellten Plattform kann jeder Mann 3D-Objekte hochladen. Sie sind von den Urhebern überwiegend per Creative Commons-Lizenz freigegeben.

Geben Sie im Suchfeld einen Begriff ein, zu dem Sie ein 3D-Objekt suchen. Nutzen Sie dabei englische Begriffe, da noch keine automatische Übersetzung vorgenommen wird. Stellen Sie den Suchfilter auf „Remixfähig (CC-BY)“. Wenn Sie etwas Passendes gefunden haben, öffnen Sie die Vorschau, um das Objekt groß angezeigt zu bekommen. Sie können es am PC mit gedrückter Maustaste oder am

Tablet mit einem Fingerwisch drehen und von allen Seiten begutachten. Gefällt es Ihnen, finden Sie rechts unterhalb der Ansicht den Download-Link.

Poly bietet Downloads in unterschiedlichen Dateiformaten an. STL ist ein gängiges 3D-Format, das Objekte jedoch ohne Textur speichert. OBJ ist ein weiteres verbreitetes Format, zu dem oft eine MTL-Datei mit angeboten wird. Diese enthält die Materialien (Texturen) für das Objekt. Laden Sie daher wann immer möglich die OBJ-Datei herunter. Sie erhalten ein ZIP-Archiv, das OBJ- und MTL-Datei enthält. Poly weist Sie darauf hin, dass Sie den Urheber nennen müssen. Das ist insbesondere dann wichtig, wenn Sie die Objekte für Unterrichtszwecke nutzen wollen.

Eine weitere Plattform für 3D-Objekte im STL-Format ist **Thingiverse**, welche primär für 3D-Druckformen gedacht ist. Wer möchte, kann auch eigene 3D-Objekte kostenlos auf [www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com) [1] erstellen und über die Schaltfläche „Exportieren“ als STL oder OBJ herunterladen.

Um Ihre Fundstücke aus dem Internet als AR-Inhalt anschauen zu können, besuchen Sie nun zunächst die Seite [www.miniverse.io](http://www.miniverse.io). Klicken Sie rechts oben auf das Menü mit den drei Strichen und auf Registrieren/Anmelden. Nach erfolgter Registrierung beziehungsweise Anmeldung können Sie auf der Seite über das Menü „Meine Objekte“ auswählen. Laden Sie das im vorherigen Schritt heruntergeladene 3D-Objekt im STL- oder OBJ-Format hoch. Aktuell sind Uploads bis 100 MB in sieben Formaten möglich (BLEND-, DAE-, FBX-, GLTF-, OBJ-, STL- und ZIP-Format). Nach dem Upload zeigt Ihnen die Galerie den sechsstelligen Objektcode an. Diesen benötigen Sie, um im nächsten Schritt das Objekt in der erweiterten Realität zu betrachten.

Installieren und starten Sie auf Ihrem Mobilgerät die kostenlose App Object Viewer, bestätigen Sie wie gehabt, dass Sie einen Würfel besitzen und wählen Sie den Phone-Modus. Geben Sie den sechsstelligen Code ein und laden Sie das Objekt herunter. Wenn Sie nun den Merge Cube anvisieren, können Sie Ihr Objekt von allen Seiten betrachten. Nach einem Tipp auf das Objekt erscheinen Buttons, mit denen Sie es skalieren und im Kamerabild „stempeln“ können. Im Gegensatz zu der Stempelfunktion in Bildbearbeitungsprogrammen handelt es sich um einen dreidimensionalen Klon des Objekts, den Sie nun

## VR-Modus

Der VR-Modus bietet eine weitere Möglichkeit, mit dem Merge Cube zu spielen. Diese Variante bietet sich an, wenn Sie oder Ihr Nachwuchs allein Zeit mit dem Würfel verbringen wollen: Die für diesen Modus notwendige VR/AR-Brille schottet den Spieler von seiner Umwelt ab. Einen Vorteil bringt auf jeden Fall: Sie haben beide Hände frei, um den Würfel zu bewegen. Für eine solche Brille müssen Sie allerdings nicht Ihr komplettes Weihnachtsgeld verplanen – eine simple Pappbrille, die Sie sich vors Gesicht schnallen und in der Sie das Smartphone befestigen können, genügt. Bequemer wirds mit Brillen kommerzieller Anbieter. In ihnen findet das Telefon mehr Halt und sie sitzen durch das verwendete Gummimaterial komfortabler. Achten Sie bei allen Brillen darauf, dass die Kamera des Smartphones nicht verdeckt wird.

Spiele machen im VR-Modus sogar noch mehr Spaß als im Phone-Modus: Der Merge Cube dient dort als Game-Controller. Testen Sie zum Beispiel Ihre Geschicklichkeit im Spiel **Tiltball**. Es gilt, einen Ball geschickt über einen Hindernisparcours zu steuern. Er darf nicht vom Weg abkommen und ins Wasser fallen.

auch ohne den Merge Cube von allen Seiten betrachten können, indem Sie mit Ihrem Smartphone oder Tablet um das virtuelle Objekt herumgehen. Verschönern Sie doch mit Ihrer Familie den Garten durch virtuelle Flora und Fauna oder testen Sie vor dem Kauf, wie sich ein neues Sofa im Wohnzimmer machen würde! Eine Bitte zum Schluss: Achten Sie bei allen AR-Spielereien darauf, dass Sie nicht gegen die nächste Straßenlaterne laufen oder über den Couchtisch stolpern!

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

## Literatur

[1] Lea Lang, In Bits statt Bronze, AR-Festival iJacking lockt durch Hannovers Innenstadt, c't 21/2018, S. 68

[2] Martin Reche, Kinderspiel, Mit Tinkercad einen Roboter modellieren, c't 14/2016, S. 162

**Bastelbogen Merge Cube:** [ct.de/ybrj](http://ct.de/ybrj)

# Lichtfunk

## Funkgesteuerter 1000-Watt-DMX-Dimmer im Selbstbau

**Geräte für die Lightshow, die sich digital per DMX fernsteuern lassen, sind nicht billig, erst recht, wenn das per WLAN oder Funk geht. Der hier vorgestellte preisgünstige Funk-Dimmer für Halogen- und andere Lampen besteht aus einem Bausatz, kombiniert mit einem fertigen Funkmodul.**

**Von Ulrich Hilgefort**

Per Funk bequem auch leistungsstarke Leuchten dimmen – das kostet kommerziell gern mal 200 Euro und mehr. Den hier vorgeschlagenen, per DMX funksteuerbaren Dimmer gibt es für deutlich weniger als die Hälfte. Unser Vorschlag bleibt bei rund 50 Euro für den Dimmer und 15 Euro für das Funkmodul. Den Stundenlohn für die eigene Bastelarbeit haben wir dabei nicht eingerechnet ...

Die Leistungselektronik stellt ein Bausatz von Velleman bereit, den es für etwa 35 Euro zu kaufen gibt (Bausatz Nr. K8039). Der Phasenanschnitt-Dimmer eignet sich für normale Lampen zwischen 60 und 1000 Watt, die er weich auf die gewünschte Helligkeit bringt. Auf der Platine braucht man nur herkömmliche Bau-

elemente zu verlöten – ohne SMD-Erfahrung. Den Dimmer zusammenzubauen ist dank der gut strukturierten Anleitung mit einem 30-W-Elektronikkolben kein Problem. Wer weiß, wie vorsichtig er mit 230 Volt aus der Steckdose umzugehen hat, dürfte den Bausatz problemlos zum Laufen bringen. Gesteuert wird der Dimmer über das digitale Protokoll DMX. Per Open-Source-PC-Programm und DMX-Interface lässt sich damit auch die private Lightshow für die Party oder die Lichtanlage fürs Hobby-Videostudio aufbauen.

Normalerweise werden die DMX-Steuersignale über zweiadrig abgeschirmte Leitungen übertragen. Zu jeder DMX-gesteuerten Leuchte oder Leuchttengruppe muss man also zwei Kabel legen, einmal für die Netzspannung (230 V) und einmal zur DMX-Steuerung. Für die DMX-Verkabelung muss man alle anzusteuernden DMX-Geräte – jeweils von Ausgang zu Eingang – der Reihe nach „abklappern“ („daisy chain“), vom Steuergerät bis zum letzten anzusprechenden DMX-Device. Y-förmige Gabelungen erfordern einen DMX-Splitter für je etwa 40 Euro.

Einfacher ist es, die DMX-Signale per Funk zu übertragen. Das hier vorgestellte Transceiver-Modul – eine Kombination aus Sender und Empfänger nach IEEE 802.15.4/ZigBee – ist unter Bezeichnungen wie „Wireless DMX512 2.4G Led Stage

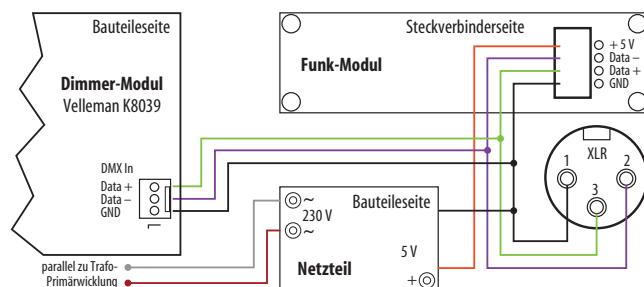
Light PCB Modules Board“ (7 × 1,8 cm) bei Ebay für rund 10 Euro zu haben. Es schaltet automatisch auf Sendung, wenn ein DMX-Signal am Eingang anliegt, und wartet sonst im Empfangsmodus auf ein Funksignal. Der genutzte Frequenzbereich lässt sich per Tastendruck aus sieben – per mehrfarbiger LED signalisierten – Presets auswählen; dabei reicht es, die beteiligten Module auf die gleiche LED-Farbe zu schalten. Die Module bauen selbsttätig eine Verbindung auf, was eine blinkende LED anzeigt.

### Erster Anlauf

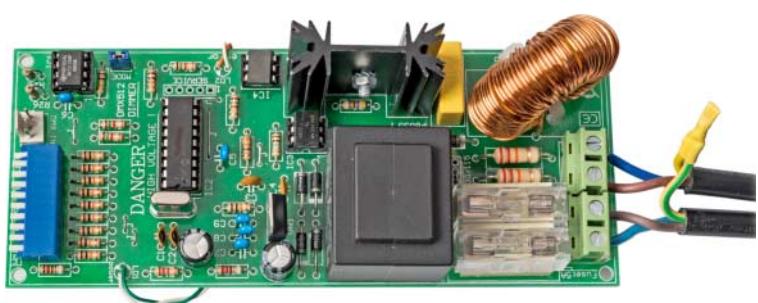
Eine Minimal-Konfiguration besteht etwa aus steuerndem PC mit DMX-Interface und -Software und einem DMX-Device wie dem selbst gebauten Dimmer. Als Verbindung fungieren zwei Funkmodule mit Netzteil. Die Funkstrecke verhält sich genauso wie ein DMX-Kabel, überträgt also alle DMX-Kanäle.

Betrieben wird das Funkmodul mit 5 Volt aus einem kleinen, kurzschlussfesten Schaltnetzteil (max. 700 mA). Die nötigen normalerweise rund 40 mA aus dem Netzteil des Dimmers zu entnehmen scheiterte an der hohen Impulsbelastung, die das Funkmodul bei der Initialisierung der Funkstrecke für kurze Zeit verursacht, die das darauf nicht ausgelegte Dimmernetzteil aber nicht liefern kann.

Funkmodul und Schaltnetzteil haben wir aus Fernost bezogen (Quellen siehe ct.de/ypyh). In einem Test-Setup übertrug ein Funkmodul, das als Sender fungierte, an etliche Empfangsmodule mit kaum spürbarer Verzögerung. Das Ganze läuft seit Monaten mit den genannten Netzteilmodulen störungsfrei. Wir haben für diesen Test über 20 solcher Module beschafft und getestet; zwar gibt es kleine Bestückungsvariationen, doch die angebotenen Module – rechteckig, steckbarer Antenn-

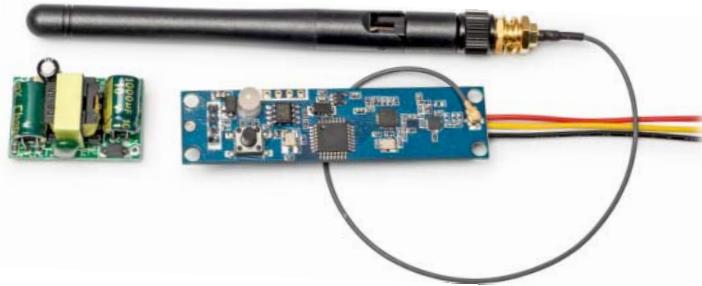


Der Prinzip-Aufbau kombiniert Dimmer (links), Funkmodul (oben) und Schaltnetzteil (Mitte). Vorsicht: Netzspannung!



Die relativ große Platine wird mit normalen Bauteilen bestückt; Erfahrungen mit SMD-Technik sind nicht notwendig.

Schaltnetzteil (links) und DMX-Funkmodul samt Antenne gibt es für kleines Geld aus Fernost.



anschluss, Taster und LED – arbeiteten problemlos zusammen.

Mit anderen Systemen dieser Art ist die hier gezeigte Lösung leider nicht unbedingt kompatibel. Selbst wenn sich die DMX-Transceiver ähnlich bedienen lassen, eine fast identische Methode der Farb-Signalisierung der unterschiedlichen Kanäle aufweisen und im gleichen Frequenzbereich senden und empfangen (2,4 GHz ISM), kommt eine Kommunikation oft nicht zustande. So vertragen sich die ähnlich scheinenden Geräte der QuickDMX-Reihe von Eurolite nicht mit den Platinen aus Fernost.

## Einschalten

Nach dem Zusammenbau des Dimmers folgt eine genaue Prüfung auf Bestückungsfehler und störende Lötbrücken. Dem schließt sich ein Funktionstest an, wie im Handbuch beschrieben; dabei bleiben alle DIP-Schalter in Position „aus“ (also nach oben), der Jumper JP-1 wird gesteckt. Als Last wird eine mindestens 60 Watt starke Lampe angeschlossen, die – wenn alles richtig zusammengesetzt wurde – beim Anlegen der Netzspannung auf- und abgedimmt wird. Dabei Vorsicht: Die Bauteile auf der Platine stehen unter Netzspannung!

Anschließend wird das Ganze in einem passenden Kunststoffgehäuse untergebracht (Beispiele siehe [ct.de/ypyh](http://ct.de/ypyh)) und verkabelt (siehe Skizze). Die Netzzuleitung verbindet man mit den Eingangsklemmen der Dimmerplatine, dort wird auch die Leitung zu der oder den Lampen angeschlossen. Den grün-gelben Schutzleiter brücken Sie einfach durch; wenn Sie ein Metallgehäuse verwenden, muss es gut leitend an diese Ader gekoppelt und so geerdet werden.

Das Schaltnetzteil versehen Sie am besten mit ausreichend langen Anschlusslitzen (braun und grau für 230 Volt, rot (+) und schwarz (-) für 5 Volt), knapp abisoliert und sorgfältig verlötet. Danach wird das Modul am besten mit Schrumpfschlauch isoliert und dann – beispielswei-

se mit Heißklebepistole und Kabelbinder – an einer geeigneten Stelle im Gehäuse fixiert. Anschließend löten Sie die braune und graue Litze an der 230-V-Zuführung auf der Dimmerplatine an, also parallel zum Trafo.

Das Funkmodul befestigt man am besten mit 5-mm-Distanzbolzen an der Gehäuseoberseite; 5-mm-Bohrungen sorgen dafür, dass Taste und LED von oben zugänglich sind. Der Fuß der WLAN-Antenne findet an einer Seitenwand seinen Platz. Die Verbindung zur Funkplatine ist steckbar, wird also auf keinen Fall gekürzt noch angelötet, sondern mit leichtem Nachdruck an der winzigen Koax-Buchse angekoppelt. Die Enden der vier Leitungen zu dem Modul (+5 Volt, DMX+, DMX- und Masse) verbinden Sie wie in der Skizze gezeigt mit dem dreiadrigem steckbaren Kabel zum DMX-Stecker an der Dimmerplatine beziehungsweise mit Plus und Masse am Schaltnetzteilmodul. Die Farben der Kabel, die an den Steckverbinder zur Funkplatine führen, sind bei den von uns ausprobierten Modulen nicht einheitlich, daher sollten Sie genau prüfen, wie Belegung und Adernfarbe bei Ihrem Modul aussehen.

Anschließend bauen Sie die DMX-Funk-Gegenstelle zusammen, die aus Funkmodul, XLR-Buchse und Schaltnetzteilmodul besteht. Die Verdrahtung erfolgt sinngemäß genau so wie beim Dimmer; die Skizze zeigt den prinzipiellen Aufbau.

Wenn Sie beim Zusammenbau alles richtig gemacht haben, steht der Erstinbetriebnahme nichts im Wege; direkt ab Start sollte das Ganze funktionieren. Koppen Sie das Modul der Gegenstelle an eine DMX-Signalquelle. Dann bauen die beiden Funkmodule selbsttätig eine Verbindung auf, was die rot (Sender) und grün (Empfänger) blinkenden LEDs signalisieren. Für einen flackerfreien Betrieb haben wir den „Mode“-Jumper JP2 gesteckt und mit DIP-Schalter Nr. 10 den DMX-Terminator aktiviert. ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)) **ct**

**Bezugsquellen:** [ct.de/ypyh](http://ct.de/ypyh)

Anzeige



Bild: Jan Bintakies

# Schlanker Roboter

## Android-Smartphones ohne Rooten von vorinstallierten Apps befreien

**Manche vorinstallierten Apps sind nützlich, viele sind einfach nur lästig. Mit einem Trick entfernt man sie auch dann, wenn der Hersteller das nicht möchte – ganz ohne Root-Zugriff.**

**Von Ronald Eikenberg**

Die meisten Hersteller von Android-Smartphones, -Tablets & Co. haben die Angewohnheit, ihre Geräte nicht nur mit dem Android-Betriebssystem zu be-

stücken, sondern auch mit allerhand Apps: Von potenziell nützlichen Helferlein wie Kalender- über Social-Media-Apps bis hin zu Spielen und Shopping-Begleitern ist alles dabei. Die Motivation ist häufig finanzieller Natur, denn installiert der Hersteller etwa eine Einkaufs-App oder eine Virenschanner-Testversion vor, kassiert er eine Provision. Und motiviert er seine Kunden, neben dem Google-Account auch noch einen Account für die Hersteller-Cloud einzurichten, kann er nicht nur Daten abzwacken, sondern auch Zusatzdienste bewerben.

Die unerwünschte Mitgift verstopft nicht nur den Launcher, sie ist zum Teil

sogar aktiv, obwohl man sie gar nicht nutzt – wodurch sie letztlich ungefragt Ressourcen frisst und nach Hause telefoniert. Wer gerne Herr über sein System ist, muss also nach der Einrichtung erst mal aufräumen.

Während der Hersteller auf der Produktseite mit den technischen Daten seiner Geräte prahlt, schweigt er über die Details der Software-Ausstattung. Mehr als die Android-Version kann man im Vorfeld meist nicht in Erfahrung bringen. Und so offenbart manches vermeintliche Schnäppchen-Smartphone nach dem Einrichten unerfreuliche Software-Überraschungen. Doch das Problem betrifft nicht nur günstige Geräte, sondern auch hochpreisige High-End-Modelle.

Wie gründlich man aufräumen kann, liegt ganz in Hand des Herstellers. Teilweise darf der Nutzer einige vorinstallierte Apps deinstallieren oder zumindest deaktivieren, andere sind hingegen fest im System verankert. Insbesondere die Apps des Geräteherstellers wird man schwer los. Dabei sind viele verzichtbar: etwa der zweite App-Shop oder die Cloud-Backup-App, die gerne ein kostenpflichtiges Speicher-Abo in der Herstellerwolke verkauft.

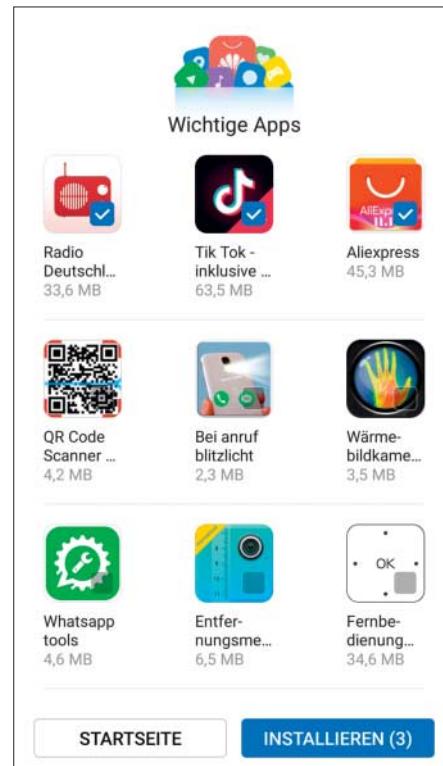
fen möchte. Insbesondere auf China-Smartphones lauern oft auch dubiose System-Apps, die man gerne deinstallieren würde – aber nicht darf.

Möchte man sich über den Willen des Herstellers hinwegsetzen, muss man in die Trickkiste greifen. Eine Option ist es, sich Root-Rechte auf dem System zu verschaffen, um den Ballast abzuwerfen, eine weitere die Nutzung einer alternativen Android-Distribution wie LineageOS [1]. In beiden Fällen schießt man jedoch mit Kanonen auf Spatzen, wenn es nur darum geht, bestimmte Apps loszuwerden. Zudem sind beide Wege meist mit dem Entsperren des Bootloaders verbunden, was in einem Garantiefall problematisch sein kann. Android bietet jedoch ein Schlupfloch, durch das man die schwierigen Fälle in aller Regel unkompliziert eliminiert – ganz ohne Root-Rechte und Bootloader-Entsperrung. Damit gewinnt man zwar keinen Speicherplatz, jedoch Performance und Privatsphäre. Doch dazu später mehr.

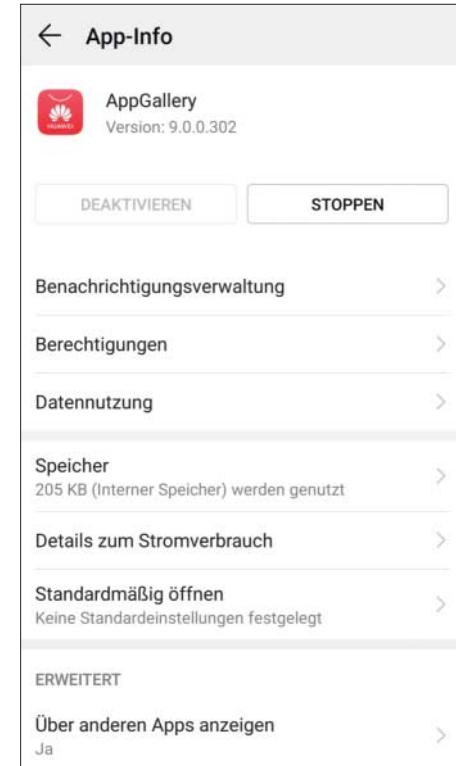
## Die sanfte Tour

Bevor Sie in die Trickkiste greifen, sollten Sie überprüfen, ob sich die unerwünschte App regulär entfernen lässt. Halten Sie die Verknüpfung auf dem Homescreen oder im Launcher gedrückt und schauen Sie, ob das System daraufhin anbietet, die App zu deaktivieren oder besser zu deinstallieren. Schlägt dies fehl, öffnen Sie die Einstellungen, „Apps & Benachrichtigungen/Apps“ (je nach Hersteller und Android-Version etwas anders) und drücken auf den Namen der App. Daraufhin öffnen sich die App-Einstellungen, in denen Sie einen Knopf zum Deaktivieren oder Deinstallieren finden, sofern der Hersteller dies zulässt. Auf Geräten von Huawei und Honor etwa konnten wir zwar Googles Play Store deaktivieren, nicht aber den herstellereigenen App-Katalog „App Gallery“.

Endet dieser Versuch in einer Sackgasse, dann können Sie ohne Tricks zumindest dafür sorgen, dass die App aus Ihrem Blickfeld verschwindet – getreu dem Motto „aus den Augen, aus dem Sinn“. Einige Launcher wie „Nova Launcher“ (siehe ct.de/ydjh) oder der von Samsung vorinstallierte bieten die Möglichkeit, beliebige Apps in der App-Liste (dem sogenannten Drawer) auszublenden. Halten Sie hierzu im Nova Launcher den Finger auf eine App-Verknüpfung gedrückt, wählen Sie „Einstellungen“ und entfernen



Die weitgehend überflüssige „App Gallery“ von Huawei und Honor wird man nur mit Tricks los.



Viele vorinstallierte Apps darf man weder deinstallieren noch deaktivieren – stoppen hilft nicht.

Sie anschließend das Häkchen bei „Apps“. Die so versteckten Apps sind weiterhin über die Suchfunktion des Launchers startbar – und potenziell auch ohne Ihr Zutun als Dienste aktiv.

## Und bist Du nicht willig ...

Um die hartnäckigen Fälle nicht nur zu verstecken, sondern gänzlich auf Eis zu legen, können Sie das oben angedeutete

Schlupfloch nutzen. Sie benötigen dafür einen Rechner mit Windows, Linux oder macOS und ein USB-Kabel, um das Android-Gerät mit dem Rechner zu verbinden. Der Rechner greift über die für Entwickler gedachte Android Debug Bridge (ADB) auf das Android-Gerät zu. Das klingt komplizierter, als es ist – im Wesentlichen funktioniert ADB wie eine SSH- oder Telnet-Verbindung, über die Sie Be-

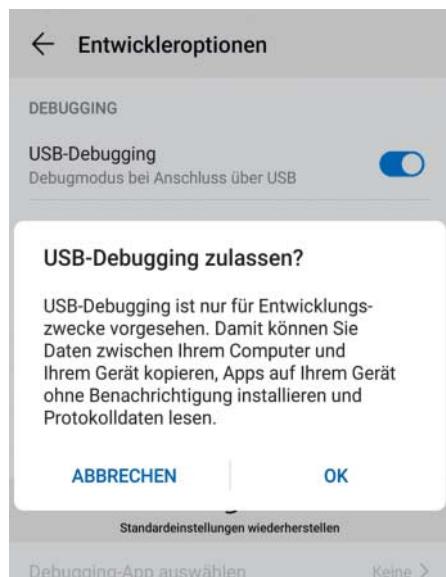
## Risiken und Nebenwirkungen

Mit der im Artikel beschriebenen Methode können Sie praktisch alles von Ihrem Android-Gerät deinstallieren – auch Systemkomponenten, die für den Betrieb unerlässlich sind. Gehen Sie bei der Deinstallation mit größter Vorsicht vor, entfernen Sie ausschließlich Pakete, die Sie eindeutig zugeordnet haben und für unbedenklich halten. Recherchieren Sie im Zweifel, welche Funktion eine bestimmte App erfüllt. In einigen Fällen finden Sie auf diese Weise



auch Erfahrungsberichte anderer Nutzer, die Aufschluss darüber geben, welche Komponenten man gefahrlos entfernen kann.

Fehlt eine wichtige Komponente, können Sie das Android-Gerät unter Umständen nicht mehr regulär in Betrieb nehmen. In dieser Situation hat es zumindest bei unseren Versuchen immer geholfen, das Gerät im Recovery-Modus zu starten und darüber auf Werkseinstellungen zurückzusetzen (siehe Kasten „Erste Hilfe“).



Um Apps über die Android Debug Shell deinstallieren zu können, muss man unter Android das USB-Debugging aktivieren.

fehle auf dem Android-System ausführen können. Zur Deinstallation der Apps dient die Uninstall-Funktion des Packet Manager (pm) von Android. Damit kann man die Apps zwar nicht komplett aus dem Speicher löschen, jedoch effektiv abschalten. Die deinstallierten Programme sind anschließend weder sichtbar noch aktiv.

ADB erhalten Sie mit den kostenlosen Android Platform Tools von Google (siehe [ct.de/ydjh](http://ct.de/ydjh)). Es ist ohne Installation lauffähig. Entpacken Sie das heruntergeladene Zip-Archiv und navigieren Sie mit der Eingabeaufforderung respektive Shell in den Ordner platform-tools (cd platform-tools). Anschließend starten Sie den ADB-Server mit dem Befehl adb start-server.

Nun müssen Sie noch das Android-Gerät auf den Verbindungsauflauf vorbereiten. Verbinden Sie es zunächst per USB-Kabel mit dem Rechner und wechseln Sie in einen Verbindungsmodus wie „Dateien übertragen“, „Fotos übertragen“ (PTP) oder Ähnliches, in dem Sie vom Rechner auf das Smartphone zugreifen dürfen. Gänzlich ungeeignet ist der Modus „Nur laden“. Sie können den Modus meist über die Benachrichtigungszentrale wechseln, die Sie erreichen, indem Sie die Statusleiste am oberen Rand des Bildschirms nach unten ziehen. Darin sollte sich eine Benachrichtigung befinden, die sich auf die aktive USB-Verbindung bezieht.

Nun müssen Sie das USB-Debugging aktivieren. Wechseln Sie dazu zuerst in die Android-Einstellungen und drücken Sie

auf „System/Über das Telefon“, um zu den Informationen über die genutzte Android-Version zu gelangen. Drücken Sie dort fünf Mal hintereinander auf die Build-Nummer, um die Entwickleroptionen freizuschalten. Geben Sie Ihren Passcode ein, falls das System danach verlangt. Wechseln Sie anschließend über die Zurücktaste wieder eine Ebene höher (je nach Hersteller und Modell auch zwei) und öffnen Sie die „Entwickleroptionen“. Bei manchen Geräten finden Sie diese in einem Untermenü.

Bei einigen Modellen müssen Sie zunächst ganz oben in der Liste den Schalter umlegen, um die darunterliegenden Optionen nutzen zu können. Schalten Sie anschließend „USB-Debugging“ ein, um den Verbindungsauflauf über ADB zu erlauben. Die Rückfrage des Systems, ob Sie das tatsächlich möchten, bestätigen Sie mit „OK“. Denken Sie daran, das USB-Debugging nach der Aufräumaktion wieder abzuschalten, da es einen weitreichenden Zugriff auf Ihr Android-Gerät erlaubt.

Jetzt sollte der Verbindungsauflauf zum angeschlossenen Rechner automatisch beginnen: Android fragt Sie dabei, ob Sie „USB-Debugging zulassen“ wollen und zeigt den RSA-Fingerabdruck des angeschlossenen Rechners an. Auch diesen Dialog bestätigen Sie mit „OK“. Überprüfen Sie daraufhin auf dem Rechner mit dem Befehl adb devices, ob der Verbindungsauflauf erfolgreich war. In diesem Fall wird es unter der Zeile „List of devices attached“ aufgeführt.

Falls ADB kein Gerät auflistet, ist Android möglicherweise im falschen USB-Modus mit dem Rechner verbunden. Probieren Sie die angebotenen Modi einfach durch. Auch ein defektes USB-Kabel ist ein möglicher Grund. Nutzer eines Huawei- oder Honor-Smartphones müssen darauf achten, dass es mit dem Rechner verbunden ist, bevor das USB-Debugging in den Android-Einstellungen aktiviert wird. Ansonsten lässt sich die Option nicht korrekt einschalten. Bei einigen älteren Geräten oder Windows-Versionen müssen Sie die USB-Treiber manuell installieren (siehe [ct.de/ydjh](http://ct.de/ydjh)).

## Erstmal umschauen

Wenn ADB das Gerät schließlich listet, bauen Sie mit dem Befehl adb shell eine Remote-Shell-Verbindung auf.

Mit dem folgenden Befehl listet der Paketmanager alle derzeit installierten Pakete auf:

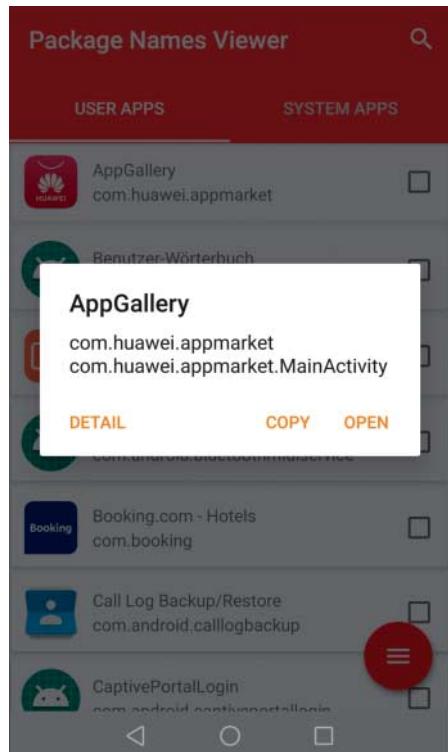
```
pm list packages
```

Android arbeitet intern nicht mit den im Launcher angezeigten Bezeichnungen der Apps, sondern mit den von den Entwicklern vergebenen Paketnamen, die nach dem folgenden Schema aufgebaut sind: com.huawei.appmarket.

Die Anzahl der installierten Pakete übertrifft die Liste der unter Android sichtbaren Apps deutlich, da unter anderem auch Systemkomponenten angezeigt werden, die keinen Eintrag im Launcher und den App-Einstellungen haben. Auf einem Huawei Mate 20 Pro etwa stießen wir nach der Einrichtung auf 215 Pakete. Hängen Sie die Option -3 an den Befehl an, zeigt pm nur Third-Party-Apps an, also Apps von Drittanbietern wie die häufig vorinstallierten Microsoft-Office- oder Shopping-Apps. Mit -s listet das Tool ausschließlich Systempakte auf.

Um die Liste nach einem Suchbegriff wie „huawei“ zu filtern, hängen Sie einfach ein grep an den Befehl an: pm list packages | grep huawei.

Einen schnelleren Überblick verschaffen Sie sich zum Beispiel mit der kostenlosen Android-App „Package Names Viewer“ (siehe [ct.de/ydjh](http://ct.de/ydjh)). Sie zeigt alle installierten Pakete zusammen mit den



Der Package Name Viewer zeigt die zur Deinstallation nötigen Paketnamen installierter Apps an.

aussagekräftigeren App-Namen, den Paketnamen und den Icons an. Über den Lupen-Knopf oben rechts können Sie sowohl nach App-Namen als auch nach den Paketnamen suchen. Zudem unterteilt das Tool die Pakete in User- und System-Apps.

Erstere kann man oft bedenkenlos entfernen, letztere sollte man nur löschen, wenn man genau weiß, was man tut. Es gibt keine Sicherheitsprüfung vor dem Löschen der Pakete. Wenn Sie eine kritische Komponente löschen, auf die Ihr Gerät angewiesen ist, funktioniert es schlimmstens nicht mehr. Dann stürzt Android ab und fährt auch nicht mehr hoch, da beim Booten das gelöschte Paket fehlt. In diesem Fall müssen Sie das Android-Gerät über den Recovery-Modus auf den Auslieferungszustand zurücksetzen (siehe Kasten „Erste Hilfe“). Überprüfen Sie, ob und wie Sie diesen Modus erreichen, bevor Sie mit der Aufräumaktion beginnen. Zudem sollten Sie ein Backup Ihrer Daten erstellen, da diese im Fall der Fälle beim Zurücksetzen verloren gehen.

## Abschied nehmen

Haben Sie den Paketnamen der zu entfernden App zweifelsfrei identifiziert, können Sie die Deinstallation mit dem folgenden Kommando anstoßen:

```
pm uninstall -k --user 0
com.huawei.appmarket
```

Paketnamen können auch Großbuchstaben enthalten. Beachten Sie die Groß- und Kleinschreibung. Läuft alles glatt, meldet der Paketmanager mit „Success“ den Erfolg der Deinstallation. Auf dem Android-Gerät können Sie live mitverfolgen, wie die App aus dem Launcher verschwindet. Der Parameter `--user 0` bewirkt, dass die App nur für den Nutzer mit der ID 0 entfernt wird. Das ist in aller Regel der einzige und Hauptnutzer. Bei einigen Android-Geräten erlaubt es der Hersteller, mehrere Nutzerprofile anzulegen, zwischen denen man wechseln kann. Diese können unabhängig voneinander Apps installieren und nutzen. Möchten Sie auch solche Nutzerprofile bereinigen, können Sie die passenden IDs mit dem Befehl `pm list users` herausfinden. Android listet dann alle Nutzer nach dem Schema `UserInfo{0:Besitzer:13}` auf. Die erste Zahl ist die gesuchte ID (in diesem Fall 0), darauf folgt der Nutzername.

Wir konnten mit dem Verfahren auf allen getesteten Geräten unter verschiedenen Android-Versionen bis hin zu An-

droid 9 beliebige Apps deinstallieren. Die ideale Ausgangssituation für eine solche App-Diät ist ein frisches Android-Gerät, auf dem sich noch keine Daten befinden. Damit kann man sich nach und nach an ein möglichst schlankes System herantasten, indem man eine potenziell überflüssige App nach der anderen deinstalliert und die Paketnamen notiert. Zerschießt man sich dabei das Android-System, setzt man es einfach auf den Auslieferungszustand zurück und beginnt mithilfe der notierten Paketnamen von vorn. Anschließend hat man eine Liste aller Apps, die sich gefahrlos deinstallieren lassen. Die Liste kann man wiederum in ein Batchbeziehungsweise Bash-Skript kopieren, um die Aufräumaktion beim nächsten Mal oder anderen Geräten des gleichen Typs automatisch abfahren zu lassen. Hierzu hängen Sie den auszuführen Deinstallationsbefehl einfach an den Aufruf „`adb shell`“ an:

```
adb shell pm uninstall -k --user 0
com.paket1.name
adb shell pm uninstall -k --user 0
com.paket2.name
adb shell pm uninstall -k --user 0
com.paket3.name
...
```

Speichern Sie das Skript unter Windows mit der Endung `.bat` (etwa `cleanup.bat`). Unter Linux und macOS nutzen Sie die Endung `.sh` und markieren das Skript anschließend mit `chmod u+x Skript.sh` als ausführbar. Wenn Sie es auf dem Rechner starten, führt es nach und nach die einzelnen Deinstallations-Befehle durch. In das Deinstallations-Skript sollten Sie auch Apps einfügen, die Sie mit Android-Bordmitteln entfernen können, damit diese in einem Rutsch mit deinstalliert werden.

## Der Weg zurück

Falls Sie sich umentscheiden und Apps vermissen, die Sie über ADB deinstalliert haben, dann können Sie sich diese oftmals einfach von Google Play zurückholen oder zum Beispiel von APKmirror.com beziehen. Insbesondere fest installierte Hersteller-Apps sind dort jedoch selten zu finden. Die APK-Dateien der vorinstallierten Apps befinden sich zwar auch nach der Deinstallation noch im Android-Dateisystem, installieren lassen sich diese oft jedoch nicht ohne Weiteres. Insbesondere die Hersteller-Apps sind meist nicht als Nutzer-, sondern als System-Apps installiert. Das klappt nur mit Root-Rechten. In

## Erste Hilfe

Wenn Sie ein Paket deinstalliert haben und feststellen, dass Ihr Gerät nicht mehr ordnungsgemäß funktioniert, dann sollten Sie es auf Werkseinstellungen zurücksetzen. Versuchen Sie zunächst, den Reset über die Android-Einstellungen auszulösen. Wenn Sie diese nicht mehr erreichen, hilft der Recovery-Modus weiter. Diesen aktivieren Sie, indem Sie das Gerät zunächst komplett ausschalten – das klappt in aller Regel, indem Sie die Power-Taste einige Sekunden gedrückt halten, bis der Bildschirm dunkel wird. Anschließend müssen Sie eine bestimmte Taste am Gerät (etwa die Lauter-Taste) zusammen mit dem Einschaltknopf gedrückt halten. Die passende Tastenkombination für Ihr Gerät finden Sie im Handbuch oder durch eine Google-Recherche. Anschließend startet das Android-Gerät im Recovery-Modus, über den Sie es auf Werkseinstellungen zurücksetzen können. Dabei gehen alle auf dem Gerät gespeicherten Daten verloren. Anschließend sollte es wieder lauffähig sein. Alle Änderungen, die Sie etwa auf dem im Artikel beschriebenen Weg durchgeführt haben, sind dann hinfällig – alle entfernten Komponenten sind also wieder an Ort und Stelle.

Ein weiterer Rettungsanker ist der sogenannte Fastboot-Modus, in dem Sie die Speicherbereiche des Android-Systems über einen PC neu flashen können. Dazu benötigen Sie Images mit dem ursprünglichen Inhalt des Speicherchips. Doch nur wenige Hersteller bieten solche Images an. Darüber hinaus ist für die Fastboot-Methode ein zuvor entsperrter Bootloader nötig.

solchen Fällen setzen Sie das Android-Gerät am besten zurück und beginnen von vorn. Dann sind alle vorinstallierten Apps wieder an Ort und Stelle. (rei@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Alexander Spier, Schwierige Wurzelbehandlung, Root-Zugriff und Custom-ROMs mit Android, c't 4/2018, S. 100

**Android Platform Tools und Package Name Viewer:** [ct.de/ydjh](http://ct.de/ydjh)



# Container-Komponist

## Docker-Container mit Docker-Compose einrichten

**Docker-Compose erleichtert den Umgang mit komplexen Container-Umgebungen, die zusammenarbeiten sollen. Entwicklern und Administratoren nimmt das Werkzeug viel Arbeit ab und schafft eine Infrastruktur, die überall gleich funktioniert.**

**Von Jan Mahn**

**H**at man ein passendes, gutes und sicheres Container-Image für ein Problem gefunden [1], ist der Container mit Docker schnell gestartet: Mit `docker run <Name des Images>` beginnt der Docker-

Daemon, das Abbild aus der Registry zu beschaffen und startet den Container. Mit allerlei Parametern kann man den Container jetzt nach eigenen Wünschen anpassen und zum Beispiel einen Namen vergeben, ein Volume anhängen oder einen Port des Containers auf dem Rechner verfügbar machen. Leider ergibt das schon bei einfachen Aufgaben wie einem Webserver, der statische Inhalte ausliefern soll, einen langen und schlecht lesbaren Befehl. Arbeiten mehrere Container zusammen, die aufeinander angewiesen sind, ist eine Sammlung von Zeilen mit `docker run` nicht mehr praktikabel.

Mit Docker-Compose definieren Sie in einer Yaml-Datei, welche Container zusammenarbeiten sollen, wie sie heißen, welche Images sie verwenden und wie sie

miteinander kommunizieren dürfen. Mit dem Befehl `docker-compose up` fährt die Komposition dann hoch – auf dem heimischen Entwicklungs-PC genauso wie auf dem Root-Server.

### Klarmachen

Bevor es losgehen kann, benötigen Sie das Programm Docker-Compose. Windows- und macOS-Nutzer müssen nur Docker für ihr Betriebssystem installieren und bekommen Docker-Compose direkt mitgeliefert. Unter Linux müssen Sie es eigens installieren – und die Paketquellen sind nicht immer eine geeignete Anlaufstelle. So bietet Debian im Herbst 2018 noch Docker-Compose 1.8.0 aus dem Sommer 2016 an, obwohl Version 1.23.1 aktuell ist. Weil sich in der Docker-Welt

in zwei Jahren viel verändert hat, lohnt die Installation der neuen Version. Sie sollten daher auf den Installationsweg setzen, den Docker vorschlägt. Folgender Befehl, den Sie auch über ct.de/y1b5 in der Docker-Dokumentation finden, lädt automatisch die richtige Version für Ihr Betriebssystem herunter:

```
sudo curl -L "https://github.com/`  
`docker/compose/releases/download/`  
`1.23.1/docker-compose-$(uname -s)`  
`-$(uname -m)" -o /usr/local/bin/`  
`docker-compose
```

Passen Sie die Versionsnummer an, wenn Sie diesen Befehl einige Monate nach Erscheinen des Artikels ausführen. Jetzt muss das Programm ausführbar gemacht werden:

```
sudo chmod +x /usr/local/bin/`  
`docker-compose
```

Der Befehl `docker-compose --version` sollte jetzt eine Versionsnummer zurückgeben. Auf dem Raspberry Pi, der sich für Docker-Compose-Projekte zwar grundsätzlich eignet, funktioniert dieses Vorgehen aber nicht. Am einfachsten kommen Sie hier mit dem Python-Paketmanager pip zum Ziel, der bei Raspbian vorinstalliert ist. Docker-Compose installieren Sie mit einem Befehl: `sudo pip install docker-compose`.

## Schreibhilfe

Die Docker-Compose-Datei wird im Yaml-Format verfasst, das jeder Texteditor erzeugen kann – mit einer IDE können Sie sich das Leben aber deutlich erleichtern.

In Yaml wird die Struktur der Daten über Einrückungen festgelegt, eine Unter Ebene wird durch zwei Leerzeichen am Zeilenanfang eingeleitet. Hat Ihr bevorzugter Editor eine Möglichkeit, Leerzeichen sichtbar zu machen, sollten Sie diese Funktion nutzen. Empfehlenswert ist die Open-Source-IDE Visual Studio Code (siehe ct.de/y1b5). Mit Strg+Umschalt+P öffnen Sie die Befehlseingabe. Tippen Sie dort den Begriff „Rendern“ ein und wählen Sie „Ansicht: Rendern von Leerzeichen umschalten“. Leerzeichen sind jetzt nicht mehr unsichtbar. Wer viel mit Docker-Compose und Visual Studio Code arbeitet, kann sich zusätzlich die Erweiterung „Docker Compose“ installieren. Sie fügt eine kleine GUI für Docker-Compose in der Oberfläche der IDE hinzu, über die man einzelne Container inspizieren und verwalten kann.

## Ladeliste

Für das erste Compose-Projekt legen Sie einen neuen Ordner an und erstellen hier die Datei `docker-compose.yml`. Der Ordnername landet später in den Containernamen, sollte also nicht zu lang sein.

Eine Compose-Datei beginnt immer mit der Angabe `version:`, die die Version der Compose-Definition angibt. Welche Version Sie verwenden können, hängt von der eingesetzten Docker-Version (nicht etwa der Docker-Compose-Version) zusammen. Wenn Sie jetzt einsteigen und die aktuelle Docker-Version 18.09 nutzen, können Sie direkt `version: 3.7` fordern.

Als Beispiel soll ein WordPress-Blog dienen. Damit das läuft, braucht es einen Container mit WordPress und einem Webserver – in diesem Fall Apache. Die Container werden im Abschnitt `services:` definiert. Der erste Service bekommt den Namen „wp“ und das Image „`wordpress:4-php7.2-apache`“. Zum Ablegen der

Daten braucht WordPress eine MySQL- oder MariaDB-Datenbank. Sie bekommt den Namen „db“ und soll aus dem Image „`mariadb:10`“ entstehen. Die Compose-Datei beginnt mit folgenden Zeilen:

```
version: '3.7'  
services:  
  wp:  
    image: wordpress:4-php7.2-apache  
  db:  
    image: mariadb:10
```

Yaml-Neulinge müssen sich neben der Einrückung daran gewöhnen, nach dem Doppelpunkt hinter dem Namen eines Attributs ein Leerzeichen zu setzen. Schreiben Sie statt `image: mariadb:10` nur `image:mariadb:10`, wird Docker-Compose mit einer Fehlermeldung abbrechen.

Dieses Grundgerüst für das WordPress-Setup wird jetzt Stück für Stück ausgebaut – die vollständige Variante finden Sie im Listing auf dieser Seite und über ct.de/y1b5.

```
version: '3.7'  
services:  
  db:  
    image: mariadb:10  
    volumes:  
      - ./data/mysql:/var/lib/mysql  
    restart: always  
    environment:  
      MYSQL_ROOT_PASSWORD: sehr_geheim  
      MYSQL_DATABASE: wordpress  
      MYSQL_USER: wordpress_user  
      MYSQL_PASSWORD: 123wordpress  
  
  wp:  
    depends_on:  
      - db  
    image: wordpress:4-php7.2-apache  
    container_name: wordpress_example  
    volumes:  
      - ./data/wp/themes:/var/www/html/wp-content/themes/  
      - ./data/wp/uploads:/var/www/html/wp-content/uploads/  
    ports:  
      - "8001:80"  
    restart: always  
    environment:  
      WORDPRESS_DB_HOST: db  
      WORDPRESS_DB_USER: wordpress_user  
      WORDPRESS_DB_PASSWORD: 123wordpress
```

Eine Datenbank und ein Webserver mit WordPress – das sind die Komponenten für einen WordPress-Blog. Die Daten landen außerhalb der Container.

## Netzwerker

Netzwerken ist unter Docker-Containern aus der gleichen Docker-Compose-Datei sehr einfach. Wenn Sie keine weiteren Angaben machen, richtet Docker-Compose ein Netzwerk für alle Container einer Compose-Datei ein. Das Netzwerk heißt dann `ordnername_default`. In diesem Netzwerk kann jeder Container jeden anderen über den Service-Namen erreichen – Docker stellt einen internen DNS bereit und löst die Hostnamen, im Beispiel `wp` und `db`, auf. Mit IP-Adressen müssen und sollten Sie nicht hantieren, sie werden dynamisch zugewiesen.

Das Standard-Netzwerk ist vom Typ „Bridge“. Das bedeutet, dass Docker sich mit NAT-Regeln darum kümmert, dass die Pakete, die an den Netzwerkkarten des unterliegenden Systems ankommen, an Container weitergereicht werden. Der Container `wp` soll auf Port 8000 lauschen und HTTP-Anfragen beantworten. Der Apache-Webserver im Container hört auf Port 80 – eine Information, die man in der Dokumentation des Containers oder beim Studium des zugehörigen Dockerfiles findet. Um den Port von außen erreichbar zu machen, wird eine Liste von Zuordnungen in der Liste `ports`: übergeben.

Mit der Zuweisung `8001:80` reserviert Docker den Port 8001 auf allen Netzwerkkarten des Systems und lauscht darauf. Das können Sie einschränken, indem Sie die IP-Adresse einer Netzwerkkarte angeben – zum Beispiel die Loopback-Adresse: `127.0.0.1:8000:80`. Man kann auch ganze Port-Bereiche übergeben: `8080-8090:80-90` erstellt gleich 11 Weiterleitungen. Hat schon ein anderer Dienst auf dem Host-System oder ein anderer Container einen dieser Ports in Beschlag, wird sich Docker-Compose beim Starten beschweren.

Der MariaDB-Container dagegen braucht keine NAT-Regeln. Er muss nur innerhalb des Docker-Netzwerks von `wp` erreicht werden – das dürfen Container im gleichen Docker-Netzwerk uneingeschränkt.

Neben dem Standard-Netzwerk können Sie auch eigene Docker-Netzwerke anlegen und diese Containern zuweisen. Alle Netzwerktypen finden Sie in der Docker-Dokumentation über [ct.de/y1b5](http://ct.de/y1b5).

## Dauerläufer

Sinnvoll für Container, die ständig laufen sollen – wie eine Datenbank oder ein Webserver – ist die Anweisung: `restart: always`. Steigt das Programm wegen eines

Fehlers aus, fährt Docker-Compose den Container sofort wieder hoch.

Die Anweisung `depends_on`: teilt Docker-Compose mit, in welcher Reihenfolge die Container gestartet werden sollen. Da das WordPress-Blog ohne Datenbankanbindung Fehlermeldungen auswirft, soll sein Container erst anlaufen, wenn die Datenbank bereit ist. In komplexeren Setups können das auch mehrere Abhängigkeiten pro Container sein, bei Zirkelschlüssen beschwert sich Docker-Compose.

Wer seine ersten Docker-Compose-Erfahrungen mit `version: 1` gemacht hat und statt `depends_on` noch `links` kennengelernt hat, sollte umsteigen – `links` sind in der Dokumentation als veraltet gekennzeichnet und werden in den nächsten Versionen entfernt.

## Vertraute Umgebung

Gute Docker-Container erwarten Umgebungsvariablen, um Konfigurationen zu übertragen. Welche das sind, erfährt man in der Dokumentation des Container-Abbilds. Der Datenbank-Container im WordPress-Beispiel erfährt über Umgebungsvariablen, wie die Datenbank und der Datenbankbenutzer heißen. Die gleichen Informationen bekommt der WordPress-Container, außerdem den Namen der Datenbank: `WORDPRESS_DB_HOST: db`. Ebenfalls erlaubt wäre die Schreibweise `- WORDPRESS_DB_HOST=db`.

Umgebungsvariablen müssen Sie aber nicht in der Compose-Datei lagern. Wenn Sie zum Beispiel eine Test- und eine Produktivumgebung mit unterschiedlichen Datenbank-Kennwörtern starten möchten, ohne immer die Compose-Datei zu ändern, können Sie einfach eine Datei mit dem Namen `.env` in das gleiche Verzeichnis legen und darin alle Umgebungsvariablen in einer neuen Zeile im Format `VARIABLE=Inhalt` an. Ebenfalls möglich ist es, die Variable vor dem Starten der Container mit `export VARIABLE=Inhalt` festzulegen. Gibt es mehrere Angaben zur gleichen Umgebungsvariable, priorisiert Docker in folgender Reihenfolge:

1. Compose-Datei
2. Festlegung mit `export`
3. `.env`-Datei

Die Angabe in der Compose-Datei überschreibt also alle anderen Verfahren.

## Laufwerke

Ein Docker-Container wird bei jedem Start wieder zurückgesetzt – alle Daten, die im Betrieb angefallen sind, werden

wieder gelöscht. Das ist für den Datenbank-Container, der den WordPress-Blog enthält, nicht sinnvoll. Und auch der Ordner `wp-content` im WordPress-Container sollte einen Neustart überdauern. Damit die Daten erhalten bleiben, muss man sie auf das Dateisystem des Hosts legen.

Docker kennt dafür zwei Verfahren: benannte Volumes und eine Ordnerzuordnung. Ein benanntes Volume muss im Abschnitt des Containers mit einem Pfad im Container verbunden werden, getrennt mit einem Doppelpunkt. Außerdem muss es im Abschnitt `volumes`: auf der obersten Ebene angelegt werden. Das WordPress-Beispiel sähe mit benannten Volumes wie folgt aus:

```
services:
  db:
    image: mariadb:10
    volumes:
      - mysqlvolume:/var/lib/mysql
volumes:
  mysqlvolume:
```

Setzen Sie ein solches benanntes Volume ein, kümmert sich Docker darum, die Daten auf der Festplatte zu speichern. Dazu legt Docker in seinem Datenverzeichnis Ordner mit kryptischen Namen an. In diese Ordner sollten Sie nie per Hand eingreifen, das Verfahren ist also nur praktikabel, wenn Sie die Daten nicht über das Dateisystem des Hosts bearbeiten möchten.

Alternativ verwenden Sie, wie im Beispiel auf Seite 149, eine Pfadangabe auf dem Host-Dateisystem. Entweder absolut (beginnend mit „/“) oder relativ, ausgehend vom Compose-File. Auch einzelne Dateien können als „Volume“ übergeben werden. Das ist zum Beispiel für Konfigurationsdateien sinnvoll. Mit `:ro` am Ende markieren Sie das Volume als read-only, der Container kann es also nicht verändern.

Soll ein Container auf ein Hardwaregerät des Hosts zugreifen, zum Beispiel ein USB-Gerät, übergeben Sie das nach der gleichen Syntax wie ein Volume, allerdings im Abschnitt `devices`.

## Auf und ab

Ist die Container-Zusammenstellung fertig, müssen Sie sie nur noch starten. Navigieren Sie auf der Kommandozeile in das Verzeichnis mit dem Compose-File und führen Sie `docker-compose up` aus. Auf der Kommandozeile können Sie beobachten, wie die beiden Container hochfahren und ihre Einrichtungsprozeduren durchlaufen.

Die Datenbank bemerkt, dass das Datenverzeichnis noch leer ist und legt eine Datenbank anhand der Umgebungsvariablen an. Rufen Sie <http://localhost:8001> im Browser auf, begrüßt Sie der Einrichtungsassistent von WordPress und möchte mit Ihnen den Blog einrichten. Ein Blick in die Datenverzeichnisse zeigt, dass beide Container Dateien auf dem Dateisystem abgelegt haben.

Für Entwicklungsarbeit ist ein einfaches `up` sehr nützlich, da Sie jede Aktivität in den Containern live verfolgen können (jeder HTTP-Aufruf erzeugt zum Beispiel eine Zeile). Allerdings ist die Kommandozeile jetzt belegt und die Container leben nur, bis Sie Docker-Compose mit `Strg+C` beenden. Sinnvoller ist es, den Parameter `-d` (für „detached“) anzuhängen. Dann landen die Ausgaben nicht mehr auf der Kommandozeile. Mit `docker-compose logs` kann man dann nach Bedarf anzeigen, was in den Containern vor sich gegangen ist. Haben die Container die Anweisung `restart: always` bekommen, können Sie den Server jetzt auch neustarten. Docker-Compose kümmert sich nach dem Boot darum, dass sie wieder starten. Erst ein `docker-compose down`, ausgeführt im Ordner mit der Compose-Datei, schaltet sie aus.

Manchmal ist es sinnvoll, nicht alle Container hochzufahren, die in der Compose-Datei definiert sind. Um nur ausgewählte Container zu starten, übergibt man deren Namen (wie unter `services` angegeben) als Parameter: `docker-compose up wp db`. In diesem Beispiel würde `wp` ausreichen, da Docker-Compose die Abhängigkeiten automatisch berücksichtigt.

Mit der Angabe dieser kurzen Namen kann man auch andere Docker-Compose-Befehle auf einzelne Container zuschneiden. So führt `docker-compose restart wp` einen Neustart aus. Diese kurzen Namen existieren aber nur in der Welt von Docker-Compose. Mit `docker ps` erfahren Sie, welchen Namen der Container vom Docker-Daemon bekommen hat. Das Namensschema ist immer gleich: der Name des Ordners, in dem die Compose-Datei liegt, der Name des Services, eine Ziffer, beginnend bei 1, jeweils durch einen Unterstrich getrennt. Seit Docker-Compose 1.23.0 kommt am Ende noch eine zufällig generierte hexadezimale Zeichenkette dazu. Im WordPress-Beispiel könnte der Datenbank-Container so heißen `wp-test_db_1_2856a429bf72`.

Wenn Sie mit Docker-Compose experimentieren und die Volumes ändern,

| Name           | Änderungsdatum   | Typ            | Größe |
|----------------|------------------|----------------|-------|
| css            | 02.08.2018 22:39 | Dateiordner    |       |
| genericons     | 02.08.2018 22:39 | Dateiordner    |       |
| inc            | 02.08.2018 22:39 | Dateiordner    |       |
| js             | 02.08.2018 22:39 | Dateiordner    |       |
| template-parts | 02.08.2018 22:39 | Dateiordner    |       |
| 404.php        | 30.05.2017 23:21 | PHP-Quelldatei | 1 KB  |
| archive.php    | 30.05.2017 23:21 | PHP-Quelldatei | 2 KB  |
| comments.php   | 04.10.2017 15:22 | PHP-Quelldatei | 2 KB  |
| footer.php     | 17.05.2018 20:21 | PHP-Quelldatei | 3 KB  |
| functions.php  | 05.10.2017 01:53 | PHP-Quelldatei | 15 KB |
| header.php     | 30.05.2017 23:21 | PHP-Quelldatei | 5 KB  |
| image.php      | 30.05.2017 23:21 | PHP-Quelldatei | 4 KB  |
| index.php      | 26.06.2017 00:06 | PHP-Quelldatei | 2 KB  |

**Praktisch zum Entwickeln: Ein lokaler Ordner mit den Themes wird in den Container umgeleitet.**

müssen Sie die Container herunterfahren und Docker überzeugen, die neuen Volumes zu nutzen. Dazu hängen Sie den Parameter `--force-recreate` an `docker-compose up` an.

Manchmal ist es sinnvoll, Container aus anderen Compose-Projekten verfügbar zu machen. Betreibt man zum Beispiel mehrere Webseiten auf einem Server, kann jede Seite ein eigenes Compose-Projekt bekommen. In einer eigenen Compose-Datei wird ein Webproxy angelegt, die alle eingehenden Anfragen verteilt und sich um die Beschaffung von Zertifikaten beschäftigt.

Bis zur Einführung der Zufallszeichen am Ende konnten Sie den von Docker-Compose generierten Container-Namen leicht verwenden, um Container aus anderen Compose-Projekten erreichbar zu machen. Dazu reichte die Angabe von `external_links`: mit einer Liste der anzubindenden Container. Da der Name jetzt Zufallszeichen enthält, müssen Sie Containern, die Sie außerhalb eines Projekts verfügbar machen wollen, einen festen Namen vergeben:

```
wp:
  container_name: wordpress_example
```

Jetzt liegt es aber in Ihrer Verantwortung, dafür zu sorgen, dass der Name auf dem System nicht doppelt vorkommt.

## Viele Meinungen

Die Compose-Datei muss nicht `docker-compose.yml` heißen. Nach einer Datei mit diesem Namen sucht Docker-Compose aber, wenn Sie ihm keinen anderen Dateinamen übergeben. Dafür dient der Parameter `-f`, dem Sie hintereinander einen

oder mehrere Dateinamen übergeben dürfen. Geben Sie mehrere Dateien an, kombiniert Docker-Compose ihre Inhalte. Das kann man ausnutzen, um zum Beispiel eine alternative Entwickler-Umgebung einzurichten. Zusätzlich zur `docker-compose.yml` legen Sie eine `docker-compose.dev.yml` an:

```
services:
  wp:
    image: wordpress:latest
```

Mit `docker-compose -f docker-compose.yml docker-compose.dev.yml up` fahren die beiden Container fast wie zuvor hoch – geändert wurde nur das Image des WordPress-Containers. Die Angaben der letztgenannten Datei ersetzen immer die zuvor gesetzten Werte, zusätzliche Attribute werden hinzugefügt.

## Im Schwarm

Docker-Compose ist nicht nur ein nützliches Werkzeug für Docker-Anwender, es ist auch die Voraussetzung, um mehrere Docker-Hosts im Swarm Mode zu betreiben. Damit ist es möglich, mehrere Instanzen eines Containers zu starten und die Last zu verteilen. Die Docker-Dokumentation liefert unter „Swarm Mode“ einen Einstieg in das Thema. Wie ein Docker-Schwarm in der Praxis aussieht, erfahren Sie in einer der nächsten Ausgaben. (jam@ct.de)

## Literatur

[1] Jan Mahn, Schichtsalat, Gute und schlechte Container-Images unterscheiden, c't 16/2018, S. 114

**Docker-Dokumentation und Beispiele:**  
[ct.de/y1b5](https://ct.de/y1b5)

# Schnipp, schnapp, Kabel ab

## Retro-Controller für kabelloses Spielen umrüsten

**Kabel nerven – vor allem beim Zocken mit einer Retro-Spielkonsole. Mit einem Selbstbau-Kit kann man die alten Controller von Super Nintendo & Co. nun in die Gegenwart holen und mit einem Funkmodul ausstatten.**

**Von Kjell Norton**

Der in Retro-Kreisen hochgeschätzte Spezialist für Nachbauten von klassischen Gamepads 8BitDo hat seit Neuestem einen Umbausatz im Programm, mit dem man aus einem originalen Super-Nintendo-Pad (SNES) einen kabellosen Bluetooth-Controller machen kann. Das Set gibt es auch für NES-Pads und die Controller der Spielkonsolen-Neuauflagen NES Classic Mini und SNES Classic Mini. Außerdem bietet 8BitDo eine Variante für Mega-Drive-Controller an. Die Sets kosten im 8BitDo-Shop umgerechnet rund 17 Euro. Wir haben mit dem Kit für

den Controller des SNES Classic Mini gebastelt.

### Außen alt, innen neu

Im Lieferumfang befinden sich eine Kurzanleitung, ein Schraubendreher, ein USB-Ladekabel und die Platine mit dem Akku und Bluetooth-Sender. Achtung: Ein Bluetooth-Adapter ist nicht enthalten. Diesen kann man in Form des 8BitDo Retro Receiver für rund 11 Euro gleich mit bestellen. Unterstützt ein Computer bereits Bluetooth 4.0, braucht man den Receiver nicht. Auch Nintendos Switch und viele Android-Geräte nehmen direkt Kontakt mit einem modifizierten Controller auf.

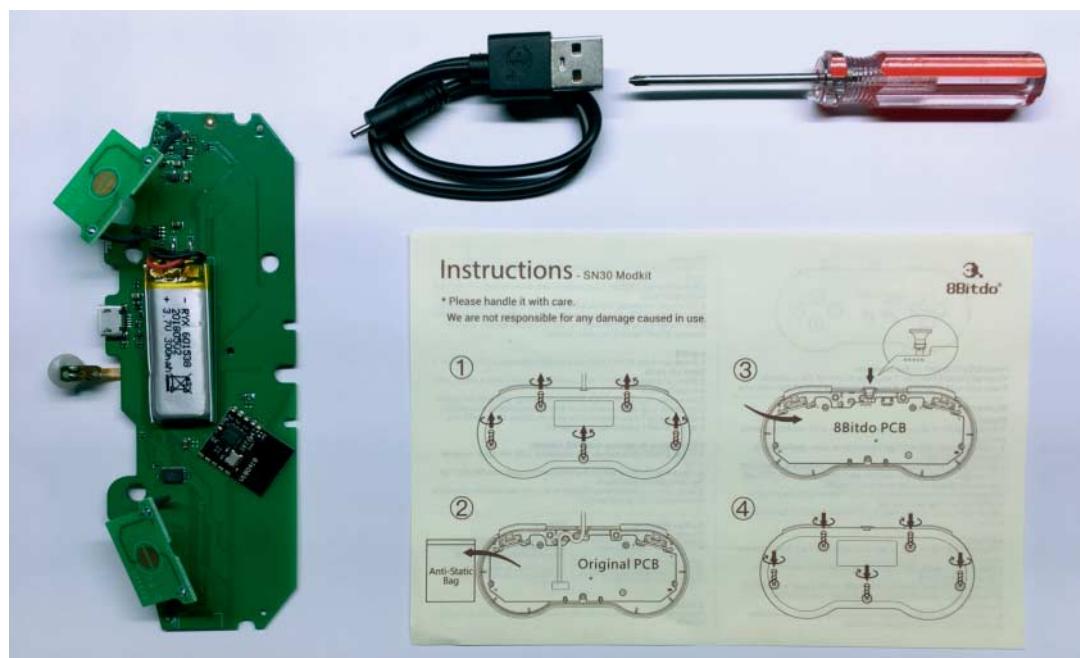
Der Umbau ist für geübte Bastler in wenigen Minuten erledigt: Man löst die fünf Schrauben des Controllers mit dem mitgelieferten Schraubendreher, entfernt die kabelgebundene Platine und ersetzt sie mit der 8BitDo-Platine. Fertig! Zu hastig sollte man dabei allerdings nicht vorgehen: Die Drähte für die Schaltertasten und den Akku muss man unter Umständen zur Seite biegen, damit das Gehäuse richtig schließt. Ein Einklemmen der

Drähte könnte das Bastelprojekt schnell beenden.

Das Gehäuse des Originalcontrollers bleibt unberührt: Die geschickte Nutzung der ehemaligen Kabeldurchführung als Öffnung für die Status-LED und die Ladebuchse macht Bohrer und Feile unnötig. Für etwaige zukünftige Updates befindet sich eine Micro-USB-Buchse auf der Platine, die nur bei geöffnetem Gehäuse zugänglich ist.

### Gentlemen, start your controllers!

Nach glücklichem Umbau muss man den Controller einschalten und in den Pairing-Modus bringen. Dies geschieht je nach Einsatzzweck – Computer, Konsole oder Smartphone – mittels verschiedener Tastenkombinationen, die in der Kurzanleitung beschrieben sind. Sobald die Status-LED durchgehend leuchtet, steht die Verbindung und der Controller ist einsatzbereit. Ältere 8BitDo Retro Receiver benötigen ein Softwareupdate, damit sie mit dem DIY-Kit ausgebauten Controller erkennen.



Das Set bringt alles Notwendige für den Umbau mit. Keine Angst: Bohren muss man nicht. Die Buchse zum Anschluss des Ladekabels ist nach dem Einbau der Platine über die ehemalige Kabel-Öffnung erreichbar.



Der kleine Akku hat eine Kapazität von lediglich 180 mAh und hält maximal sieben Stunden durch.

Beim Spielen verhält sich das umgebaute Pad tadellos und lässt sich genauso exakt bedienen wie das Original. Für die Konsolen aus Nintendos Classic-Mini-Reihe hat 8BitDo dem angepassten Controller zusätzlich eine kleine Sonderfunktion spendiert: Um in das Hauptmenü der Retrokonsole zu gelangen, muss man lediglich die Tastenkombination Select und Abwärts auf dem Pad drücken. Ansonsten müsste man dafür aufstehen und die Reset-Taste auf der Konsole betätigen.

Die vom Hersteller angegebene Akkulaufzeit von sieben Stunden ist realistisch und ausreichend, kann aber bei ausgiebigen Spielsessions knapp werden. Das ist dem Aufbau des Nintendo-Controllers geschuldet: Im Gehäuse befinden sich mehrere Abstandshalter, die die Unterbringung eines großen Akkus erschweren.



Der Umbau erfordert kaum handwerkliches Geschick. Im Grunde muss man den Controller nur aufschrauben und die alte Platine (rechts) mit der neuen (links) tauschen.

Hier punkten die regulären 8BitDo-Controller-Nachbauten mit einer Laufzeit von rund 18 Stunden. Der Akku des DIY-Controllers ist nach ungefähr ein bis zwei Stunden voll aufgeladen.

Beim ausgiebigen Testen haben wir eine Eingabeverzögerung von durchschnittlich 25 Millisekunden (1,5 Frames) gemessen. Das ist der Bluetooth-Technik geschuldet, aber nicht weiter tragisch, da normale Spieler die Verzögerung nicht bemerken. Zum Vergleich: Der kabellose Controller der Playstation 4 funktioniert mit einer ähnlichen Latenz. Professionelle

Spieler müssen zu kabelgebundenen Controllern greifen.

## Fazit

8BitDo hat wieder einmal ganze Arbeit geleistet: Das DIY-Kit ist eine sinnige Erweiterung des Portfolios der Controller-Experten. In der Praxis überzeugt es mit einem durchdachten Aufbau. Außerdem ist es günstig und lässt sich vergleichsweise einfach verbauen. Wer von zu kurzen Controller-Kabeln generiert ist und gern ein bisschen bastelt, kann hier mit gutem Gewissen zugreifen. (des@ct.de) **ct**

Anzeige



# Frisch tapeziert

## Linux-Desktop aufmotzen mit Conky

**Der Desktop kann mehr, als nur ein hübsches Hintergrundbild anzeigen. Ganz nebenbei informiert die Fläche als Systemmonitor über Engpässe bei CPU und RAM, holt RSS-Feeds aus dem Netz und liefert einen Spickzettel für wichtige Konsolenkommandos.**

**Von Liane M. Dubowy**

Der kleine Systemmonitor Conky zeigt auf dem Desktop, wie ausgelastet die CPU und der Arbeitsspeicher sind, ob die Festplatte gleich voll läuft und was gerade bei heise online aktuell ist. Der freie Platz auf der grafischen Bedienoberfläche dient so ganz nebenbei als Schaltzentrale für Systeminformationen und kann auch als

Spickzettel für häufig vergessene Kommandos herhalten.

Conky kann fast alles auf der Desktop-Oberfläche anzeigen; dafür sorgen über 250 eingebaute Objekte und die Fähigkeit, allerlei Skripte auszuführen. Die Informationen präsentiert Conky entweder als Text oder bereitet sie grafisch mit Balken oder Graphen in unterschiedlichen Farben und Schriften auf. Conky ist vielseitig konfigurierbar und braucht nur wenig Systemressourcen. Der einzige Haken: Conky selbst bringt keine grafische Oberfläche mit, wer den Systemmonitor auf den eigenen Desktop maßschneidern will, muss sich knietief in die Konfiguration wagen.

Mit Conky Manager und Conky-Wizard gibt es zwar zwei externe Projekte, die eine grafische Oberfläche zur einfacheren Einrichtung liefern, beide sind aber veraltet und werden nicht mehr wei-

terentwickelt. Die meisten ihrer Vorlagen funktionieren daher nicht mehr, können aber womöglich als Ausgangspunkt einer eigenen Konfiguration dienen.

### Installation

Conky steht in den Paketquellen der meisten Linux-Distributionen in verschiedenen Paketen zur Installation bereit. In Ubuntu gibt es beispielsweise die Pakete conky, conky-all, conky-cli und conky-std. Für die Beispiele in diesem Artikel sollten Sie sich für das Paket conky-all entscheiden, in dem die meisten Funktionen aktiviert sind, darunter beispielsweise die Unterstützung für RSS, Lua- und andere Skripte.

Testweise können Sie Conky mit der Standardkonfiguration über den Befehl conky in einem Terminalfenster aufrufen. Conky legt daraufhin eine Standard-Conky-Instanz auf den Desktop-Hintergrund, die optisch zwar wenig beeindruckt, aber bereits die wichtigsten Systeminformationen anzeigt. Die Tastenkombination Strg+C beendet den Probelauf wieder. Später soll Conky automatisch nach dem Anmelden am Desktop starten.

### Neue Syntax

In der Conky-Konfiguration definieren Sie unter anderem die Position der Conky-Instanz auf dem Desktop, verwendete

Schriftarten und -größen und nicht zuletzt die angezeigten Informationen. Kompliziertere Layouts lassen sich mit mehreren gleichzeitig laufenden Conky-Instanzen umsetzen.

Wenn Sie nichts anderes angeben, liest Conky die Einstellungen aus der Datei `~/.conkyrc` aus. Gibt es diese noch nicht, kommt die Standardkonfiguration zum Einsatz. Die Konfigurationsdatei ist in zwei Bereiche gegliedert: der obere gestaltet das Fenster und die Anzeige, der untere definiert die konkreten Anzeigen. Mit Conky 1.10 hat sich die zur Konfiguration verwendete Syntax geändert, und einige Variablen wurden entfernt. Die Konfigurationsdatei nutzt jetzt Lua-Syntax.

Zwar bietet die Conky-Projekt-Website ein Skript an, das versucht, alte Conky-Konfigurationen in die neue Syntax zu überführen, in unserem Test scheiterte dieser Versuch allerdings kläglich.

Die Conky-Einstellungen starten mit dem Ausdruck `conky.config = {` und endet mit `};`. Was konkret ausgegeben werden soll, regelt der Abschnitt `conky.text = [[`, gefolgt von einigen Ausgabeanweisungen. Er schließt mit `]]`. Die Konfigurationsdatei ist daher in zwei Blöcke unterteilt:

```
conky.config = {
  alignment = 'bottom_right',
  background = false,
  ...
};

conky.text = [[
```

```
 ${scroll 16 $nodename - $kernel}
 $hr
 ${color grey}Uptime:$color $uptime
 ...
]]
```

## Loslegen

Fehlt die Datei `.conkyrc` im Home-Verzeichnis, greift das Tool auf die Standardeinstellungen in `/etc/conky/conky.conf` zurück. Je nach Distribution liegt die Datei auch woanders, unter Arch Linux zum Beispiel unter `/usr/share/doc/conky-1.10.8_pre/conky.conf`. Die darin enthaltenen Konfigurationen eignen sich gut als Ausgangspunkt für ein eigenes Conky-Setup. Der folgenden Befehl kopiert die Standardkonfigurationsdatei ins Home-Verzeichnis:

```
conky -C > ~/.conkyrc
```

Damit die Conky-Konfiguration mit allen Grafiken und Skripten nicht über das Home-Verzeichnis verstreut ist, legen Sie dafür besser ein eigenes Verzeichnis unter `~/.config` an. Um den Systemmonitor mit dieser Einstellung zu starten, rufen Sie ihn so auf:

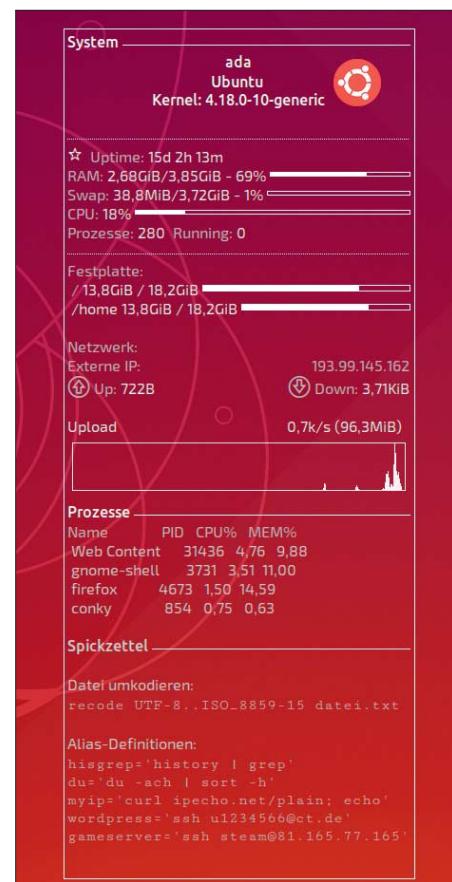
```
conky -c ~/.config/conky/.conkyrc
```

Die Datei `.conkyrc` lässt sich anschließend in einem Texteditor nach Wahl öffnen und modifizieren. Beherrscht der verwendete Editor Syntax-Highlighting für Lua, hilft das, Fehler in der Konfiguration zu vermeiden. Für mehr Übersicht können Sie die Einträge in der Konfiguration alphabetisch sortieren.

## Optik definieren

Aussehen und Position der Conky-Instanz definiert der obere Teil der Konfigurationsdatei zwischen den geschweiften Klammern. Um etwa die Conky-Ausgabe rechts oben auf dem Bildschirm zu positionieren, dient `alignment = 'top_right'`. Soll Conky unten links platziert werden, setzen Sie stattdessen `bottom_left` ein, ganz in der Mitte landet die Anzeige mit `middle_middle`. Von der grundsätzlichen Position ausgehend verschieben Sie Conky dann pixelweise: Nach oben oder unten verschiebt `gap_y =`, nach rechts oder links `gap_x =`. Dahinter tragen Sie jeweils ein, um wie viele Pixel Conky die Anzeige verschieben soll; auch negative Werte sind (je nach Ausgangsposition) möglich.

Conky zieht die Anzeige so groß wie nötig, eine minimale Höhe und Breite



Systeminfos, Grafiken, Balken, Graphen oder einfach Text: Was Conky wo auf dem Desktop anzeigt, legen Sie völlig frei selbst fest.

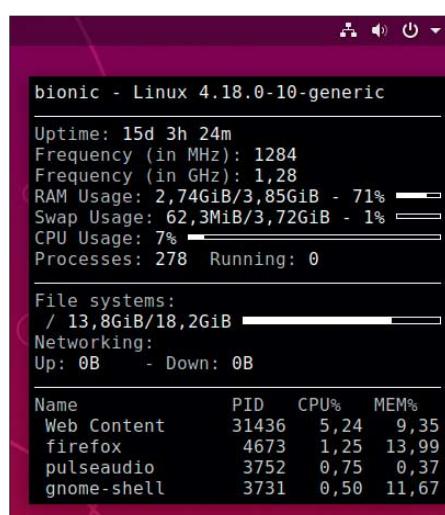
legen die Optionen `minimum_height =` und `minimum_width =` in Pixeln fest.

Nutzen Sie zwei Monitore, verschiebt die Zeile `xinerama_head = 1` Conky auf den zweiten Monitor. Außerdem sollten Sie festlegen, wie häufig die Anzeige – und damit auch die angezeigten Informationen – aktualisiert wird. Den Zeitabstand legt `update_interval` in Sekunden fest. Je nachdem, welche Informationen Conky zeigen soll, muss die Anzeige häufiger oder weniger oft aktualisiert werden. Um eine halbwegs flüssige Anzeige des Netzwerkverkehrs und der laufenden Prozesse darzustellen, ist `1.0` ein guter Wert.

Für eine transparente Conky-Anzeige sorgen die zwei Zeilen

```
own_window_argb_visual = true,
own_window_argb_value = 0,
```

Die Ziffer in der zweiten Zeile legt dabei fest, wie stark das Wallpaper durchscheint. `0` steht für komplett durchsichtig; je höher der Wert, desto weniger scheint das Wallpaper durch. Je nach Distribution



Die Conky-Standardkonfiguration präsentiert zwar wichtige Infos, eine Zierde für den Desktop ist sie allerdings nicht.



Ziemlich unübersichtliche Konfiguration, aber im Ergebnis schön: In dieser Conky-Instanz ist jedes Element mithilfe von `$offset` und `$voffset` pixelgenau platziert.

ist Conky empfindlich, wenn es um die Fenstereinstellungen geht, die mit `own_window_` beginnen. Hier gilt es, ein bisschen zu experimentieren. Schon mit der Basiskonfiguration flackert die Conky-Anzeige. Um das zu verhindern, hilft oft die Option `double_buffer = true` als eigene Zeile im `conky.config`-Bereich.

Mit einer schickeren Schriftart sieht der Systemmonitor unter Umständen gleich viel besser aus. Die Standardschriftart definieren Sie im oberen Teil der Conky-Konfigurationsdatei. Um die Schriftart oder -größe zu verändern, passen Sie folgende Zeile an:

```
font = 'DejaVu Sans Mono:size=12',
```

Hier können Sie alle auf dem System installierten Schriftarten einsetzen. Schriftschnitt und -größe geben Sie hier gleich mit an, beispielsweise: `'Ubuntu Mono:condensed:size=12'` oder `'Ubuntu:light:italic:size=12'`. Bei der Auswahl hilft das Gnome-Tool „Schriften“, das der Befehl `gnome-font-viewer` startet. Es zeigt eine Vorschau der installierten Fonts und verrät ihre Namen. Sollen dagegen einzelne Wörter in größerer Schrift oder fett gedruckt erscheinen, definieren Sie das im `conky.text`-Teil der Datei.

Manchmal spielen mehrere Zeilen in der Konfiguration zusammen. Wollen Sie einen Rahmen um die Conky-Anzeige zeichnen, müssen Sie zunächst `draw_borders = true`, setzen. Erst danach greifen Optionen wie `border_width = 3` und gepunktete Umrandungen mit `stippled_borders = 1`. Dass die Systeminfos einen

gewissen Abstand zum Rand einhalten, regelt `border_inner_margin =` gefolgt von einer Pixelzahl.

Welche Variablen es für die Konfiguration gibt und welche Optionen sie kennen, verrät das Conky-Wiki (siehe [ct.de/y65t](https://ct.de/y65t)). Damit Sie auch später noch wissen, was die einzelnen Optionen bewirken, können Sie Kommentarzeilen einfügen, die mit `-` beginnen müssen. Conky ignoriert sie dann einfach. Auf diese Weise können Sie auch schnell einzelne Optionen abschalten, ohne sie gleich zu löschen.

Soll Conky Anzeigen nicht nur untereinander auflisten, sondern miteinander kombinieren, ist mühsame Handarbeit angesagt: Datum und Uhrzeit der Conky-Vorlage „Gotham“ sind beispielsweise pixelgenau platziert. Stellt man einem Element  `${offset 10}` voran, verschiebt Conky es um die darin angegebene Anzahl Pixel von seiner eigentlichen Position nach rechts. Ist die angegebene Zahl negativ, also zum Beispiel `-10`, würde Conky das Element zehn Pixel weiter links platzieren. Dementsprechend schiebt  `${voffset 10}` das Element um zehn Pixel nach unten, ein negativer Wert würde es weiter oben zeigen.

## Infozentrale Desktop

Welche Informationen Conky auf dem Desktop platziert, legt der zweite Teil der Konfigurationsdatei `.conkyrc` zwischen `conky.text = [[ und ]]` fest. Conky kennt eine unüberschaubare Vielfalt an Variablen, die Sie auf dem Desktop präsentie-

ren können. Außerdem können Sie diese nach Belieben mit Text und grafischen Elementen ergänzen.

Die wichtigsten Variablen – etwa den Hostname (`$nodename`), den eingesetzten Kernel (`$kernel`), den Speicherverbrauch (`$memperc%`), die Prozessorlast (`$cpu%`) oder den Füllstand der Festplatte (`$fs_used`) und deren Größe (`$fs_size`) – sowie einige weitere Variablen enthält die Standardkonfiguration bereits:

```
conky.text = [[
${scroll 26 $nodename - $sysname } ]
${kernel on $machine | }
$hr
${color grey}RAM Usage:${color $mem/`}
${memmax - $memperc% ${membar 4}}
${color grey}Swap Usage:${color $swap/`}
${swapmax - $swapperc% ${swapbar 4}}
${color grey}CPU Usage:${color $cpu% }
${cpubar 4}
$hr
${color grey}File systems:
/ ${color ${fs_used /}/${fs_size /} }
${fs_bar 6 /}
```

Diese und viele weitere Variablen erläutert das Conky-Wiki (siehe [ct.de/y65t](https://ct.de/y65t)). Die Option `scroll` in der zweiten Zeile sorgt dafür, dass die in die geschweiften Klammern eingeschlossene Zeile in einer Art Laufband durchläuft. Die darauf folgende Linie zeichnet `$hr`. Die ausgegebenen Werte beschränken sich nicht auf reinen Text. Conky kann beispielsweise die CPU-Last auch als Füllstand eines Balkens (`cpubar`) oder als Pegelausschlag (`cpugauge`) darstellen. Die Entwicklung der Download-Geschwindigkeit demonstriert ein Graph. Dabei muss die jeweilige Netzwerkschnittstelle – hier `wlan0` mit angegeben werden:

```
 ${upspeedgraph wlan0 50,298}
```

Ist keine Schriftfarbe definiert, greifen die Standardeinstellungen, die in `conky.config` festgelegt werden. Ist hier nichts eingegeben, ist die Schrift weiß. Um dann einzelne Wörter beispielsweise grau darzustellen, stellen Sie die Formatierung in der Form  `${color grey}` voran und wechseln später mit  `${color}` wieder zurück zur Standardfarbe.

## Aufgebretzelt

Sind Ihnen reine Textanzeigen zu dröge, können Sie Ihre Conky-Instanz mit Bildern oder Emojis auflockern. Ein Bild – beispielsweise ein kleines Distributions-Logo – bindet folgender Befehl ein:

```
 ${image .config/conky/bild.jpg } ↵
↳ -p 180,30}
```

Ohne die Angaben hinter `-p` klebt das Bild in der oberen linken Ecke der Conky-Anzeige. Der erste Wert rückt das Bild um 180 Pixel nach rechts, der zweite um 30 Pixel nach unten. Mit etwas Experimentieren lassen sich Bilder so präzise platzieren.

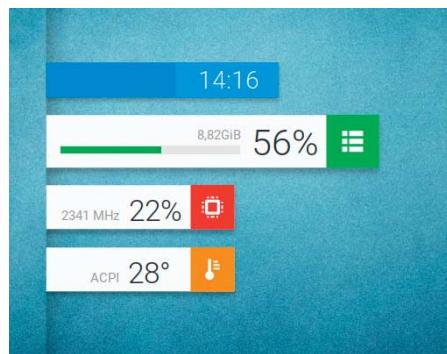
Wollen Sie keine aufwendigen Ring-Diagramme programmieren, können Sie passende Grafiken einblenden und die Textanzeigen darauf platzieren. Wie das aussehen kann, zeigt eine der wenigen aktuellen Vorlagen „Sidebar Conky“: Ein passendes Hintergrundbild und einige Änderungen an `gap_x` und `gap_y` reichen schon, damit die Conky-Instanz gut aussieht (Download unter [ct.de/y65t](http://ct.de/y65t)).

Statt eines Bildes reichen oft Emojis – etwa als Symbole für Down- und Upload. Dafür müssen Sie zunächst eine Schriftart wie PizzaDude Bullets auf dem System installieren, die diese enthält. In Conky hinterlegen Sie beispielsweise einen Pfeil nach unten im Kreis dann folgendermaßen:

```
 ${font PizzaDude Bullets:size=↳
↳ 18}M$font
```

Nach der Angabe eines Textes in einer anderen Schriftart wechselt Conky mit dem abschließenden `$font` wieder zurück zur Standardschriftart.

Manche Dinge lassen sich einfach schneller auf der Kommandozeile erledigen, das müssen selbst eingefleischte Mausschubser zugeben. Wer sich manche Befehle partout nicht merken kann, hinterlegt sie einfach auf einem Spickzettel in Conky und formatiert sie mit einer Code-typischen Schriftart wie Courier. Auf diese Weise hat man den Befehl zum



Die Vorlage „Sidebar Conky“ platziert die Textangaben geschickt auf einer Grafik im Material-Design.

**Aktuelle News im Blick:** Wer viel Platz auf dem Desktop hat, kann sich zum Beispiel einen Newsticker anzeigen lassen.



Herunterladen der Fotos vom Smartphone via adb ebenso schnell bereit wie das Kommando zum Ändern der Kodierung einer Textdatei.

## RSS-Feed

Um beispielsweise Titelzeilen aus dem heise-online-RSS-Feed mit Conky auf den Desktop zu bringen, genügt eine Zeile:

```
 ${rss http://www.heise.de/news} ↵
↳ ticker/heise.rdf 15 item_titles 10}
```

Das sorgt dafür, dass Conky die letzten zehn Beiträge von heise online auf dem Desktop anzeigt und diese Liste alle 15 Minuten aktualisiert. Soll darüber der Titel des RSS-Feeds stehen, setzen Sie davor noch folgende Zeile in die Conky-Konfiguration:

```
 ${rss http://www.heise.de/news} ↵
↳ ticker/heise.rdf feed_title}
```

Danach steht in der ersten Zeile „heise online News“. Das lässt sich auch noch ausbauen: Mit `item_title 1` holen Sie den Titel der aktuellsten News, mit `item_desc 1` die zugehörige Beschreibung. Conky passt die Breite der Ausgabe an die Länge der Titel an. Ist diese allerdings in der Konfiguration mit `maximum_width =` begrenzt, schneidet Conky den Rest einfach ab. Wer einen ausgeklügelteren Newssticker braucht, muss ein Skript schreiben und es in Conky einbinden.

## Befehlsempfänger

Fehlt eine Funktion in Conky, lässt sie sich womöglich über ein Shell-Kommando oder ein Shell-Skript umsetzen. Der Befehl `exec` weist Conky an, einen Befehl oder ein Skript auszuführen. Hängt man noch ein „`i`“ samt Sekundenzahl an (`execi`), wiederholt Conky den Befehl im angegebenen Intervall.

Um beispielsweise die in der Datei `.bash_aliases` hinterlegten Alias-Definitionen als Erinnerung auf dem Desktop zu zeigen, schreibt man folgende Zeile in die Conky-Konfiguration:

```
 ${exec cat /home/lmd/.bash_aliases}
```

Conky kann zwar auch Shell- oder Python-Skripte ausführen, am besten eignen sich aber Lua-Skripte, da Conky über Lua-Unterstützung mit imlib2- und Cairo-Bindings verfügt. Damit lassen sich sehr schicke Kreise, Linien, Rechtecke und anderes programmieren, die die Systeminfos besonders anschaulich darstellen. Um ein Lua-Skript in Conky einzubinden, schreibt man in den Konfigurationsteil:

```
 lua_load = '~/config/conky/↳
↳ skript.lua', ↳
lua_draw_hook_post = 'main',
```

Die erste Zeile verrät Conky, wo das Lua-Skript liegt, während die zweite Zeile die aufzurufende Funktion nennt. Statt `lua_draw_hook_post` kann auch `lua_draw_hook_pre` stehen, je nachdem, wann die Funktion aufgerufen werden soll. Das Ergebnis der Funktion übernimmt Conky dann in die Bildschirmdarstellung.

## Nix für Ungeduldige

Eine perfekte Conky-Konfiguration nimmt viel Zeit in Anspruch. Bis die anzuzeigenden Informationen definiert, alle Elemente pixelgenau an ihrem Platz sind und das Ganze auch noch farblich auf ein Hintergrundbild abgestimmt ist, vergeht einige Zeit. Fertige Vorlagen – auch wenn sie häufig veraltet sind – können da einiges an Zeit sparen und lassen sich mit wenigen Handgriffen an die eigenen Gegebenheiten anpassen.

(lmd@ct.de) **ct**

**Downloads, Dokumentation:** [ct.de/y65t](http://ct.de/y65t)

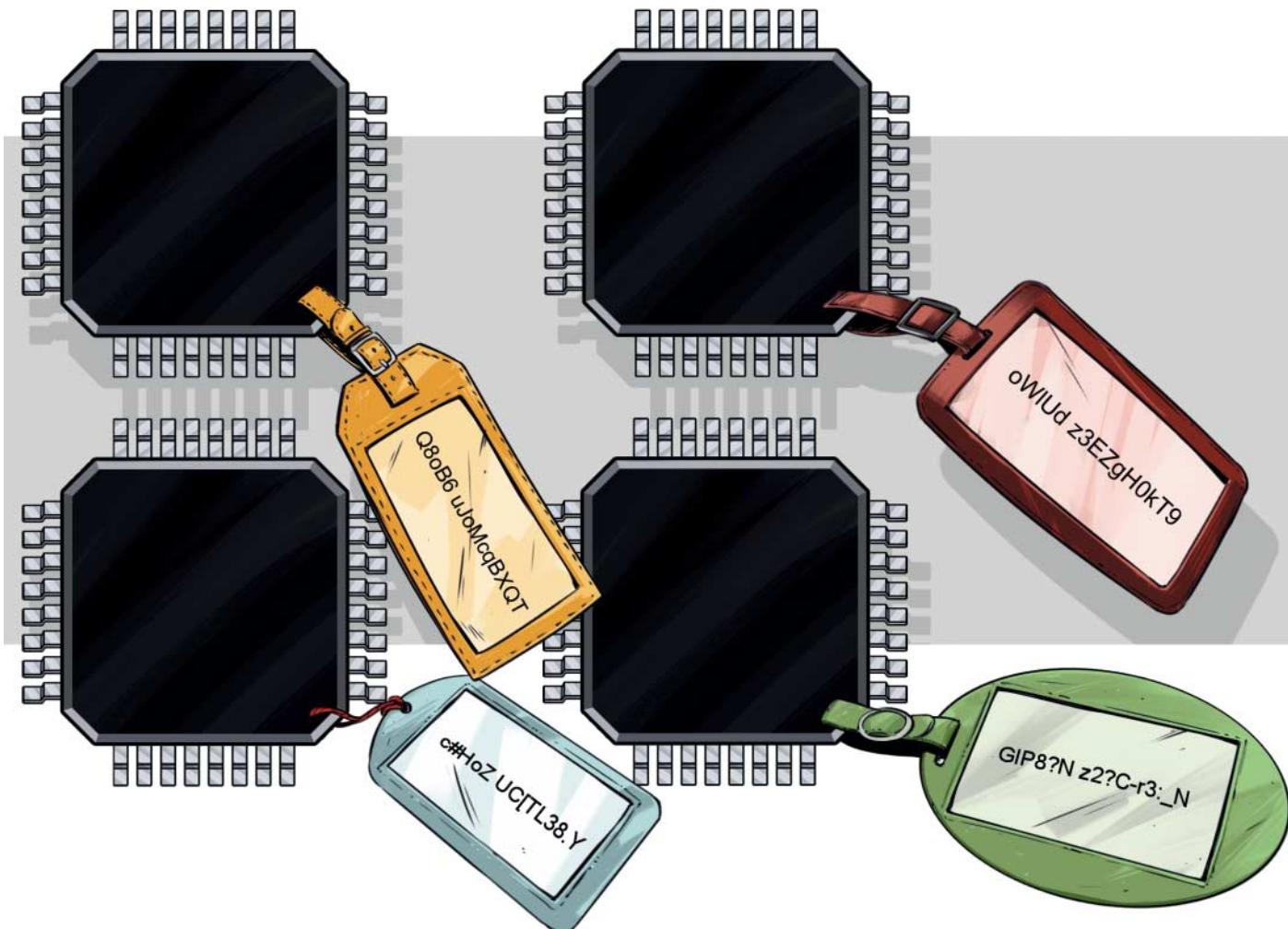


Bild: Albert Hulm

# Chip-Fingerabdruck

## Physisch unkopierbare Funktionen sichern IoT-Geräte

**Billigen, sparsamen IoT-Chips fehlen Ressourcen für starke kryptografische Schutzmaßnahmen. Stattdessen lassen sich sogenannte Physically Unclonable Functions (PUFs) nutzen: einzigartige Eigenschaften eines Halbleiterbauelements.**

**Von Dr. André Schaller**

**A**bermilliarden vernetzte Geräte verknüpfen sich jetzt und in kommenden Jahren zum Internet of Things (IoT). Viele IoT-Produkte werden sich dabei nur mit sehr billigen oder extrem sparsamen Halbleiterchips umsetzen lassen. Trotz-

dem sollen sie sicher funktionieren, und zwar ohne aufwendige Wartung über viele Jahre hinweg. Dazu können physisch unkopierbare (Hardware-)Funktionen (Physically Unclonable Functions, PUFs) beitragen. Als PUF bezeichnet man einen Funktionsblock mit Ein- und Ausgängen, der bei der Einspeisung eines Signals selbst ein Signal erzeugt und ausgibt. Ändert sich dabei die Eingabe, so ändert sich auch die Ausgabe. Bei einer sicheren PUF lässt sich der Hardware-Funktionsblock nicht kopieren.

Eine PUF kann man als Fingerabdruck eines Chips bezeichnen. Diese individuellen Merkmale lassen sich dann wiederum zur eindeutigen Identifikation von Geräten oder zur Erzeugung von Schlüsselwerten nutzen oder in kryptografische Sicherheitsalgorithmen einbinden.

Viele PUFs benötigen weniger Strom und Siliziumfläche als Rechenwerke für aufwendige Kryptoalgorithmen. Erzeugt man digitale Schlüssel oder Signaturen mithilfe einer PUF nur bei Bedarf, kann man auf geschützten Speicher verzichten, der hohen technischen Aufwand bei der Fertigung verlangt. Starker Schutz kryptografischer Schlüssel ist bei Geräten besonders wichtig, die im Freien zum Einsatz kommen und deshalb für Angreifer jahrelang leicht zugänglich sind. In manchen IoT-Geräten fehlt auch schlichtweg der Platz für einen separaten Sicherheitschip, etwa ein Trusted Platform Module (TPM) oder einen SmartCard-Baustein. Kostengünstig herstellbare PUFs eignen sich aber etwa auch zur sicheren Identifikation von Bauelementen, um Fälschungen zu erschweren.

## PUF-Idee

Die Idee hinter den PUFs ist einfach: Während der Herstellung eines Halbleiterbauelements führen minimale Veränderungen von Umgebungsbedingungen wie Temperatur oder Druck zu physischen Merkmalen, die für den individuellen Chip einzigartig sind. So schwanken beispielsweise Schichtdicken oder Dotierungen in kleinen Bereichen eines Halbleiters leicht, was sich wiederum auf die elektrischen Eigenschaften von Transistoren auswirkt. Sie schalten dann möglicherweise ein wenig schneller oder langsamer.

Wenn sich der Fertigungsprozess des jeweiligen Halbleiterchips nicht präziser steuern lässt, kann der Hersteller die PUF nicht gezielt reproduzieren. Jeder einzelne Chip aus derselben Fertigungslinie hat dann mit hoher Wahrscheinlichkeit eine individuelle PUF.

Um eine PUF zu nutzen, wird sie stimuliert. Daraufhin liefert sie ein Signal zurück, welches zufällig erscheint, aber reproduzierbar ist. Damit erfüllt die PUF eine zentrale Funktion für kryptografische Authentifizierung: Eine genau definierte Anregung (Challenge) führt zu einem eindeutigen Antwortsignal (Response).

Ein Beispiel für eine PUF arbeitet mit Licht: Bei dieser optischen PUF bestrahlt ein Laser ein transparentes Medium, das zufällige Strukturen enthält, beispielsweise einen Block aus Epoxydharz mit eingeschlossenen Luftblasen. Das Streubild auf der anderen Seite des durchstrahlten Blocks entsteht durch Beugung, Brechung und Reflexion des Lichts. Die Challenge könnte hierbei ein Steuersignal für Schrittmotoren sein, die die Entfernung zwischen Lichtquelle und Epoxydharzblock verändern sowie den Winkel, in dem das Licht auftrifft. Die Response entsteht, indem man das Streubild digitalisiert.

## PUF-Sicherheit

Eine Challenge und die dazugehörige Response bilden zusammen ein Challenge-Response-Paar (CRP). Die Gesamtanzahl der CRPs, welche eine PUF-Instanz erzeugen kann, nennt man CRP-Raum. Er entspricht im Prinzip dem Konzept des Schlüsselraums bei traditionellen Kryptografieverfahren. Je nach Größe des CRP-Raumes spricht man von schwachen oder starken PUF-Typen, die sich für unterschiedliche Anwendungen in der Praxis eignen.

Bisher wurde kein eindeutiger Satz von Eigenschaften definiert, der die Sicherheit von PUF-Instanzen beschreibt. Es

hat sich jedoch eine Grundmenge unbedingt notwendiger Eigenschaften herauskristallisiert: Robustheit (Robustness), Unkopierbarkeit (Unclonability) und Unvorhersagbarkeit (Unpredictability).

Alle PUF-Typen müssen robust sein. Regt man jedoch dieselbe PUF mehrfach mit derselben Challenge an, erhält man leicht unterschiedliche Responses. Denn weil es sich bei einer PUF per Definition um ein physisches System handelt, tritt unweigerlich Rauschen auf. Es führt zu Bitfehlern in den digitalisierten PUF-Responses. Um PUFs trotzdem in kryptografischen Anwendungen zu nutzen, wendet man Fehlerkorrektur an wie Error Correcting Codes (ECC). Sie erzeugen stabile Responses.

Bei der Unkopierbarkeit wird zwischen der physischen und der mathematischen Unkopierbarkeit unterschieden. Erstere bezieht sich auf den erwähnten Fall, bei dem die Schwankungen des Fertigungsprozesses so groß sind, dass die Fertigung eines exakten Klons unmöglich ist. Mathematische Unkopierbarkeit bedeutet, dass es in der Praxis mit vertretbarem Aufwand unmöglich ist, ein logisches Modell der PUF-Instanz zu entwickeln.

Ein solches Modell ließe sich beispielsweise ausarbeiten, indem man sämtliche Challenge-Response-Paare einer PUF abfragt. Der Aufwand dafür steigt wiederum mit der Größe des CRP-Raums. Letzterer lässt sich vergrößern, indem man mehrere einzelne PUFs auf dem Chip zu einer Gruppe kombiniert. Bei einigen PUF-Typen wächst der CRP-Raum dadurch exponentiell;

letztlich sind nur solche PUF-Typen mathematisch unkopierbar, zumindest innerhalb einer begrenzten Zeitspanne.

Unvorhersagbarkeit ist eine weitere zentrale Eigenschaft aller PUF-Typen, auch von solchen mit kleinem CRP-Raum. Unvorhersagbarkeit bedeutet, dass es einem Angreifer nicht gelingen darf, gültige Responses auf Basis ihm bereits bekannter Challenge-Response Paare zu erzeugen. Meist zieht man zur Charakterisierung der Unvorhersagbarkeit das Maß der Entropie heran, also sozusagen den Grad der Zufälligkeit, mit dem sich verschiedene CRPs derselben PUF voneinander unterscheiden. Hohe Entropie ist vor allem für PUFs wichtig, die man zum Generieren kryptografischer Schlüssel nutzt.

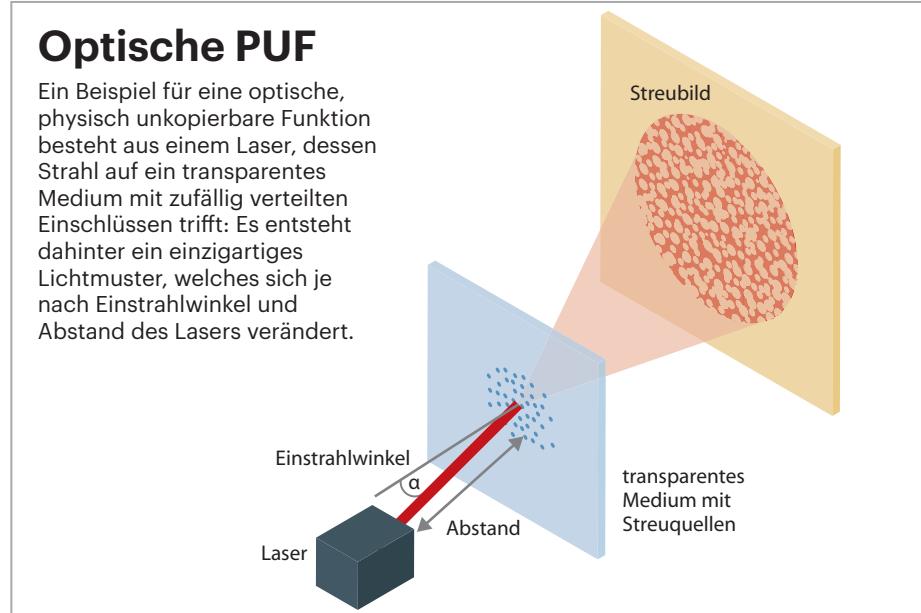
## PUF-Typen

Forscher haben bereits einen ganzen Zoo unterschiedlicher PUF-Typen entwickelt, einige der bekannteren erläutert die Tabelle auf Seite 160. Bisher gibt es allerdings noch kein formales Modell, um alle existierenden PUF-Implementierungen zu beschreiben. Doch es haben sich Ansätze zur Kategorisierung etabliert, die Ordnung in die PUF-Vielfalt bringen.

Leicht verständlich ist die Unterscheidung in optische und elektronische PUFs, letztere nennt man auch Silizium-PUFs. Elektronische PUFs sollen sich kostengünstig als Funktionsblöcke in Halbleiterbauelementen einbauen lassen, und zwar mit gängiger (CMOS-)Fertigungstechnik. Elektronische PUFs entstehen, indem man winzige Veränderungen (Varianzen)

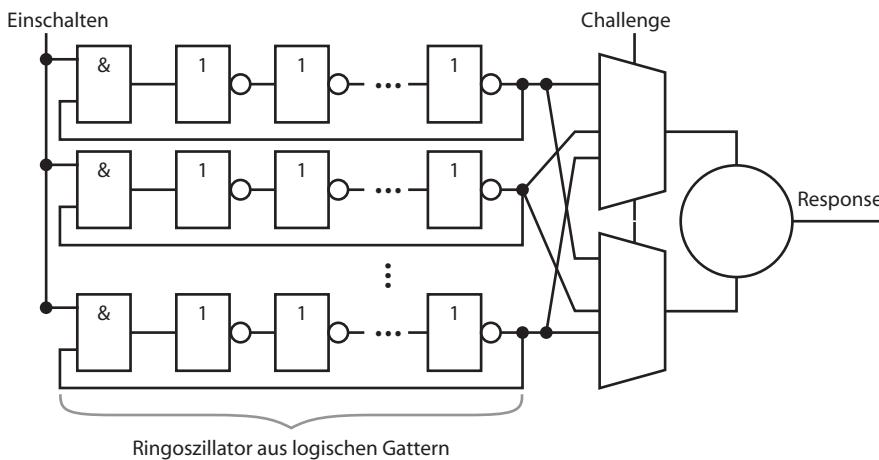
## Optische PUF

Ein Beispiel für eine optische, physisch unkopierbare Funktion besteht aus einem Laser, dessen Strahl auf ein transparentes Medium mit zufällig verteilten Einschlüssen trifft: Es entsteht dahinter ein einzigartiges Lichtmuster, welches sich je nach Einstrahlwinkel und Abstand des Lasers verändert.



## Ringoszillator-PUF

Ringoszillatoren schwingen mit einer charakteristischen Frequenz. Bei mehreren identisch ausgelegten Oszillatoren im gleichen Chip ergeben sich einzigartige Unterschiede. Eine am Multiplexer eingespeiste Challenge führt zu einer individuellen, nur von diesem Chip reproduzierbaren Response.



bei der Fertigung bestimmter Schaltungsteile ausnutzt, etwa von SRAM-Speicherzellen oder von logischen Gattern.

Die Silizium-PUFs lassen sich weiter unterteilen in welche, die Laufzeiteffekte nutzen (Delay-based PUFs), und andere, die Eigenschaften von Speicherzellen verwenden (Memory-based PUFs).

Laufzeit-PUFs baut man aus mehreren logisch identischen Schaltungsböcken auf. Legt man dasselbe Signal gleichzeitig an sämtliche Eingänge dieser Schaltungsböcke an, taucht es an den Ausgängen jeweils mit minimalen Zeitunterschieden wieder auf. Das kann beispielsweise daran liegen, dass sich die Transistoren in verschiedenen Schaltungsböcken ganz leicht unterschiedlich verhalten, was wiederum an den oben erwähnten Fertigungstoleranzen liegt. Die Varianz der Laufzeiten zwischen den einzelnen Schaltungen geht folglich auf deren jeweilige physische Merkmale zurück und ist für diese Gruppe von Schaltungsböcken einzigartig. Typische Vertreter solcher

Laufzeit-PUFs sind Arbiter-PUFs und Ringoszillator-PUFs. Als Arbiter (Entscheider) bezeichnet man eine Schaltung, die aus mehreren Eingangssignalen eines auswählt und an ihrem Ausgang weiterleitet. Diese Entscheidung braucht eine kurze (Lauf-) Zeit. Ein Ringoszillator wiederum besteht aus hintereinandergeschalteten Elementen mit einer Rückführung, die sozusagen den Ring schließt. Dieser Ringoszillator schwingt mit einer charakteristischen Frequenz. Mehrere solcher Oszillatoren mit jeweils minimal unterschiedlichen physischen Eigenschaften liefern einen individuellen Chip-Fingerabdruck.

Eine Speicher-PUF hingegen besteht aus einer gewissen Zahl von Speicherzellen, beispielsweise aus SRAM-, DRAM- oder Flash-Speicherzellen. Trennt man diesen Funktionsblock von der Spannung und legt sie dann wieder an, hat jede Zelle einen bestimmten, pseudo-zufälligen Startwert, also 1 oder 0. Liest man die Zellen nun aus, entsteht ein typisches Bitmuster,

das sich als PUF-Signal nutzen lässt. Die nächste Unterscheidung trennt aus der Perspektive der Sicherheit zwischen schwachen und starken PUFs. Schwache haben einen kleinen CRP-Raum und sind deshalb mathematisch kopierbar. Starke PUFs hingegen verfügen über einen großen CRP-Raum, der meistens exponentiell mit der Zahl der Funktionselemente wächst, aus denen die PUF besteht. Eine PUF-Instanz setzt sich üblicherweise aus einer größeren Anzahl grundsätzlich gleicher PUF-Elemente zusammen, die parallel arbeiten.

Schließlich spricht man noch von intrinsischen und extrinsischen PUF-Typen. Intrinsische PUFs nutzen typische Eigenschaften gewöhnlicher Standardbauteile aus, dazu gehören beispielsweise die oben beschriebenen Speicher-PUFs aus SRAM oder DRAM. Extrinsische PUFs sind hingegen Schaltungen, die speziell dafür entwickelt wurden.

## PUF zur Identifikation

Eine robuste, unkopierbare und unvorhersagbare PUF lässt sich als Bestandteil einer Sicherheitsfunktion nutzen. Weil die PUF eine Art Hardware-Fingerabdruck liefert, liegt es nahe, sie zur Identifikation eines Chips zu verwenden beziehungsweise zur Identifikation des Gerätes, in denen der jeweilige Chip arbeitet.

Im einfachsten Fall ist dazu nur ein sicherer Kommunikationskanal nötig und man nutzt die PUF-Response als Identifikations-Token. Komplexere Authentifizierungsverfahren weisen beispielsweise die Identität eines IoT-Gerätes gegenüber einem Server aus oder bestätigen umgekehrt dem IoT-Gerät, dass es mit einem vertrauenswürdigen Server kommuniziert. Auch die gegenseitige Authentifizierung ist möglich.

Bei der Client-Authentifizierung steckt die PUF im Client und der Server hat eine CRP-Datenbank. Letztere speichert die CRP-Werte, die die jeweilige PUF erzeugt; diese CRP-Daten gelangen zuvor während einer Enrollment-Phase in

## PUF-Typen (Auswahl)

| Bezeichnung        | verwendete Bauteile                                      | genutzter Effekt   | Eigenschaften  |
|--------------------|--|--|--|
| Arbiter-PUF        | Kaskade von logischen Entscheidungsfunktionen (Arbitern) | Laufzeitunterschiede   | starke PUF, meist geringe Entropie, anfällig für Angriffe mit Machine Learning   |
| Ringoszillator-PUF | Schaltungspaare, die mit fester Frequenz schwingen       | Frequenzschwankungen   | starke PUF, robust, unkopierbar, unvorhersagbar, wenig empfindlich gegen Temperaturschwankungen und Alterung                 |
| SRAM-PUF           | Feld von SRAM-Zellen                                     | variierende Initialisierungswerte                              | schwache, intrinsische PUF, robust, unkopierbar, unvorhersagbar, wenig empfindlich gegen Temperaturschwankungen und Alterung |
| DRAM-PUF           | Feld von DRAM-Zellen                                     | variierende Initialisierungswerte, variierende Entladungswerte | schwache, intrinsische PUF   |

Anzeige

die Datenbank. Je nach Anwendung genügen wenige CRPs pro IoT-Gerät.

Der Server initiiert die Authentifizierung, indem er eine zuvor unbenutzte Challenge an den Client sendet. Der Client speist diese Challenge in seine PUF, misst die Response, korrigiert Fehler und sendet seine Response an den Server zurück. Der Server vergleicht sie mit dem Inhalt seiner CRP-Datenbank.

Umgekehrt kann auch ein Client mit eingebauter PUF zuerst den Server auffordern, sich zu authentifizieren. Der Server antwortet darauf mit einem zufällig ausgewählten CRP aus seiner Datenbank. Der Client wiederum speist die erhaltene Challenge in seine PUF und prüft, ob die Response mit der aus dem Server-CRP übereinstimmt.

Ist der Kommunikationskanal ungesichert, ist dieses einfache Challenge-Response-Protokoll anfällig für Man-In-The-Middle-Angriffe. Diese lassen sich verhindern, wenn der Server kein CRP doppelt nutzt, sondern jeweils ein frisches. Das aber klappt nicht mit schwachen PUFs, weil ihr CRP-Raum zu klein ist. Mit einem zusätzlichen Trick lassen sich schwache PUFs trotzdem über offene Kanäle nutzen, nämlich indem man zusätzliche Hash-Funktionen einbaut. Das nennt man Controlled PUF; ein Angreifer kann dabei kein Modell der PUF durch Ausprobieren berechnen. Außerdem lässt sich der CRP-Raum quasi erweitern, indem man das Frage-Antwort-Spiel zusätzlich von einem bestimmten logischen Zustand abhängig macht, den die PUF intern speichert (logisch konfigurierbare PUF). Das kann etwa der Hash eines Integer-Werts sein.

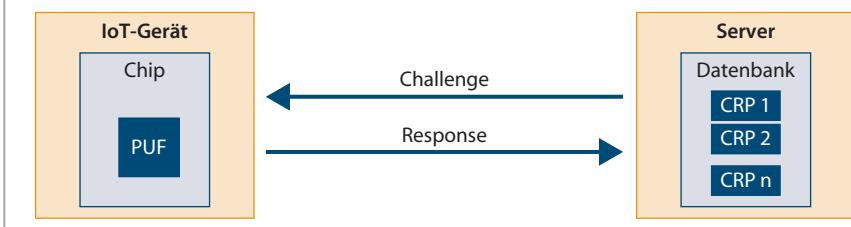
## PUF als Schlüsselspeicher

Bei kryptografischen Sicherheitsanwendungen hängt die Sicherheit zunächst einmal von der Qualität des jeweiligen Schlüssels ab. Aber letztere müssen vor allem auch geheim bleiben, dürfen sich bei einem leicht zugänglichen Gerät also nicht aus einem Chip auslesen lassen. SmartCard-Chips etwa für Kreditkarten, TV-Verschlüsselung und elektronische Autoschlösser haben dafür besonders gesicherte Speicherbereiche. Dort gespeicherte Schlüsseldaten lassen sich auch durch Manipulation des ausgelösten Chips oder durch Beschuss mit Elektronenstrahlen nicht auslesen.

Sicherheitschips mit eingebauter PUF könnten ohne aufwendig geschützten Speicher auskommen, indem sie krypto-

## Authentifizierung per PUF

Eine PUF lässt sich für die Authentifizierung eines IoT-Gerätes an einem Server nutzen. Letzterer führt eine Datenbank mit bekannten Challenge-Response-Paaren (CRPs) der PUF im jeweiligen IoT-Chip. Zur Authentifizierung sendet der Server eine Challenge, die der IoT-Chip mit der Response seiner PUF beantwortet.



grafische Schlüssel oder zumindest Teile davon nur bei Bedarf erzeugen. Aus der Response einer PUF lässt sich nach Fehlerrichtigungsmaßnahmen ein digitaler Kryptoschlüssel erzeugen, den man nach Benutzung wieder verwirft. Der Schlüssel liegt also nicht in nichtflüchtigem Speicher, den ein Angreifer auslesen könnte. Zudem ist die Zeitspanne für einen Angriff kurz, weil der Schlüssel jeweils nur kurzfristig in digitaler Form existiert; das eigentliche Geheimnis steckt in der PUF.

## PUF als Zufallszahlen-generator

Sichere Zufallszahlen sind ein wichtiger Grundbaustein für viele kryptografische Anwendungen. Doch Mikroprozessoren sollen ja gerade nicht zufällig arbeiten, sondern vorhersagbar. Deshalb baut man oft zusätzliche Funktionsblöcke ein, die Entropie sammeln, um zufälligere (Pseudo-)Zufallszahlen zu erzeugen, also separate Random Number Generators (RNGs).

Als Entropiequelle eignet sich aber auch das bereits erwähnte Rauschen, welches jeder PUF-Messung inhärent ist. Anders als bei der Schlüsselerzeugung verwirft man den sozusagen stabilen Teil der PUF-Messung und nutzt nur das Rauschen. In einem ersten Schritt prüft man das Maß der Entropie, quasi die Qualität des Rauschens. Reicht das aus, speist man diese zufälligen Werte in eine Hash-Funktion, um statistisch gleichverteilte Werte zu erhalten.

Um einer Anwendung nun kryptografisch sichere Zufallszahlen zur Verfügung zu stellen, dient der Output der Hash-Funktion als Input (Seed) eines deterministischen Zufallszahlengenerators, welcher schließlich einen Strom an pseudozufälligen Werten erzeugt. Die Sicherheit

fußt hierbei auf der Unvorhersagbarkeit der PUF-Messungen.

Darüber hinaus schlagen Forscher PUFs als Bestandteil von kryptografischen Primitiven wie Block-Chiffren oder Hash-Funktionen vor. PUFs eignen sich aber auch als Bestandteile komplexerer Anwendungen wie das sichere Booten von Embedded Systems oder der Nachweis der Integrität ihrer Firmware.

## Fazit

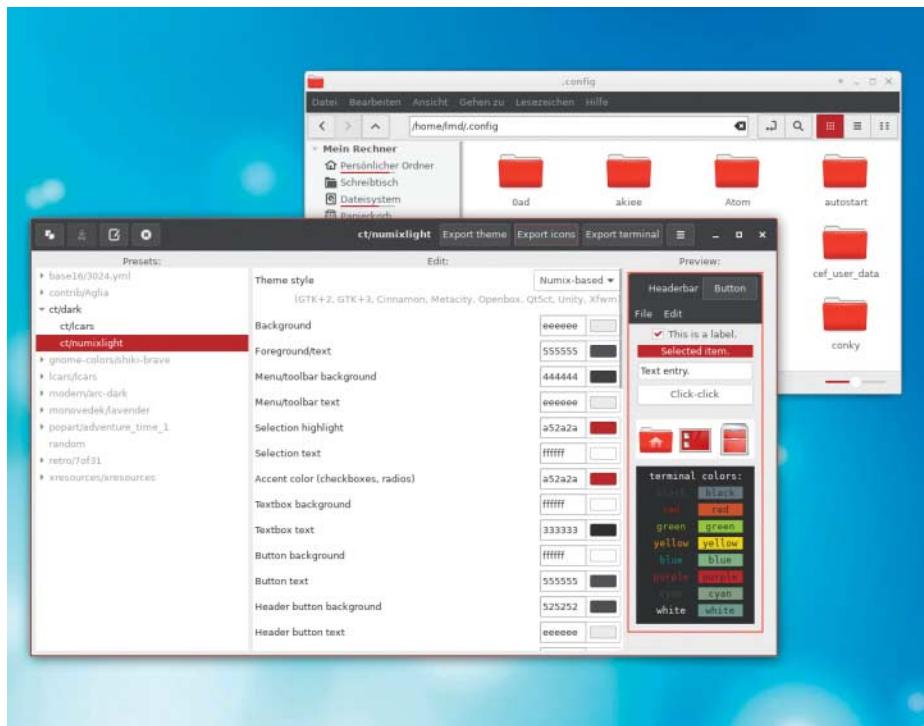
PUFs sind bei billigen und sparsamen IoT-Chips eine attraktive Alternative zu bewährten Kryptografie-Funktionsblöcken, die mehr Ressourcen benötigen. Das gilt vor allem für intrinsische PUFs, die Standard-Bauelemente von Chips wie SRAM nutzen.

Die Firma Intrinsic ID hat eine SRAM-PUF entwickelt, die Chip-Entwickler mit der Software DesignWare von Synopsys in ihre Schaltungen einbauen können. Der taiwanische Embedded-Memory-Spezialist eMemory offeriert seine NeoPUF aus Speicherzellen. Toppan Printing integriert eine PUF in NFC-beziehungsweise RFID-Etiketten namens Smartics-V, die sich per Smartphone auslesen lassen, um Produkte sicher zu identifizieren. Maxim Integrated baut seine PUF-Variante ChipDNA in Authentifizierungschips mit SHA3-256 oder ECDSA. Microsoft entwickelt derzeit einen hauseigenen Sicherheitschip mit PUF für Azure-Server. PUFs haben also den Sprung vom Labor in die Praxis bereits geschafft.

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

*Dr. André Schaller hat in der Forschungsgruppe Security Engineering der TU Darmstadt von Prof. Dr. Katzenbeisser gearbeitet. Die Gruppe gehört zum Sicherheitsverbund CYSEC.*

Anzeige



# Klickibunti

## Eigene Themes für den Linux-Desktop zusammenklicken

**Mit dem Oomox Theme Designer stellt man aus Vorlagen eigene Themes für den Linux-Desktop zusammen. Das geht nicht nur erstaunlich einfach mit wenigen Mausklicks, sondern funktioniert auch für das Terminalfenster und den Spotify-Client.**

**Von Tim Schürmann**

In den meisten Desktop-Umgebungen bestimmen Themes, wie Fenster, Buttons, Symbole und anderes auf der Bedienoberfläche aussehen. Insbesondere legen sie die Farben der Fenster und der Schaltflächen fest. Der Oomox Theme Designer greift sich eines der Standard-Themes, dessen Bestandteile Sie dann bequem per Mausklick ändern. Zunächst

stehen drei Stilarten für die Gestaltung von Schaltflächen, Abständen und anderem zur Wahl: Arc, Numix und Materia. Ändern können Sie dann neben den Farben unter anderem auch das Icon-Set und die Rundungen der Schaltflächen. Die Änderungen exportiert Oomox schließlich als eigenes Theme, das sich dann wie andere Design-Vorlagen in den Systemeinstellungen anknipsen lässt.

### Schwieriger Start

Nutzer von Arch Linux und seinen Derivaten installieren den Oomox Theme Designer über ein passendes PKGBUILD aus dem Arch User Repository (AUR). Für Debian ab Version 9, Ubuntu ab Version 17.10, Linux Mint ab Version 19 und die jeweils darauf basierenden Derivate stellen die Oomox-Entwickler bei Github ein DEB-Paket zum Download bereit (siehe c't-Link). Unter Ubuntu 18.10 ließ sich das Oomox-Paket allerdings wegen fehlender

Abhängigkeiten nicht installieren. Hier bleibt nur, den Quellcode oder das Flatpak-Paket zu verwenden. Das Oomox-DEB-Paket spielen die folgenden beiden Befehle ein:

```
sudo dpkg -i oomox_1.7.0.5.deb
sudo apt install -f
```

Fedora-Nutzer können Oomox aus einem Copr-Repository holen:

```
sudo dnf copr enable tcg/themes
sudo dnf install oomox
```

Das dort angebotene Paket soll sich eigentlich auch unter CentOS installieren lassen, auf einem aktuellen CentOS 7.5 gelingt dies jedoch derzeit nicht.

Die Oomox-Entwickler stellen ihr Werkzeug zusätzlich als Flatpak-Paket auf Flathub bereit, das sich auf den meisten großen Distributionen verwenden lässt. Mit der Flatpak-Fassung ließen sich allerdings zum Redaktionsschluss nur Design-Vorlagen auf Basis des Numix-Themes erstellen.

Kommt keiner der genannten Installationswege in Frage, müssen Sie zunächst alle auf der GitHub-Seite genannten Hilfsprogramme und Bibliotheken sowie das Programm Git installieren. Anschließend holen die folgenden Befehle das Werkzeug auf den Rechner:

```
git clone https://github.com/themix-project/oomox.git --recursive
cd oomox
make -f po.mk install
```

### Dreireiher

Bei der Installation des DEB-Pakets oder aus dem Copr-Repository startet oomox-gui den Theme Designer. Wer zum Quellcode-Archiv greifen musste, ruft hingegen das Skript ./gui.sh im Installationsverzeichnis auf. Das dreigeteilte Oomox-Hauptfenster bietet am linken Seitenrand einige mitgelieferte Design-Vorschläge als „Presets“ an. Über die schwarzen Dreiecke klappen Sie weitere Varianten des entsprechenden Presets auf. Hier entscheiden Sie sich für ein Preset, das als Grundlage dient.

Nach einem Klick auf ein Preset zeigt das Fenster rechts eine Vorschau des Themes und in der Mitte alle zugehörigen Einstellungen. Was der Oomox Theme Designer dort anbietet, hängt vom gewählten „Theme style“ ab. In dieser Drop-Down-Liste in der Mitte entscheiden Sie sich zunächst für ein Theme, das das gewählte

Preset grundlegend modifiziert. Welche Desktop-Umgebungen später mit dem neuen Theme umgehen können, steht in Klammern darunter.

Die angebotenen Einstellungen sind weitgehend selbsterklärend, beispielsweise verändert „Background“ die Hintergrundfarbe aller Fenster. Sind Sie unsicher, was gemeint ist, ändern Sie eine Einstellung einfach und beobachten die Auswirkungen rechts in der Vorschau. Die Farben geben Sie entweder in Hexadezimalschreibweise an oder klicken auf das Farbfeld, um sie mit einem Farbwähler auszusuchen. Möchten Sie zusätzlich die Farben des Terminals ändern, wählen Sie im Abschnitt „Terminal“ unter den „Theme options“ den Punkt „Basic“. Mit der Auswahl „Manual“ können Sie alle möglichen und nicht nur die Hinter- und Vordergrundfarben konfigurieren.

## Themes bauen

Ihre Änderungen müssen Sie über das zweite Symbol von links („Save theme“) in der Titelleiste des Hauptfensters explizit im Preset speichern. Wenn Sie das gewählte Preset nicht überschreiben möchten, können Sie über das Symbol ganz links stattdessen eine Kopie anlegen. Mit einem Schrägstrich im dabei anzugebenen Namen können Sie Ihre Presets gruppieren. Das neue Preset namens ct/dark würde somit mit ct/bright einsortiert.

Haben Sie das Theme nach Herzenslust angepasst, exportieren Sie es via „Export theme“. Die möglichen Exportoptionen hängen vom ausgewählten „Theme style“ und der verwendeten Desktop-Umgebung ab. Übernehmen Sie die Vorgaben im Zweifel erst einmal. Während der Oomox Theme Designer das neue Theme erstellt, weist ein Textfenster auf mögliche Probleme und insbesondere fehlende Hilfswerzeuge hin. Fehlt etwas, installieren Sie die Tools über den Paketmanager nach und stoßen anschließend den Export erneut an. Falls Sie auch die Symbole angepasst haben, exportieren Sie diese gesondert via „Export icons“. Das Theme landet in einem eigenen Unterverzeichnis von `~/.themes/`, die Symbole dementsprechend unter `~/.icons`. Haben Sie auch die Farben des Terminals verändert, ist abschließend noch ein Klick auf „Export terminal“ fällig. Oomox zeigt dann einen Text an, den Sie per Hand in die Datei `~/.Xresources` kopieren müssen.

Abschließend müssen Sie das neue Theme und die Symbole in den System-

einstellungen Ihres Desktops aktivieren – unter Xfce beispielsweise im Dialog „Erscheinungsbild“. Unter Gnome muss man für den Theme-Wechsel das Tool Gnome Tweaks bemühen, das die meisten Distributionen in ihren Repositories vorhalten. Der Name des fertigen Themes setzt sich dabei aus dem Begriff `oomox`- und dem hinteren Teil des Preset-Namens zusammen.

Unter Tiling Window Managern können Probleme mit Schatten und Rahmen auftreten, ein auf der Github-Seite beschriebener Workaround schafft dann Abhilfe (siehe [ct.de/yb1j](http://ct.de/yb1j)).

Auch den standardmäßig recht tristen und dunklen Spotify-Client kann der Oomox Theme Designer in beliebige Farben tauchen. Dazu fahren Sie in der mittleren Spalte nach unten zum Bereich „Spotify“ und passen dort die Farben an. Anschließend öffnen Sie rechts oben in der Fensterecke das Menü hinter dem Hamburgersymbol und wählen „Apply Spotify theme“. In den dann angezeigten Einstellungen legen Sie zunächst fest, welche Schrift der Spotify-Client verwenden soll. Der Pfad im unteren Eingabefeld verweist auf das Unterverzeichnis `Apps` in dem Ordner, in dem der Spotify-Client liegt. Normalerweise müssen Sie ihn nicht ändern. Die zur Anpassung der Farben nötigen Rechte fordert Oomox nach einem Klick auf „Apply“ ein. Anschließend sollte nach einem Neustart der Spotify-Client in den gewünschten Farben erstrahlen. Die ursprünglichen Einstellungen sichert Oomox unter `~/.config/oomox/spotify_backup`. Um sie wiederherzustellen, kopieren Sie einfach die Sicherung zurück ins Verzeichnis

`/usr/share/spotify/Apps`. Auch nach einer Neuinstallation erscheint der Spotify-Client wieder in den alten Farben.

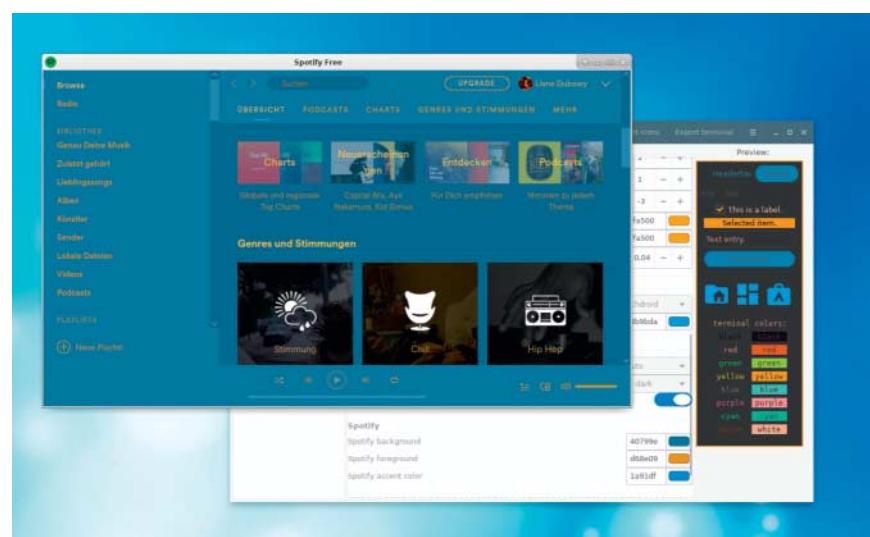
Wenn Sie den Oomox Theme Designer über das DEB-Paket, das AUR oder das Copr-Repository installiert haben, finden Sie auf der Festplatte auch noch eine Kommandozeilenfassung des Werkzeugs. Das `oomox-cli` genannte Programm dient vor allem dazu, schnell ein Theme neu zu generieren, ohne dafür extra die Bedienoberfläche öffnen zu müssen. Dabei übergeben Sie einfach den Pfad zum von Oomox gespeicherten Preset. Selbst erstellte Presets lagern standardmäßig im Ordner `~/.config/oomox/colors/`, die mitgelieferten in `/opt/oomox/colors`. Dort finden Sie Unterordner, die dem Namen des Presets entsprechen. Das Preset „ct/dark“ würde folglich im Verzeichnis `~/.config/oomox/colors/ct/dark` liegen. Reichen Sie diesen Pfad an `oomox-cli` weiter:

```
oomox-cli ~/.config/oomox/colors/ ↵
↳ ct/dark
```

Beim Bauen eines Themes können Sie zusätzliche Parameter ergänzen. Beispielsweise weist die Angabe hinter Option `-o` dem Theme einen eigenen Name zu. `-m` verrät dem Tool, für welche GTK+3-Versionen es das Theme erstellen soll. Die Angabe `a11` berücksichtigt alle, `gtk3` für die Version 3.18 und `gtk320` für Versionen ab 3.20. `-d true` erzeugt schließlich noch die GTK+2-Bestandteile des Themes in doppelter Größe für HiDPI-Monitore.

(lmd@ct.de) **ct**

**Alle Downloads:** [ct.de/yb1j](http://ct.de/yb1j)



Oomox färbt auch den Client des Musikdienstes Spotify neu ein.  
Die Einstellungen unten in Oomox führen zum hier gezeigten Ergebnis.



Bild: Albert Helm

# Ausgewildert

## Let's Encrypt und Nginx für alle, die nicht alles dockern

**Mit Docker-Containern erwirbt der eigene Server ruckzuck neue Fähigkeiten. Aber wer nicht alle Dienste dockert, kann keine fertigen Container-Images für Nginx-Reverse-Proxy und automatische Zertifikatsbeschaffung bei Let's Encrypt benutzen. Wir zeigen, wie Sie beides per Hand so einrichten, dass es kaum mehr Arbeit macht.**

**Von Pina Merkert**

**D**ocker ist toll! Die Container-Images nehmen einem einiges an Arbeit ab und erlauben es, viel schneller neue Webdienste auszuprobieren, sie aber auch ruckzuck und restlos wieder zu entfernen. Wer heutzutage einen Root- oder V-Server betreibt, will darauf nicht verzichten. Doch oft laufen auf dem Server noch zahlreiche Dienste aus einer Zeit vor Docker. Die hat man damals sorgsam per Hand konfiguriert und über Jahre gepflegt. All diese Dienste lassen sich in Container umziehen, aber dafür muss man eigene Images bauen, was für einen einzelnen Dienst schon mehrere Stunden Arbeit bedeuten kann.

Den eigenen Server kann man daher meist nicht auf einen Schlag dockern,

selbst wenn man sich das ganze Wochenende Zeit nimmt. Docker ist jedoch schnell installiert und der erste Container läuft nach wenigen Minuten [1]. Der Container kommt aber nicht an Port 80 oder 443, da beides noch von einem Webserver belegt wird, beispielsweise Nginx. Nginx liefert noch diverse Dienste aus, die nicht in Containern laufen. Der in c't 4/2018 empfohlene Container mit Nginx-Proxy und Let's-Encrypt-Automatik [2] kann den händisch installierten Nginx nicht ersetzen, da das alle Dienste außerhalb von Containern deaktivieren würde. Die Lösung besteht darin, den bereits installierten Nginx als Reverse-Proxy einzurichten und einen ACME-Client für Let's Encrypt zu installieren. Der Reverse-Proxy nimmt alle Anfragen von außen entgegen und verteilt sie an andere Web- oder CGI-Server.

### Nginx, der Schlüsselmeister

Ein Webserver sollte heutzutage mit jedem Seitenbesucher eine TLS-Verbindung aushandeln. Wenn aber auf dem gleichen Server verschiedene Webdienste laufen, gibt es keinen Grund, dass diese Dienste verschlüsselt mit dem Proxy sprechen müssen. Es reicht daher, wenn ein als Reverse-Proxy konfigurierter Nginx sämtliche

SSL-Verbindungen annimmt und an die gewünschten Dienste unverschlüsselt weiterreicht. Er ist auch die zentrale Anlaufstelle für Zertifikate und kann sich um die Anfragen kümmern, mit denen Let's Encrypt die Domains validiert.

Meist nutzt jeder Dienst eine eigene Domain oder Subdomain auf dem Server. In Nginx konfiguriert man die virtuellen Hosts (VHost) mit `server{}`-Blöcken, die Anfragen per `server_name` subdomain. `meine-domain.de`; der richtigen Konfiguration zuordnen. In den `server{}`-Blöcken definieren `location{}`-Blöcke, was mit der angefragten URL passiert: aus welchem Verzeichnis Dateien direkt ausgeliefert werden, ob die Anfrage an einem CGI- oder WSGI-Server weitergereicht wird oder ob sich per `proxy_pass` ein anderer Webserver um die Anfrage kümmert.

Die Anfragen, mit denen Let's Encrypt per HTTP-Challenge die Domains validiert, ruft eine kryptisch benannte Datei mit einem Token im Pfad `/well-known/acme-challenge/` ab. Solche Anfra-

gen soll Nginx nicht weiterreichen, sondern direkt die vom ACME-Client erzeugte Datei ausliefern. Also sucht man sich einen Ort auf dem Server (beispielsweise `/var/www/letsencrypt-challenges/`), wo der ACME-Client die Datei platzieren darf und schreibt dafür einen `location{}`-Block:

```
location /.well-known/acme-challenge {
    root /var/www/letsencrypt-challenges;
}
```

Da dieser Block bei allen VHosts gleich lautet, spart man sich Tipparbeit, indem man die drei Zeilen in einer neuen Datei namens `/etc/nginx/letsencrypt-webroot` ablegt. Die kann man danach nämlich bequem mit folgender Zeile in alle `server{}`-Blöcke einbinden:

```
include letsencrypt-webroot;
```

Verwendet man `location{}`-Blöcke, die per Regex matchen (~ oder ~\* hinter `location`), wertet Nginx diese zuerst aus, auch wenn sie in der Konfiguration weiter unten stehen. Bei solchen Blöcken muss man also

darauf achten, dass sie nicht auf die Tokendatei unter dem URL-Pfad `/well-known/acme-challenge/` matchen (beispielsweise nicht `location ~ (.* {}) {}` verwenden). Im Zweifelsfall baut man den Block mit `location ~ \.well-known\acme-challenge\(.*) {}` selbst zu einer Regex um.

Für die Domainvalidierung spielt es keine Rolle, ob sie per HTTP oder HTTPS stattfindet. Es ergibt also Sinn `include letsencrypt-webroot;` sowohl in den `server{}`-Block für HTTP (`listen 80; listen [::]:80;`) als auch in den für HTTPS (`listen 443 ssl; listen [::]:443 ssl;`) zu schreiben.

## acme.sh, der Zertifikatsautomat

Die so erweiterte Konfiguration reicht aus, um Validierungsanfragen von Let's Encrypt zu beantworten. Daher kann der ACME-Client nun Zertifikate bei Let's Encrypt beantragen. Unter den vielen geeigneten ACME-Clients fiel unsere Wahl auf `acme.sh` [3], das als Shell-Skript auf allen Linux-Ser-

Anzeige

vern läuft und alles kann, was ACME unterstützt. Das Skript `acme.sh` unterstützt sowohl ACME 1.0 als auch die neue Version 2.0 [4], holt bei Bedarf Signaturen für selbst erstellte CSRs (Certificate Signing Requests) und beantragt sogar Wildcard-Zertifikate, falls man per DNS validieren kann. Unser Beispiel nutzt mit dem integrierten Cron-Job und einfacher Domainvalidierung per HTTP-Challenge nur die Basis-features.

`acme.sh` installiert man bequem per `git clone` ins Homeverzeichnis:

```
git clone https://github.com/Neilpang/acme.sh.git
cd ./acme.sh
sudo ./acme.sh --install
```

Der Aufruf mit `--install` ändert nichts am Shell-Skript. Das hatte `git` bereits lauffähig heruntergeladen. Es richtet aber einen Cron-Job ein, der automatisch schon nach nach zwei Monaten die beantragten Zertifikate verlängert (Zertifikate von Let's Encrypt sind nur drei Monate gültig). Der Account-Schlüssel und die Liste der beantragten Zertifikate landen beide in `~/.acme.sh/`.

Beantragen von Zertifikaten geht dann ganz einfach mit `./acme.sh --issue`. Hinter der Option `-d` gibt man einen Domänenamen an. Der erste dient als Name des Zertifikats. Verwendet man die Option `-d` mehrmals mit unterschiedlichen Domains, validiert Let's Encrypt sie alle und schreibt sie in `SubjectAlternativeName` im Zertifikat. Das Zertifikat gilt dann für alle angegebenen Domains.

Wer möchte, kann noch die Standardschlüssellänge von 2048 mit der Option `--keylength 4096` erhöhen. Dadurch entsteht für den Server etwas mehr Rechenlast beim Verbindungsauflauf. Manche Sicherheitsforscher raten aber von RSA-Schlüsseln mit nur 2048 Bit ab.

Wichtig ist die Option `-w`, die das Webroot-Verzeichnis für die Token-Datei angibt. Das hat die Nginx-Konfiguration auf `/var/www/letsencrypt-challenges/` festgelegt. `acme.sh` platziert dann die Tokens in diesem Verzeichnis und Nginx liefert sie an den Validierungsserver von Let's Encrypt aus.

`acme.sh` bringt noch einige Komfortfunktionen mit, die den Umgang mit den Zertifikaten besonders einfach machen. Mit den Optionen `--key-file`, `--cert-file` und `--fullchain-file` kopiert `acme.sh` die fertigen Zertifikate an die angegebenen Pfade. Wir haben beispielsweise für jeden

## Zertifikate beantragen

Das Beantragen eines Zertifikats für die Domain `titans-rollenspiel.de` sieht dann beispielsweise so aus:

```
sudo ./acme.sh --issue
  -d titans-rollenspiel.de
  -d www.titans-rollenspiel.de
  --keylength 4096
  -w /var/www/
    letsencrypt-challenges/
  --key-file /etc/certs/titans
    rollenspiel.de/key.pem
  --cert-file /etc/certs/titans
    rollenspiel.de/cert.pem
  --fullchain-file /etc/certs/titans
    rollenspiel.de/fullchain.pem
  --reloadcmd
    "systemctl reload nginx.service"
```

Wer Zertifikate lieber erst bezieht (samt Verifikation) und danach installiert, kann das Gleiche auch in zwei Aufrufen erledigen:

```
sudo ./acme.sh --issue
  -d titans-rollenspiel.de
  -d www.titans-rollenspiel.de
  --keylength 4096
  -w /var/www/letsencrypt-challenges/
sudo ./acme.sh --install-cert
  -d titans-rollenspiel.de
  --key-file /etc/certs/titans
    rollenspiel.de/key.pem
  --cert-file /etc/certs/titans
    rollenspiel.de/cert.pem
  --fullchain-file /etc/certs/titans
    rollenspiel.de/fullchain.pem
  --reloadcmd
    "systemctl reload nginx.service"
```

VHost ein Unterverzeichnis in `/etc/certs/` erzeugt und die `.pem`-Datei mit den drei Optionen direkt dorthin kopiert. Damit Nginx beim Zertifikatswechsel auch gleich die neuen Zertifikate ausliefert, ergänzt man jeweils die Option `--reloadcmd` `"systemctl reload nginx.service"`. Das sorgt nicht nur für ein Reload des Webserver nach dem Beantragen eines neuen Zertifikats, sondern führt den Reload auch beim Zertifikatstausch durch den Cron-Job aus. Da `acme.sh` mit Root-Rechten läuft, kann das Skript auch den Webserver neu laden.

## Schlüsselübergabe

Damit Nginx die frisch bezogenen Let's Encrypt-Zertifikate nutzt, gibt man sie im `server{}`-Block für HTTPS (die VHost-Konfiguration für Port 443) an:

```
ssl_certificate /etc/certs/titans
  rollenspiel.de/fullchain.pem;
ssl_certificate_key /etc/certs/titans
  rollenspiel.de/key.pem;
```

Wer möchte, verspricht seinen Nutzern auch gleich noch per HSTS [5], dass die Seite für die nächsten sechs Monate per HTTPS erreichbar sein wird:

```
add_header Strict-Transport-Security
  max-age=15768000;
```

Der Rest der Konfiguration entspricht einer ganz normalen Nginx-Konfiguration für einen Webserver mit SSL [6]. Geben Sie auf jeden Fall mit `ssl_prefer_server_ciphers on`; den Verschlüsselungs- und Schlüsselaushandlungsalgorithmen (Ciphers) in Ihrer Konfiguration den Vorrang vor den Vorschlägen der Clients und schauen Sie regelmäßig über die Liste der Algorithmen, um unsichere Verfahren auszusortieren (siehe [ct.de/y1h7](http://ct.de/y1h7)).

Mit der vorgestellten Kombination aus Nginx und `acme.sh` beziehen Sie bequem Zertifikate für Ihre Dienste, egal ob sie in Docker-Containern laufen oder direkt auf dem Server. Der von `acme.sh` automatisch eingerichtete Cron-Job sorgt dafür, dass Sie ablaufende Zertifikate nicht händisch erneuern müssen.

Falls es Sie nervt, in diesem Setup ein paar mehr Handgriffe machen zu müssen als mit einem reinen Docker-Setup [2], können Sie nun alle Dienste jeweils zu ihrer Zeit umstellen und anschließend zu den Containern wechseln. Es spricht aber auch nichts dagegen, den Reverse-Proxy so weiterzubetreiben. (pmk@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Merlin Schumacher, Docker-Praxis mit Linux, Wo Container punkten, c't 15/2017, S. 106
- [2] Peter Siering, Frachtpapierfabrik, Docker-Container automatisch mit Zertifikaten versorgen, c't 4/2018, S. 88
- [3] Pina Merkert, `acme.sh`, `acme.sh` bezieht Wildcard-Zertifikate von Let's Encrypt per Shell, c't 4/2018, S. 86
- [4] Pina Merkert, Universalsiegelstandard, ACME-2.0-Protokoll für automatische SSL/TLS-Zertifikate, c't 4/2018, S. 94
- [5] Jürgen Schmidt, SSL für Fortgeschrittene, Verschlüsselung mit HSTS und Pinning absichern, c't 25/2015, S. 150
- [6] Pina Merkert, HTTPS ohne Stress, Mit Let's Encrypt auf dem eigenen Webserver HTTPS einrichten, c't 25/2015, S. 146

**acme.sh, Nginx-Doku: [ct.de/y1h7](http://ct.de/y1h7)**

Anzeige

# Jupyter-Mission

## Maschinelles Lernen in der Cloud mit Google Datalab

**An die nötige Infrastruktur fürs maschinelle Lernen kommt man ganz einfach mit Googles Datalab in der Cloud. Mit einem kostenlosen Startguthaben von 300 Dollar implementiert und trainiert man ruckzuck Machine-Learning-Modelle, ohne privat einen leistungsfähigen Rechner zu brauchen. Wir erklären den Einstieg.**

**Von Dr. Dietrich Wettschereck**

**A**n die IT-Abteilungen vieler Firmen werden Wünsche angetragen, die sich nicht mit klassischer Programmierung umsetzen lassen. Beispielsweise soll die IT ein Add-on entwickeln, das in der Firma zukünftig E-Mails automatisch nach Sprachen sortiert. Solche Probleme sind ein typischer Fall für maschinelles Lernen (ML). KI-Systeme lernen dabei an Beispielen und beurteilen anschließend unbekannte Daten eigenständig. Die Spracherkennung im Smartphone funktioniert nach dem gleichen Prinzip. Aber Softwareentwickler müssen dafür erst mal für die datengetriebene Entwicklung umdenken und mit den Lernalgorithmen experimentieren.

Steht man so einem Problem gegenüber, wünscht man sich einen schnellen Einstieg, ohne erst mal Hardware anschaffen zu müssen. Genau dafür eignet sich Googles Datalab. Der Dienst läuft in Googles Cloud, für die Google Kunden bei der ersten Anmeldung mit einem Startguthaben von 300 Dollar ködert. Das Startguthaben reicht locker, um ohne Extrakosten zu experimentieren. Ob die Firma anschließend Googles kostenpflichtiges Cloudangebot nutzt oder den entwickelten Algorithmus auf eigener Hardware ausführt, kann sie entscheiden, nachdem das System steht.

### Machine Learning in der Cloud

Im Prinzip besteht Google Datalab aus einer Webanwendung, genauer einem Jupyter-Notebook, das auf einer virtuellen Maschine (VM) in der Google-Cloud läuft. Jupyter-Notebooks enthalten Text, Bilder und auch Code, den Jupyter direkt im Dokument im Browser ausführen kann. Der Code läuft dann auf der VM, die Ergebnisse erscheinen in Echtzeit im Browser. Da der Code Diagramme direkt ins Dokument zeichnen kann, eignen sich Jupyter-Notebooks auch gut zur Visualisierung.

Google macht es sehr einfach, dafür eine virtuelle Maschine aufzusetzen. Datalab unterstützt die Programmiersprachen SQL, JavaScript und Python sowie das ML-Framework TensorFlow und scikit-learn – die Bibliothek zum maschinellen Lernen aus SciPy, einer Sammlung aus Python-Bibliotheken zum wissenschaftlichen Arbeiten. Weitere Software aus dem Python Package Index (PyPI) installiert pip nach.

Mit einem so reichlich bestückten Werkzeugkasten wird maschinelles Lernen zum Spaziergang. Wir beschreiben die ersten Schritte.

### Anmelden und konfigurieren

Melden Sie sich zunächst mit Ihrem Google-Account auf der Google Cloud Platform an ([ct.de/yq9q](https://ct.de/yq9q)). Zwölf Monate Nutzung sind kostenlos, zudem erhalten Sie für die Cloud Services ein Guthaben von 300 Dollar. Nach der Anmeldung legen Sie zuerst in der Google Cloud Platform ein neues Projekt an. Das geht im Dashboard über das Drop-down-Menü links in der blauen Leiste. Das System erstellt automatisch eine Projekt-ID. Die brauchen Sie gleich für die Konfiguration.

Aktivieren Sie anschließend in der blauen Leiste die Google Cloud Shell (erstes Symbol rechts). In der können Sie das Kommandozeilentool gcloud direkt im Browser aufrufen. Konfigurieren Sie gcloud in der Shell zunächst, damit es Ihr Projekt verwendet:

```
gcloud config set core/project <Ihre Projekt-ID>
```

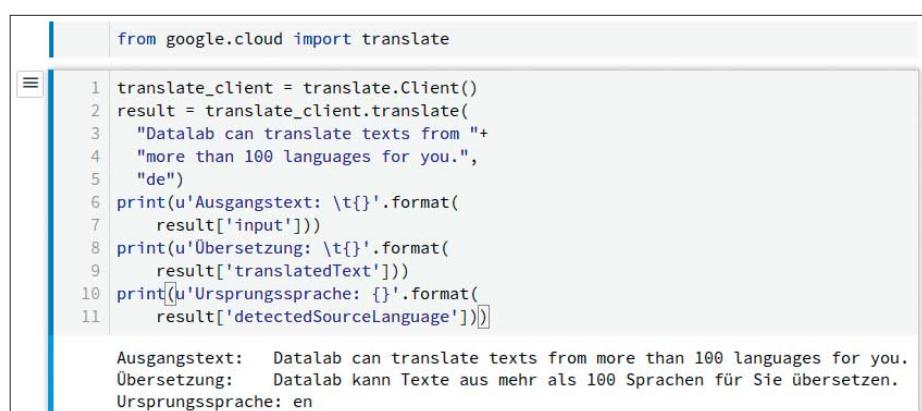
Entscheiden Sie anschließend, in welcher Region Google Ihre Ressourcen hostet. Wählen Sie hierbei eine Region, die sich in der Nähe Ihres Point-of-Service befindet. Das verringert die Netzwerklatenz. Die Zone „europe-west3-a“ steht beispielsweise für ein Hosting in Frankfurt. Sie aktivieren die Zone mit folgendem Befehl:

```
gcloud config set compute/zone <europe-west3-a>
```

### Virtuelle Maschine

Zum Rechnen brauchen Sie danach noch eine VM. Die erstellen Sie im Befehlszeilentool mit dem Befehl

```
datalab create <VM-name>
```



```
from google.cloud import translate
translate_client = translate.Client()
result = translate_client.translate(
    "Datalab can translate texts from more than 100 languages for you.",
    "de")
print(u'Ausgangstext: \t{}'.format(result['input']))
print(u'Übersetzung: \t{}'.format(result['translatedText']))
print(u'Ursprungssprache: \t{}'.format(result['detectedSourceLanguage']))
```

Ausgangstext: Datalab can translate texts from more than 100 languages for you.  
Übersetzung: Datalab kann Texte aus mehr als 100 Sprachen für Sie übersetzen.  
Ursprungssprache: en

Google-APIs, wie das für Translate, lassen sich im Datalab besonders leicht nutzen. Ein API-Aufruf reicht, um Texte nach Sprache zu sortieren.

Den Namen der VM können Sie frei wählen. Wir nannten unsere beispielsweise `cttest-vm`.

Der Befehl funktioniert nur, wenn die APIs Compute-Engine und Cloud-Source-Repository aktiviert sind. Praktischerweise zeigt die Fehlermeldung jeweils direkt den Link an, mit dem Sie die APIs aktivieren können.

Erscheint danach immer noch eine Fehlermeldung, fehlen Ihnen eventuell Debug-Informationen. Führen Sie für eine Problemdiagnose den Befehl mit dem Debug-Flag aus:

```
datalab create --verbosity=debug ↵
    <VM-name>
```

Die Einrichtung dauert eine Weile.

Klicken Sie, sobald Sie dazu aufgefordert werden, in der Menüleiste der Google Cloud Shell auf das Webvorschausymbol und legen Sie anschließend über den Menüpunkt „Webvorschau / Port ändern“ den Port 8081 fest. Der Browser öffnet daraufhin einen neuen Tab mit der Datalab-Startseite. Wenn Sie weitere Fenster brauchen, klicken Sie einfach auf „Webvorschau / Vorschau auf Port 8081“.

Anleitungen und Beispiele zur Verwendung der Plattform stehen im Notebookordner unter `/datalab/docs/intro` bereit. Solange der `datalab`-Befehl aktiv ist, bleibt die Verbindung zur Datalab-Instanz geöffnet. Um nach einer Unterbrechung die Anbindung wiederherzustellen, führen Sie den folgenden Befehl aus:

```
datalab connect <VM-name>
```

## Beispiel: Übersetzung

Wenn Sie beispielsweise automatisch Text übersetzen möchten, legen Sie zunächst unter `/datalab/notebooks` ein neues Notebook an. Erweitern Sie danach die im Notebook vorinstallierten Bibliotheken mit `pip`:

```
!pip install google.cloud.translate
```

Durch das Ausrufezeichen zu Beginn interpretiert Jupyter den Befehl nicht als Python-Code, sondern führt das Programm `pip` aus. Sie können damit wie in einer Shell Befehle ausführen. Mit diesem Trick installiert `!pip install <library>` jede fehlende Python-Bibliothek.

Weiter geht es mit Python-Code: `google.cloud.translate` gibt API-Zugriff auf die bereits trainierte Übersetzungs-KI von Google.

```
from google.cloud import translate
```

Mit `translate` greifen Sie auf Googles Translate-API zu und übersetzen automatisch:

```
translate_client = translate.Client()
result = translate_client.translate(
    "Datalab can translate texts from "+
    "more than 100 languages for you.",
```

```
    "de")
print(u'Ausgangstext: \t{}'.format(
    result['input']))
print(u'Übersetzung: \t{}'.format(
    result['translatedText']))
print(u'Ursprungssprache: {}'.format(
    result['detectedSourceLanguage']))
```

Beim ersten Aufruf will das Translate-API zuerst aktiviert werden, wofür Sie nur den Hinweisen folgen müssen, die der `import`-Befehl ausgibt. Danach klicken Sie einfach wieder in den Code-Block und führen ihn erneut mit Shift+Enter aus.

Die Ausgabe im Jupyter-Notebook sieht dann so aus:

```
Ausgangstext: Datalab can translate
              texts from more than
              100 languages for you.
Übersetzung: Datalab kann Text aus
              mehr als 100 Sprachen
              für Sie übersetzen.
Ursprungssprache: en
```

Der Übersetzungsservice erkennt automatisch die Ausgangssprache. Lediglich die Zielsprache muss man per ISO-Code spezifizieren. Mit der Antwort der Translate-API können Sie beispielsweise Mails für ein Add-on nicht nur nach Ausgangssprache sortieren, sondern auch gleich eine Übersetzung mitliefern.

## Epilog

Mit seinen 40 vorinstallierten Bibliotheken für Visualisierung, Datenanalyse und maschinelles Lernen sowie der nahtlosen Integration mit anderen Cloud Services ist das Google Datalab ein mächtiges Werkzeug für Data Scientists. Datalab ist im Prinzip kostenlos verfügbar, für die Verwendung der Cloud-Ressourcen fallen allerdings Kosten an.

Ein Manko: Das Cloud User Interface ist in der Bedienung relativ langsam. Fürs Rapid Prototyping bietet es sich daher an, die Virtual Machine (VM) statt in der Cloud lokal auszuführen, den Code mit einem Sample der Daten zu testen und zu perfektionieren und danach das fertige Notebook in die Cloud-VM zu laden und dort mit allen Vorteilen einer Cloud-Umgebung auszuführen.

Google ist nicht der einzige Anbieter im Umfeld der Cloud-Dienste mit Weboberflächen. So bietet zum Beispiel Amazon mit Sage Maker ein ähnlich mächtiges Werkzeug an [1].

(pmk@ct.de) 

## Literatur

[1] Florian Müller, Neue Weisheiten, Deep-Learning-Modelle mit Amazons SageMaker, iX 9/2018, S. 58

**Google Cloud Platform:** [ct.de/yq9q](http://ct.de/yq9q)



Bild: Thorsten Hübner

# Komplizierte Fälle

## Kundenrechte bei Reparaturen innerhalb der Gewährleistungsfrist

**Verkäufer verweisen bei Gewährleistungsfällen gerne an den Hersteller und dessen Garantie. Man sollte gut überlegen, ob man sich darauf einlassen will, denn für den Kunden hat beides sowohl Vor- als auch Nachteile. Richtig kompliziert wird es, wenn während der Gewährleistungszeit eine Reparatur notwendig wird, die nicht unter die gesetzliche Gewährleistung oder eine Garantie fällt.**

**Von Ronny Jahn**

**R**eparaturen innerhalb der Gewährleistungsfrist gehen in vielen Fällen problemlos über die Bühne. Das defekte Gerät wird repariert oder ausgetauscht und für den Kunden ist der Fall erledigt. Welche Rechte aber hat er, wenn sich ein weiterer Defekt zeigt oder wenn die Reparatur nicht ordnungsgemäß ausgeführt wurde?

Wichtig für das Verständnis ist zunächst einmal die korrekte Unterscheidung zwischen „Gewährleistung“ und „Garantie“. Beide Begriffe werden sowohl von den Verbrauchern als auch von den Händlern gern durcheinandergebracht.

Die Gewährleistung betrifft das Verhältnis zwischen dem Verkäufer und dem

Käufer und regelt, welche Ansprüche der Kunde hat, wenn die erworbene Sache bei Aushändigung nach dem Kauf mangelhaft ist. Ein Mangel liegt nach der gesetzlichen Definition (§ 434 BGB) grundsätzlich vor, wenn das Produkt bei Übergabe nicht die vereinbarten Eigenschaften hat beziehungsweise sich weder für die gewöhnliche Verwendung eignet noch eine Beschaffenheit aufweist, die bei Sachen der gleichen Art üblich ist und die ein Käufer nach Art der Sache erwarten kann.

Stellt der Verbraucher einen solchen Mangel innerhalb der Gewährleistungsfrist fest, muss er dem Verkäufer grundsätzlich die Gelegenheit zur Nacherfüllung geben. Dabei hat der Käufer zunächst

die Wahl, ob er eine Ersatzlieferung oder eine Nachbesserung, also eine Reparatur wünscht. Der Wunsch des Kunden ist für den Händler allerdings nicht bindend, wenn die gewählte Form der Nacherfüllung mit unangemessen hohen Kosten verbunden wäre. Liegt etwa nur ein geringfügiger Mangel vor, der sich durch eine kleine Reparatur problemlos beheben ließe, kann der Kunde nicht darauf beharren, ein komplett neues Gerät zu erhalten.

Scheitert die Nacherfüllung, hat der Kunde die Wahl, ob er vom Vertrag zurücktritt und sein Geld vollständig zurückverlangt, den Kaufpreis mindert oder einen Schadenersatzanspruch geltend macht. Von einem Scheitern der Nacherfüllung ist grundsätzlich auszugehen, wenn zwei Reparaturversuche wegen des gleichen Mangels erfolglos bleiben.

Die Gewährleistungsrechte verjähren in solchen Fällen nach zwei Jahren gerechnet ab Übergabe der Kaufsache. Kommt es innerhalb dieses Zeitraums zu einem Gewährleistungsfall und der Händler tauscht das Produkt aus, beginnt die Gewährleistungsfrist grundsätzlich neu zu laufen. Etwas anderes soll nach der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs jedoch dann gelten, wenn der Händler zum Ausdruck bringt, dass der Austausch lediglich aus Kulanz geschieht.

### Fristen bei Reparaturen

Erfolgt hingegen kein Austausch, sondern eine Reparatur, beginnt die Gewährleistungsfrist nicht erneut zu laufen. Sie verlängert sich lediglich um die Reparaturdauer, also um die Zeit, in der das Gerät unterwegs und in der Werkstatt war. Wird es demnach kurz vor Ende der Gewährleistungszeit repariert und es stellt sich wenige Wochen später heraus, dass der Mangel durch die Reparatur noch immer nicht behoben wurde, kann der Kunde keine Gewährleistungsrechte mehr geltend machen.

Nicht jeder innerhalb von zwei Jahren auftretende Fehler wird vom Gewährleistungsrecht erfasst. Ansprüche hat der Kunde nur, wenn es sich um einen Fehler handelt, der auf einem bereits bei der Übergabe der Sache vorhandenen oder angelegten Mangel beruht. Dass bei Übergabe der Sache ein solcher Mangel vorhanden oder angelegt war, muss der Kunde beweisen.

Sollte es über diese Frage zum Streit kommen, müsste also im Gerichtsverfahren ein Sachverständigengutachten einge-

holt werden. Wenn der Sachverständige nicht mehr feststellen kann, ob der Fehler wirklich auf einem bei Vertragsschluss vorhandenen Mangel beruht, dann verliert der Kunde.

Lässt der Kunde das Gerät vor einer etwaigen Klage durch einen Sachverständigen untersuchen, um die Ursache des Defektes festzustellen, muss der Verkäufer die damit verbundenen Kosten ersetzen, wenn diese Ursache ein vom Verkäufer zu verantwortender Mangel ist. Das Risiko, dass diese Gutachterkosten unnötig aufgewendet werden, trägt allerdings erst einmal der Käufer.

Etwas bessere Karten hat der Käufer, wenn er das Produkt von einem gewerblichen Händler vorwiegend zu privaten Zwecken erworben hat, also als Verbraucher aufgetreten ist. In diesem Fall sieht das Gesetz nämlich zu seinen Gunsten für einen Zeitraum von sechs Monaten grundsätzlich eine Vermutung dafür vor, dass der Mangel bereits bei Kauf vorlag (§ 477 BGB). In den ersten sechs Monaten muss also der Händler beweisen, dass er kein mangelhaftes Produkt verkauft hat.

Tritt der Defekt hingegen später als sechs Monate nach der Übergabe in Erscheinung, muss der Verbraucher wiederum den vollständigen Beweis erbringen, dass ihm ein mangelhaftes Produkt verkauft wurde. Es liegt auf der Hand, dass dieser Nachweis in aller Regel sehr schwierig zu führen ist. Aus diesem Grund lehnen viele Elektronikmärkte nach Ablauf der sechs Monate eine Nacherfüllung kategorisch ab und verweisen auf die Herstellergarantie, weil sie wissen oder hoffen, dass die Verbraucher das Kostenrisiko einer Begutachtung durch einen Sachverständigen scheuen.

Neben den Gewährleistungsansprüchen hat der Kunde häufig die Möglichkeit, eine Herstellergarantie in Anspruch zu nehmen. Eine solche ist allerdings gesetzlich nicht vorgeschrieben, sondern eine freiwillige Leistung der Hersteller. Gerade bei Elektrogeräten sind diese Garantien jedoch üblich, da die Werbung mit einer Herstellergarantie ein beliebtes Marketinginstrument ist, um den Absatz anzukurbeln.

### Ungeregelte Garantie

Weil die Garantie freiwillig ist, kann der Hersteller in seinen Garantiebedingungen weitestgehend frei festlegen, welche Ansprüche er dem Kunden einräumen möchte. Nicht immer erfasst eine Garantie alle

Teile eines Produkts beziehungsweise alle Arten von Fehlern. Häufig beschränken sich die von den Herstellern vorgesehenen Maßnahmen auf eine Reparatur oder einen Austausch des Gerätes. Teilweise ist auch die Rücknahme des Gerätes gegen Erstattung des Kaufpreises vorgesehen. Welche konkrete Maßnahme ergriffen wird, liegt nach den meisten Garantiebedingungen allein im Ermessen des Herstellers.

Auch die Voraussetzungen für diese Ansprüche kann der Garantiegeber überwiegend beliebig gestalten. Völlig frei ist er ebenso bei der Festlegung der Garantiezeit. Diese bewegt sich üblicherweise in einer Bandbreite von 12 bis 24 Monaten. Während Apple etwa für das iPhone ohne zusätzliches Entgelt eine Garantiezeit von 12 Monaten einräumt, sieht Samsung für seine Mobiltelefone eine Garantiezeit von 24 Monaten vor.

Die Beliebigkeit der Vertragsbedingungen ist ein entscheidender Nachteil, den die Garantie gegenüber der Gewährleistung hat. Während die Gewährleistungsansprüche für Verbraucher im Gesetz einheitlich festgelegt sind, können Garantieansprüche in jedem Fall anders aussehen. In jedem Einzelfall müssen die Garantieansprüche mühsam ermittelt werden.

Häufig sichern die Garantiebedingungen zu, dass das jeweilige Produkt „frei von Material- und Verarbeitungsfehlern“ ist. Es wird also keine Garantie für eine



Richtig kompliziert wird es, wenn innerhalb der Gewährleistungsfrist eine Reparatur notwendig wird, die nicht unter die Gewährleistung fällt.

bestimmte Haltbarkeit während der Garantiezeit übernommen, sondern es wird lediglich eine bestimmte Beschaffenheit bei Auslieferung zugesichert. Die Voraussetzungen für die Inanspruchnahme einer Garantie sind insoweit also ähnlich wie bei den Gewährleistungsansprüchen. Auch bei einer solchen Beschaffenheitsgarantie muss der Verbraucher im Zweifel beweisen, dass bei dem Produkt Material- oder Verarbeitungsfehler vorlagen. Mitunter sind die Hersteller – sofern es sich um Markenhersteller handelt – allerdings kulanter als die Verkäufer.

## Garantie oder Gewährleistung?

Die Frage, ob es für die Kunden vorteilhafter ist, sich auf die Gewährleistungsansprüche gegenüber dem Verkäufer zu berufen oder stattdessen Ansprüche gegen den Hersteller aufgrund der Garantie geltend zu machen, lässt sich pauschal nicht beantworten. Zentrales Entscheidungskriterium ist, ob der Defekt innerhalb von sechs Monaten auftritt – ob also der Verbraucher den Beweis dafür erbringen muss, dass das Produkt bei Kauf mangelhaft war. Aber auch nach Ablauf der sechs Monate kann es durchaus sein, dass der Verbraucher leichtes Spiel hat, weil es sich um einen bekannten Produktionsfehler handelt, der eine ganze Produktreihe betraf. Wenn dies nicht der Fall ist und der Verbraucher den Beweis für die Mängelhaftigkeit des Produktes erbringen muss, dann wird es schwierig.

Ein Rechtsstreit, verbunden mit einer aufwendigen Beweiserhebung durch Sachverständigengutachten, ist für Geräte der Alltagselektronik in aller Regel nicht sinnvoll. Aufwand und Kostenrisiko stehen in keinem Verhältnis zu dem, was man maximal erreichen kann. Daher wird man hier regelmäßig den Weg empfehlen müssen, der ohne ein Gerichtsverfahren auskommt. Die Verbraucher sollten sich grundsätzlich zunächst an den Verkäufer wenden und diesen zur Mängelbeseitigung auffordern. Lehnt er diese ab, sollte im zweiten Schritt der Hersteller kontaktiert werden.

Hat sich der Verbraucher hingegen zunächst dafür entschieden, den Defekt vom Hersteller beseitigen zu lassen, hat er – sofern die Reparaturmaßnahmen des Herstellers nichts gefruchtet haben – grundsätzlich auch die Möglichkeit, im Anschluss wieder auf die Gewährleistungsrechte zurückzugreifen und sich an den Verkäufer zu halten. Dies kann etwa dann sinnvoll oder notwendig sein, wenn

zwischenzeitlich die Garantiezeit abgelaufen ist, die Gewährleistungsfrist aber noch nicht. Tauscht der Hersteller das Produkt allerdings aus, ist ein solcher Wechsel nicht mehr möglich. In diesem Fall bleiben dem Kunden lediglich die Ansprüche aus der Garantie.

## Selbst verursachte Schäden

Zum Abschluss noch ein Blick auf die Konstellation, bei der der Kunde eine Reparatur außerhalb der Gewährleistungs- oder Garantieansprüche vornehmen ließ und anschließend erneut ein Defekt auftritt. Ein solcher Fall könnte etwa sein, dass das Smartphone herunterfällt und deswegen der Austausch eines Displays erforderlich ist und sich nach der Reparatur ein anderer Fehler zeigt.

Die Schwierigkeit in diesen Fällen ist wiederum, dass zunächst festzustellen ist, welche Ursache der Defekt hat. Wird er durch einen ursprünglichen Produktionsfehler des Gerätes hervorgerufen oder hat der Reparateur ein mangelhaftes Ersatzteil verbaut beziehungsweise die Repara-

tur unsachgemäß durchgeführt? Die Beantwortung dieser Frage ist maßgeblich für die Entscheidung, bei wem man Ansprüche auf Behebung des Fehlers geltend macht: beim Verkäufer beziehungsweise Hersteller oder beim Reparateur.

Beruht der Defekt auf einem Mangel des Gerätes, ist der Verkäufer beziehungsweise der Hersteller in der Verantwortung. Handelt es sich hingegen um einen Defekt, der auf ein mangelhaftes Ersatzteil oder eine unsachgemäße Reparaturmaßnahme zurückzuführen ist, hat der Kunde Gewährleistungsansprüche gegenüber dem Reparateur.

Gerade wenn man solche Reparaturen nicht vom Hersteller direkt oder von autorisierten Werkstätten vornehmen lässt, wird es häufig zu Diskussionen mit den beteiligten Unternehmen darüber kommen, wer den Defekt zu verantworten hat. Eine solche Diskussion lässt sich allenfalls mit einem Sachverständigengutachten auflösen, was häufig schon aufgrund der damit verbundenen Kosten kaum praktikabel sein dürfte.

(uma@ct.de) ct

### Geräte-Service

Sie möchten ein Gerät austauschen oder zurückgeben?  
Unser Digitaler Assistant zeigt Ihnen wie das geht – ganz ohne Wartezeit.  
[Chat starten](#)

Artikel zurücksenden, defekte Geräte austauschen oder reparieren lassen

Bitte wählen Sie Ihr Anliegen:

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|  Defektes Gerät tauschen<br>Austauschservice für Ihr defektes Festnetz-Gerät |  Handy-Reparaturauftrag erstellen<br>Reparatur & Austauschservice für Ihr Mobilfunk-Gerät |  Handy-Reparaturstatus abfragen<br>Verfolgen Sie den Reparaturauftrag Ihres Mobilfunk-Geräts  |  Handy verkaufen<br>Ihr gebrauchtes Smartphone oder Tablet in Zahlung geben                |
|  Lieferung zurücksenden<br>Ihr 14-Tage-Rückgaberecht                         |  Mietgerät zurückgeben<br>Unterlagen zur Rücksendung ausdrucken                           |  Telekom Shops mit Service-Station<br>Unser Angebot an technischen Leistungen für Ihre Geräte |  Handy-Hilfe<br>Anleitungen und Hilfen für die Einrichtung und Bedienung Ihres Smartphones |

Bei den meisten Unternehmen laufen Reparatur und Austausch defekter Geräte nach einem festgelegten Verfahren, das man als Kunde unbedingt beachten sollte.

Anzeige

# Was bin ich?

## Dateityp unbekannter Dateien erkennen

**Datenrettungsprogramme scheitern nicht selten daran, wiederhergestellte Dateien unter ihrem alten Namen zu speichern. Wenn gar die Endung auf der Strecke bleibt, sind ein paar Tricks nötig, um die Daten wieder lesbar zu machen.**

**Von Hajo Schulz**

Normalerweise entscheidet Windows anhand der Endung im Dateinamen, was für einem Dateityp es eine Datei zuordnet. In den meisten Fällen funktioniert das auch sehr gut, aber es gibt durchaus Situationen, in denen man lieber einen anderen Weg gehen will: Um zu versuchen, versehentlich gelöschte oder anderweitig verschüttgegangene Dateien wiederherzustellen, kann man sein Glück beispielsweise mit einem Datenrettungsprogramm versuchen [1]. Den Datenresten, mit deren Hilfe solche Programme Dateien wiederherstellen, fehlt oft der ursprüngliche Dateiname und damit auch die Endung. Die Tools sind aufs Raten angewiesen – und liegen dabei nicht immer richtig.

Auch das Windows-eigene Programm chkdsk zum Beheben von Ungereimtheiten in den Strukturen des Dateisystems findet gelegentlich verloren gegangene Dateien. Deren Namen versucht es aber gar nicht erst zu erraten, sondern benennt sie einfach mit file0000.chk, file0001.chk und so weiter. Bevor man sie wieder sinnvoll benutzen kann, muss man sie zunächst mit passenden Endungen umbenennen.

Gelegentlich bekommt man auch per Mail Dateien mit unbekannter Endung. Stammen sie nicht von einem vertrauenswürdigen Absender, sollte man sie nicht einfach doppelklicken. Zumindest sollte man den Dateityp bestimmen und prüfen, ob dieses Format dafür bekannt ist, dass Angreifer dort Malware verstecken.

In der Grundeinstellung zeigt Windows allerdings die meisten Dateierweiterungen gar nicht an. Um das zu ändern, schalten Windows-10-Anwender die Option „Dateinamenerweiterungen“ im „Ansicht“-Ribbon des Explorers ein. Benutzer älterer Windows-Versionen finden den Schalter „Erweiterungen bei bekannten Dateitypen ausblenden“ in den Ordneroptionen; er gehört ausgeschaltet.

### Trial & Error

Um einer Datei ihren Typ zu entlocken, kann man sie beispielsweise in einem Text-Editor öffnen. Mit ein bisschen Glück lässt sich der Inhalt direkt lesen oder zumindest der Dateityp erahnen, etwa wenn es sich um eine XML- oder HTML-Datei handelt. Häufig bekommt man aber nur einen unleserlichen Zeichenwust angezeigt.

Eine brauchbare Taktik ist es auch, die Datei aufs Geratewohl mit verschiedenen Anwendungen zu öffnen und zu hoffen, dass diese etwas mit ihr anfangen können. Geeignete Kandidaten sind beispielsweise das Archivprogramm 7-Zip, der Bildbetrachter IrfanView und der VLC Media Player: Sie alle sind dafür bekannt, es mit den Dateiendungen nicht allzu genau zu nehmen und Dateien, für die sie

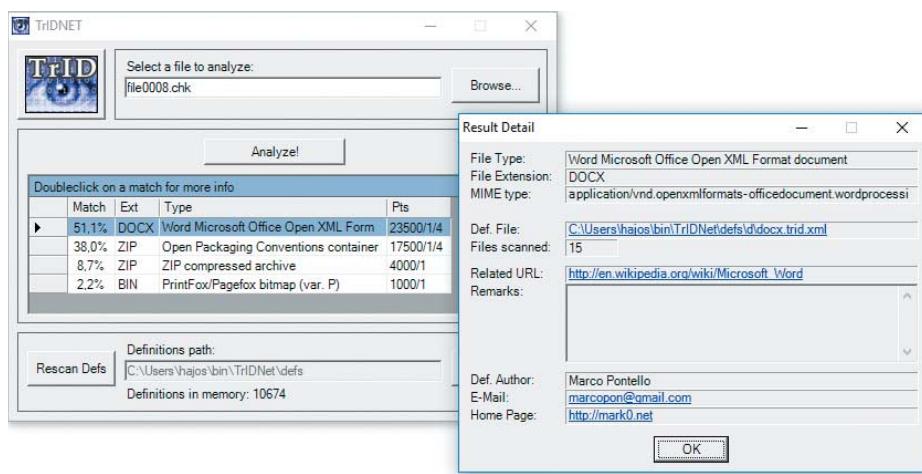
prinzipiell gedacht sind, auch bei kleinen Formatfehlern immer noch sinnvoll zu verarbeiten.

Bei der Auswahl der Programme, die man testweise verwendet, sollte man allerdings Vorsicht walten lassen: Vor allem wenn die unbekannte Datei aus einer nicht vertrauenswürdigen Quelle stammt, sollte man hier keine Programme verwenden, die Skripte verarbeiten können. Dazu gehören unter anderem Webbrower, die Microsoft-Office-Anwendungen und der Adobe Reader.

### TrID kennt sie alle

Ein echter Geheimtipp für die Dateitypbestimmung ist das Programm TrID: Es kann zwar keine Dateien anzeigen, bestimmt aber zuverlässig ihren Typ. Dazu verwendet es eine Datenbank mit derzeit knapp 11.000 Signaturen, Tendenz steigend.

Das Tool gibt es in verschiedenen Geschmacksrichtungen: Am bequemsten ist wahrscheinlich die GUI-Variante TrIDNet zu benutzen. Der Download (siehe ct.de/ynur) ist zweigeteilt: Das eigentliche Programm steckt in der Datei trid\_net.zip; man entpackt es einfach in einen beliebigen Ordner auf der Festplatte. Die Datenbank mit den Dateityp-Signaturen kommt in Form eines 7z-Archivs mit je einer XML-Datei pro bekanntem Typ. Am besten entpackt man das Archiv in denselben Ordner wie die .exe-Datei (dabei entsteht der Unterordner defs), dann findet das Programm sie automatisch. Andernfalls muss man beim ersten Start den „Definitions path“ in das dafür vorgesehene Eingabefeld eintragen. In jedem Fall verarbeitet das Programm die XML-Dateien zu



**Das kostenlose Programm TrIDNet erkennt fast 11.000 Dateitypen anhand typischer Byte-Muster.**

## TrID verbessern

Der Autor des Programms TrID, Marco Pontello, möchte sein Werk nicht nur als Software verstanden wissen, sondern als Community-Projekt, dessen Ziel eine möglichst vollständige Datenbank mit Dateitypen ist. Er lädt die Benutzer des Tools dazu ein, der Datenbank bislang unbekannte Dateitypen hinzuzufügen. Programmautoren oder Nutzer exotischer Anwendungen können sich dazu das Python-Skript TrIDScan herunterladen und sollen ihm dann möglichst viele unterschiedliche Dateien eines Typs zu lesen geben.

Das Skript erzeugt aus deren gemeinsamen Merkmalen eine XML-Datei in dem Format, das TrIDNet versteht. In den Header dieser Datei kann man noch eine Kurzbeschreibung und fakultativ einige persönliche Angaben eintragen und sie dann an den TrID-Autor schicken. Er baut solche Einsendungen regelmäßig in die TrID-Datenbank ein und stellt eine neue Version zum Download bereit. Das ist auch der Grund für die zweigeteilten Downloads des Tools: Die Datenbank lässt sich aktualisieren, ohne jedes Mal das Programm selbst herunterladen zu müssen.

einer großen Datenbank und speichert sie dort, wo auch die .exe-Datei liegt. Danach startet das Programm bei den folgenden Malen rasend schnell.

Um eine Datei erkennen zu lassen, öffnet man sie entweder über den „Browse“-Button des Programms oder man zieht sie aus dem Explorer auf das Programmfenster. Die möglichen Typen, zu denen die Datei gehören kann, listet TrIDNet in einer Tabelle und sortiert sie dabei nach der Wahrscheinlichkeit. Ein Doppelklick auf das graue Feld am Anfang einer Zeile öffnet einen Dialog mit zusätzlichen Informationen zu diesem Dateityp, zu denen meist auch eine URL gehört, die den Ursprung der Datei näher beschreibt.

Die zweite Inkarnation des Tools hört einfach auf den Namen trid und ist ein Konsolenprogramm, das es für Windows und für Linux gibt. Auch dieses muss man in zwei Schritten herunterladen, die Datenbank ist hier aber gleich eine große Datei (die allerdings ein anderes Format hat als die von TrIDNet).

Um das Programm eine Datei klassifizieren zu lassen, übergibt man ihm deren Namen als Argument auf der Kommandozeile. Die üblichen Jokerzeichen \* und ? sind dabei erlaubt, sodass man auch mehrere Dateien in einem Rutsch erkennen lassen kann. Vor allem nach Datenrettungsaktionen kann die Befehlszeilenoption -ae nützlich sein: Sie hängt die Endung an die übergebenen Dateinamen an, die TrID für die wahrscheinlichste hält.

Ein dritter Weg, die Weisheiten von TrID zu nutzen, führt über den Browser:

Unter <http://mark0.net/online-trid.html> kann man bis zu 10 MByte große Dateien zum Server des TrID-Entwicklers Marco Pontello hochladen und ihren Dateityp von „Online TrID“ bestimmen lassen. Achtung: Die Dateien reisen dabei unverschlüsselt durchs Internet.

### Erkenntnisse anwenden

Wenn Sie die Endung einer Datei kennen, heißt das noch nicht, dass Windows mit der Datei etwas anfangen kann. Um herauszufinden, welche Programme sie öffnen können, empfiehlt sich eine Internetsuche. Eine kenntnisreiche Metasuchmaschine für Dateityp-Informationen ist beispielsweise die Seite <http://file-extension.net/seeker>. Hierhin verlinkt auch die Ergebnisseite der Online-Suche auf dem TrID-Server. Bei Benutzung einer der lokalen Versionen können Sie eine gefundene Dateiendung einfach kopieren und hier einfügen.

Zu jedem bekannten Dateityp gibt es hier mehr oder weniger zahlreiche Links zu weiteren Informationen: teils zu Hintergrundartikeln, die das Format technisch beschreiben, oft zu Seiten, die passende Software zum Öffnen des Dateityps nennen. Bei mehrdeutigen Dateiendungen ist es allerdings manchmal Glückssache, den richtigen Eintrag zu erwischen.

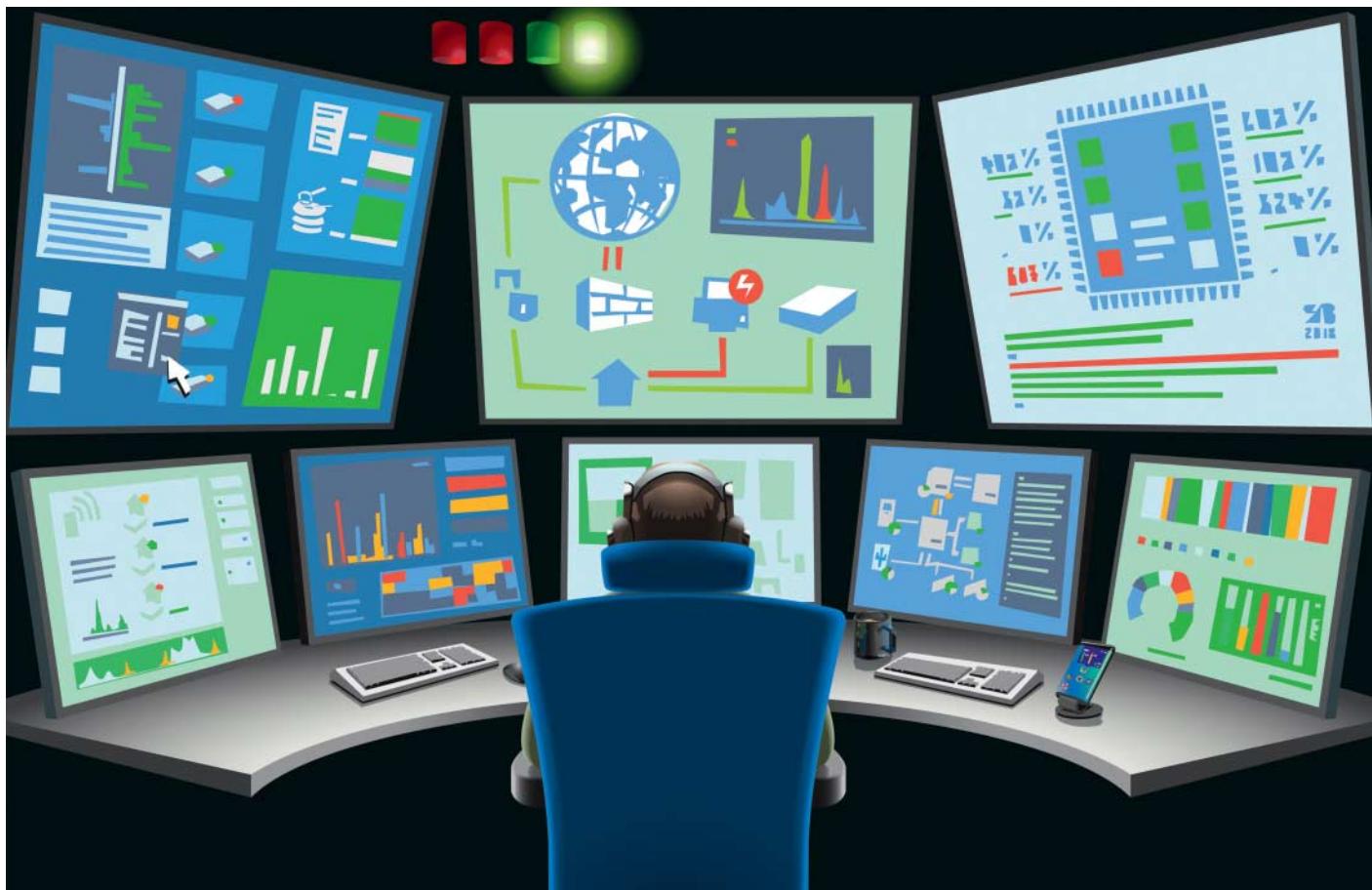
(hos@ct.de) 

### Literatur

[1] Hajo Schulz, Jäger der verlorenen Daten, Datenrettungssoftware im Test, c't 19/2018, S. 118

**Tools und Webseiten:** [ct.de/ynur](http://ct.de/ynur)

Anzeige



# Schau genauer

## Mit dem Ressourcenmonitor herausfinden, was Windows tut

**Sind ältere Rechner ausgelastet, geht das meist sofort mit einer ratternden Festplatte oder einem lärmenden Lüfter einher. Bei modernen Systemen mit geräuschlosen SSDs und Kühlern ist allerdings nicht mehr ohne Weiteres erkennbar, warum es lähmt. Hier hilft der Ressourcenmonitor weiter.**

**Von Jan Schüßler**

**T**ut der Rechner Dinge, obwohl gerade nichts von ihm verlangt wird, kann das stören. Eine dauernd arbeitende Festplatte macht den Rechner zäh; steht der Prozessor unter Vollast, lärmst der Lüfter;

und dass eine ausgelastete Internetverbindung nervt, liegt auf der Hand.

Der erste Handgriff geht dann oft in Richtung Task-Manager, der sich in allen aktuellen Windows-Versionen per Rechtsklick auf die Taskleiste und „Task-Manager“ starten lässt. Er liefert einen ersten Überblick darüber, welche Prozesse in Windows momentan CPU, RAM, Festplatte und Netzwerkverbindung auslasten. Ein Klick auf die jeweilige Spaltenüberschrift sortiert die Ergebnisse.

Sonderlich detailreich sind die Ausgaben des Task-Managers allerdings nicht, und hier kommt der Ressourcenmonitor ins Spiel. Aufrufen lässt er sich zum Beispiel im Task-Manager mit der Schaltfläche links unten auf der Registerkarte „Leistung“. Oder direkt per Windows-Taste, „resmon“ und Eingabetaste. Für häufigeren Gebrauch können Sie ihn auch

per Rechtsklick an der Taskleiste anheften, sobald er läuft.

### Übersicht

Nach dem ersten Start zeigt der Ressourcenmonitor eine Übersichtsseite für alle vier Ressourcen-Kategorien: CPU, Arbeitsspeicher, Datenträger und Netzwerk. Alle Listen lassen sich mit einem Klick auf einen Spaltenkopf sortieren. Eine praktische Besonderheit ist ein einfach zu setzender Filter: Mit einem Häkchen vor einem Prozess werden alle Listen auf allen Registerkarten auf genau diesen Prozess gefiltert. Dabei geht es nur um diese eine Instanz. Andere Instanzen der gleichen ausführbaren Datei bleiben außen vor. Per Rechtsklick auf einen Prozess kann man ihn beenden, wahlweise auch mit allen Unterprozessen, die er gestartet hat („Prozessstruktur beenden“). Die Funktion „Warteschlange analysieren“ zeigt an, ob der Prozess darauf wartet, dass eine Ressource frei wird, die zurzeit ein anderer Prozess verwendet.

Am rechten Fensterrand zeigt der Ressourcenmonitor Verlaufsdiagramme der letzten 60 Sekunden an. Bei der Interpretation ist Aufmerksamkeit gefragt, denn manche Diagramme zeigen prozentuale Werte, etwa die Auslastung von RAM, CPU oder Netzwerkschnittstellen. Andere wiederum zeigen absolute Mess-

oder Zählerwerte und passen ihre Skalierung auch dynamisch an, etwa harte Speicherfehler pro Sekunde, CPU-Takt und Netzwerk-Übertragungsrate. Bei letzterer kann die Skalierung auf der Y-Achse zum Beispiel von 0 bis 10 KBit/s reichen – oder auch von 0 bis 100 MBit/s.

Einige Diagramme zeigen zusätzlich zu den grünen Graphen eine zweite, blaue Linie an. Die Legende dafür steht unsinigerweise nicht unter den Diagrammen selbst, sondern im Titel der jeweiligen Prozesslisten. So zeigt etwa im CPU-Diagramm die grüne Linie den Auslastungsverlauf und die blaue, wie nah der Prozessor dabei an seine maximale Taktfrequenz herankommt.

Eine einmal eingestellte Ansicht des Ressourcenmonitors kann in einer Konfigurationsdatei gespeichert werden. Dabei werden unter anderem Spaltenbreiten, Sortierung und Größe der Diagramme gesichert. Haben Sie die Darstellung nach Ihren Wünschen konfiguriert, klicken Sie einfach im Menü „Datei“ auf „Einstellungen speichern unter“. Die Konfigurationsdateien mit der Endung .ResmonCfg starten per Doppelklick den Ressourcenmonitor mit den passenden Einstellungen. Außerdem sind sie auch in der Sprungliste des Taskleisten-Icons verfügbar: Haben Sie den Ressourcenmonitor an die Taskleiste angeheftet, können Sie die zuletzt verwendeten Konfigurationen per Rechtsklick aufs Programm-Icon aufrufen.

## CPU

Auf dieser Registerkarte listet der Ressourcenmonitor zunächst alle laufenden Prozesse inklusive ihrer ID („PID“), anhand derer ein Prozess eindeutig identifizierbar ist. Das ist vor allem dann nützlich, wenn mehr als eine Instanz einer ausführbaren Datei läuft. Eine Sortierung über die Spalte „CPU“ sortiert die Liste nach Auslastung. Zudem nennt der Ressourcenmonitor für jeden Prozess die Anzahl der laufenden Threads, was allerdings keinen Rückchluss auf die tatsächliche CPU-Last erlaubt. Die Graphen zeigen die Auslastungsverläufe insgesamt, für Dienste und für alle einzelnen logischen CPU-Kerne.

Für Dienste gibt es in der CPU-Ansicht eine separate Liste. Das ist sinnvoll, weil viele Dienste in Windows keine eigene ausführbare Datei mitbringen, sondern von „svchost.exe“ ausgeführt werden, dem Hostprozess für Windows-Dienste. Speziell auf Windows 7 und 8.1 kümmern sich die meisten svchost.exe-Instanzen

gleich um mehrere Dienste. Im Task-Manager ist es damit unmöglich zu sehen, welcher Dienst eine hohe Last erzeugt.

Seit Windows 10 in Version 1703 bekommt hingegen fast jeder Dienst eine eigene svchost.exe-Instanz, sofern mindestens 3,5 GByte Arbeitsspeicher im Rechner stecken. Das verbraucht zwar etwas mehr RAM (unter normalen Bedingungen rund 100 MByte), doch lassen sich auf diese Weise Übeltäter meist schon im Task-Manager ausfindig machen. Als positiver Nebeneffekt kann ein hängender Dienst nicht alle anderen Dienste mit lahmlegen, die unter derselben svchost-Instanz laufen.

Sobald man einen Prozess mit einem Häkchen markiert, lassen sich auch die ihm zugeordneten Handles und Module ablesen. Diese Infos sind meist nur für Entwickler interessant und ansonsten eher akademischer Natur. Bei Handles geht es um abstrakte Verweise auf Systemressourcen im weitesten Sinne, die der Prozess verwendet – etwa auf Speicherbereiche, Dateien oder Desktop-Elemente. Module sind im Regelfall dynamische Programmbibliotheken (Dynamic Link Libraries, dll).

In manchen Fällen lässt sich die Handle-Anzeige aber auch bei Alltagsproblemen nutzen – wenn etwa das Abdocken eines USB-Sticks mit dem Hinweis scheitert, dass das Gerät noch verwendet wird, Sie aber gar keine Anwendungen mehr offen haben, die das verursachen könnten. Geben Sie den Laufwerksbuchstaben ins Suchfeld „Handles durchsuchen“ ein, etwa F:, und Sie erhalten eine Liste aller

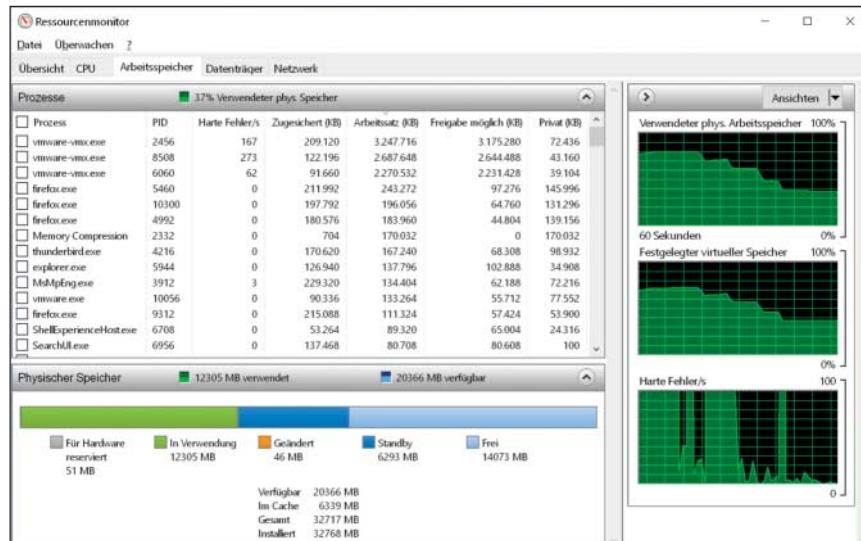
Prozesse, die noch einen Handle auf Laufwerk F: verwenden.

## Arbeitsspeicher

Die RAM-Belegung lässt sich auf der Registerkarte „Arbeitsspeicher“ ablesen. Sie liefert gleich vier Spalten für die Speicherbelegung, sinnvoll ist eine Sortierung nach „Arbeitssatz“. Dieser Wert nennt die Menge an physischem RAM, der derzeit vom Prozess verwendet wird. Daneben finden sich die Werte „Freigabe möglich“ und „Privat“; letzterer bezeichnet die Menge an RAM, die ein Prozess zwingend für sich braucht, um laufen zu können. Addiert man beide Werte, kommt man auf den Arbeitssatz.

Der „zugesicherte“ Speicher (englisch „Commit“) bezieht sich nicht auf den physischen Arbeitsspeicher, sondern auf einen Teil von Windows‘ virtuellem Adressraum. Dieser Wert zeigt an, wie viel Hauptspeicher das Betriebssystem dem Prozess beim Starten zugesichert hat – dieser muss sich nicht zwingend im RAM befinden, sondern kann auch in der Auslagerungsdatei auf der Festplatte liegen. Wie viel vom maximal verfügbaren Speicher Windows derzeit insgesamt Prozessen zugesichert hat, steht übrigens nicht im Ressourcenmonitor, sondern im Task-Manager, und zwar seit Windows 8 im Bereich „Arbeitsspeicher“ auf der Registerkarte „Leistung“ unter „Commit ausgeführt“. Im älteren Windows-7-Task-Manager findet sich der Wert unter „Zugesichert (MB)“. Der verfügbare Speicher ist hier die Summe aus RAM und Auslagerungsdatei.

Die Handle-Suche hilft Ihnen herauszufinden, warum sich ein USB-Stick nicht auswerfen lässt.



„Harte Fehler“ – das klingt nach einem Defekt, hat aber eine harmlose Ursache.

Missverständlich ist der Name der Spalte „Harte Fehler“. Hier geht es nicht um Hardwarefehler des RAM, sondern darum, wie oft pro Sekunde der Prozess einen Inhalt im RAM abfragen wollte, der dort noch nicht vorhanden war, sondern erst von der Festplatte nachgeladen werden musste. Vor allem beim Start großer Programme treten harte Fehler oft zu Hunderten bis Tausenden auf – das ist kein Grund zur Sorge. Registriert der Ressourcenmonitor allerdings schon beim Umschalten zwischen Programmen immer wieder harte Fehler, ist das ein relativ sicheres Zeichen für einen zu kleinen Arbeitsspeicher.

Das Balkendiagramm unterhalb der Prozessliste eignet sich, um auf einen Blick zu erkennen, ob der RAM vollläuft. Den dunkelblau hinterlegten „Standby“-Bereich dürfen Sie dabei durchaus ebenso als verfügbaren Speicher verstehen wie den hellblauen „freien“ Bereich. Während der freie Bereich aus Sicht des Betriebssystems tatsächlich keine Nutzdaten enthält, stecken im Standby-Bereich Inhalte, die derzeit nicht von Prozessen genutzt werden, aber nach dem Schließen eines Programms für eine eventuelle künftige Nutzung im RAM gehalten oder provisorisch vorab geladen wurden. Da Standby-Inhalte keinem Prozess zugeordnet sind, kann das System sie jederzeit aus dem RAM werfen, sobald der Speicherbedarf an anderer Stelle so weit steigt, dass der tatsächlich freie Bereich zur Neige geht.

Der Balken „in Verwendung“ ist selbsterklärend; der „geänderte“ Bereich enthält Daten, die nicht mehr benötigt

werden, aber noch auf die Festplatte geschrieben werden müssen. Auf vielen Systemen ist zudem ein – meist recht kleiner – hardwarereservierter Speicherbereich zu sehen, den sich Gerätetreiber und -firmware exklusiv reserviert haben.

## Datenträger

Auf der Registerkarte „Datenträger“ gibt die Liste „Prozesse mit Datenträgeraktivität“ einen Überblick über alle Lese- und Schreibvorgänge auf lokale Datenträger. Hilfreich ist das vor allem dann, wenn ein Laufwerk sich unerwarteterweise im Zugriff befindet, also etwa eine Festplatte wegen Dauerbeschäftigung lärmst. Die praktischste Sortierung ist dann nach Übertragungsrate. Klicken Sie dazu auf die Spalte „Gesamt (B/s)“. Bei einem Blick auf die Verursacher sind die Gründe oft recht naheliegend: Sorgt wuauctl.exe für die hohe Last, lädt Windows Update gerade Patches herunter; bei TrustedInstaller.exe oder tiworker.exe geht es um die Installation von Updates oder das Aufräumen des Systems danach. Oft ist auch MsMpEng.exe nicht weit – es ist Microsofts Virenwächter Windows Defender.

Weitere Details liefert die zweite Liste: Die „Datenträgeraktivität“ legt dar, welcher Prozess auf welche Datei zugreift. Rattet eine externe Festplatte scheinbar grundlos herum, können Sie den Ressourcenmonitor öffnen, die Liste über die Spalte „Datei“ sortieren und zum passenden Laufwerksbuchstaben scrollen. So lässt sich schnell erkennen, an welchem Prozess es klemmt – und welche Dateien betroffen sind. In der dritten Liste namens „Spei-

cher“ ist erkennbar, welche logischen Datenträger auf welchen physischen Laufwerken überwacht werden – Netzlaufwerke gehören zum Beispiel nicht dazu.

## Netzwerk

Die „Prozesse mit Netzwerkaktivität“ zeigen an, was mit welcher Übertragungsrate über die Netzwerkschnittstellen geht – also nicht nur ins Internet, sondern auch im lokalen Netz. In erster Linie ist das praktisch, um herauszufinden, ob ein bestimmter Prozess die Internetverbindung auslastet.

Doch der Ressourcenmonitor verrät noch etwas mehr. Setzen Sie etwa ein Häkchen vor den betreffenden Prozess, sehen Sie, auf welchen Ports er mit welchen URLs oder IP-Adressen kommuniziert und wie die Latenzen sind. Die häufig zu findenden Loopback-Verbindungen werden im Regelfall ausgelöst, wenn einzelne lokale Prozesse miteinander via IP-Protokoll kommunizieren.

## Tiefergehendes

Auch der Ressourcenmonitor kann nicht bis ins kleinste Detail tracken, was im System passiert, vor allem aber kann er nichts protokollieren – er ist als Werkzeug zur Live-Überwachung ausgelegt. Geht es darum, bis ins allerkleinste Detail nachzuvollziehen, was Windows gerade treibt, empfiehlt sich dafür der Process Monitor aus Microsofts Tool-Sammlung Sysinternals. Die Bedienung erfordert allerdings einige Einarbeitung, weshalb wir diesem Tool eine ganze Artikelreihe gewidmet haben [1, 2, 3].

Auch bei einem Virenverdacht ist der Ressourcenmonitor nicht die allererste Wahl. Zwar können Sie per Rechtsklick auf einen laufenden Prozess dessen Namen an Microsofts Suchdienst Bing übergeben – sonderlich hilfreich ist das aber nicht. Für einen Viren-Schnellcheck ist der Sysinternals Process Explorer besser geeignet. Mit ihm lassen sich laufende Prozesse bei Googles Virenscanner-Aggregator VirusTotal prüfen. Wie Sie das Tool verwenden, haben wir in c't 18/2017 ab Seite 114 beschrieben. (jss@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Unter dem Mikroskop, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 1, c't 16/2017, S. 148
- [2] Axel Vahldiek, Schärfer stellen, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 2, c't 17/2017, S. 154
- [3] Hajo Schulz, Noch mehr Durchblick, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 3, c't 18/2017, S. 162

Anzeige

# Grundlagen zu Grafikprozessoren

## Die wichtigsten Fakten zu GPUs

**Das Universalgenie Grafikchip informiert mit groben ASCII-Zeichen während des Bootvorgangs, unterhält mit realistischen 3D-Spielwelten und führt aufwendige Simulationen auf Supercomputern durch. Wie so ein Grafikprozessor funktioniert, erklären wir in diesem Artikel.**

**Von Carsten Spille**

Bei nahe jeder Computer hat neben dem Hauptprozessor auch eine Grafikeinheit in der einen oder anderen Form – je nach Gusto nennt man diese auch Grafikchip, Grafikprozessor, Graphics Processing Unit oder kurz und schlicht GPU. Zusammen mit Grafikspeicher, Schaltungen zur Stromversorgung sowie Monitoranschlüssen auf eine (passende) Platine gelötet, sind Grafikprozessoren das Herz einer jeden Grafikkarte. Dank ihnen sieht

man auf dem Monitor ein Bild, genießt Videos ruckelfrei und stromsparend und taucht in wunderschön animierte Spielwelten ab.

Hauptprozessoren oder Systems-on-a-Chip (SoC) der meisten PCs und Smartphones haben integrierte Grafikeinheiten, während in Gamer-PCs in der Regel eine oder mehrere Grafikkarten ackern. Und auch viele Server in Rechenzentren und Supercomputern nutzen – etwa für Wetter-, Molekular- oder Atomenergiesimulationen – die Rechenkraft von GPUs.

### Tausend kleine Ameisen

Mit der ursprünglichen Aufgabe des Grafikprozessors, die Zeichen auf einem Monochrom-Display anzuzeigen, haben heutige GPUs nur noch wenig zu tun, auch wenn sie dies nach wie vor können. Genauso entlockt die klassische Frage „But can it run Crysis?“ bei aktuellen Grafikprozessoren nur ein müdes Lächeln. Denn moderne GPUs beziehen ihre enorme Leistungsfähigkeit aus Hunderten, teil-

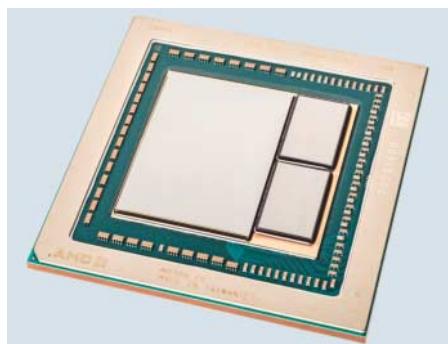
weise Tausenden sehr einfacher Rechenwerke, den Shader-Einheiten oder kurz Shadern. Die haben ihren Ursprung in der Farbberechnung einzelner Bildpunkte in einer 3D-Szene, einer Aufgabe, die sich wesentlich besser parallelisieren lässt als typische CPU-Aufgaben. Bei GPUs sind die Entwickler daher schon viel früher zum parallelen Aufbau gewechselt und haben das Konzept inzwischen auf die Spitze getrieben.

Damit die Vielzahl an Rechenkernen die Chipgröße nicht ins Unermessliche wachsen lassen, tricksen die Hersteller ein wenig: Sie können bei Weitem nicht alle jemals benötigten Rechenoperationen direkt ausführen. Außerdem ist jede dieser Recheneinheiten allein ziemlich hilflos, denn sie teilen sich in hierarchischen Gruppen die Verwaltungslogik. So spart man viel wertvolle Chipfläche im Gegensatz zu den Kernen eines Hauptprozessors. Die Grafikchip-Hersteller AMD und Nvidia sprechen hier gern von „Cores“ (Kernen) und vergleichen diese mit Prozessorkernen, unterschlagen dabei aber die Unselbstständigkeit der Shader-Cores.

Die nächste Kenngröße sind Gruppen wie AMDs „Compute Unit“ (CU, 64 Shader) oder Nvidias „Shader Multiprozessor“ (SM, derzeit ebenfalls 64 Shader), in denen bereits Programme ausgeführt werden.

### Meist generell, manchmal sehr speziell

Die vielen Rechenkernchen werden von diversen Hilfseinheiten innerhalb der GPU unterstützt. Diese sind meistens auf ihre jeweiligen Aufgaben spezialisiert. Sie



Aktuelle Grafikprozessoren, hier AMDs große Vega-GPU, sind inzwischen hauptsächlich massiv parallele Rechenmonster, die sich dank diverser Spezialschaltkreise besonders gut für Grafikberechnungen eignen.

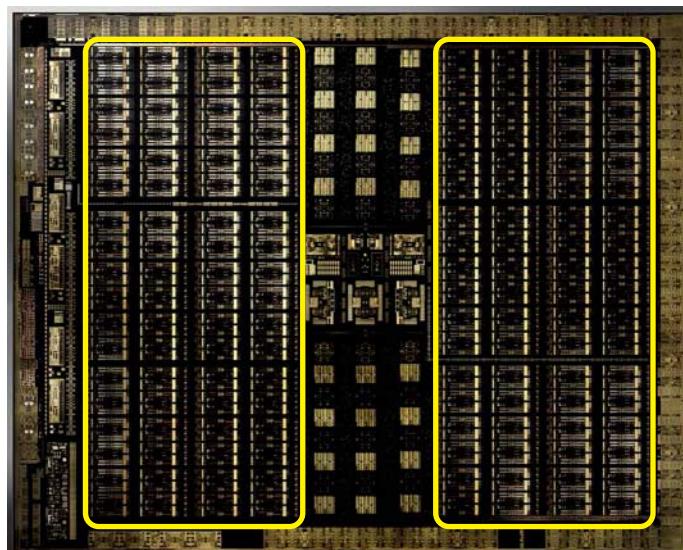


Bild: Nvidia

Auf dem (stark nachbearbeiteten) Die-Shot von Nvidias TU102-GPU (GeForce RTX 2080 Ti) wiederholen sich einige Strukturen zigfach: Bei den markierten handelt es sich um die Shader-Multiprozessoren.

benötigen daher nur einen Bruchteil der Chipfläche und der Energie im Vergleich zu einer Umsetzung über die Shader-Kerne. Beispiele für diese Helferlein sind Einheiten für mathematische Spezialfunktionen, die etwa Quadratwurzeln oder Sinus/Cosinus berechnen. Auch die Textureinheiten (Texture Mapping Unit, TMU) gehören zu den Hilfseinheiten. Wenn etwa ein Shader-Programm einige Pixel mit Texturen versieht, wird der Großteil dieser Arbeit auf die TMU ausgelagert und die Shader-Kerne können sich schon mal der nächsten Aufgabe widmen.

Ebenso zählen verschiedene Schaltungsblöcke zur Video-De- und Enkodierung zu den fast durchweg vorhandenen Hilfseinheiten. In Nvidias aktuellen High-End-GPUs sind außerdem Spezialeinheiten für die schnellere Ausführung von KI- oder Raytracing-Anwendungen zuständig – Nvidia nennt diese Tensor-, respektive RT-Cores.

## Der Weg eines Dreiecks durch den Chip

Innerhalb der GPU nimmt der Steuerprozessor den Kommandostrom entgegen. Er verteilt die einzelnen Aufgabenpakete in Form von AMDs „Wavefronts“ oder Nvidias „Warps“ an die CUs oder SMs.

Dort findet zunächst die Berechnung der Geometriedaten statt, denn das Grundgerüst typischer 3D-Anwendungen sind Dreiecke. Diese Berechnungen übernehmen Vertex-, Hull-, Domain- und Geometry-Shader. Wie auch die späteren Shader-Stufen laufen all diese auf denselben Recheneinheiten innerhalb von CU oder SM. Mittels einer Technik namens Tessellation kann der Grafikchip selbst zusätzliche Dreiecke in eine Szene einfügen und sie dadurch realistischer erscheinen lassen. Hat der Programmierer dies vorgesehen, kommt zwischen Hull- und Domain-Shader der Tessellator zum Zuge.

Erst danach werden die Daten ins Bildschirmraster übertragen und die

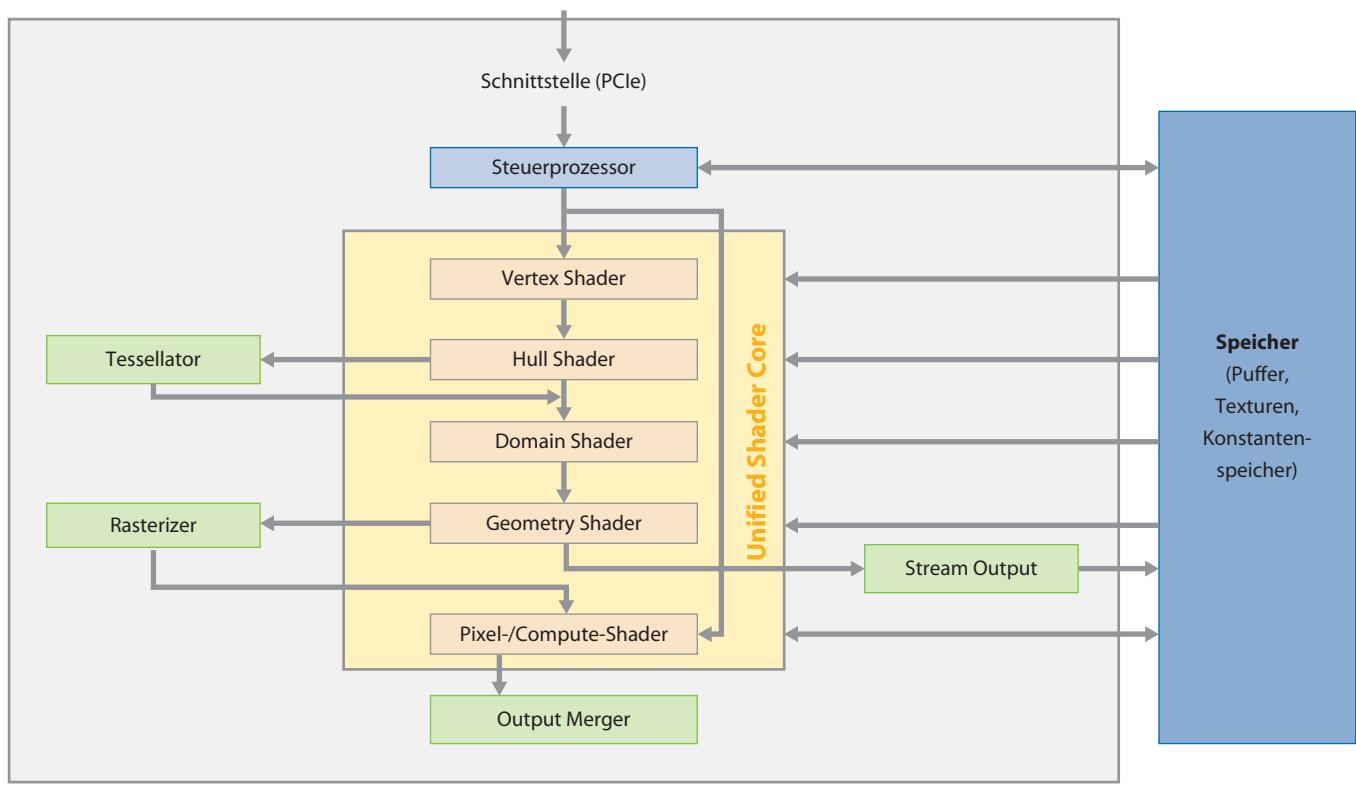
einzelnen Pixel entstehen – wenn auch nur virtuell. Anschließend werden die Daten erneut zu Aufgabenpaketen verpackt und Pixel- oder Compute-Shader (-programme) errechnen die Farbwerte der Bildpunkte. Diese werden dann von den Raster-Endstufen eventuell noch übereinandergelegt und im Falle mancher Kantenglättungstechniken verschiedene Pixelschattierungen miteinander verrechnet.

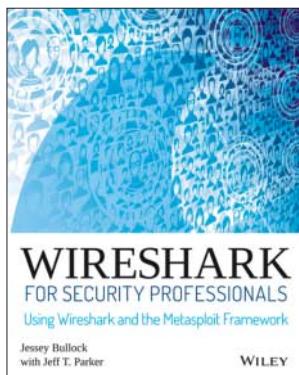
Allgemeine Berechnungen auf der GPU, wie sie meist in Rechenzentren, manchmal aber auch daheim etwa bei der Videobearbeitung, Raytracing oder bei Schürfen von Kryptowährung anfallen, können eine Abkürzung nehmen. Dabei entfallen die Geometrie-Verarbeitung, die Rasterung und teilweise der Weg durch die Raster-Endstufen. Daher ist dieser Weg deutlich effizienter und etwas einfacher zu programmieren, sofern man die grafische Darstellung nicht benötigt.

(csp@ct.de) **ct**

## So funktioniert ein Grafikchip

Da sich Grafikchips vom physischen Aufbau her deutlich unterscheiden und zudem viele identische Einheiten besitzen, die alle dasselbe tun, zeigen wir die logische Abfolge der Arbeitsschritte. Der Löwenanteil der Arbeit wird in der Regel von den programmierbaren Rechenwerken (Unified Shader Cores) bewältigt. Auf festverdrahtete Einheiten greifen die GPU-Entwickler nur für ganz spezifische Aufgaben zurück, etwa wenn eine besonders hohe Energieeffizienz benötigt wird oder um die Shader zu entlasten (Rasterizer, Video-En-/Decoder, Tensor- oder RT-Cores).





Jessey Bullock, Jeff T. Parker  
**Wireshark for Security Professionals**

Using Wireshark and the Metasploit Framework

John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (USA) 2017  
ISBN: 978-1-1189-1821-0  
265 Seiten, 29 €  
(Kindle E-Book: 38 €)

## Spuren lesen mit Wireshark

**Denial-of-Service-Attacken legen einen Webserver lahm. Dateneinbrecher greifen mit Hackertools auf einen Unternehmensrechner zu. Schadcode bahnt sich seinen Weg durch ein Firmennetz. All diese Aktionen lassen Spuren aus Datenpaketen zurück. Wie man solche Spuren zielsicher verfolgt, erklären Jessey Bullock und Jeff T. Parker in ihrem Buch.**

Die Software Wireshark – eine Kombination aus Paket-Sniffer und Netzwerkanalysewerkzeug – ist unter IT-Sicherheitsexperten verbreitet und beliebt. Firewall-Admins, Penetration-Tester, Malware-Analysten und IT-Forensiker nutzen sie, um Gefahrenquellen zu lokalisieren, Angriffsstrategien nachzuvollziehen und Schutzmaßnahmen abzuleiten.

„Wireshark for Security Professionals“ liefert das Praxiswissen dazu – von den Basics bis zum Umgang mit speziellen Angriffszenarien. Die Lektüre setzt keine Erfahrungen mit der Software voraus, wohl aber fundierte Netzwerkkenntnisse. Zudem sollten Leser technisches Englisch gut vertragen. Ziemlich schnell kommen Bullock und Parker zu anspruchsvollen Themen. Unter anderem erläutern sie, wie man verschiedene Angriffsarten anhand des dabei entstehenden Traffics entlarvt und was die Datenpakete eines Trojaners über dessen Funktionsweise verraten. Ein spannender und lehrreicher Perspektivwechsel zeigt, wie Kriminelle ihrerseits Wireshark nutzen, um Angriffe zu perfektionieren.

„Wireshark for Security Professionals“ umfasst eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Installieren einer virtuellen Testumgebung mit der Linux-Distribution Kali und dem Penetration-Testing-Framework Metasploit. Nahezu alle vorgestellten Angriffszenarien lassen sich damit simulieren und somit in Wireshark praktisch nachvollziehen.

Erläuterungen zum Entschlüsseln von SSL/TLS-Traffic und zur Analyse von USB-Paketen mit Wireshark sowie eine Einführung in die Skriptsprache LUA zum Erweitern des Funktionsumfangs runden das Buch ab.

Den Autoren gelingt es, auch versierten Wireshark-Anwendern Neues zum Spurenlesen zu vermitteln, ohne Einsteiger abzuhängen. Nur der Buchuntertitel führt in die Irre: Metasploit kommt nur im Rahmen der praktischen Übungen vor, spielt im Buch also eher eine Nebenrolle. (ovw@ct.de)

## Online-Kult auf Papier

**Der lakonische, treffsichere Humor von Nick Seluks „Heart and Brain“-Webcomics zündet auch eingedeutscht und in gedruckter Form. Herz und Hirn, grob gestrichelt, wirken auf typisch menschliche Weise zusammen und gegeneinander.**

Aus einer Laune heraus leistet Herz sich ein neues, teures Notebook. Dabei hätte es der alte Rechner durchaus noch getan – aber auf ihm prangt eben kein Apfelsymbol. Hirn kann da nur seufzend darauf hinweisen, dass das gemeinsame Konto ohnehin schon überzogen ist: eine typische Situation im kultigen „Heart and Brain“-Universum von Nick Seluk. Liebhaber von Internet-Memes pflegen besonders prägnante Szenen per E-Mail oder über soziale Netzwerke weiterzugeben. Irgend etwas passt immer zu irgendeinem besten oder zweitbesten Freund, den man gerade im Sinn hat.

Bereits seit 2012 erfreuen Seluks „Awkward Yeti“ und andere von ihm erdachte Webcomics die Internet-Gemeinde und haben sich viral verbreitet. Eine besondere Stärke von „Heart and Brain“ ist die liebevolle Charaktergestaltung: auf der einen Seite steht das impulsive, keiner Vergnügen abgeneigte Herz – auf der anderen das nachdenkliche und bisweilen herrlich zynische Hirn.

Nach dem Ende 2016 erschienenen Buch-Erstling ist 2018 mit „Bauchgefühle“ bereits die zweite „Herz und Hirn“-Sammlung in gedruckter Form erschienen – dort tummeln sich neben den Hauptakteuren noch allerlei weitere menschliche Organe. Die Papier gewordenen Web-Comics regen auch Offline-Leser zum Nachdenken darüber an, ob sie gelegentlich ihrem eigenen Nörgelhirn eine Sendepause verpassen und ihr Herz mit einem kleinen Wagnis aufheitern sollten – oder lieber nicht. Die Helden ergänzen einander letztlich perfekt; einer kann nicht ohne den anderen. Die Stimme des Autors meldet sich immer wieder mal in der Gestalt seines Alter Ego Lars zu Wort, des tollpatschig-peinlichen Yeti.

Die gelungene Eindeutschung trägt dazu bei, dass beide Bände entspannende Schmunzelzeit bei Bahnfahrten oder auch in Entwicklerbüro-Kaffeepausen bieten. Fotokopierte Highlights daraus machen sich gut auf Kollegenschreibtischen. Das Ganze ist nicht zuletzt eine passende Offline-Geschenklectüre für Freunde von Online-Pointen.

(Kevin Harte/psz@ct.de)



Nick Seluk  
**Herz und Hirn / Bauchgefühle**

Die Geschichte einer komplizierten Freundschaft / Geschichten über unsere inneren Konflikte

Riva, München 2016 / 2018  
ISBN: 978-3-7423-0032-4 / 978-3-7423-0220-5  
je 144 Seiten, 13 €  
(Epub-/Kindle-E-Books: je 11 €)

# Lösung im Labor

## c't-Jubiläumsrätsel: Von Brautsträußen und Latrinen

**Der Kabelstrang in unserem Bilderrätsel ist weder Brautstrauß für c't-Redakteurinnen noch gehört er zum c't-Weihnachtsbaum, wie manch einer vermutete. Vielmehr findet man ihn im c't-Labor, genauso wie das Lösungswort des Kreuzworträtsels.**

**Von Achim Barczok**

Für unser Gewinnspiel zum 35-jährigen Jubiläum haben wir Ihnen in c't 24/2018 zwei Rätsel aufgegeben. Das Foto aus dem Bilderrätsel zeigt einen Kabelstrang auf einem Sieb – doch was hatte es damit genau auf sich? Weder wachsen im c't-Garten Kabelbäume noch gibts in der c't-Kantine Kabelsalat, wie einige vorschlugen. Eine unserer Leserinnen tippte auf das Innengeleben unseres Social-Media-Bots Botti, eine andere auf einen früheren Test der besten WLAN-Kabel.

All das waren herrlich schöne, aber falsche Antworten. Das Foto aus dem Bilderrätsel zeigt stattdessen einen Ausschnitt eines Testcharts, mit dem wir in Kamera-Tests die Qualität der geschossenen Fotos überprüfen. Unter anderem stellen wir damit fest, wie scharf und kontrastreich die Fotos sind und ob sie zu den Rändern hin verzerrt. Wir haben unter den richtigen und den schönsten falschen Antworten elf Gewinner gezogen.

Das Lösungswort fürs Kreuzworträtsel lautete „c't-Labor“, was über 250 Leserinnen und Leser herausgefunden haben – wobei wir die Einsendungen „Tonlabor“ (wo kam der achte Buchstabe her?) und „Latrine“ (wir fragten nach einem Ort, keinem Örtchen) auch großartig fanden. Die vollständige kommentierte Lösung finden Sie unter [ct.de/y7wk](http://ct.de/y7wk).

Die Gewinner haben wir bereits benachrichtigt. Danke fürs Mitmachen! [acb@ct.de](mailto:acb@ct.de) **c't**

**Kommentierte Auflösung Kreuzworträtsel: [ct.de/y7wk](http://ct.de/y7wk)**



Das Detailfoto unseres Bilderrätsels ist Teil eines Testcharts, mit dem wir bei c't die Qualität von Kameras testen.

Anzeige



# HOMUNKULUS (2)

von Daniel Habern

Fortsetzung vom letzten Heft

**C**ox, der ebenso wortgewandte wie rätselhafte Besucher von Barlows kleinem Restaurant, hatte gerade beteuert, dass er sich wunschgemäß davonmachen würde, wenn Barlow das wirklich wolle. Aber – „... vorher möchte ich Ihnen noch zu bedenken geben, dass ich Ihnen ein sehr lukratives Angebot machen möchte. Eines, das Sie vergessen lassen wird, was Geldsorgen überhaupt sind. Sie wissen doch: immerzu gewillt und fähig.“

Erneut spürte Barlow den Blitzschlag hinter seiner Stirn. Fragmente längst verblasster Erinnerungen durchströmten ihn, erfüllten ihn mit einem Gefühl tiefster Unsicherheit und ehe Barlow überhaupt einen klaren Gedanken fassen konnte, sah er sich mit einem Mal tatsächlich bereit, Cox weiter zuzuhören; ein wenig benommen zwar, aber *gewillt*. Nelly war derweil zurück an den Tisch marschiert. „Alles in Ordnung, Barl?“

Barlow nickte, während Cox einfach nur ein geschliffenes Lächeln zur Schau stellte. „Ja“, sagte Barlow schließlich, denn Nelly wünschte offenbar mehr als nur ein Kopfnicken. „Es ist alles in Ordnung. Ich erzähl's dir später.“

Nelly schien noch immer nicht einhundertprozentig überzeugt. Nachdem sie Cox noch einen Moment von oben bis unten gemustert hatte, schlich sie jedoch artig zurück Richtung Theke. Cox nahm in aller Ruhe einen großen Schluck von seinem Kaffee; Barlow hatte den Appetit auf sein Getränk verloren.

„Nun, wo war ich?“, fragte Cox. „Ach ja, John Hickley. Nach einem – Gott sei Dank – gescheiterten Selbstmordversuch in seiner Zelle wurde Hickley ins Bridgewater State Hospital verlegt. Dort unterzog man ihn einer gründlichen psychiatrischen und hirnphysiologischen Untersuchung – mit erstaunlichem Ergebnis. Und zwar wies Hickley Symptome eines Frontalhirnsyndroms auf. Entsprechende Scans seines Gehirns zeigten aber keinerlei Läsionen.“

Als Barlow leicht verständnislos blickte, schob Cox eine Erklärung ein. „Zu dem untersuchten Bereich gehören Areale, die situationsangemessene Handlungen und die Steuerung emotionaler Prozesse möglich machen. Patienten, die dort Verletzungen aufweisen, sind oft nicht mehr in der Lage, ihre Emotionen zu kontrollieren, neigen zu Wutausbrüchen oder anderweitig überzogenen Taten.“

„Hickleys Scans jedenfalls“, fuhr er fort, „zeigten, dass das Gewebe zwar gesund war, sich aber nicht so verhielt.

Vielmehr wies sein Verhalten Parallelen zu dem von Opfern schwerer Stirnlappentraumata auf.

Obwohl es primär ja eigentlich noch immer darum ging, Hickleys Schuldfähigkeit einzustufen, wurde natürlich auch stark über die Ursachen seiner Störung debattiert. Eine neurodegenerative Erkrankung im klassischen Sinne konnte nicht bestätigt werden, aber trotzdem zog man einen mit mir befreundeten Spezialisten zu Rate. Der entwickelte die Hypothese, dass ein Fehler im DNC Hickleys Hirnströme beeinträchtigen und so zu einer – wie er es betitelte – „Form der virtuellen Demenz“ führen könnte.

Das gab ihm Anlass zu der Spekulation, es möge hier eine fahrlässige oder gar vorsätzliche Neukonfiguration des DNC durch Dritte vorliegen. Er riet Hickley also, sich einmal mit mir zu unterhalten, schließlich bin ich spezialisiert auf unlauteren Hirnmedienzugriff.“ Cox nahm noch einen Schluck Kaffee.

„Ich will es kurz machen. Hickleys DNC war, drei unabhängigen Gutachten zufolge, in der Tat für seinen Zustand verantwortlich. Insbesondere die emotionalen Ausbrüche ließen sich mit den für ihn personalisierten, gemäß seiner Einkaufs- und Surfmuster entworfenen Werbungen korrelieren.

Ich brachte Hickleys Frau sowie den von ihm verprügeltten Angestellten dazu, ihre Klagen fallen zu lassen, und spannte sie stattdessen als Nebenkläger für unsere Sache ein – eine Schadenersatzklage gegen Arm/Broadcom als Hersteller sowie gegen Phase Alpha als Software-Distributor. Ich stellte mich auf ein langes, schwerfälliges Verfahren ein – so wie immer, wenn man gegen Top-Konzerne vorgeht. Aber zu meinem Erstaunen erklärten sich Arm/Broadcom und Alpha binnen weniger Wochen zu einem Vergleich bereit. Einem Vergleich, den kein Mensch ausgeschlagen hätte, der noch bei Trost ist.“

Cox stellte sein bis dato selbstgefälligstes Grinsen zur Schau. (Nach ziemlich genau vier Minuten und sechsunddreißig Sekunden, wie Barlow registrierte.)

„Was für Schlüsse kann man nun daraus ziehen?“

Barlow zuckte mit den Schultern.

„Also, ich schließe“, offerierte Cox, „dass es um noch viel mehr gehen muss als nur um mögliche Schadenersatzforderungen bei DNC-induzierten Hirnschädigungen!“ Da Barlow nicht wie erhofft reagierte, fuhr Cox mit vor Aufregung bebender Stimme fort: „Überlegen Sie doch mal. Alpha muss etwas vertuschen wollen, das noch nicht nach draußen gesickert ist und gegen das ein an sich schwerwiegendes Pro-

blem wie Hirnschädigung nur eine Lappalie darstellt, die man mit Geld begräbt.“

Barlow blickte Cox an, als habe der ihm gerade seine persönliche Theorie zum JFK-Attentat unterbreitet. Cox wiederum schätzte den Blick wohl richtig ein, daher hob er beschwichtigend die Hände und erklärte: „Sie können von der ganzen Sache halten, was Sie wollen. Ich möchte Ihnen letztendlich nur zwei Dinge verständlich machen. Erstens: In den letzten zwölf Monaten habe ich ganze fünf außergerichtliche Vergleiche herausgeholt. *Fünf!* Einfach so. Bei jedem einzelnen ging es um Fälle wie den von John Hickley, und bei allen sprechen wir von Beträgen im sechs- bis siebenstelligen Bereich plus Übernahme von Behandlungs- und Operationskosten. Zweitens: Ich bin mittlerweile sehr gut darin, Betroffene frühestmöglich zu identifizieren. Um ihnen zu helfen, bevor ihr Zustand gravierend wird.“

## WIR ANALYSIEREN LEDIGLICH MUSTER ANHAND VON METADATEN. JEDER SUPERMARKT TUT DAS. VÖLLIG LEGAL, WOHLGEMERKT.

Barlow lächelte grimmig. „Anhand wechselnder Kaffee- und Handpräferenzen.“

„Das sind nur mögliche Symptome. Viel entscheidender ist, die übergeordnete Struktur der DNC-Daten zu lesen und zu deuten.“

„Wollen Sie damit sagen, Sie überwachen mein Surfverhalten?“

Cox machte eine wegwerfende Geste. „Aber nein. Wir analysieren lediglich Muster anhand von Metadaten. Jeder Supermarkt tut das. Völlig legal, wohlgemerkt.“

„Völlig legal“, wiederholte Barlow. Erneut spürte er, wie die Wut in ihm hochkochte, doch zwang er sich mit aller Kraft, Ruhe zu bewahren – nicht nur, weil er keine erneute Szene in seinem eigenen Restaurant riskieren wollte, sondern in erster Linie, um sich vor diesem arroganten Arsch von einem Anwalt keine Blöße mehr zu geben und dessen wilde Theorien nicht noch zu füttern.

Er schwieg also eine Weile, dann erklärte er mit ruhiger Stimme: „Was wäre aber, falls in Wahrheit mit meinem Gehirn alles richtig läuft? Wie sagten Sie vorhin? Rund dreißig Prozent aller DNCs sind infiziert? Es könnte doch gut sein, dass jemand, der – sagen wir – auf der Suche nach Klienten ist, so weit ginge, mein DNC zu stören und nun versucht, mich mit Suggestionen zu manipulieren, damit er mich für seine Sache benutzen kann.“

Cox lehnte sich zurück. Diese Antwort schien ihn erst einmal zurückzuwerfen, was Barlow mit einem Gefühl der

Genugtuung zur Kenntnis nahm. Gerade als er entschied, das Gespräch nun wirklich abzubrechen (fast neun Minuten statt der zugesagten fünf), fragte Cox: „Wissen Sie, was ein Kaskadenrisiko ist?“ Cox wartete erst gar nicht auf eine Antwort, sondern fuhr fort: „In einem nur schwer überschaubaren, ineinander verschalteten System kann es zu unerwünschten, mitunter katastrophalen Effekten kommen, oft durch einen eher banalen Auslöser. Haben wir jetzt auch noch ein System, das sich in Form einer Feedbackschleife selbst beeinflusst, bewegen wir uns immer mehr von einem systemeigenen Gleichgewicht fort, möglicherweise hin zum Kollaps, vielleicht auch auf eine höhere Stufe.“

Ich weiß nicht genau, was die Konzerne befürchten, was sie bereits zu *lesen* glauben. Doch überlegen Sie mal: Eine fortschreitende unbewusste geistige Vernetzung von Milliarden Menschen, wenn auch noch in relativ rudimentärer Form, ist in ihren möglichen Auswirkungen kaum zu erfassen. Vielleicht beschließen wir ja einfach gerade alle gemeinsam, dass Rechtshänder-Sein der bessere, sinnvollere Zustand ist – und dass Kaffee nur mit Zucker und Sahne sein Optimum darstellt. Vielleicht ist auch alles eine gewaltige, entmenschlichende Katastrophe. Doch wissen Sie was? Das ist mir scheißegal! Denn eines weiß ich mit Sicherheit: Die großen Firmen wollen nichts hiervon publik haben und tun einfach alles, damit es so bleibt.

Himmel, es ist, als würde die Tabaklobby plötzlich jedem Krebspatienten Millionen von Dollar in die Hand drücken, selbst wenn der noch nie in seinem Leben geraucht hat. Um also auf Ihre Frage zurückzukommen: Ja, ich könnte tatsächlich Ihr DNC infiziert haben und so Ihr Bewusstsein beeinflussen; diverse Fälle sind dokumentiert. Sie kennen bestimmt die Berichte über Menschendrohnen, die Anschläge verüben. Die Frage, die Sie sich aber primär stellen sollten, lautet doch: Wenn meine Ausführungen stimmen, wäre dieser Schritt dann nicht komplett sinnlos? – Ob ich Sie gerade manipuliere? Selbstverständlich!“

Cox hob eine Speisekarte an und deutete auf einen der „Nur mit besten Zutaten“-Slogans. „Jemanden durch Suggestion dazu bewegen zu wollen, etwas zu tun, ist so alt wie die Sprache selbst; Himmel, vermutlich noch älter. Ich hab Sie aber nicht verändert. Ich weiß lediglich von Ihrer wachsenden emotionalen Instabilität; etwa davon, dass Phrasen in der Form, wie Ihr Ex-Marine-Vater sie verwenden würde, in Ihnen ein Gefühl der Machtlosigkeit und des Gehorsams auslösen; alles noch verstärkt durch Ihren momentanen Zustand. Sie sprachen auf sozialen Plattformen oft von Ihrem Vater, haben Erlebnisse und Probleme in öffentlichen Beratungsforen gepostet.“

Aus städtischen Überwachungsfeeds erfahre ich von Ihrer wachsenden Tendenz zu cholerischen Ausbrüchen. Ihre unverschlüsselten Bioscans weisen auf erste Abweichungen im EEG, verminderte Durchblutung sowie erhöhte Homocystein-, Adrenalin- und Cortisolwerte hin. Jeder, der Ihre sozialen Kanäle mitliest, weiß um Ihren nahenden Bankrott. Ich will sagen: Jeder Idiot kann dieses Hintergrundwissen aus dem Web zusammenklauben, und zwar ohne Anstrengung oder Gesetzesverstöße. Der entscheidende Punkt ist doch nicht, dass ich Sie manipuliere, sondern dass Sie mani-

pulierbar sind. Dabei sind Sie kein Einzelfall. Ihre Krankheit, diese ‚virtuelle Demenz‘, taucht immer öfter auf.

Ich muss mir also nicht zwangsläufig die Mühe machen, um Sie zu buhlen. Dennoch bin ich hier, und was ich Ihnen anbieten möchte, ist ein Weg, den Spieß umzudrehen. Die Kuh zu melken, solange sie noch Milch gibt – denn früher oder später wird das, was bereits eingesetzt hat, einen weiteren Schritt nehmen, wohin, weiß wohl nur Gott. Und bis dahin habe ich vor, sehr, sehr viel Geld zu verdienen, denn glauben Sie mir, Geld ist nicht nur ein Segen bei der Behandlung herkömmlicher Erkrankungen.“

## ICH HABE IHNEN MEINE KONTAKTDATEN BEREITS GEMAILT, ABER PAPIER HAT MEINES ERACHTENS IRGENDWIE ETWAS ... MENSCHLICHERES.

Die Männer sahen einander schweigend an. Barlow war, als wäre sein Kopf in einen laufenden Mikrowellenherd gesteckt worden. Er wollte etwas antworten, kriegte aber einfach keinen sinnvollen Gedanken zustande.

Cox hatte in der Zwischenzeit wieder sein Advokatenlächeln aufgesetzt. „Wie dem auch sei: Ich denke, ich habe meine fünf Minuten weit überschritten. Lassen Sie sich ruhig Zeit, über mein Angebot nachzudenken.“ Er griff in seine Manteltasche und holte einen mit einer albernen Klammer zusammengehaltenen Stoß Hundertdollarnoten hervor. Zuerst löste er nur einen Schein, zählte dann aber ganze zwanzig ab und legte diese zusammen mit einer Visitenkarte vor Barlow auf den Tisch. „Ich habe Ihnen meine Kontaktdaten bereits gemailt, aber Papier hat meines Erachtens irgendwie etwas ... Menschlicheres.“

Während Cox nun den Tisch umrundete, blickte er sich noch einmal im Lokal um und sagte: „Mir gefällt wirklich, was Sie aus dem Laden gemacht haben. Hoffe sehr, Sie können ihn halten. Ich wünsche Ihnen einen angenehmen Abend. Und natürlich frohe Weihnachten.“

\* \* \*

Die Tage vor Weihnachten liefen ausgezeichnet. Viele neue Gäste ließen sich vom Adventsangebot anlocken; insbesondere der dreimal pro Woche stattfindende Lebkuchen-Hausbau im Rahmen eines All-you-can-eat-Brunches kam bei Familien gut an. Dementsprechend machte Barlow so viel Umsatz wie noch nie während der Vorweihnachtszeit. Diese Tat sache hätte ihm Mut machen können. Aber er war einfach nicht bei der Sache. Während er höflich seinen Managerpflichten nachkam und darauf hoffte, dass man seine Stim-

mung nicht allzu deutlich spürte, kam er nicht umhin, mit genauerster Präzision sämtliche Kaffeebestellungen zu studieren.

(*Im Mittel waren es zwanzig pro Stunde.*)  
Cox' Kanzlei hatte er bisher nicht angerufen.

(*In zwölf Stunden also zweihundertvierzig.*)

Die Kontaktdaten aber auch nicht gelöscht.

(*In den vergangenen sieben Tagen somit eintausendsechs hundertachtzig Tassen Kaffee.*)

Cox' Trinkgeld hatte er als Weihnachtsbonus auf seine Angestellten verteilt.

(*Eintausendsechshundertachtzig.*)

Nelly hatte natürlich den größten Happen erhalten.

(*Jede einzelne Tasse mit Zucker und zwei Portionen Sahne.*)

Barlow selbst trank mittlerweile wieder schwarz.

(*Jede einzelne eingerührt mit der rechten Hand.*)

Wenn er sich dabei erwischte, wie er versehentlich doch Zucker und Sahne hineinmengte, schüttete er das Getränk augenblicklich fort.

(*Noch vier Tage bis Weihnachten.*)

Er nahm mittlerweile regelmäßig Lorazepam – zur Beruhigung ...

(*Vier Tage.*)

... und bildete sich ein, nun emotional wieder völlig stabil zu sein.

(*Vier.*)

Während er also Gäste an Tische brachte ...

(*Demnach etwa neinhundertsechzig weitere Tassen.*)

... und Pläusche hielte, ...

(*Dann noch eintausendsechshundertachtzig bis Neujahr.*)

... verschwendete er kaum einen Gedanken an die Frage, ob er Cox' Angebot annehmen sollte ...

(*Falls er im Geschäft blieb, etwa siebtausendvierhundertvierzig im Januar.*)

... oder ob er tatsächlich so krank werden würde, wie dieser ihm skizziert hatte ...

(*Zweiundzwanzigtausend im ersten Quartal.*)

... – auch das geplante Gespräch mit Nelly war ihm nicht mehr wichtig.

(*Vierundvierzigtausend bis zum Sommer.*)

„Wer weiß? Vielleicht ist alles gar nicht so schlimm?“

(*Fast fünfundsiebzigtausend bis zu Thanksgiving.*)

„Vielleicht werde ich einfach nur verrückt?“

(*Rund achtundachtzigtausend Tassen in einem Jahr!*)

Während Barlow also fanatisch die unzähligen Hände der Gäste beobachtete, wie diese Becher entgegennahmen und Sahne und Zucker einrührten, hoffte – ja, betete er geradezu um eine schwarze oder zumindest zucker- beziehungsweise sahnelose Variante. Mit jeder verkauften Tasse erdrückte ihn seine Angst ein kleines Bisschen mehr, dass eine solche Bestellung, welche für ihn mittlerweile zum Sinnbild eines nicht deterministischen Universums geworden war, vielleicht bereits direkt vor seinen Augen passierte (bei achtundachtzigtausend musste doch irgendwann zumindest eine einzige dabei sein!), er sie aber womöglich gar nicht mehr wahrnehmen konnte, da er einfach vergessen, überschrieben hatte, dass einmal etwas anderes als das eine Kaffee-Optimum hatte existieren können.

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

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Der optimale PC“: Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), „Der c't-Geschenke-Guide“: Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@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)), Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hc@ct.de](mailto:hc@ct.de)), Hartmut Giesemann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgefot ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurran ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([ml@ct.de](mailto:ml@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg](mailto:Ltg), [uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Giesemann ([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](mailto:Ltg), [rs@ct.de](mailto: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 Schirwirke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne ([Ltg](mailto:Ltg)), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Norman Steiner, Dieter Wahner

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**Digitale Produktion:** 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 E614 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 Anzeigenanteil),  
[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  
Mefberg 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 Verfügungssrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

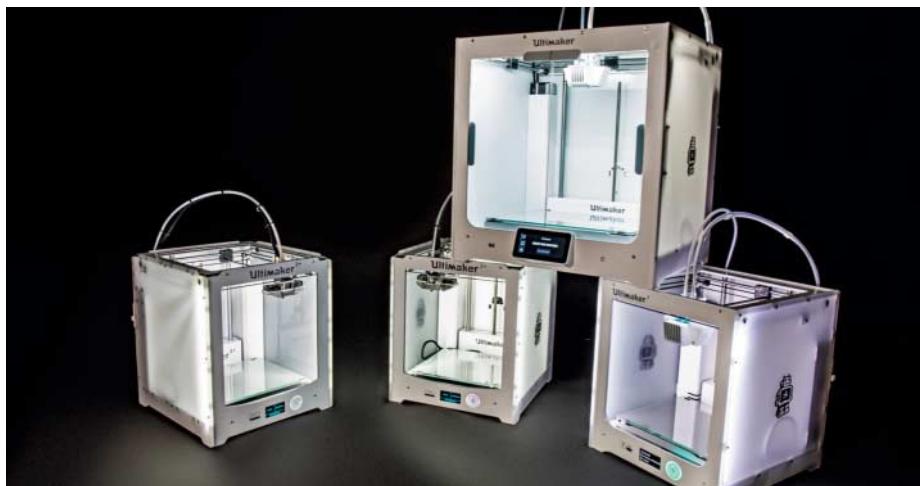
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2018 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 1/2019

Ab 22. Dezember 2018 im Handel und auf ct.de



## Ultimaker gegen Klone

Die Ultimaker-3D-Drucker sind gut, beliebt – und kosten bis zu 6500 Euro. Aber es gibt ab 350 Euro auch Bausätze, die nach dem gleichen Prinzip arbeiten. Wir testen Ultimaker 2+, 3 und S5 sowie zwei Nachbauten und erklären, wer mit Bausätzen ein Schnäppchen macht und warum die Originale effizienter mit der Software interagieren.



## Aktuelle Mittelklasse vs. 2017er-Top-Handys

Die Preise der aktuellen Highend-Smartphones sind Ihnen zu hoch? Wir vergleichen die aktuelle Mittelklasse mit älteren Top-Modellen. Deren Preise sind nämlich inzwischen stark gefallen – einige sind für weniger als 300 Euro zu haben.

Außerdem:

## Leistungsstarke Cloud-PCs

Sie müssen ein 4K-Video schneiden, aber Ihr PC ist 12 Jahre alt? Sie wollen das neueste Far Cry ausprobieren, haben aber keine schnelle Grafikkarte? Sie würden gerne auf dem iPad Windows-Software nutzen? All das geht mit Cloud-PCs – wir haben mehrere Anbieter auf Herz, Nieren und Latenz getestet.

## TV-Signal übers Netzwerk verteilen

Universchlüsselte TV-Programme kommen in den meisten Haushalten nach wie vor via Antenne, Kabel oder Satellit in den Fernseher. Wenn man die Signale ins lokale Netz einspeist, kann man damit auch auf Notebook, Tablet und Handy TV gucken, ganz ohne schnelle Internetanbindung.

## Daten beim Smartphone-Wechsel mitnehmen

Wer ein neues Handy kauft, will möglichst alle Kontakte, Chat-Verläufe, Fotos und Einstellungen vom alten Smartphone mitnehmen. Wir zeigen, mit welchen Tools der Umzug stressfrei über die Bühne geht. Bei manchen Apps ist eine sorgfältige Vorbereitung wichtig, aber vieles geht automatisch.

**Noch mehr Heise-Know-how:**



Mac & i 6/2018 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



iX Developer special „Machine Learning“ jetzt im Handel und auf heise-shop.de



Technology Review Special 2018 jetzt im Handel und auf heise-shop.de