



Wie legal ist  
Windows für 5 €?

Ab 1 €/Tag: Cloud-PCs für Entwickler, Gamer, Kreative ...

# Virtuelle Highend-PCs

Im Test: Leistung, Latenzen, Technik

IM  
TEST

- Handy-Mittelklasse vs. 2017er-Topmodelle
- NAS mit 10-Gigabit-Ethernet ab 340 Euro
- Daten verschlüsseln mit Bitlocker-SSDs
- 3D-Drucker: Ultimaker gegen Billig-Klone



Windows 10: Datenversand stoppen

Raspi verwalten per Bluetooth-Shell

IT-Sicherheit kontra Quantencomputer

FritzOS 7: Kabelfernsehen per WLAN

## Der Alexa-GAU

Amazon sendet Mitschnitte an Fremde

Achtung: Die neuen Cybercrime-Bedrohungen 2019

## Emotet-Trojaner: Smart und verheerend

Wie Sie sich schützen • Warum der Angriff gefährlich ist

€ 4,90

AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70

NL € 5,90 | IT, ES € 6,20

CHF 7,10 | DKK 54,00



# It's now or never.

**Wie werde ich zum Gewinner  
in der digitalen Welt?**

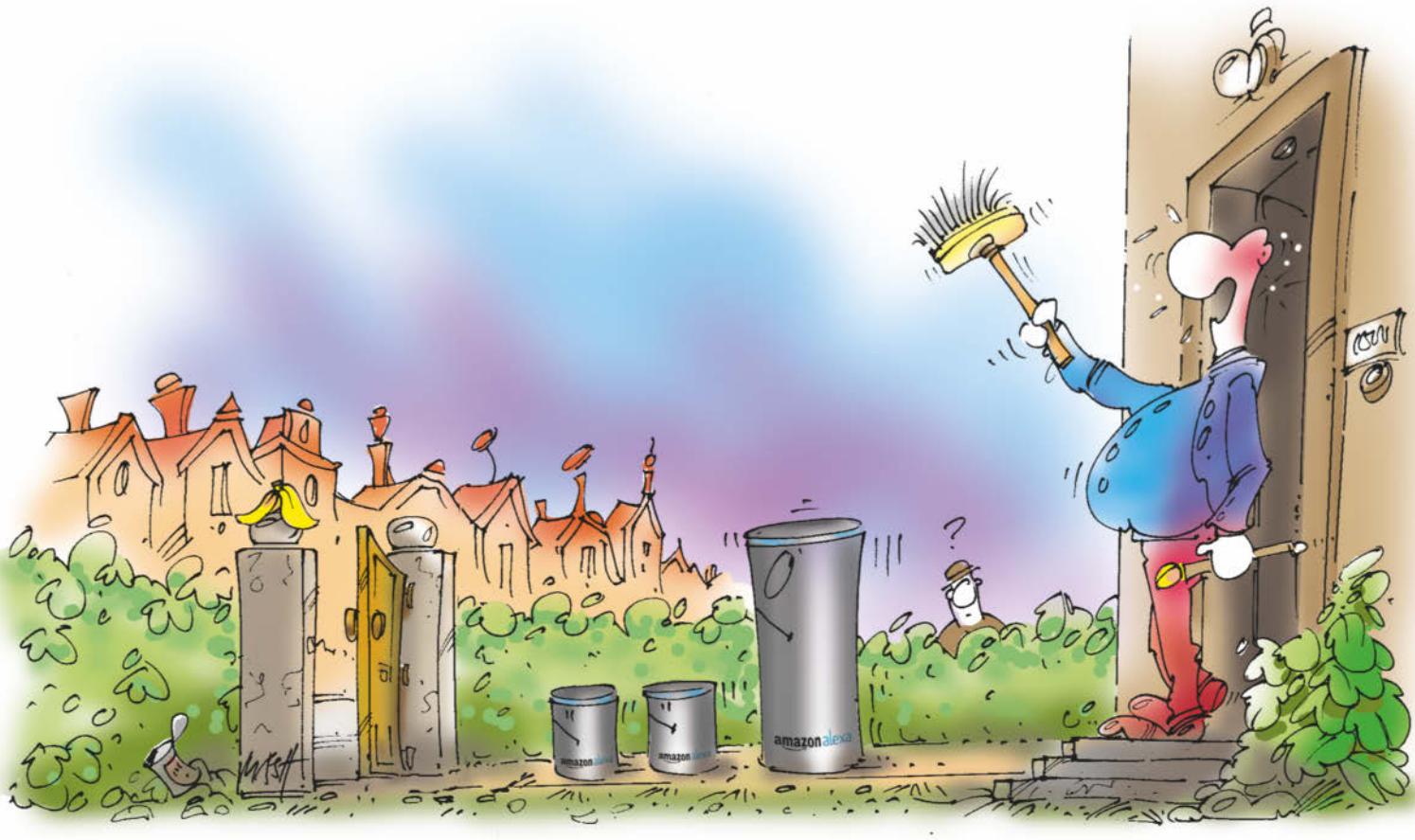
Heute managen Sie Ihre komplette Buchhaltung smart, morgen  
Ihren ganzen Betrieb. Träumen Sie groß. Planen Sie mittelfristig.  
Aber starten Sie gleich.

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



**LEXWARE**

Einfach machen



## Die Wohnung entwanden

"Ernsthaf? Ihr als Datenschützer nutzt Alexa? Wie kann man sich denn freiwillig so eine Abhörvorrichtung ins Haus stellen?" Ja, als Jurist bei Heise muss man sich von den Redakteuren einiges anhören. Und zugegeben, ständig von einer kleinen Dose belauscht zu werden, die Sprachdaten in US-Clouds funkt und dort bis zum St. Nimmerleinstag speichert, macht ein mulmiges Gefühl.

Doch das ignoriert der innere Zwölfjährige, der jeden Abend wieder auf und ab hüpfst, wenn man die magischen Wort "Alexa, schalte das Licht im Wohnzimmer an!" sagen darf. Dazu noch das Lächeln der weniger technikaffinen Familienmitglieder, die nun nicht mehr mit vier Fernbedienungen jonglieren müssen, wenn sie Musik hören wollen, - oder die zum x-ten Mal den Pups-Generator aktivieren.

Vertrauliche Daten aus dem privatesten Umfeld einem Unternehmen anzuvertrauen funktioniert aber nur, wenn man darauf vertrauen kann, dass sie dort sicher verwahrt werden. Dieses Vertrauen hat Amazon durch eine prekäre Datenpanne dauerhaft zerstört, die Kollegen von c't aufgedeckt haben (siehe Seite 16): Tausende Aufnahmen eines Alexa-Nutzers sind in fremde Hände geraten.

Wer derart sensible Daten speichert, muss für ein entsprechend hohes Schutzniveau sorgen. Egal, was Amazon technisch und organisatorisch dazu unternahm: Es hat ganz offensichtlich versagt. Und warum muss Amazon die Sprachaufzeichnungen nach dem Anlernen von Alexa überhaupt noch speichern? Damit US-Ermittler sie anfordern können, wie jüngst geschehen? Solche Sammlungen bergen doch immer das Risiko einer Datenpanne. Die Amazon auch nicht zu überraschen scheint: "Ups, schade, ... Einzelfall?"

Den letzten Rest Vertrauen, auch bei den inneren Zwölfjährigen, hat Amazon mit seiner sehr schmallippigen Reaktion gegenüber c't und den Betroffenen der Datenpanne verspielt. Unsere persönliche Konsequenz lautet: "Alexa, pack deine Sachen und geh! Und lass bloß unsere Daten hier!"

*Joerg Heidrich*

Joerg Heidrich

*Nicolas Maekeler*

Nicolas Maekeler

# TERRA MOBILE 1515



**839,-\***

Preis inkl. gesetzl. MwSt.

Beleuchtete  
Tastatur

## ERHÄLTLICH BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

Indat GmbH, **10707** Berlin, Tel. 030/8933393 • IBM Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/236220 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • micro computer systemhaus Kiel GmbH, **24118** Kiel, Tel. 0431/661730 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykupanski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • KPS Systemhaus GmbH **32120** Hiddenhausen, Tel. 05221/68370 • MBörso-Computer GmbH **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus, GmbH **42251** Velbert, Tel. 02051/989900 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbrede Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Füssner Computersysteme GmbH, **48431** Rheine, Tel. 05771/92100 • Sprung Systemhaus, **48712** Gescher, Tel. 02542/93160 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • J.S. EDV-Systemberatung GmbH, **63843** Niedernberg, 06028/97450 • LANTech Informationstechn. GmbH, **63911** Klingenber, Tel. 09372/94510 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • hecom TK+IT Lösungen, **67071** Ludwigshafen, Tel. 0621/6719070 • Lehmann Elektronik, **67346** Speyer, Tel. 06232/28746 • Krieger GmbH & Co. KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+5 Computer GmbH **68519** Vierheim, Tel. 06204/607921 • Kai Müller GmbH, **72574** Bad Urach-Hengen, Tel. 07125/946880 • Danner IT-Systemhaus GmbH, **72760** Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co.KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, **79664** Wehr Tel. 07762 / 708860 • Dr. Levante GmbH & Co.KG, **79639** Grenzach Wyhlen, Tel. 07624/916710 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0.

Preiswertes 15 Zoll  
Allroundtalent



#### TERRA MOBILE 1515

- Intel® Core™ i5-7200U Prozessor (3M Cache, bis zu 3.10 GHz)
- Windows 10 Pro
- 39,6 cm (15,6") Non Glare FHD Display (1920x1080)
- 8 GB RAM
- 240 GB SSD
- DVD±Brenner
- Intel® HD graphics 620
- Beleuchtete Tastatur

Artikel-Nr.: 1220558

#### Windows 10 Pro ist genau das Richtige für Unternehmen.

Windows 10 Pro-Geräte bieten all die leistungsstarken Komponenten, die Sie für die PCs Ihres Unternehmens benötigen und die Ihre Mitarbeiter

noch produktiver machen: mehr Sicherheitsfeatures, verbesserte Bedienung und robuste, innovative Geräte.

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

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

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

**WORTMANN AG**

IT. MADE IN GERMANY.

# Inhalt 1/2019

## Trends & News

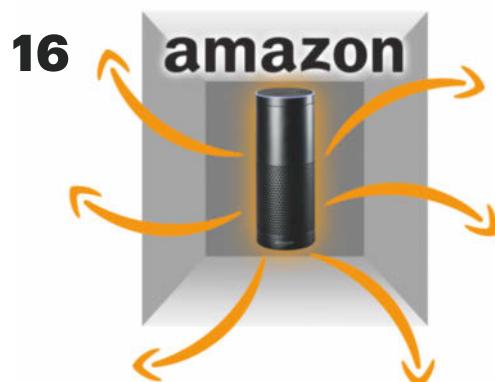
### 16 Der Alexa-GAU

- 20 Microsoft-Browser: Edge mit Chromium
- 22 Bundesdatenschutzbeauftragter Ulrich Kelber im Interview
- 24 Apple-Pay: Bezahlen mit iPhone, Mac & Co.
- 25 Apple: EKG in Watch, Mehr Sicherheit durch signierte Software
- 26 Bitcoin Cash: Wie ein Streithammel alle Kryptowährungen abstürzen ließ
- 28 Hardware: Intels „Plan R“
- 29 AMD-Grafiktreiber lernen Streaming
- 30 Netze: Smart-Home-Firewall, FritzApp Fon für iOS
- 31 Server & Storage: Helium- und HAMR-Festplatten bis 20 TByte, NAS-Rechenbeschleuniger
- 32 Bildverarbeitung: Plug-in-SDK für Capture One 12, Bibliotheksmodul für Luminar 3
- 33 Unternehmens-Anwendungen: Archivdienst von Lexware, Sichere Cloudspeicher
- 34 3D-Drucker müssen billiger werden
- 35 Pornofilter bei Tumblr schmeißt auch Dinos und Cartoon-Kater raus
- 36 Künstliche Intelligenz: Zukünftige Smart Homes lernen Bewohner mit der Zeit kennen
- 38 Messen und Veranstaltungen 2019
- 58 Bit-Rauschen: Intel-Pläne, RISC-V-Neuheiten, ARM-Notebooks und starke Grafik
- 60 Kernel-Log: Bessere Auslastungsanzeige und verschachteltes Virtualisieren in Linux 4.20
- 62 Web-Tipps: Rechtschreibung, KI-Landkarte, Audio-Museum

## Test & Kaufberatung

- 78 Designerdrucker inklusive Tinte für Fotos vom Smartphone: HP Tango X
- 80 Einplatinencomputer mit x86-CPU und 2 x Gigabit-Ethernet: Odroid-H2
- 82 Windows-Tablet mit LTE und Standfuß: HP Elite x2 1013 G3
- 84 High-End-Prozessor für LGA2066: Intel Core i9-9980XE Extreme Edition
- 84 Multi-Gigabit-LAN-Karte: Buffalo LGY-PCIE-MG
- 85 Laufzeitsimulator für batteriebetriebene Hardware: Wisebatt

- 85 24-Zoll-Monitor mit 1920 x 1200 Pixeln: NEC EA245WMi-2
- 86 Grafische Oberfläche für das Reverse-Engineering-Tool radare2: Cutter
- 87 Android-Integration in Gnome: GSConnect 17
- 87 Office-Tastatur mit Gaming-Touch: Razer Blackwidow Lite
- 88 Dynamischer Software-Equalizer: Fabfilter Pro-Q 3
- 88 Bluetooth-Kopfhörer für DJs: Pioneer HDJ-X5BT-K
- 89 In-Ear-Headset mit Bluetooth: Sennheiser Momentum True Wireless
- 89 WLAN-Lichtkacheln: Nanoleaf Canvas
- 90 Spiegellose Kameras: Nikon Z6 gegen Sony A7 III
- 92 Modularer Synthesizer: Moog Grandmother
- 94 Kontinuierliche Blutzuckermessung mit Eversense XL
- 114 Handy-Mittelklasse vs. 2017er-Topmodelle**
- 120 FritzOS 7: Kabelfernsehen per WLAN**
- 124 Ergonomische Mausalternativen: Rolle, Stift, Trackball und Touchpad
- 130 3D-Drucker: Ultimaker gegen Billig-Klone**
- 136 10-Gigabit-Ethernet: Welche Kabel, Karten, Adapter, Treiber und Switches man braucht
- 138 NAS mit 10-Gigabit-Ethernet ab 340 Euro**
- 158 Bücher: Maschinelles Lernen, Ungleichheit durch automatisierte Entscheidungen



### Der Alexa-GAU

Amazons Echo-Lautsprecher speichern privateste Informationen aus den eigenen vier Wänden in der Cloud. c't liegt ein Fall vor, bei dem massenhaft Sprachdateien eines Nutzers durch eine Schlägerei des Konzerns in fremde Hände geraten sind.

**44**

### Der virtuelle Highend-PC

Wer nur hin und wieder mal einen schnellen PC braucht, etwa zum Spielen oder zur Videobearbeitung, sollte einen Mietrechner aus der Cloud in Betracht ziehen. Die Technik funktioniert inzwischen so gut, dass man häufig keinen Unterschied zu einem lokalen Highend-PC wahrnimmt.

## Wissen

- 40** Vorsicht, Kunde: Mysteriöses Verschwinden der FaceTime-Funktion beim iPhone X
- 42** Tachobetrug: Die Autoindustrie schwächtelt bei der Umsetzung von Absicherungsmaßnahmen
- 44** **Virtuelle Highend-PCs**
- 46** Vier Cloud-PCs, um auch auf alten PCs aktuelle Spiele zu spielen oder 4K-Videos zu schneiden
- 54** Hardware und Technik der Cloud-PCs
- 96** **Wie legal ist Windows für 5 €?**
- 100** **IT-Sicherheit kontra Quantencomputer**
- 142** 3D-Modeler Blender: Was Turnschuhe mit Hollywood-Filmen zu tun haben
- 148** Linux: Neue Firewall-Technik startet durch
- 152** Open Location Code: Längen- und Breitengrade leicht merkbar kodieren
- 160** Recht: Welche Rechte Nutzer an „Kryptokatzen“ und anderer virtueller Sammlerware haben

## Praxis & Tipps

- 64** Tipps & Tricks
- 68** FAQ: Sicher zahlen per NFC
- 70** **Emotet-Trojaner: Smart und verheerend**

**74** So schützen Sie sich vor Emotet & Co.

### 106 Daten verschlüsseln mit Bitlocker-SSDs

- 110** Selbstverschlüsselnde SSDs für Bitlocker einrichten
- 164** Windows noch vor der Installation anpassen
- 172** **Windows 10: Datenversand stoppen**
- 176** Flexiblere PowerPoint-Vorträge mit der neuen Zoomfunktion
- 182** Smart Home: Gadgets per Node-Red mit Apple HomeKit verbinden
- 186** **Raspi verwalten per Bluetooth-Shell**

## Rubriken

- 3** Editorial: Die Wohnung entwanzen
- 10** Leserforum
- 15** Schlagseite
- 188** Story: Cal von Thomas Frick
- 197** Stellenmarkt
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau



### Emotet-Trojaner: Smart und verheerend

Mit den Methoden von Profi-Hackern erpressen Cyber-Kriminelle kleinere Unternehmen. Die im Namen von Chefs, Partnern oder Kollegen versendeten Trojaner-Mails sehen dank neuer Tricks täuschend echt aus. Noch können Nutzer und Admins Emotet & Co. mit unseren Tipps bekämpfen – doch was, wenn künftig KIs die falschen Identitäten perfektionieren?

# secIT

by Heise

HANNOVER 2019

Seien Sie dabei und profitieren Sie als Besucher von neuesten IT-Security Trends, Produkten oder Software-Lösungen.

16 vertiefende Workshops zu aktuellen IT-Sicherheits-themen

Bis zu 40 Expert Talks

Wichtige Unternehmen aus der IT-Sicherheits-branche

Netzwerken und feiern auf der großen secIT-Party

Mehr als 40 Vorträge führender IT-Experten auf 2 Bühnen

Hochkarätige Sprecher, ausgewählt von unseren Redaktionen



Die Partner der secIT Hannover



CLIENT MANAGEMENT PLATFORM



**sec-it.heise.de**

# Der Treffpunkt für Security-Anwender und -Anbieter!

Auszug aus dem Vortragsprogramm

13. – 14. März 2019  
Hannover

- **Ihre Sicherheit ist unsere Aufgabe!**  
**Das kann die Zentrale Ansprechstelle Cybercrime (ZAC) für Sie tun!**  
// Christian Pursche, Zentrale Ansprechstelle Cybercrime (ZAC) LKA Niedersachsen
- **Cyberangriffe verstehen, Bedrohungslage richtig einordnen!**  
// Holger Unterbrink, Sicherheitsforscher Cisco Threat Research Group Talos
- **Spionage 4.0: Ihre Daten sind bestimmt sicher, oder?**  
// Jörg Peine-Paulsen, Wirtschaftsschutz, Verfassungsschutzbehörde, MI Niedersachsen
- **IT-Security Hypes – eine Polemik**  
// Tobias Glemser, Geschäftsführer der secuvera GmbH und BSI-zertifizierter Penetrationstester
- **Mythos Blockchain**  
// Dr. Reinhard Wobst, Autor von „Abenteuer Kryptologie“, selbständiger Softwareentwickler



Veranstalter



organisiert von



Eventpartner



# Leserforum

## Macht nix

*Editorial „Tote Pferde“ zum Ende der CeBIT, c't 26/2018, S. 3*

Wir werden alle sterben! Aber nicht an CeBIT-Mangel. Kopf hoch!

VuP

## Durstige Bauvorschläge



Ob Core-i oder Ryzen, unsere Bauvorschläge lassen auch in diesem Jahr fast keine Wünsche offen.

*Kaufberatung: aktuelle Prozessoren, Arbeitsspeicher und SSDs, c't 26/2018, S. 72*

Ich bin enttäuscht, dass kein aktueller 10-Watt-PC vorgestellt wurde. Ihre Systeme fangen ja erst bei 19 Watt an. Ich müsste nach circa 10 Jahren meinen Heimserver mal erneuern und hatte auf eine schöne Intel-MSI-Gigabyte-Astro-Fujitsu-Kombination mit gemessenen 10 Watt im Leerlauf gehofft.

S. Ziganki

Seit Intel keine Desktop-PC-Mainboards mehr fertigt, gibt es dermaßen sparsame Mainboards nur noch von Fujitsu. Das D3643-H mit B360-Chipsatz haben wir in c't 18/2018 vorgestellt. Es ist aber relativ teuer, nicht immer gut lieferbar und hat nur vier SATA-6G-Buchsen.

## Erfolg zweitrangig

*Milliarden-Euro-Initiative startet mit Bau eines Quantencomputers, c't 25/2018, S. 18*

Es ist nicht wichtig, was dabei direkt herauskommt. Was viel wichtiger ist, sind die 5000 gut ausgebildeten Leute, die dadurch entstehen. Das ist ja ein Projekt, das darauf ausgelegt ist, dass jeder, der daran arbeitet, später mehr weiß als vorher. Viel davon wird ja sicherlich über Doktorarbei-

ten gemacht werden. Selbst wenn wir jetzt feststellen, dass sinnvolle Quantencomputer prinzipiell nicht technisch realisierbar sind, so haben wir dadurch trotzdem noch 5000 Leute, die sich in vielen Bereichen auskennen und in unterschiedlichste Tätigkeitsfelder wechseln werden.

Das Mondprogramm der USA hat ja auch mehr erreicht, als ein paar Leute zum Mond zu bringen. Es hat Generationen motiviert, sich mit Technik zu beschäftigen. Als Folge entstand die Hobby- und Heimcomputerszene.

Casandro

## Optimistischer Fernseher

*Was Smart-TVs ins Internet übermitteln und wie leicht sie sich hacken lassen, c't 25/2018, S. 74*

Auf Seite 76 heißt es in der Bildunterschrift: „Wenn die unscheinbare Einblendung im Bild erscheint, hat das TV-Gerät bereits mit den Servern der ARD Kontakt gehabt.“ Mein Panasonic-TV hat das ja auch eingeblendet, bis ich die Option „Datenservice Anwendung“ auf „Aus“ geschaltet habe. Nur hing der TV niemals am Internet. Diese Meldung – ich habe es gerade noch mal geprüft – erscheint aber bei jedem ARD-Sender auch ohne jegliche Internetverbindung des TV-Gerätes.

Oliver Klarmann

*Das ist eine interessante Beobachtung. Die URL kommt im DVB-Datenstrom, der Zugriff geht natürlich via Internet-Verbindung raus. Wir hätten erwartet, dass ein TV-Gerät ohne Internet-Verbindung die Meldung unterdrückt. Ein Samsung-Fernseher in der Redaktion verhielt sich so. Ihr Panasonic-TV scheint optimistischer zu sein. Oft zeigen die Geräte nicht nur den Hinweis, sondern auch weitere Informationen, etwa Werbung für Serien.*

## Antenne fürs Handy

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

Sie schreiben: „Die kleinen Bluetooth-Ohrhörer sind immer dabei.“ Das ist zwar richtig, nützt aber nicht immer. So ging es nämlich mir, als ich welche gekauft hatte. Morgens im Zug zur Arbeit ausgepackt und mit dem Handy verbunden, alles okay soweit. Dann aufs Radio umgeschaltet und nur Rauschen im Ohr. Tja, ohne An-

## 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>

tenne funktioniert kein UKW-Radio. Zum Glück hatte ich noch die kaputten mit Kabel dabei. Da hat es dann wunderbar geklappt. Ich habe dann am kaputten Set die Ohrhörer abgeschnitten und verwendete das Kabel als Antenne. Sieht zwar etwas blöd aus, aber was solls. Hauptache, Radio funktioniert!

Matthias Müller

## Rubiks Merge Cube

*Mit dem Merge Cube wird AR anfassbar, c't 26/2018, S. 138*

Statt Legosteine als Füllung zu verwenden, habe ich die Vorlage mit 104,7 Prozent ausgedruckt und den alten Original Rubik's Cube (ca. 56 mm Kantenlänge) verwendet.

Strangelove



Ein Papier-Merge-Cube für AR-Apps braucht eine Füllung. Statt Lego geht auch ein Zauberwürfel.

EIN EIZO IST  
AUCH EINE FRAGE  
DER HALTUNG.

Erleben Sie ergonomisches Arbeiten  
mit unseren Office-Monitoren. Mehr auf [eizo.de](http://eizo.de)



Working with the Best

 EIZO



## Frohe Weihnachten ...

... wünscht Ihnen die pixelige c't-Redaktion. Genießen Sie die Feiertage und verbringen Sie die freien Tage mit Dingen, die Ihnen Spaß und Freude bereiten. Einige Anregungen liefert diese Ausgabe. Vielleicht möchten Sie die Feiertage aber auch ganz analog mit Freunden oder Ihrer Familie verbringen. Egal was Sie vorhaben – wir wünschen Ihnen, stellvertretend für das gesamte Redaktionsteam, eine erholende Weihnachtszeit und einen guten Rutsch ins neue Jahr.

Dr. Jürgen Rink

A handwritten signature in black ink that reads 'Jürgen Rink'.

Axel Kossel

A handwritten signature in black ink that reads 'Axel Kossel'.

Georg Schnurer

A handwritten signature in black ink that reads 'Georg Schnurer'.

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Ryzen 5 2600: 30 Watt weniger

*Kaufberatung: aktuelle Prozessoren, Arbeitsspeicher und SSDs, c't 26/2018, S. 72*

Die Tabelle auf S. 76 nennt für den AMD Ryzen 5 2600 die falsche Thermal Design Power (TDP) von 95 Watt; es sind jedoch nur 65 Watt.

### HMD Global ist aus Finnland

*Android-Smartphones um 300 Euro, c't 26/2018, S. 112*

HMD Global, der Hersteller der Nokia-Smartphones, ist kein chinesisches Unternehmen, sondern ein finnisches. Lediglich die Produktion findet beim chinesischen Auftragsfertiger Foxconn statt. Das Update auf Android 9 für das Motorola One ist inzwischen eingetroffen.

### Container-Namen mit Docker

*Docker-Container mit Docker-Compose einrichten, c't 26/2018, S. 148*

Nach Redaktionsschluss haben die Entwickler eine neue Version von Docker-Compose veröffentlicht. Docker-Com-

pose 1.23.2 nimmt die Änderung zurück, die Zufallszeichen ans Ende des Containernamens gehängt hat.

Die erneute Änderung gilt für den Start mit `docker-compose up`. Startet man mit `docker-compose run` einen temporären Container, bekommt er eine Zufallskette ans Ende des Namens.

### Speicher der Apple Watch

*Apple Watch 4 mit großem, randlosem Bildschirm, c't 25/18, S. 64*

Die neue Apple Watch hat keine 16 GB RAM, sondern 16 GB Flash-Speicher.



1blu

Begrenzte  
Angebotsdauer!

Nur bis Ende Januar 2019!  
Nach dem 31.01.2019 keine  
Bestellmöglichkeit mehr.

## Krasses Angebot! 1blu-Homepage Boom

12 .de-Domains inklusive

Kostenlose SSL-Zertifikate

- > SSL-Zertifikate von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB Webspace
- > 5 externe Domains
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 100 SSD MySQL-5-Datenbanken

2,29  
€/Monat\*

Preis gilt dauerhaft!

100



Über 100 top-aktuelle 1-Klick-Installationen

12



12 .de-Domains mit kostenlosem SSL-Zertifikat inklusive

\* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Es fällt keine Einrichtungsgebühr an.  
Angebot verfügbar ab 21.12.2018 (Näheres unter [www.1blu.de](http://www.1blu.de)). Vertragslaufzeit jeweils 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

030 - 20 18 10 00 | nur unter [www.1blu.de/boom](http://www.1blu.de/boom)

Die Konferenz für Frontend-Entwicklung

< Komed, Köln / 6. – 7. Februar 2019 >

## THEMENSCHWERPUNKTE:

- > Web-APIs
- > WebVR
- > Kreativ mit Code
- > UI-Gestaltung
- > Performance
- > React & Vue.js
- > Progressive Web Apps
- > Sprachassistenz
- > Entwicklung sicherer Frontends

Diese Referenten stehen bereits fest:



**Frank Uilly**  
OWASP Top 10



**Mirjam Bäuerlein**  
Component-based CSS



**Glenn Reyes**  
From learning to  
thinking in GraphQL

Jetzt  
Ticket  
sichern!

Line 37, Column

Tickets und weitere Informationen unter: [www.ctwebdev.de](http://www.ctwebdev.de)

Partner



Omnis Software Germany GmbH



sipgate



business.  
people.  
technology.

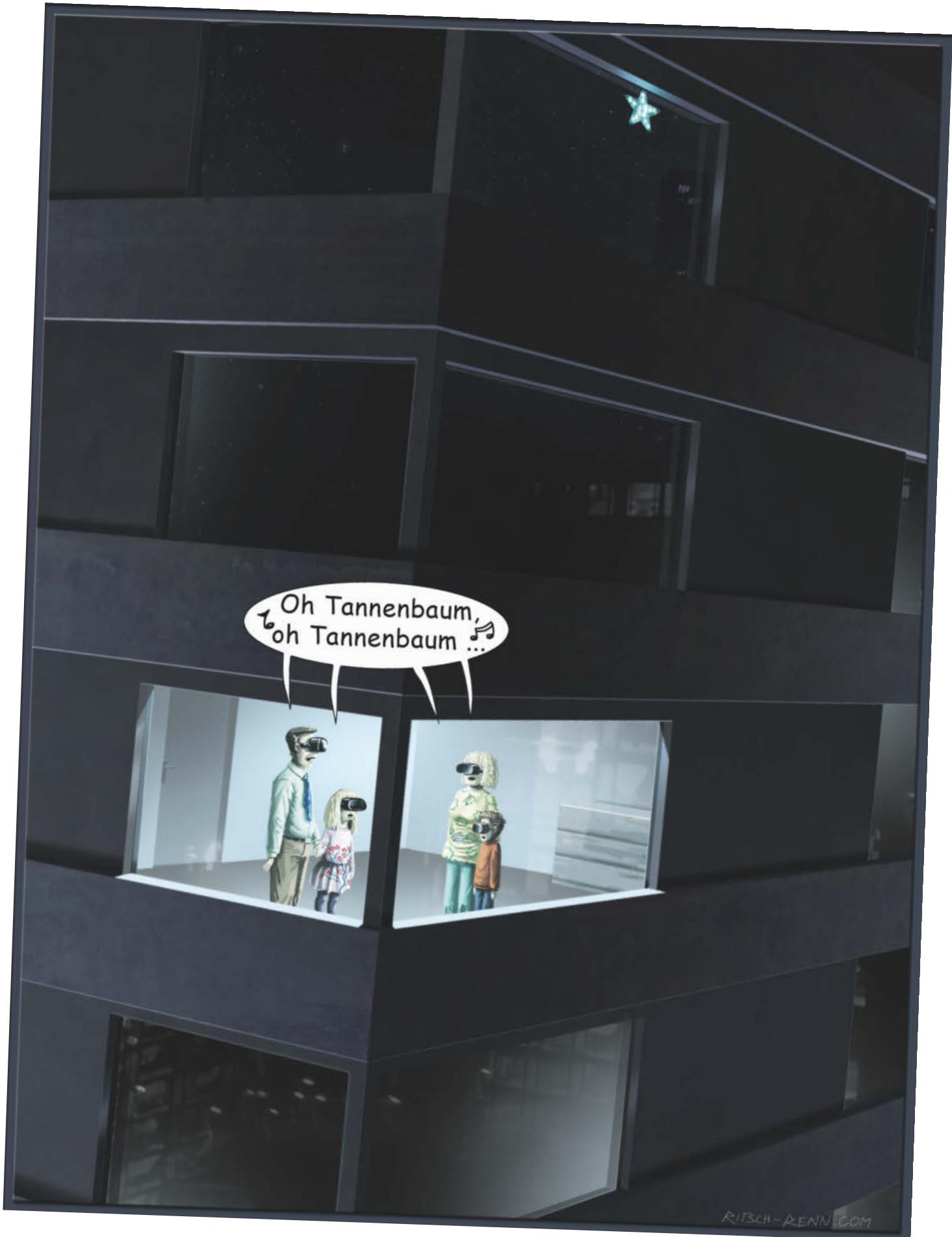


Eine Veranstaltung von



Organisiert von





RITSCH-RENN.COM

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



# Alexa, wer hat meine Daten?

## Amazon gibt intime Sprachdateien preis

**Irgendwann fallen alle Bedenken und Alexa steht auch im Schlafzimmer oder im Bad. Was soll schlimm daran sein, mit Amazons Sprachassistent auch im intimsten Bereich zu plaudern? Schlimm wird es dann, wenn all die Tondateien durch Schluderei von Amazon an fremde Personen geschickt werden. Nun ist Amazon.de genau das passiert, was Kritiker immer befürchteten.**

**Von Holger Bleich**

Der Absatz von Sprachassistenten für die eigenen vier Wände boomt. Obwohl Amazon keine Absatzzahlen herausgibt, gilt als sicher: Echo-Lautsprecher des Konzerns haben sich in zig Millionen Haushalten eingestellt. Dieses Weih-

nachten werden wieder Hundertausende dazukommen.

Kritik von Datenschützern wischt Amazon mit den immer gleichen Argumenten beiseite. Der Nutzer wisse stets, was sein Echo wann aufzeichnet. Nur Amazon und er können laut Datenschutzerklärung die Aufzeichnungen abhören. Dieses Versprechen ist es, auf dem der große Vertrauensvorschuss der Alexa-Nutzer gegenüber dem Konzern fußt.

Und Amazon wäre von allen guten Geistern verlassen, wenn man dem Schutz dieser teils sehr intimen Sprachdaten aus den Wohn- und Schlafzimmern der Republik nicht größte Priorität beimessen würde. Doch ein Fall, den c't aufgearbeitet hat, legt nahe, dass es fatale Lücken in den Verarbeitungsprozessen der Alexa-Daten bei Amazon.de gibt. Es ist genau der Präzedenzfall eingetreten, vor dem Daten- und Verbraucherschützer so eindringlich warnen.

### Vergiftete Selbstauskunft

Alles begann mit dem Recht auf Selbstauskunft aus der neuen EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Die Verordnung gewährt „betroffenen Personen“ einen sehr weitgehenden Auskunftsanspruch über die gespeicherten Daten. Ende August dieses Jahres hat Amazon.de-Kunde Martin Schneider (Name von der Redaktion geändert) auf dieser Basis die Münchener Niederlassung des Online-Riesen um Auskunft gebeten. Rund zwei Monate später erhielt er einen Download-Link, unter dem Amazon die ihm zugeordneten Daten in einer rund 100 MByte großen ZIP-Datei zur Verfügung stellte.

Rund 50 der Dateien enthielten auf seine Person bezogene Daten, beispielsweise getrackte Suchverläufe auf der Amazon.de-Website. Allerdings fand Schneider auch circa 1700 WAV-Dateien sowie eine PDF-Datei vor, die offensichtlich chronologisch unsortierte Transkripte darüber enthielt, was Amazons Sprachassistent Alexa aus Spracheingaben verstanden hat. „Darüber war ich sehr verwundert, da ich Amazon Alexa nicht verwende, geschweige denn ein Alexa-fähiges Gerät besitze. Deshalb hörte ich mir stichprobenartig einige dieser Audio-dateien an und konnte die Stimmen keiner mir bekannten Person zuordnen“, erzählte er uns später.

Am 8. November wandte sich Schneider an die Mailadresse des Amazon.de-Kundenservice. Er teilte mit, dass die ZIP-Datei offensichtlich Alexa-Sprachaufzeichnungen eines ihm fremden Amazon-Kontos enthielt und bat um Auskunft dazu. Eine Antwort auf diese Mail erhielt er nie, allerdings führte kurze Zeit später der Download-Link ins Leere. Die Datei ließ Amazon.de folglich verschwinden, doch Schneider hatte sie vorher gespeichert. Mitte November wandte er sich an die c't-Redaktion, weil ihn dieser Vorfall sehr besorgte und Amazon.de auf stumm geschaltet hatte: „Meiner Meinung nach sollten Kunden darüber informiert werden, dass möglicherweise fremde Personen Audiodateien von ihnen erhalten.“

### Verletzte Intimsphäre

Wir erbaten vertraulichen Zugriff auf die Tondateien, um den Fall einzuschätzen. Sie ergeben ein recht detailliertes Bild des Fremden und seines persönlichen Umfelds. Aus den Aufzeichnungen geht hervor, dass der unbekannte Amazon-Kunde

Alexa an mehreren Orten nutzt: Mindestens ein Echo steht in den Wohnräumen, am Fernseher hängt eine Fire-TV-Box, die via Amazon-Sprachfernbedienung gesteuert wird. Oft erhält Alexa Kommandos von einer Frauenstimme, es befindet sich also auch eine weibliche Person zumindest zeitweise im Haushalt.

Selbst unter der Dusche war Alexa hörbar dabei. An ein Thermostat gerichtete Kommandos legen nahe, dass Alexa auch mit Smart-Home-Gerätschaft verbunden ist. Überdies nutzt der Kunde Alexa auch auf dem Smartphone, zuhause und unterwegs. Die Aufzeichnungen decken wahrscheinlich den kompletten Monat Mai ab.

Das sehr unangenehme Gefühl, etwas Voyeuristisches, Unmoralisches zu tun, ließ uns beim Abhören die Nackenhaare sträuben: Unvermittelt fanden wir uns in der intimen Sphäre uns fremder Personen ohne deren Wissen wieder. Und die an Alexa gestellten Fragen verrieten viel über die Personen: Wecker-Kommandos oder Fahrplan-Abfragen etwa ließen konkret auf Job-Situation und Lebensgewohnheiten schließen, Lautstärke-, Radio- und Spotify-Steuerung auf die Musikgeschmäcker.

Es war nicht schwer, aus den Aufzeichnungen den Alexa-Nutzer zu identifizieren. Wetter-Abfragen zu konkreten Orten, die Nennung von Vornamen und einmal sogar auch eines Nachnamens engte den Personenkreis schnell ein. Es dauerte nicht lange, bis wir uns anhand der Audiodateien und Transskripte nahezu sicher waren, den fremden Amazon-Kunden sowie die weibliche Person identifiziert zu haben. Informationen aus von uns durch weitere Recherche zugeordneten Facebook- und Twitter-Profilen passeten und ergänzten das Bild.

Wir beschlossen, dem mutmaßlich Betroffenen via Twitter-Direktnachricht eine Bitte um Anruf zukommen zu lassen – eine Telefonnummer haben wir nicht herausgefunden. Er rief sofort an und wir erzählten, wie wir auf ihn gestoßen sind. Wir waren an der richtigen Adresse. Nils Schmidt (Name von der Redaktion geändert) schluckte hörbar, als wir ihm berichteten, welche seiner höchst privaten Daten Amazon.de an einen Fremden weitergereicht hatte. In seinem Kopf begann es zu rattern: Was haben wir Alexa alles gefragt? Welche Geheimnisse über mich sind geleakt? Er bestätigte überdies, dass wir auch bei der Person hinter der

**Aus dem Transskript lassen sich jede Menge privater Informationen zum Betroffenen herauslesen.**

2018-05-05T14:07:44.980Z, alexa alexa wie steht es gerade fÄ¼r den h. s.,b18e27146ad2374
2018-05-05T11:50:58.911Z, alexa stelle die schlafzimmer temperatur auf ein und zwanzig grad,
2018-05-05T19:31:26.171Z, alexa lass uns ein spiel spielen,1f70fb1ce3ccba6962f68791e2849c
2018-05-05T12:04:43.804Z, alexa starte shot oder spott,4fe7842b542614d8a4c2b78c95
2018-05-05T19:39:13.406Z, dinosaurier,6c4155896ee3e0a8b82f970c42122d070d2950b6.wav
2018-05-17T13:13:00.209Z, ja,af397b2f502d36daa9090dc8eb8725c18aa4dde7.wav
2018-05-15T13:18:14.800Z, alexa stell den timer auf fÄ¼nf und dreiÄig minuten,d73063b82ac
2018-05-05T11:19:32.700Z, nein,f132b16ef523ad933a2f938018b8ce32126d9f94.wav

weiblichen Stimme korrekt recherchiert hatten.

### „Unglücklicher Fall“

Dass Amazon.de Kundendaten falsch zugeordnet hat und dies nicht aufgefallen ist, deutet auf mangelhafte Prüfmechanismen im Auskunftsverfahren hin. Eine Vier-Augen-Kontrolle hat da wohl kaum stattgefunden. Hinzu kommt, dass der Empfänger dieser Daten sogar auf den Fehler aufmerksam machte, darauf aber nicht einmal eine Antwort erhielt. Und auch Nils Schmidt, das Opfer des Leaks, gibt an, dass ihn Amazon.de vor unserem Anruf nicht informiert habe.

Amazon.de hat sich offensichtlich gleich auf mehreren Ebenen in einem hochsensiblen Bereich fehlerhaft verhalten. Wir schilderten dem Unternehmen den Vorfall, freilich ohne zu erwähnen, dass wir den Betroffenen zuvor bereits identifiziert und kontaktiert hatten. Unter anderem wollten wir wissen, ob Amazon

die Panne innerhalb von 72 Stunden an die zuständige Datenschutzbehörde gemeldet hat – wie es in solchen Fällen Pflicht ist (siehe Kasten).

Antworten auf unsere konkreten Fragen blieb Amazon schuldig. Nach vier Werktagen folgte lediglich ein kurzes Statement, hier im kompletten Wortlaut: „Dieser unglückliche Fall war die Folge eines menschlichen Fehlers. Wir haben das Problem mit den beiden beteiligten Kunden geklärt und Maßnahmen zur weiteren Verbesserung unserer Prozesse ergriffen.“

Wie diese „Klärung“ konkret abließ, schilderten uns die Kunden: Martin Schneider wurde am 8. Dezember – also drei Tage nach unserer Anfrage – von einem Amazon-Mitarbeiter angerufen, der erklärte, dass da „einem Mitarbeiter ein einmaliger Fehler unterlaufen“ sei. Nils Schmidt wurde am selben Tag telefonisch darüber informiert, dass Alexa-Sprachdateien von ihm in fremde Hände

**Sprachaufnahmen-Verlauf überprüfen**

Der Sprachaufnahmen-Verlauf zeigt Ihre Sprachinteraktionen mit Alexa an. Sie können nach Datum filtern und einen Eintrag auswählen, um Details anzuzeigen, Aufzeichnungen zu hören und zu löschen.

**Datumsbereich**

Gesamter Verlauf

[Alle Aufzeichnungen für den gesamten Verlauf löschen](#)

Ausgewählte Aufnahmen löschen

"alex wie viel guck amazon kaufen" Am 23. Aug 2017 um 10:41 PM

"alex leiser" Am 23. Aug 2017 um 10:35 PM

"alex spiele n. d. r. zwei" Am 23. Aug 2017 um 10:35 PM

**Amazon speichert die Alexa-Sprachaufzeichnungen unbefristet. Sie lassen sich jedoch manuell im Kundenportal löschen.**

# Hohes Risiko

**Rechtsanwalt Dr. Carlo Piltz findet, dass Amazon den Betroffenen über die irrtümliche Weitergabe seiner Alexa-Daten hätte informieren müssen. Piltz berät mittlere und große Unternehmen aus Industrie und Handel im nationalen und internationalen Datenschutzrecht. Außerdem betreibt er das Datenschutz-Blog [delegatedata.de](http://delegatedata.de).**



**Dr. Carlo Piltz: Meldung nach 72 Stunden ist Pflicht.**

**c't: Hätte Amazon den Betroffenen sofort informieren müssen, als das Unternehmen auf die Panne hingewiesen wurde?**

**Carlo Piltz:** Sowohl gegenüber der Aufsichtsbehörde als auch gegenüber der betroffenen Person besteht grundsätzlich eine Melde- beziehungsweise Benachrichtigungspflicht, wenn es zu einer Verletzung des Schutzes von personenbezogenen Daten gekommen ist und entweder ein normales oder hohes Risiko besteht. Die DSGVO unterscheidet allerdings bei den Anforderungen den jeweiligen Adressaten der Unterrichtung.

Der Verantwortliche – in diesem Fall Amazon – muss nach der Feststellung des Risikos binnen 72 Stunden die Verletzung bei der Aufsichtsbehörde melden. Im Unterschied dazu muss es zu einer Unterrichtung der betroffenen Person nur unverzüglich – also ohne schuldhaftes Zögern – kommen, wenn voraussichtlich ein hohes Risiko besteht. Die Meldung an den Betroffenen hängt also nicht an einer fixen zeitlichen Frist. Was in der Praxis „unverzüglich“ bedeutet, ist im Rahmen der

DSGVO derzeit auf jeden Fall noch Auslegungssache und sicherlich eine Frage des Einzelfalls. Als deutsche Juristen würden wir mit Blick auf das deutsche Zivilrecht davon ausgehen, dass „unverzüglich“ ungefähr 14 Tage bedeutet. Als europäisches Gesetz darf man die DSGVO aber natürlich nicht nur aus der deutschen Brille betrachten.

**c't: Halten Sie die Datenpanne von Amazon.de nach DSGVO für sanktionswürdig?**

**Piltz:** Die Weitergabe von Tondateien an einen unberechtigten Dritten kann mehrere DSGVO-Vorgaben verletzen, zum Beispiel die Vorschriften zur Sicherstellung einer angemessenen Datensicherheit oder auch die Pflicht, Daten nur zu übermitteln, wenn dafür eine Erlaubnis vorliegt. Die Aufsichtsbehörde muss sich also fragen, ob und wenn ja, in welcher Höhe ein Bußgeld zu verhängen ist und den Verhältnismäßigkeitsgrundsatz in ihren Maßnahmen berücksichtigen.

Die DSGVO listet dafür Bewertungsmaßstäbe auf, die in jedem Einzelfall zu beachten sind. Kam es vorzeitig oder fahrlässig zu dem Verstoß? Wie umfangreich war die Zusammenarbeit mit der Aufsichtsbehörde, um dem Verstoß abzuhelfen und seine möglichen nachteiligen Auswirkungen zu mindern? Da spielen also sehr viele Faktoren eine Rolle, die wir derzeit nicht alle kennen. Es wäre nun Aufgabe der zuständigen Aufsichtsbehörde, den Vorfall genauer zu untersuchen. Erst in diesem Prozess ließe sich die Sanktionswürdigkeit final beurteilen und die Notwendigkeit eines Bußgelds klären.

geraten seien. Schmidt habe ungefähr zur selben Zeit eine DSGVO-Selbstauskunft beantragt, dann sei es zu einer teilweise falschen Zuordnung der Daten durch einen Mitarbeiter gekommen, teilte der Kundensupport mit. Dies habe man selbst festgestellt.

## Speicherhunger

Zu diesem datenschutzrechtlichen Gau hätte es nie kommen können, wenn Amazon die Sprachaufzeichnungen zeitnah löschen würde, anstatt sie unbefristet in der Cloud zu speichern. Amazon aber will diese Daten, um „unsere Systeme zur Spracherkennung und zum Verstehen natürlicher Sprachen zu trainieren“, wie in der Datenschutz-FAQ erklärt wird. Der Konzern insistiert, dass der Kunde ja alle „verbundene Sprachaufzeichnungen überprüfen und die Sprachaufzeichnungen einzeln oder alle auf einmal löschen“ könne (im Amazon-Account unter [amazon.de/alexaprivacy](http://amazon.de/alexaprivacy)). Doch wie viele Kunden wissen von der Option und machen davon Gebrauch?

Datenschutzrechtlich ist dieses Gebaren zumindest problematisch. Der von uns in den Fall eingeweihte DSGVO-Experte Dr. Carlo Piltz erklärt: „Das Erfordernis von datenschutzfreundlichen Voreinstellungen ist fest in der DSGVO verankert.“ Dies bedeutet aber nicht, per se null Daten verarbeiten zu dürfen, sondern es orientiere sich immer am erforderlichen Zweck: „Wenn hier der Zweck der Datenverarbeitung zur Anlernung der KI tatsächlich erforderlich ist, um auch den Dienst mit Spracherkennung so anbieten zu können, würde der Grundsatz der Datensparsamkeit diese Verarbeitung also nicht unbedingt verbieten. Es dürften nur nicht mehr Daten verarbeitet und länger gespeichert werden, als für diesen Zweck erforderlich.“

Ob es sich bei der Datenpanne um einen Einzelfall handelt, bleibt unklar. Amazon.de wollte uns auch auf weitere Nachfrage nicht mitteilen, ob sie wenigstens pflichtgemäß an die zuständige Datenschutzaufsicht gemeldet wurde. Nils Schmidt hilft das ohnehin nicht mehr weiter. Immerhin hatte er das Glück, dass seine Sprachdaten bei uns statt in sozialen Medien landeten. Amazon.de zeigte sich ihm gegenüber äußerst erkenntlich: Als Entschädigung erhielt Schmidt nach eigenem Bekunden eine kostenlose Prime-Mitgliedschaft sowie einen Echo Dot und Spot.

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



# Da warens nur noch zwei

## Das Ende von Edge als eigenständiger Browser

**Edge wird nicht mehr als unabhängiger Browser weiterentwickelt. Microsoft benutzt in seinem Browser künftig die Engine des Konkurrenten Chrome – eine Zäsur für das Unternehmen, vor allem aber wächst Googles Einfluss auf die Web-Technik.**

**Von Jo Bager**

**M**icrosoft entkernt seinen Browser Edge. Im kommenden Jahr soll er Chromium als Unterbau erhalten, also die Open-Source-Basis von Google Chrome und vielen weiteren Browsern. Die Entwicklung einer eigenen Rendering Engine gibt Microsoft damit auf.

Edge kam 2015 mit Windows 10. Microsoft verzichtete bei Edge konsequent auf proprietäre Technik wie die ActiveX-Controls des Vorgängers Internet Explorer und setzte komplett auf offene Web-Standards. So sollte der Browser wieder mit der Entwicklung der Technik Schritt halten können. Geholfen hat der Neustart indes wenig. In der Kompatibilitätsstatistik von caniuse.com hinkt Edge der Konkurrenz deutlich hinterher, Benutzer berichten zudem immer wieder über Stabilitätsprobleme. Der Marktanteil blieb in Deutschland bei etwa 7 Prozent kleben, selbst der antiquierte Internet Explorer ist immer noch beliebter.

### Ausweg Chromium

Microsoft soll den Umstieg auf Chromium seit mindestens einem Jahr in Betracht gezogen haben, will das US-Technikportal The Verge erfahren haben. Seit einigen Monaten haben sich Microsoft-Entwickler

bereits beim Chromium-Projekt eingebracht. Anfang Dezember hat Microsoft schließlich offiziell bekanntgegeben, auf Chromium wechseln zu wollen.

Chromium bringt von Haus aus einige Funktionen mit, die Edge fehlen. So ist seine Browser-Engine außer für Windows 10 auch für ältere Windows-Versio- nien sowie für Linux, macOS und Android verfügbar. Edge soll mit dem neuen Unterbau nicht nur für Windows 10, sondern auch für Windows 7 und 8 sowie für macOS herauskommen, hat Microsoft angekündigt.

Ein Grund für den Erfolg von Chromium und die hohe Geschwindigkeit seiner Weiterentwicklung dürfte darin liegen, dass sich sehr viele Programmierer daran beteiligen. Das Open-Source-Projekt wurde 2008 von Google begonnen, dessen Mitarbeiter bis heute den Großteil des Codes beitragen und das Projekt kontrollieren. Aber nicht alles stammt

von Google: Knapp 50 Unternehmen und 1000 einzelne Entwickler wirken daran mit.

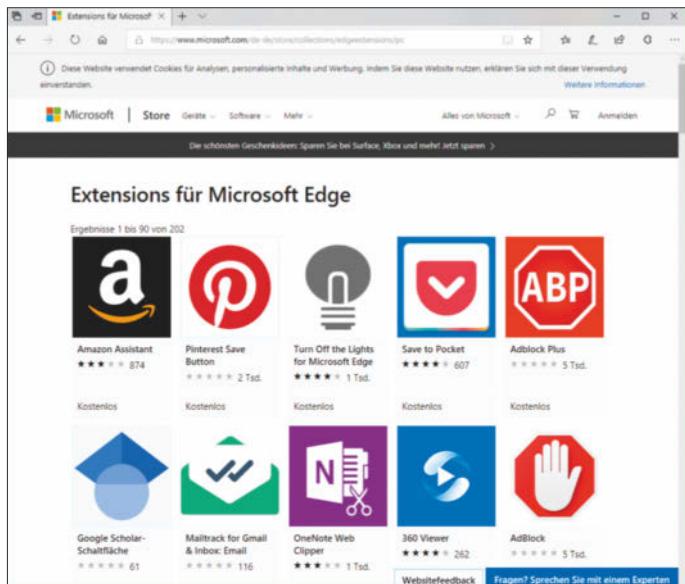
Mit dabei sind die Hersteller anderer Browser, die Chromium nutzen, darunter Opera, Vivaldi und Yandex. Darüber hinaus zieht sich die Unterstützung quer durch die IT-Branche: Samsung, Black-Berry, Intel, Facebook, Spotify, Akamai, ARM, HP, IBM und Nvidia tragen zu Chromium bei – und sogar der direkte Konkurrent Mozilla.

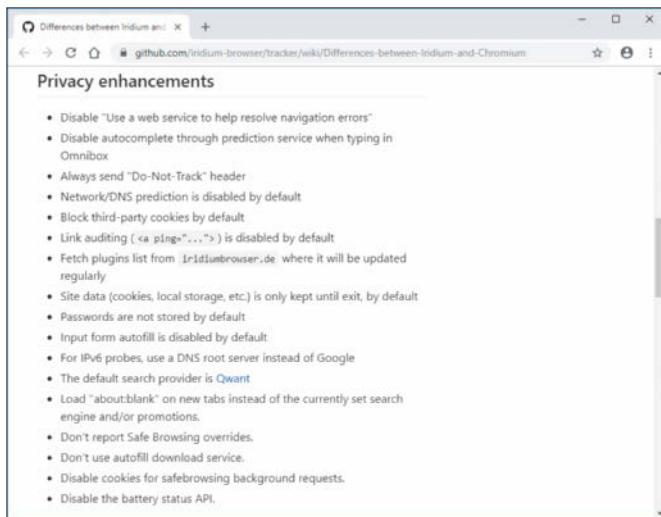
### Web im Gleichschritt

Mitarbeit an einem Open-Source-Browser statt einem eigenen Closed-Source-Pendant: Der Schritt passt gut zu Microsofts Kurs zu mehr offener Software. Und auch in Bezug auf die Neuerungen, die Chromium für Edge zu bieten hat, schaut das Unternehmen erwartungsfroh in die Zukunft. So hat Microsoft angekündigt, dass Edge die Erweiterungen von Chrome unterstützen können soll – ein riesiger Fortschritt: Während es für Edge auch nach mehr als drei Jahren nur etwas mehr als 200 Erweiterungen gibt, stehen für Chrome laut Google aktuell mehr als 180.000 Extensions bereit.

Allerdings begibt sich Microsoft mit dem Wechsel ein für allemal in fremde Hände. Wenn die hauseigene Rendering Engine EdgeHTML erst einmal durch ihr Chromium-Pendant Blink ersetzt worden ist, dürfte es keinen Weg zurück geben. Außerdem ist fraglich, wie sich ein Chromium-Edge bei seiner Nähe zu Chrome von dem Google-Browser und anderen Browsern abheben soll.

Edge war auch unter den Entwicklern von Erweiterungen nicht sonderlich beliebt, wie das magere Angebot an Add-ons zeigt.





Chromium und Iridium (hier im Bild) gleichen sich äußerlich, Iridium schützt die Privatsphäre aber durch etliche Maßnahmen, die unter der Oberfläche wirken.

Es gibt mit Vivaldi und Opera zwei leistungsstarke und beliebte Desktop-Browser, die ebenfalls mit Chrome-Erweiterungen umgehen können. Eine Reihe weiterer Chromium-Browser besetzt wichtige Nischen: Brave und Iridium etwa haben sich den Datenschutz auf die Fahnen geschrieben, Iron ist ein Chrome-Klon ohne Google und Torch setzt auf Multimedia (Downloads siehe [ct.de/yxxs](http://ct.de/yxxs)).

### Auf dem Weg zur Monokultur

Nach dem bevorstehenden Aus für Microsofts eigene Browser-Engine gibt es nur noch drei maßgebliche Rendering Engines: WebKit, das in Safari seinen Dienst verrichtet, Firefox' Gecko und Chromium Blink – ein Sieg der Open Source, denn alle drei Browser-Engines werden als quelloffene Software entwickelt.

Dass es nur noch diese drei Browser-Engines gibt, birgt aber zugleich ein Problem. WebKit ist technisch bereits ein wenig ins Hintertreffen geraten und verrichtet nur auf den Plattformen macOS und iOS sowie bei einigen Linux-Browser-Exoten wie Epiphany und Midori seine Arbeit. Ein nennenswerter Windows-Browser mit WebKit? Fehlanzeige.

Es existieren also nur noch zwei Web-Renderer, die plattformübergreifend eine Rolle spielen. Und unter diesen herrscht bereits ein massives Ungleichgewicht. Gecko wird außer in Firefox und im Tor-Browser in keinem anderen weit verbreiteten Browser verwendet. Chrome hat dagegen auf dem Desktop bereits einen Marktanteil von knapp 70 Prozent, Tendenz steigend.

Mozilla ist daher von Microsofts Schritt nicht begeistert: „Mit der Einführung von Chromium übergibt Microsoft die Kontrolle über noch mehr Online-Aktivitäten an Google“, so der Mozilla-CEO Chris Beard. Er warnt, dass wenn ein Produkt wie Chromium einen ausreichend großen Marktanteil erlangt, Web-Entwickler dazu verleitet werden könnten, sich nicht mehr um andere Browser zu kümmern. Diese Befürchtung ist nicht überzogen: Das Web steuert auf eine Browser-Monokultur zu. (jo@ct.de) **ct**

Downloads und FAQ zu Chrome und Chromium: [ct.de/yxxs](http://ct.de/yxxs)

# Psssst ...! Aufgepasst!



## Steuererklärung 2018 Sicher. Schnell. Zuverlässig.



- ✓ Die Software führt Sie im Frage-Antwort-Stil durch Ihre Steuererklärung.
- ✓ Permanente Anzeige Ihrer Steuererstattung.
- ✓ Automatische Tipps zur Erhöhung Ihrer Steuerrückzahlung.

Jetzt in Ihrer Buchhandlung  
oder unter  
**[www.steuertipps.de](http://www.steuertipps.de)**

# Gefährliche Schnapsidee

## Ulrich Kelber über Upload-Filter und das Netzwerkdurchsetzungsgesetz

**Am 29. November hat der Bundestag Ulrich Kelber (SPD) zum neuen Bundesbeauftragten für Datenschutz und Informationsfreiheit gewählt. Im Interview spricht der gelernte Informatiker über die Herausforderungen des Datenschutzes und der Informationsfreiheit.**

**Von Holger Bleich und Tim Gerber**

**c't: Herr Kelber, warum glauben Sie, dass Sie der Richtige für dieses Amt sind?**

**Ulrich Kelber:** Erstens einmal, weil ich ein Interesse für diese Themen habe, für den Bereich Datenschutz und den Bereich Informationsfreiheit. Und weil ich gezeigt habe, dass ich mich in dem Thema engagiere, als Abgeordneter, als Parlamentarischer Staatssekretär; weil ich Führungserfahrung habe. Die brauchen Sie auch in einem Haus, das ja jetzt auf 250 Mitarbeiter anwachsen wird. Und weil der digitale Aspekt bei diesen beiden Themen immer wichtiger wird. Genau dafür bringe ich als Informatiker ein gewisses technisches Grundverständnis mit, was ich für nötig halte.

**c't: Sind Sie denn als Informatiker noch auf der Höhe der Zeit?**

**Kelber:** Also ich könnte mich jetzt nicht hinsetzen und in aktuellen Programmiersprachen jedes Detail für aktuelle Systeme programmieren.

**c't: Welche Sprachen haben Sie denn gelernt?**

**Kelber:** Ich habe in verschiedenen Sprachen gearbeitet, auch in immer noch aktuellen objektorientierten Sprachen. Ich habe sogar mal mit Lochkarten gearbeitet,

aber das war eher ein historisches Projekt. Mir macht es manchmal Spaß, heute mit meinen Kindern in den Labs zu arbeiten und denke mir immer: Wunderbar, Maschinensprache ist doch vom Programmieren her schon etwas kleinteiliger.

**c't: Assemblier können Sie auch?**

**Kelber:** Ja. Wobei ich nicht neidisch darauf bin, dass das heute für die meisten Aufgaben nicht mehr notwendig ist, weil einfach die Leistungsfähigkeit der Systeme groß genug ist. Ich glaube, es erhöht am Ende die Qualität von Programmen, dass man auf einer abstrakteren Ebene programmieren kann.

**c't: Etwas ganz anderes: Warum haben Sie seinerzeit für die Vorratsdatenspeicherung gestimmt?**

**Kelber:** Es gab zwei große Abstimmungen im Bundestag, bei denen es um die Vorratsdatenspeicherung ging, beide Male in einer großen Koalition. Beim ersten Mal habe ich klar mit Nein gestimmt, weil aus meiner Sicht der verabschiedete Entwurf verfassungswidrig war. Das hat mir viel Ärger mit meinem Fraktionsvorsitzenden eingebracht. Irgendwann war er ein bisschen kleinlauter, als dann das Verfassungsgericht tatsächlich so entschieden hatte.

Beim zweiten Mal stand ich vor einer anderen Entscheidung: Meine Partei hatte sich gegen meine Stimme – ich war ja einer der Redner auf dem Parteitag – für die Vorratsdatenspeicherung ausgesprochen. Wir hatten ein Wahlprogramm, in dem das drin stand, wir hatten einen Koalitionsvertrag, in dem es drin stand. Und dann war ich noch Staatssekretär im Justizministerium ...

Also standen drei Varianten zur Wahl: Zu sagen, ich kann kein Staatssekretär im

Justizministerium mehr sein – auch für alles andere nicht. Zweitens: Ich will nach wie vor dagegen sein, also beteilige ich mich an dem ganzen Prozess nicht. Oder drittens: Ich verhandle mit, im Ministerium, und versuche, wichtige Dinge einzubringen. Aber dann kann ich nicht am letzten Tag sagen: Vielen Dank, dass ihr auf dies und jenes von mir eingegangen seid, aber jetzt stimme ich nicht mit.

**»Das Prinzip der Informationsfreiheit halte ich für grundlegend.«**

**c't: Welche Punkte haben Sie denn eingebracht?**

**Kelber:** Das Vier-Augen-Prinzip zum Beispiel, das wir gegen europäischen Willen durchgesetzt haben; dass die Daten nur in Deutschland verbleiben dürfen, Beschränkungsfragen und so weiter. Aber nach wie vor halte ich Vorratsdatenspeicherung für falsch und würde mich freuen, wenn der Europäische Gerichtshof ganz klare rote Linien zeichnet.

**c't: Das wollen Sie künftig auch stärker in der Öffentlichkeit vertreten?**

**Kelber:** Ganz genau. Wir Datenschützer sind nicht nur Aufsichts- und Durchsetzungsbehörde. Wir sollen Parlament und Regierung beraten, wir sollten die Öffentlichkeit sensibilisieren. Dazu gehört auch Öffentlichkeitsarbeit, und bei allen Fragen, die sich um die Vorratsdatenspeicherung drehen, wird die Position ganz klar sein: Es gibt aus unserer Sicht keine Nachweise, dass dieses Instrument alternativlos oder verhältnismäßig ist, und deswegen werde ich nach wie vor und sicherlich in der neuen Funktion verstärkt deutlich machen, dass ich Vorratsdatenspeicherung für falsch halte.

**c't: Was halten Sie von den Plänen der EU, künftig allen Mitgliedsstaaten**

## Zugriff auf Daten bei Providern anderer Mitgliedsstaaten zu gewähren?

**Kelber:** Die E-Evidence-Richtlinie, wie sie der Ministerrat verabschiedet hat, ist an vielen Stellen hochproblematisch. Vor allem in einer Europäischen Union, in der keineswegs mehr bei allen Mitgliedsstaaten gesichert ist, dass es vollumfängliche Rechtsstaaten sind, in der nicht in allen Staaten gesichert ist, dass sie nicht über ihre Sicherheitsbehörden wesentliche Grundrechte im Datenschutz aushebeln. Von daher bin ich auch gespannt auf die Debatten im Europäischen Datenschutzausschuss, in dem ich ja Deutschland vertreten werde. Ich halte E-Evidence in dieser Form für hochproblematisch.

## c't: Und welchen Stellenwert messen Sie der Informationsfreiheit zu?

**Kelber:** Das Prinzip der Informationsfreiheit halte ich für grundlegend in einer Demokratie. Das ist für mich kein Anhängsel in der Behörde des Bundesbeauftragten für Datenschutz. Ich habe versucht, das für mich selber zu leben und auch in den Funktionen, die ich bisher innehatte, beispielsweise in der Fraktion und später im Ministerium. Ich glaube, dass wir zunächst schauen müssen: Wie funktioniert das Informationsfreiheitsgesetz, wie werden Fristen eingehalten? Wie lange dauern die Verfahren? Wie wird versucht, etwas zu umgehen? Werden Geschäftsgeheimnisse vorgetäuscht?

Man wird sich aber auch die andere Seite ansehen müssen: Missbrauchen Unternehmen Anträge nach dem Informationsfreiheitsgesetz, um vielleicht sogar Informationen über Konkurrenzunternehmen zu bekommen, wenn die vielleicht gerade Ziel einer Regulierungs- oder Aufsichtsmaßnahme sind? Das alles gehört in den Topf.

## c't: Halten Sie ein Transparenzgesetz wie in Hamburg, das Behörden zur aktiven Bereitstellung von Informationen verpflichtet, auch für Bundesbehörden für wünschenswert?

**Kelber:** Ganz offen: Das Hamburger Gesetz kenne ich nicht in allen Details, das müsste ich mir anschauen. Ich würde mir eine Weiterentwicklung wünschen. Denn mir persönlich wäre natürlich wichtig, wenn gerade auch staatliche Behörden das Prinzip der Informationsfreiheit so verstehen, dass sie aktiv Informationen teilen und nicht erst auf Anfrage.

Wir haben zum Beispiel im Justizministerium 2015 entschieden, sämtliche Stellungnahmen von Stakeholdern, also Lobbyisten, auf der Website des Justizministeriums zu veröffentlichen. Es wurde übrigens dadurch keine Zuschrift weniger als vorher. Aber jeder kann es jetzt nachprüfen. Er kann den Text eines Gesetzes mit Stellungnahmen vergleichen und sehen, von welcher Gruppierung was übernommen worden ist. Ich glaube, das schafft mehr Vertrauen.

## c't: Sehr oft werden ja Algorithmen als Geschäftsgeheimnisse unter Verschluss gehalten, etwa bei der Schufa ...

**Kelber:** Ich glaube, dass das ein Dreh- und Angelpunkt sein wird: Wir werden da mehr Transparenz brauchen. Ob das an allen Stellen tatsächlich die Offenlegung des Codes für die gesamte Öffentlichkeit sein kann und damit auch für den Mitbewerb, ist schwierig. Mindestens aber die Aufsichtsbehörden sollten einbezogen sein. Und Bürgerinnen und Bürger haben mindestens den Anspruch zu erfahren, was die Schwerpunkte eines Algorithmus sind: Was kommt darin vor, was kommt nicht darin vor? Also wenn man nur den Bereich Scoring nimmt: Was bestimmt meinen Score-Wert?

## c't: Für große Unternehmen wie Google oder Facebook ist der Bundesbeauftragte nicht zuständig, hat aber über die Konferenz der Datenschutzbeauftragten und den Europäischen Datenschutzausschuss durchaus Einfluss auf die Politik gegenüber diesen Unternehmen. Wollen Sie sie stärker in die Verantwortung nehmen?

**Kelber:** Ja. Dabei müssen wir allerdings sehr vorsichtig sein. Wenn wir Dinge tun, die dazu führen, dass man kommt und sagt: „Du, Facebook, sorge dafür, dass dies und jenes funktioniert.“ „Und Du, Google, sorge dafür, dass der Datenschutz bei jeder Anzeige gewährleistet ist.“ – Jetzt nehme ich mal diese andere Schnapsidee der Upload-Filter ...

## c't: ... Die halten Sie für eine Schnapsidee?

**Kelber:** Aber ja, natürlich ist das eine Schnapsidee! Ich überlege mir vor allem: Wer wird denn die Technik dafür liefern? Dinge zu machen wie: „Ach Google, mach Du doch bitte eine rechtskonforme Lö-



Der künftige Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit Ulrich Kelber in seinem Berliner Abgeordnetenbüro hält Vorratsdatenspeicherung für falsch und das NetzDG nicht für der Weisheit letzten Schluss.

sung!“ Der Große bietet dann etwas an und alle kleinen Nutzer müssen da durch, alles geht nur noch durch diesen Flaschenhals – hochgefährlich!

## c't: Sie wollen die Plattformen also nicht zu Schiedsrichtern machen? Aber Sie gehörten doch aber zu den Architekten des Netzdurchsetzungsgesetzes?

**Kelber:** Jeder steht in der Verpflichtung, wenn er Kenntnis über Straftaten auf der eigenen Plattform erhält. Das hat mit Schiedsrichter nichts zu tun. Und zu den Grenzfällen: Wir haben ihnen dafür deutlich mehr Zeit und die Möglichkeit zur Selbstregulierung gegeben. Gott sei Dank steht – auf meine Anregung – im Koalitionsvertrag, dass wir das Vertragsrecht dahingehend ändern, dass wir auch mehr Pflichten einführen, beispielsweise die Frage der Wiedereinstellung.

Es gibt auch keine Bußgelder für Fehlentscheidungen. Aber wenn die Anbieter die notwendigen Strukturen zum Löschen von Straftaten nicht schaffen, dafür gibt es Bußgelder. Also ich bin nach wie vor der Auffassung, dass das NetzDG richtig war. Aber es ist nicht das Ende der Weisheit, es war der Anfang des Prozesses.

(tig@ct.de) **ct**

# Spätstarter

## Apple Pay: Bezahlen mit iPhone, Mac & Co.

**Vier Jahre nach der Markteinführung in den USA ist Apple Pay auch in Deutschland angekommen. Apple setzt dabei auf Komfort und Sicherheit.**

**Von Markus Montz**

Apple hat Mitte Dezember wie angekündigt seinen Bezahldienst „Apple Pay“ in Deutschland gestartet. Eingebettet in die App „Wallet“, ermöglicht der Dienst so wie einige Kreditkarten das kontaktlose Bezahlen mit dem iPhone oder der Apple Watch im Einzelhandel. Die dafür genutzte Nahfunktechnik Near Field Communication (NFC) steckt in 70 bis 80 Prozent der Bezahlterminals.

Außerdem kann man Apple Pay beim Online-Shopping nutzen. Anders als bei gängigen Zahlungsmethoden entfällt die Eingabe von Zahlungsdaten beim Check-Out; stattdessen übermittelt Wallet die Daten.

### Voraussetzungen

Wallet läuft auf allen Mobilgeräten ab dem iPhone 6 sowie dem iPhone SE, dem iPad Pro, iPads ab der 5. Generation, dem iPad Air 2 sowie dem iPad mini 3 und aufwärts. Hinzu kommen alle Apple Watch-Modelle und Macs ab 2012 mit macOS Sierra.

Für Apple Pay braucht man ein Konto bei einem kooperierenden Finanzinstitut. Zum Start sind das lediglich die Deutsche Bank, HypoVereinsbank, Hanseatic Bank, comdirect, Fidor, N26 und bunq. Ferner spielen American Express und die Finanzdienstleister boon, Edenred und VIMPay mit. Ab 2019 sollen immerhin Consorsbank, DKB, ING und Revolut hinzukommen.

Wallet liest Kredit- oder Debitkarten-daten wahlweise von einer auf dem iPhone eingerichteten Banking-App ein oder per Kamera direkt von der Karte. Auch kann man sie manuell eingeben. Ist das iPhone mit einer Watch verknüpft, lässt sich Apple Pay darauf ebenfalls gleich aktivieren.

### Bezahlen

Am einfachsten läuft der Bezahlvorgang mit einer Apple Watch: Hat man sie angelegt und entsperrt, steht sie auch für Bezahlvorgänge bereit. Zum Abschließen muss man sie in die Nähe des empfangsbereiten Bezahlterminals bringen (max. 4 cm). Nach der Quittierung ist die Transaktion abgewickelt.

Bei iPhones muss man bei Zahlungen bis 25 Euro nur das Display aktivieren. Ab 25 Euro drückt man zwei Mal die Seiten-taste, um den Vorgang zu starten und authentifiziert sich gegenüber dem Gerät – je nach Modell entweder per Gesichtserkennung (Face ID) oder Fingerabdruck (Touch ID). Beide Methoden sind auch für das Online-Shopping mit Apple Pay erforderlich. Hat man ein Gerät ohne Face ID oder Touch ID, auf dem aber dennoch Wallet läuft, nimmt man zur Authentifizierung ein geeignetes iPhone hinzu.

Apple nutzt zur Verifizierung des Karteninhabers wie Google das Nutzergerät – und zwar gemäß der Spezifikation „Consumer Device Cardholder Verification Method“. Die PIN-Eingabe für die Kreditkarte entfällt daher.

Sichtbare zusätzliche Kosten entstehen dem Verbraucher zwar nicht, aber die Vermittlungsgebühren sind wie bei jeglicher elektronischer Zahlung schon in den Produktpreisen enthalten. Seinen Anteil am Interbankenentgelt holt sich Apple von den kooperierenden Banken. Diese behal-



**Sicherheit geht vor: Bei Apple Pay wird weder im Online-Handel noch beim Bezahlen im Laden die Kreditkartennummer übertragen.**

ten bei Debitkarten 0,2 Prozent ein und bei Kreditkarten 0,3 Prozent. In den USA beträgt Apples Anteil 0,15 Prozent. Wie viel Apple in Europa abzwackt, drang bisher nicht nach außen.

Die Gebühren gelten als Grund dafür, dass Volksbanken und Sparkassen Apple Pay bisher verweigern. Zum Vergleich: PayPal allein hat 2017 rund 155 Milliarden US-Dollar umgesetzt. Wenn Apple das gleiche Volumen wie der weltgrößte Anbieter für mobiles Payment umsetzen würde, entsprächen deren Einnahmen 233 Millionen US-Dollar. So viel Gewinn erzielt die Firma schon an anderthalb Verkaufstagen. Doch für Sparkassen und Volksbanken sind das natürlich keine Peanuts.

### Sicherheit

Apple speichert laut eigenen Angaben keine personalisierten Transaktionsdaten. Zum Schutz der Bezahltdaten setzt die Firma auf das Secure Element, einen speziellen Chip. Darauf speichert Apple Pay für jede Karte ein individuelles 16-stelliges Token (Device Account Number).

Wie beim HCE-Verfahren auf Android entspricht das Token nicht der Kartennummer; es wird aber mit einem einmaligen Transaktionscode per NFC an den Kartenleser des Händlers übermittelt. Erst das Zahlungsnetzwerk entschlüsselt daraus die tatsächliche Kartennummer und leitet sie zur Kontoprüfung an die Kundenbank weiter (siehe S. 69). Klappt die Authentifizierung, überträgt Apple Pay die verschlüsselte CVC- respektive CVV-Nummer mit den übrigen Zahlungsdaten.

Außerdem schickt Apple Pay beim Einrichten die letzten Ziffern der Mobilfunknummer respektive den Gerätename und den Standort zur Plausibilitätsprüfung an die Bank weiter. Bei Geräteverlust hilft bei den meisten Banken die Notfallnummer (+49) 116 116. Auf Apple-Geräten gespeicherte Kartendaten lassen sich über „Mein iPhone suchen“ oder die iCloud-Einstellungen aus der Ferne löschen.

Die Sicherheitsfeatures dienen Apple als Argument, fremden Anbietern den Zugriff auf den NFC-Chip und das Secure Element zu verweigern. Aber Experten räumen einer Klage bei der EU nur mäßige Chancen ein, da Apple den Smartphone-Markt nicht dominiert, sondern nur etwa 20 Prozent Anteil hat. In Australien ist eine ähnliche Klage gescheitert.

(dz@ct.de) **ct**

## Sicherheits-Check für signierte Mac-Software

Apple will **Infektionen von Macs** durch bekannte, aber signierte Malware weiter eindämmen. Bei Programmen, die die Firma über den hauseigenen Mac-App-Store verbreitet, klappt das gut, weil sie Apple vor Veröffentlichung automatisch prüft. Nun sollen Entwickler, die andere Vertriebswege nutzen, signierte Software freiwillig zum Sicherheits-Check beim Konzern einreichen.

Deren Programme müssen Richtlinien, die für Apps im Mac-App-Store gelten, weiterhin nicht einhalten. Nutzer könnten aber sicher sein, dass „keine bekannte Malware enthalten ist“, hebt Apple hervor. Der Check soll in einer späteren macOS-Version zur Pflicht werden. Software, die die Prüfung besteht, erhält eine Beglaubigung von Apple. Ab Frühjahr 2019 wird macOS 10.14 (Mojave) beim ersten Öffnen einer solchen App die Beglaubigung prominent hervorheben.

Um signierte Malware aus dem Verkehr zu ziehen, musste Apple bisher das zugehörige Entwicklerzertifikat entwerten. Das blockiert aber das Ausführen sämtlicher Software eines Entwicklers. Mit der neuen Methode lässt sich jede signierte App einzeln sperren.

Unsignierte Software ist von diesem Schritt nicht betroffen und lässt sich wie bisher nutzen; das muss der Nutzer lediglich beim ersten Start des Programms genehmigen. (dz@ct.de)

## Apple aktiviert EKG-Funktion in Watch

Mit dem Anfang Dezember veröffentlichten **watchOS 5.1.2** lässt sich mit der Apple Watch 4 das eingebaute 1-Kanal-EKG nutzen. Die beiden Elektroden stecken an der Unterseite und in der Krone; für die 30 Sekunden lange Messung legt man eine Fingerkuppe an die Krone. Schlagen die eingebauten Algorithmen zur Erkennung von Vorhofflimmern an, rät die Watch zu einem Arztbesuch.

Das watchOS 5.1.2 erkennt auch Anzeichen für Herzrhythmusstörungen und regt dann ebenfalls einen Arztbesuch an. Daneben bringt das Update kleinere Verbesserungen, und die Walkie-Talkie-Verfügbarkeit lässt sich über das Kontrollzentrum steuern.

Das EKG und die Herzrhythmusanalyse hat Apple vorerst nur für Geräte freigeschaltet, die in den USA gekauft worden sind. Beide Funktionen sollen nach Erlaubnis zuständiger Gesundheitsbehörden in weiteren Ländern aktiviert werden. (dz@ct.de)



1-Kanal-EKG eingebaut: Die Apple-Watch kann so auch Anzeichen für Vorhofflimmern detektieren. (dz@ct.de)

D. Schoonhoven (Hrsg.)

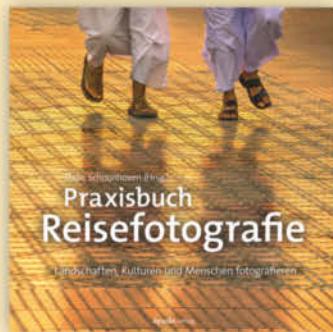
### Praxisbuch Reisefotografie

Landschaften, Kulturen und Menschen fotografieren

2019, 202 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-602-2



J. Gerlach · B. Eddy

### Naturfotografie mit dem Blitz

Kreatives Licht für Landschaft, Tiere und Pflanzen

2019, 282 Seiten

€ 34,90 (D)

ISBN 978-3-86490-622-0



H. Enders

### Freude am Sehen

Kontemplative Fotografie

2019, 216 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-559-9



A. Rissler

### Farbgestaltung Fotografie

2018, 192 Seiten

€ 32,90 (D)

ISBN 978-3-86490-581-0



F. Zworschina

### Natürliche Porträtfotografie

Mit einfachen Mitteln zu authentischen Fotos

2019, 224 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-592-6



dpunkt.verlag

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

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



# Lauter Verlierer

## Wie ein Streithammel alle Kryptowährungen abstürzen ließ

**Wenn zwei sich streiten, verlieren alle. Das ist die Lehre des Kriegs um Bitcoin Cash. Die Auswirkungen betrafen alle Kryptowährungen, sogar der Bitcoin-Kurs halbierte sich binnen eines Monats.**

**Von Mirko Dölle**

Noch vor einem Jahr knallten die Champagnerkorken: Aus Bitcoin-Millionären waren Milliardäre geworden, der Höhenflug von Kryptowährungen schien sich unendlich fortzusetzen. Heute könnte man die Flaschen mit den Tränen derer füllen, die zu Hochzeiten in Kryptowährungen investierten und nun bis zu 90 Prozent ihres Vermögens verloren haben.

Die Kursabstürze der Kryptowährungen seit Weihnachten 2017 hatten viele Gründe – einer davon hört auf den Namen Craig Wright, obwohl er viel lieber Satoshi Nakamoto genannt werden würde. Mit dem von ihm entfachten Krieg um Bitcoin Cash hat er nicht nur den ersten Bitcoin-Fork in den Abgrund gerissen, sondern das Vertrauen in Kryptowährungen allgemein zerstört: Als der Krieg begann, gingen die Kurse aller Kryptowährungen auf Talfahrt.

### Faketoshi

Am Anfang stand ein für Mitte November 2018 geplanter Hard Fork von Bitcoin Cash, bei dem die federführenden Entwickler von Bitcoin-ABC neue Befehle (OP-Codes) zur Nutzung externer Smart Contracts einführen wollten.

Doch Craig Wright, der Chef-Entwickler des Blockchain-Unternehmens

nChain, war mit dieser Idee überhaupt nicht einverstanden. Wright hatte bereits im Jahr 2016 öffentlich behauptet, der geheimnisvolle Erfinder von Bitcoin gewesen zu sein – Beweise blieb er allerdings schuldig, weshalb er sich den Spitznamen „Faketoshi“ einhandelte. Dennoch reklamierte Wright das Erbe Satoshis für sich und machte einen Gegenvorschlag, der seiner Ansicht Satoshis Vision („Satoshi's Vision“, kurz SV) bedeuten näherkommt. Dazu zählte die Anhebung der Blockgröße auf bis zu 128 MByte und die Wiedereinführung von OP-Codes, die vor einigen Jahren gestrichen worden waren.

Wright wollte seinen Vorschlag für Bitcoin SV auf Biegen und Brechen durchsetzen. Dazu spielte er sich nicht nur erneut als Erfinder des Bitcoin auf, sondern ritt auch mehrere persönliche Attacken gegen bekannte Vertreter des Bitcoin-ABC-Vorschlags. Außerdem organisierte er sich Unterstützung durch mehrere große Miner. Denn die Entscheidung, wie sich Bitcoin und andere Kryptowährungen entwickeln, liegt in die Hand der Miner-Betreiber. Sie sind es, die das Protokoll auswählen, nach dem ihre Miner arbeiten.

Normalerweise genügt ein Anteil von über 50 Prozent der Mining-Leistung, um die Richtung vorzugeben: Bei Blockchains mit Proof-of-Work-Algorithmus gilt stets jener Zweig, in dem mehr Arbeit steckt. Das ist streng genommen nicht gleichbedeutend mit der Anzahl der Blöcke, die eine Blockchain besitzt – in der Praxis kann man aber davon ausgehen, dass ein um mehrere Blöcke längerer Zweig auch mehr Arbeit gekostet hat als ein kürzerer. Die Arbeit, die in den kürzeren Zweig investiert wurde, ist vergeudet, weil dieser von den Nodes nicht weiterverbreitet und von den Bitcoin-Clients als veraltet abgelehnt wird.

Bei einem Hard Fork gelten jedoch buchstäblich andere Spielregeln. Die Besonderheit von Hard Forks ist, dass die nach dem neuen Protokoll erzeugten Blöcke inkompatibel zum bisher geltenden Protokoll sind, also von Nodes und Clients mit älterer Software als ungültig verworfen werden – etwa weil sie die bisherige Maximalgröße übersteigen oder neuartige Befehle enthalten. Bleiben die neuen Blöcke trotz der Änderungen kompatibel zu älteren Nodes und Clients, spricht man hingegen von einem Soft Fork.

Bei einem Hard Fork konkurriert man also nicht mit anderen Minern, die ihn nicht unterstützen – denn diese verlängern weiterhin die Blockchain mit dem bisher-

gen Regelsatz. Sobald der erste Block nach den neuen Regeln berechnet wurde, ist der Hard Fork glücklich und die neue Blockchain wird nur noch von Minern und Nodes fortgesetzt, die nach den neuen Regeln arbeiten. Es genügt also theoretisch ein einzelner Miner, um einen Hard Fork durchzuführen. Insofern musste Wright gar nicht mehr als 50 Prozent der Miner hinter sich versammeln, um seine Vision des Bitcoin in die Realität umzusetzen.

Doch Wright hatte etwas anderes im Sinn, er wollte Bitcoin Cash beerben. Setzen Miner die Blockchain nach den bislang gültigen Regeln einer Kryptowährung fort, obwohl es einen Hard Fork gab, bleibt die alte Kryptowährung bestehen – die Blockchain mit den Blöcken nach den neuen Regeln bildet eine neue Kryptowährung. Deshalb existiert die Kryptowährung Bitcoin trotz des Hard Forks im August 2017 weiter. Die Blockchain mit den Blöcken gemäß der Regeln des Hard Forks bekam den Namen Bitcoin Cash.

## Schmutzige Tricks

Theoretisch erzeugt jeder Hard Fork eine neue Kryptowährung. Als es bei Bitcoin Cash im November 2017 zu einem weiteren Hard Fork kam, wechselten binnen weniger Stunden alle Miner auf das neue Protokoll – die Blockchain nach dem ersten Bitcoin-Cash-Protokoll wurde nicht mehr fortgesetzt. So entstand durch den Hard Fork im November 2017 zwar formal eine neue Kryptowährung, da die alte jedoch unmittelbar abstorb, übernahm man einfach den Namen der alten für die neue.

Das war es, was Craig Wright mit seiner Vision von Bitcoin ebenfalls erreichen wollte. Dafür musste er so viele Miner wie möglich auf seinen Hard Fork einschwören, damit niemand den bisherigen Bitcoin Cash fortführt – und erst recht nicht den konkurrierenden Hard Fork der Bitcoin-ABC-Entwickler unterstützt. Doch das Bitcoin-ABC-Lager hatte ebenfalls Unterstüt-

zer gewonnen, insbesondere den Bitcoin-Miner-Hersteller Bitmain sowie Roger Ver, Eigentümer von Bitcoin.com und ebenfalls Betreiber eines Mining-Pools.

Wright musste also davon ausgehen, dass der Hard Fork von Bitcoin ABC eine nennenswerte Verbreitung erfährt und möglicherweise sogar den Namen Bitcoin Cash weiterführt. Anstatt wie sonst üblich in friedlicher Koexistenz abzuwarten, wie sich die Miner und die Handelsplattformen langfristig entscheiden, griff Wright in die Kiste der schmutzigen Tricks: Er verkündete öffentlich, Bitcoin ABC angreifen und den Handel mit Bitcoin Cash über Jahre blockieren zu wollen: „If you want a war ... I will do 2 years of no trade. Nothing. In the war, no coin can trade.“

Die Drohung war durchaus ernst zu nehmen: Wright kontrollierte in den Wochen vor dem Hard Fork knapp 60 Prozent der Hash-Leistung von Bitcoin-Cash. Um seinen Hard Fork durchzuführen, würde er nur wenige Miner benötigen – mit dem Rest könnte er Bitcoin ABC bekämpfen. Und genau das tat Wright.

Als am 15. November 2018 nach Block Nummer 556766 sowohl Bitcoin ABC als auch Bitcoin SV ihren Hard Fork durchführten, fluteten Unbekannte den Bitcoin-ABC-Mempool, in dem anstehende Transaktionen für die Miner gesammelt werden, mit unzähligen Spam-Transaktionen. Dabei wurden Kleinstbeträge zwischen den immer gleichen Adressen hin und her überwiesen, mehrere hundertmal pro Adresse. Auf diese Weise sollte das ABC-Netzwerk überlastet werden, um dafür zu sorgen, dass echte Transaktionen nicht mehr oder deutlich langsamer verarbeitet werden.

Gleichzeitig versuchten die Miner des SV-Lagers, leere oder mit nur einzelnen Transaktionen gefüllte Blöcke für die konkurrierende ABC-Blockchain zu erzeugen. Ziel war es, mit der vermeintlich übermächtigen Hash-Leistung der unter Wrights Kontrolle stehenden Miner die ABC-Blockchain zu übernehmen. Denn jeder leere oder fast leere Block bedeutet, dass tausende Transaktionen weitere zehn Minuten auf eine neue Chance warten müssen, in den nächsten Block aufgenommen zu werden.

Schlimmer noch: Die Miner des SV-Lagers arbeiteten gezielt an einer Kette leerer Blöcke und wollten so Blöcke des ABC-Lagers, die echte Transaktionen enthielten, fortlaufend absterben lassen. Auf diese Weise wollte Wright wie angekündigt den Handel auf der ABC-Blockchain unterbinden.

Doch das ABC-Lager hatte vorgesorgt. Einmal soll Hersteller Bitmain eine Farm mit 90.000 AntMinern eigens dafür abgestellt haben, Bitcoin ABC zu unterstützen. Außerdem betreibt Bitcoin.com auch Bitcoin-Miner. Da die Algorithmen von Bitcoin und Bitcoin Cash die gleichen sind, konnte Roger Ver kurzfristig die Bitcoin-Miner an der

ABC-Blockchain mitarbeiten lassen. So aktivierten Bitmain und Bitcoin.com kurz nach dem Fork so viel zusätzliche Hash-Leistung, dass Craig Wright nicht mehr die Mehrheit hatte und seine Angriffe einstellen musste. Bitcoin ABC überlebte und trat die Nachfolge des bisherigen Bitcoin Cash an – was Wright maßlos ärgert.

## Keine Gewinner

Am Ende gibt es nur Verlierer: Wright steht nicht nur als Maulheld da, der Kurs seiner Kryptowährung Bitcoin SV ist außerdem grandios abgestürzt: von über 500 US-Dollar, die Bitcoin Cash kurz vor dem Fork wert war, auf rund 80 US-Dollar. Bitcoin ABC erging es kaum besser, auch hier stürzte der Kurs auf unter 100 US-Dollar ab.

Der in aller Öffentlichkeit geführte Krieg scheint außerdem Investoren allgemein verschreckt zu haben – es kam bei praktisch allen Kryptowährungen zu drastischen Kursverlusten. Selbst der Bitcoin-Kurs halbierte sich innerhalb nur eines Monats von gut 6300 US-Dollar kurz vor dem Krieg auf rund 3000 US-Dollar. Das wiederum zwang etliche Miner dazu, den Betrieb einzustellen, weil sie nicht länger kostendeckend arbeiten können. Und Wright hat noch nicht aufgegeben. Er führt Bitcoin SV weiter, in der Hoffnung, dass seine Blockchain irgendwann mehr Arbeitsleistung enthält als die von Bitcoin ABC und so doch noch die Nachfolge von Bitcoin Cash antritt. (mid@ct.de) **ct**



# Intels Pläne für 2019

## Intel mit neuer Prozessorarchitektur, Chiplets, Stapelchips und 10-Nanometer-Fertigung

**2019 kommen schnellere „Ice-Lake“-Prozessoren. Mit 3D-Stacking will sich der Chipriese zudem für die Zukunft rüsten und mit Chiplets schneller neue Produkte liefern.**

**Von Carsten Spille**

Auf einem Architecture Day verkündete der durch Sicherheitslücken und Konkurrenz etwas ins Schlingern geratene Chipriese seine Pläne für 2019 und darüber hinaus. Im Demo-Raum lief eine Prototyp-CPU mit 10 Nanometer feinen Strukturen, die 2019 auf den Markt kommen soll.

Außer Details zum Skylake-Nachfolger „Sunny Cove“ ging es auf dem Architecture Day vor allem um die durch Chiplets erreichbare Flexibilität für neue Prozessoren und generell um 10-nm-Fertigung. Die liegt nun endlich im Plan – natürlich nicht im originalen, sondern in dem 2018 frisch angepassten.

### Sunny-Cove-Architektur

Neu bei Intel ist nicht nur die Sunny-Cove-Architektur, sondern auch, dass Architekturen nun eigene Codenamen bekommen. Die ersten Kerne mit Sunny-Cove-Architektur stecken in den 10-nm-Prozessoren mit dem Produkt-Codenamen Ice Lake.

Bei Sunny Cove hat Intel das erste Mal seit 2015 tiefer in die Architektur eingegriffen, um die Singlethreading-Leistung des Prozessors zu erhöhen. Außer dem 50 Prozent größeren Daten-Cache mit nun 48 KByte sind auch die übrigen internen speicherlastigen Ressourcen vergrößert worden. Dazu gehören der Reorder Buffer, Load-/Store-Buffer, die Anzahl der Reservation Stations, der Micro-OP-Cache und der 2nd-Level Translation Lookaside Buffer (TLB). Damit lassen sich das Fenster für die leistungssteigernde Out-of-Order-Ausführung weiter öffnen und mehr parallele Instruktionen aus dem Datenstrom in Bearbeitung halten.

Die Ausführungseinheiten werden um den AVX512-Befehlssatz erweitert –

spätestens dafür musste Intel auch den Datenfluss im Prozessor deutlich verbessern. Anstelle von drei gibt es daher nun vier Address Generation Units (AGUs), von denen zwei für Loads und zwei für Store/Address zuständig sind. Die Allokation bedient nun fünf anstelle von (meistens) vier Einheiten und es gibt zehn Execution Ports. Die beiden neuen sind zusätzliche Stores. Vier davon sind nach wie vor für die Ausführungseinheiten selbst reserviert. Die Datenspeicherung bekommt eine eigene Reservation Station, wird also unabhängiger und schreibt doppelt so viele Daten pro Takt. Das ist auch nötig, denn durch AVX512 verdoppelt sich die Größe der wegzuschreibenden Daten gegenüber dem Vorgänger mit AVX2(56).

Die Ganzzahl-Einheiten werden durch zusätzliche Funktionen flexibler. Außerdem gibt es einen Integer-Divider an Port 1, der die Latenz im Vergleich zu dem zuvor nötigen Makro auf etwa ein Fünftel senken dürfte. Wie viel schneller Sunny Cove im Vergleich zu Skylake und Konsorten pro Takt wird, lässt sich schwer abschätzen. Die einzigen Performance-Demos zeigten nur die Nutzung verbesserter AES-Einheiten, die entsprechende Funktionen im Packer 7-Zip um circa zwei Drittel beschleunigten.

Die integrierte Gen11-Grafik hat standardmäßig nun 64 statt 24 Execution-

Units und legt dank einiger neuer Tricks wie optionalem Tile-Based-Rendering oder Coarse Pixel Shading weiter zu. Die Display-Engine kann nun 8K und HDR sowie Adaptive Sync, womit sich auch Bildraten unterhalb von 60 Hertz geschmeidiger anfühlen.

Auf Sunny Cove sollen bis 2021 noch Willow Cove und Golden Cove mit mehr Leistung und neuen Sicherheitsfeatures folgen.

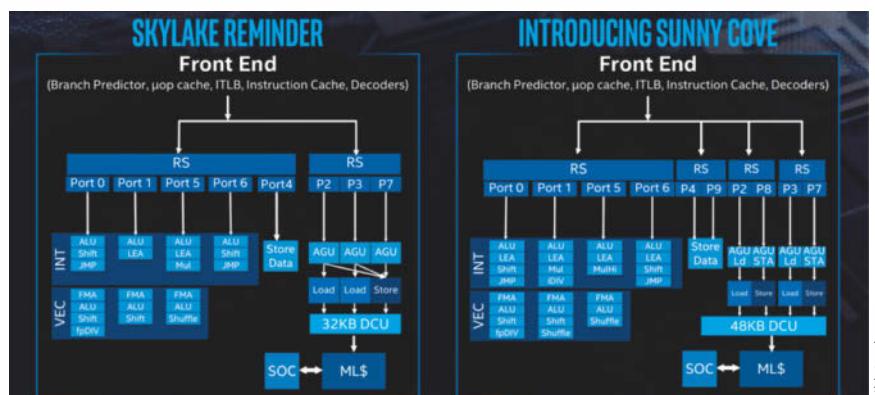
### Foveros, Intels Superkleber

Wie sich nun herausstellt, fand Intel AMDs Idee zusammengeklebter Chips wohl doch nicht so schlecht – jedenfalls mit dem richtigen Kleber. Denn große Chips bedeuten auch ein großes Fertigungsrisiko, was Intel bei der Einführung von 10 nm feinen Strukturen gerade gewaltig auf die Füße fällt.

Die Foveros genannte Technik kombiniert Chips verschiedener Fertigungs- und Optimierungstechniken auf einem Interposer. Ein Vorläufer der Technik namens EMIB steckte bereits in Kaby Lake G und kombinierte Intel-CPU, Radeon-Grafikchip und einen HBM-Chip. 3D-Stacking bindet nun auch Speicherchips durch viele Leitungen durch das Silizium enorm schnell an – zumindest bei Bauteilen mit wenig Abwärme. Ein erstes Foveros-Produkt, das verschiedene CPU-Kerne, GPU und Caches, LPDDR4X, neue Display- und Grafikeinheiten sowie ein Base-Die mit Cache und I/O-Anbindung kombiniert, will Intel 2019 im 12×12-Millimeter-Format für besonders schlanke Notebooks auf den Markt bringen.

(csp@ct.de) **ct**

Intel hat den Autor zum „Architecture Day“ nach San Francisco eingeladen.

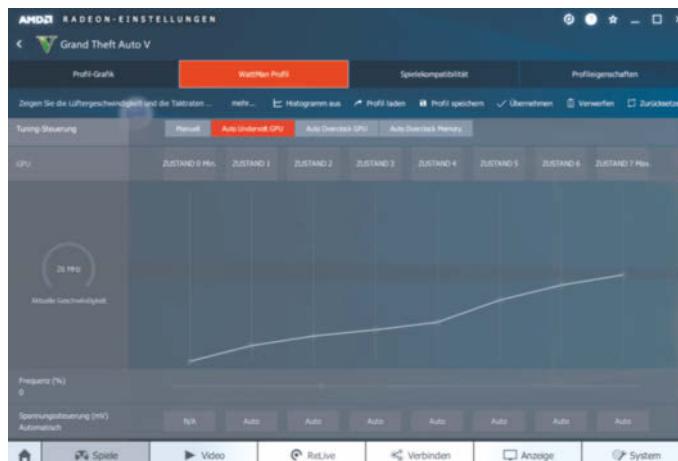


Die internen Änderungen an der Sunny-Cove-Architektur sind so umfassend wie seit Jahren nicht mehr.

# AMD-Grafiktreiber lernen In-Home-Streaming

Auf PCs mit AMD-Grafikkarten kann man nun **von iOS- oder Android-Mobilgeräten aus spielen**. Der Radeon-Treiber 18.12.2 (Adrenalin 2019) und die App „AMD Link“ bekommen dazu neue Funktionen. Das Tablet oder Smartphone dient zudem als zweiter Bildschirm für Treibereinstellungen und GPU-Überwachung. Benchmarks lassen sich per Sprachsteuerung starten: „Radeon, start benchmark“.

Der neue Grafiktreiber erweitert auch WattMan, ein Tool zum Übertakten oder zum Undervolting der GPU und ihres Speichers. WattMan kann Performance oder Effizienz automatisch für einzelne Spiele steigern. Außerdem bringt die Radeon-Software Adrenalin Edition 2019 für FreeSync 2 Tone Mapping für HDR-Spiele, die damit mehr Details zeigen sollen. (bkr@ct.de)



AMDs Radeon-Treiber legen für einzelne Spiele auf Wunsch automatische Übertaktungsprofile an oder senken die GPU-Spannung.

## Sonderheft c't PC-Selbstbau

Vier PC-Bauvorschläge, Tests empfohlener Komponenten, Kaufberatung zu Prozessoren, Grafikkarten, RAM und SSDs, Tipps zu Konfiguration und Tuning: All das vereint das Sonderheft c't PC-Selbstbau. Zwei Allround-PCs mit aktuellem AMD Ryzen 5 2600 oder Intel Core i5-9600K lassen sich flexibel individualisieren. Am günstigen Spiele-PC mit AMD Radeon RX 570 zockt man flüssig in Full HD. Und der Workstation-PC löst schwere Rechenaufgaben dank AMD Ryzen Threadripper.

Das Sonderheft c't PC-Selbstbau ist im heise shop und am Kiosk für 12,90 Euro erhältlich. Die digitale Ausgabe für 9,99 Euro finden Sie im heise shop sowie in den c't-Apps für iOS und Android und bei Amazon. (ciw@ct.de)



# Gute Vorsätze für das neue Jahr!

Sie möchten gezielt aufsteigen, in einen neuen Bereich einsteigen oder Ihre Kompetenzen anerkannt nachweisen?

Mit unseren Online-Fernstudiengängen können Sie neben Beruf und Familie studieren, von überall aus – egal wo Sie sich befinden.

## Studium Initiale Hochschulzugangsberechtigung

→ Hochschulzugang zum IT-Studium in BaWü

## Zertifikate im Bereich IT Security Zertifikate

→ Hochschulzertifikate mit ECTS-Punkten

## Technische Informatik Bachelor

In Planung zum WS 19/20  
→ Fachwissen und praxisorientierte Kompetenzen

## IT GRC Management Master + Zertifikate

→ Ihre Qualifikation für die digitale Zukunft

## Data Science Master + Zertifikate

→ Turn Big Data into Big Values

## Digitale Forensik Master

→ Werden Sie Cybercrime Ermittlungsexperte/-in

Jetzt über unsere Angebote informieren:  
→ [www.hs-as.de](http://www.hs-as.de)



Ausgezeichnet mit dem  
Zertifikat „audit familien-  
gerechte hochschule“



Hochschulregion  
Tübingen  
Hohenheim



Internationale  
Bodensee  
Hochschule

# Firewall fürs Smart Home

**Smart-Home- und IoT-Geräte fallen immer wieder durch gravierende Sicherheitslücken wie fest vorgegebene, nicht änderbare Admin-Konten auf. Aviras WLAN-Router SafeThings versucht, deren Ausnutzung durch Verkehrsanalyse zu blockieren.**

Weil Microsoft den Schutz vor Malware bei Windows immer besser selbst schafft, hat sich die von Antiviren-Tools bekannte Firma Avira ein neues Geschäftsfeld gesucht: Ihr WLAN-Router SafeThings soll Smart-Home-Geräte gegen Angriffe schützen. Dazu zählen nicht nur PCs, Tablets, Smartphones und Smart-TVs, sondern auch Babyphones, Smartwatches oder Thermostate. Eine auf der Suchmaschine Shodan basierende Studie hält allein in Deutschland, Österreich und der Schweiz rund 4 von 26 Millionen Devices für anfällig, also fast jedes sechste.

Diese Wackelkandidaten soll man mit SafeThings isolieren können. Dazu überwacht der Avira-Router den durchlaufenden Datenverkehr zwischen internem Netz und Internet und tauscht Merkmale mit der „Avira Protection Cloud“ aus. Diese soll mit „KI-Lernmethoden“ typische Angriffs-

muster erkennen und dem Router umgehend passende Filterregeln zurückspielen. Damit kann die SafeThings-Flotte dann künftige Angriffe blockieren. Das Verfahren erinnert an den Vorreiter CZ.nic mit seinem WLAN-Router Turris Omnia (c't 1/2017, S. 45).

Die SafeThings-Hardware enthält einen mit rund 700 MHz getakteten 4-Kern-ARM-Prozessor nebst 1 GByte RAM. Das WLAN arbeitet in beiden Funk-

bändern (2,4 und 5 GHz) gleichzeitig nach IEEE 802.11ac (Wifi 5) – doch mit wie vielen MIMO-Streams, also wie schnell tatsächlich, verrät der Hersteller nicht.

Der SafeThings-Router lässt sich per Smartphone-App (Android und iOS) steuern. Avira will ihn ab Anfang 2019 direkt und über Amazon vertreiben. Der Preis von 179 Euro enthält ein „lebenslanges“ Abonnement für Protection-Cloud-Updates. (ea@ct.de)



Der WLAN-Router Avira SafeThings soll den Gadget-Zoo in Smart Homes vor Missbrauch schützen.

## Kurz und knapp: Netze

Ab sofort ist der **Medienserver Plex für die QNAP-NAS-Modelle TS-128A, TS-228A und TS-328** verfügbar. Er kann Video- und Audiostreams beispielsweise an Smartphones oder TV-Mediaspieler senden.

Der zu Masmovil gehörende Provider Embou bietet nun **Internet per Satellit für ganz Spanien** an. Der günstigste Tarif von 38 €/Monat enthält 30 GByte Datenvolumen bei 30/6 MBit/s (Down-/Uplink). 150 GByte bei 50/6 MBit/s kosten 100 €/Monat. Verkehr zwischen 1 und 6 Uhr nachts soll nicht aufs Monatsvolumen zählen. Die Latenz liegt laut Anbieter bei rund 700 Millisekunden, was typisch für geostationäre Satelliten wie den von Embou genutzten KA-SAT ist.

Lancom Systems erweitert die Lancom Management Cloud (LMC): Das Tool zum Überwachen großer Netzwerke bekommt ein **Security & Compliance Dashboard**. Es soll alle sicherheits- und compliance-relevanten Geräteinformationen in WAN, LAN und WLAN zentral zeigen. Zu den weiteren Funktionen gehören Alerting & Notifications, Auto-Updater und Bulk-Import von Geräten und Standorten.

D-Link liefert jetzt sein **Mesh-WLAN-System COVR-2202** aus. Das 351 Euro teure Kit besteht aus zwei Nodes (Router und Repeater) mit drei 2-Stream-Funkmodulen (IEEE 802.11ac / Wifi 5). Es baut also einen unabhängigen Mesh-Backbone auf, was den Client-Durchsatz verbessert.

## Fritzbox-Telefonie mit iOS

AVM optimiert mit der jüngst erschienenen Telefonie-App **FritzApp Fon 4 für iOS** die Systemintegration bei iPhones und iPads: Die App nutzt nun die Frameworks CallKit und PushKit, um Anrufe genauso zu signalisieren wie Mobilfunkanrufe. Bisher erschien bei über die Fritzbox eingehenden Anrufen auf dem Display lediglich eine Benachrichtigung, aber das iPhone klingelte nicht. Um den Anruf anzunehmen, musste man erst die App öffnen.

Wenn FritzApp Fon 4 als Telefoniegerät an der Fritzbox laufen soll, müssen der Router mit FritzOS 7 und die Apple-Geräte mit iOS ab Version 10 laufen. Damit ist die App auch in die Anrufhistorie integriert, man soll nun Rückrufe direkt aus der App tätigen können. (ea@ct.de)

# Helium- und HAMR-Festplatten mit 12 bis 20 TByte

Seagate hat Vorserienmodelle neuartiger Festplatten mit dem Aufzeichnungsverfahren **Heat Assisted Magnetic Recording** (HAMR) an Systemintegratoren ausgeliefert. Deren übliche Tests hätten die bisher über 40.000 gefertigten Muster bestanden, so Seagate. Serienprodukte starten bald in der Enterprise-Baureihe „Exos“ für Server und Storage-Systeme in Rechenzentren. Die ersten HAMR-Disks sollen 16 TByte fassen, für 2019 verspricht der Hersteller 20 TByte.

Bei HAMR sitzt ein Laser auf dem Schreibkopf, der das Magnetmaterial kurzzeitig auf mehrere Hundert Grad Celsius erhitzt, um die zum Beschreiben notwendige magnetische Feldstärke zu verringern. Dadurch können die Schreibköpfe schrumpfen, um kleinere Punkte beziehungsweise Spuren zu schreiben, wodurch die Datendichte steigt.

Auch der kleinste Festplattenhersteller, das japanische Unternehmen **Toshiba**, hat nun mit **Helium gefüllte Laufwerke im Programm**. Die Modelle N300 (NAS) und X300 (Desktop) kommen mit acht beziehungsweise neun Scheiben auf Kapazitäten von 12 beziehungsweise 14 TByte. Sie drehen mit 7200 U/Min und haben

Seagates erste HAMR-Festplatten werden in der Enterprise-Baureihe für Rechenzentren starten.



Bild: Seagate

256 MByte Cache-Speicher. Die 12-TByte-Version der N300 soll so bis zu 253 MByte/s erreichen, das größere Modell maximal 260 MByte/s. Die N300 sind für NAS-Gehäuse mit bis zu acht Schächten geeignet, Rotations-sensoren sollen Störungen durch benachbarte Laufwerke eliminieren. Preise hat Toshiba noch nicht genannt; die Laufwerke sollen noch vor 2019 im Handel sein. (ll@ct.de)

Kentix MultiSensor®

## SMART MONITORING

Schützt Ihre IT Infrastruktur



Data-Center + IT-Rack + kritische Infrastruktur



Komplette Software integriert!

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

## NAS-Rechenbeschleuniger

Der **PCIe-Rechenbeschleuniger Mustang-200** verleiht Qnap-NAS mehr Performance, etwa um zusätzliche Docker-Container ausführen zu können oder um Videodateienströme von mehreren Überwachungskameras zu verarbeiten. Vom Mustang-200 gibt es drei Varianten, die jeweils mit zwei x86-Computermodulen bestückt sind. Jedes besteht aus einem Intel-



Bild: Qnap

Der NAS-Beschleuniger Qnap Mustang-200 vereint zwei x86-Computer im Format einer PCIe-Grafikkarte.

Mobilprozessor – Celeron 3865U, Core i5-7267U oder Core i7-7567U –, zwei Speichermodulen für bis zu 32 GByte RAM und einer M.2-NVMe-SSD.

Der Mustang-200 sieht wie eine Grafikkarte aus, die zwei Slots belegt, aber keine Ausgänge hat. Die vier PCIe-2.0-Lanes führen zu einem PCIe-Switch-Chip, an dem über 10-Gigabit-Ethernet-Chips die beiden Dual-Core-Prozessoren hängen. Über die PCIe-Verbindung können die Prozessoren sowohl auf NAS-Daten zugreifen als auch auf die Ethernet-Ports der NAS-Geräte, die Qnap für den Mustang-200-Einsatz freigibt. Dazu gehören etwa TS-877, TVS-882, TS-1277, TVS-1282, TS-1677X, TS-1685 und Rack-Versionen wie TS-2477XU-RP.

Jedes der beiden Subsysteme auf der Mustang-200 läuft unter einer eigenen Instanz des Betriebssystems mQTS, einer Variante von Qnap QTS. Die Preise für eine Mustang-200 mit zwei Celerons mit je 4 GByte RAM, aber ohne SSDs, beginnen bei 1000 Euro. (ciw@ct.de)

# Maskierung und Plug-in-SDK für Capture One Pro 12

**In Capture One Pro 12 lassen sich drei neue Maskierungswerkzeuge nutzen. Außerdem liefert Phase One ein Plug-in-SDK und erweiterte AppleScript-Optionen mit.**

Phase One liefert seinen **Raw-Entwickler** Capture One Pro 12 mit modernisierter Bedienoberfläche aus. Mac- und Windows-Version hat der Hersteller aneinander angeglichen. Das betrifft beispielsweise benutzerdefinierte Tastenkürzel, die nun auf beiden Plattformen am gleichen Ort zu finden sind. Eine Suchfunktion soll die Nutzung der Kürzel erleichtern.

Drei neue Maskierungswerkzeuge ermöglichen selektive Entwicklung. Mit Luminanzmasken sollen sich künftig helle Bereiche unabhängig von den dunklen bearbeiten lassen. Außerdem kann man lineare und radiale Verlaufsmasken nutzen, um beispielsweise den Himmel in einer Landschaftsaufnahme abzudunkeln oder das Motiv in einem Foto aufzuhellen. Größe, Form, Ausrichtung und Kanten der Masken soll man detailliert steuern können.

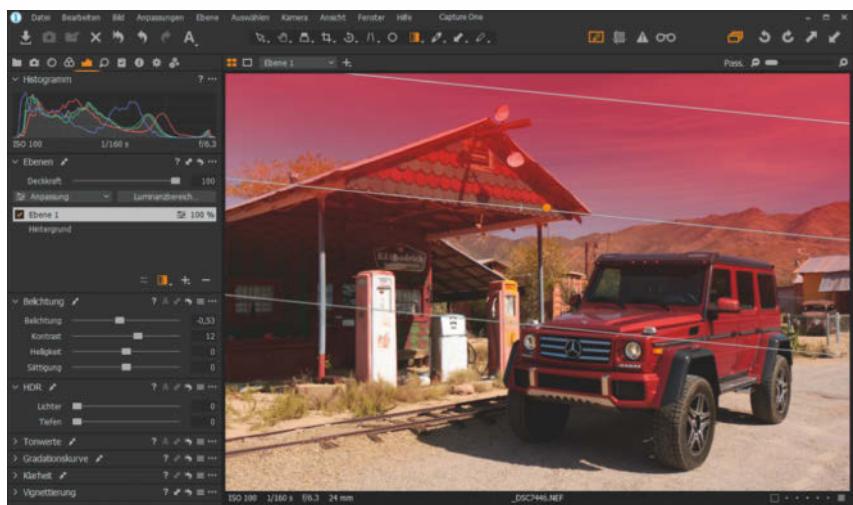
Entwickler können über das Capture-One-Plug-in-SDK künftig Erweiterungen schreiben, beispielsweise zum Bearbeiten

oder Weitergeben von Fotos. Die Apple-Script-Unterstützung unter macOS hat Phase One erweitert.

Zusätzlich zu den bisherigen Formaten unterstützt Capture One nun Raw-Typen der Kameras Nikon Z6 und Z7, Fujifilm GFX 50R sowie Canon EOS R und EOS M50. Die kamerainternen Filmsimulationen der Fujifilm-X- und -GFX-Serie

lassen sich nun auch in Capture One nutzen. Diese Entwicklungsvorgaben simulieren 16 klassische Farb- und Schwarz-weißfilme wie Provia und Velvia.

Capture One Pro 12 kostet 349 Euro. Capture One Pro Sony und Capture One Pro Fujifilm mit Unterstützung nur für die Geräte der jeweiligen Hersteller sind für jeweils 249 Euro erhältlich. (akr@ct.de)



Der Raw-Entwickler Capture One 12 wendet radiale oder wie hier lineare Verläufe als Ebenenmasken an, um Fotos selektiv zu bearbeiten.

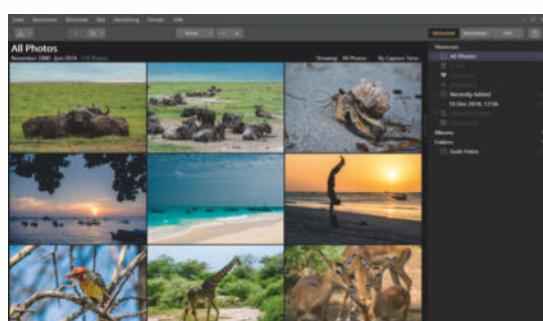
## Bibliothek für Skylum Luminar 3

Skylum hat die **Bildbearbeitung** Luminar 3 um ein Bibliotheksmodul erweitert, das dabei hilft, Bilder zu organisieren, farblich zu kennzeichnen und zu bewerten. Es erfordert keinen Bildimport, sondern zeigt den Inhalt ausgewählter Ordner sofort an und fügt ihn zum Katalog hinzu. Luminar organisiert die Fotos nach Aufnahmedatum; Änderungen speichert das Programm im ursprünglichen Ordner.

Luminar nutzt künstliche Intelligenz, um Fotos zu bearbeiten. KI-Filter analysieren und bearbeiten das Bild. Accent AI hebt beispielsweise Sonnenstrahlen hervor, AI Sky Enhancer sorgt für dramatischen Himmel. Man kann aber auch klassische Werkzeuge wie Kurven sowie Regler für Belichtung oder Kontrast nutzen. Einstellungen

kann man wie in Lightroom oder Capture One auf andere Fotos übertragen.

Das Programm lässt sich unter Windows und macOS eigenständig oder als Plug-in in Photoshop CC und Lightroom Classic CC nutzen. Es kostet 69 Euro. Nutzer von Luminar 2018 erhalten Luminar 3 kostenlos. (akr@ct.de)



Skylum hat in die Bildbearbeitung Luminar 3 ein Bibliotheksmodul integriert.

## Steinberg Dorico

Das **Notensatzprogramm** Dorico 2.2 hat neue Funktionen für Film- und Jazzmusiker erhalten. Es kann MIDI-Daten nun über ein angeschlossenes Keyboard in Echtzeit aufnehmen. Außerdem hat Steinberg den Import und Export von MIDI-Dateien verbessert. Dorico 2.2 soll Tempo-Tracks aus MIDI-Dateien importieren können, um für Film- oder Videospielmusik Zeitstempel, Tempo und Marker zu ersetzen, ohne das vorhandene Musikmaterial anzutasten. Die Software kann laut Hersteller Tempo-Tracks auch exportieren, um diese im Anschluss in einen Sequenzer zu importieren. Darüber hinaus notiert Version 2.2 erweiterte Triller sowie die speziellen Jazz-Artikulationen Scoops, Falls, Plops und Doits. Ab sofort versteht sich das Programm auch auf die komplexen Wiederholungsmuster D.C., D.S., Coda und Fine. Das Programm kostet 579 Euro. Lehrer und Schüler zahlen 349 Euro. (akr@ct.de)

# Sichere Cloudspeicher

Zwei neue Dienste von Tresorit und OwnCloud erweitern das Angebot für Unternehmen, geschäftliche Dokumente und E-Mail revisions- und abhörsicher sowie mit garantierten Backups in der Cloud zu speichern und auszutauschen.

Der aktuell als Betaversion verfügbare kostenlose Dienst **Tresorit Send** kombiniert den Ende-zu-Ende-verschlüsselnden Webspeicher des Anbieters Tresorit mit der Funktion, Dateien sicher für beliebige Empfänger zugänglich zu machen. Der Absender, der nicht bei Tresorit registriert sein muss, legt dazu im Browserfenster die zu übermittelnden Dateien und ein Passwort fest. Mit diesem Passwort werden die Dateien lokal kodiert und

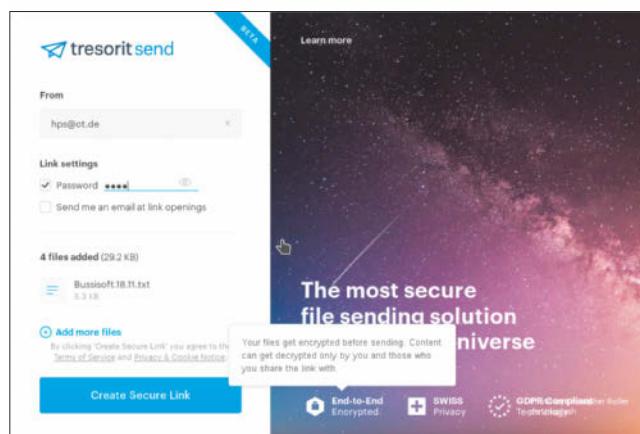
anschließend in der Cloud gespeichert. Ebenfalls lokal erzeugt die Software einen Link, dessen Ziel außer dem Pfad zu den hochgeladenen Dateien auch die E-Mail-Adresse des Absenders und die Passwort-abfrage enthält. Diesen Link kann der Nutzer dem Empfänger zuschicken.

Anders als beim kostenpflichtigen Dienst Tresorit, dessen registrierte Nutzer kodierte Dokumente individuell über persönliche Schlüsselpaare teilen können, werden mit Tresorit Send hochgeladene Inhalte nach der Passworteingabe durch den Empfänger auf dem Server entschlüsselt und außerdem spätestens nach sieben Tagen automatisch auf den Servern gelöscht. Über einen gesonderten Link kann

sie der Absender auch vorzeitig löschen und sich außerdem jederzeit über alle Downloads seiner Dateien informieren.

Der Dienst **OwnCloud Enterprise** erzeugt auf dem Rechner des Anwenders mithilfe eines Plug-ins ein Paar aus einem öffentlichen und einem privaten, jeweils 2048 Bit breiten RSA-Schlüssel. Vertrauliche Dokumente, die man wie schon bislang mit symmetrischer AES256-Verschlüsselung auf dem OwnCloud-Server hinterlegen kann, lassen sich dadurch sicher für einen individuellen Partner freigeben. Dafür kodiert man das AES-Passwort über das erwähnte Plug-in mit dem öffentlichen Schlüssel des Empfängers und stellt es ihm zu. Der Empfänger kann dieses Dateipasswort dann lokal mit seinem privaten RSA-Schlüssel dekodieren und damit die geteilte Datei entziffern. OwnCloud liefert dafür ein Windows-Programm; Nutzer anderer Betriebssysteme gehen derzeit leer aus. Der private Schlüssel kann auf der Festplatte gespeichert sein oder für erhöhte Sicherheit in einer Smartcard oder einem USB-Token, von wo aus man ihn nicht kopieren kann. Der OwnCloud-Server verwaltet die öffentlichen Schlüssel. Auf ihm kann man per Skript auch anderweitig erzeugte öffentliche Schlüssel hinterlegen. (hps@ct.de)

**Tresorit Send:** [ct.de/yv5u](http://ct.de/yv5u)



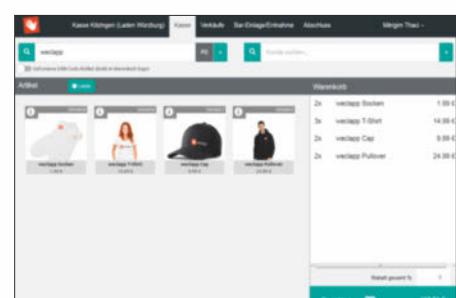
Im Browserfenster wählt man Dateien und das Passwort, mit dem man diese verschlüsselt auf den Servern von Tresorit Send bereitstellen kann.

# Webfähiges Kassenmodul von Weclapp

Die Kassensoftware **WeclappPOS** soll den Kassenbetrieb von kleinen Einzelhandelsbetrieben, Filialen und Online-Händlern vereinfachen. Die webgestützte Anwendung des Entwicklers POSiBLE integriert sich nahtlos und ohne Aufpreis in das Paket Cloud ERP Handel von dessen neuer Muttergesellschaft Weclapp. Mitarbeiter loggen sich individuell ins System ein und erhalten rollenbezogen passende Berechtigungen für ihre Aufgaben. Damit können sie im Browser, per iOS- oder Android-App Barverkäufe erfassen, Warenbestände mit mehreren Lagern abgleichen, Umsätze überwachen und auch die täglich fälligen Zählberichte für jede Kasse erstellen. Die Software unterstützt nur offene, also nicht elektronische Kassen.

Direkt aus dem Kassenmodul heraus lassen sich Kundendatensätze fürs CRM anlegen. Außerdem können Mitarbeiter den Artikelstamm bequem per Volltextsuche durchstöbern oder einzelne Artikel direkt durch Barcode erfassen. Im Zusammenspiel mit Kartenlesern des Herstellers Sumup soll die Software Bezahlvorgänge auch per Kreditkarte erfassen können. Laut Hersteller vermag sie sowohl prozentuale und feste Rabatte zu berücksichtigen als auch gemischte Zahlungen zu buchen, wenn etwa ein Kunde einen Teilbetrag bar, den Rest per Kreditkarte zahlt.

Monatliche Abopreise für das Handelspaket beginnen je nach Abrechnungszeitraum bei netto 98 bis 138 Euro für zwei



Mit WeclappPOS lassen sich Verkäufe wie in einem Webshop buchen.

Benutzer. Für 30 Tage kann man das System kostenlos testen. (hps@ct.de)

**Testzugang WeclappPos:** [ct.de/yv5u](http://ct.de/yv5u)

# Ich druck mir meine Welt

## Aber 3D-Drucker müssen billiger werden

**Nur wenige Privatleute nutzen einen 3D-Drucker. Viele glauben dennoch, dass er bald so verbreitet ist wie normale Drucker.**

**Von Horst Schröder**

Jeder Zweite kann sich vorstellen, einen 3D-Drucker zu kaufen, aber nur jeder siebte Teilnehmer an einer repräsentativen Umfrage hat selbst einen. OnePoll hatte dazu im September Konsumenten in Deutschland für den Elektronik- und Computertechnik-Versender Reichelt befragt.

Insgesamt kann man für Privatanwender zusammenfassen: Viele würden gern, aber kaum einer traut sich. Man fremdelt mit der Technik. Noch.

In der gleichen Umfrage unter britischen Kunden waren diese deutlich zurückhaltender. Nur jeder sechste Befragte würde einen 3D-Drucker kaufen. Auffällig ist vor allem, dass fast die Hälfte ihren Bedarf gar nicht einschätzen möchte und etwas mehr als ein Drittel einen Kauf sogar für ausgeschlossen hält.

Auch der Digitalverband Bitkom hatte im März 2017 in der Studie „3D im Hausgebrauch“ 1002 Bundesbürger über 14 Jahre zum Thema 3D-Druck befragt. Für 55 Prozent ist es vorstellbar, sich mal etwas in 3D drucken zu lassen beziehungsweise das selbst zu tun. Rund 18 Prozent der Befragten haben schon etwas individuell im 3D-Druck Angefertigtes: 9 Prozent gingen mit Druckaufträgen zu einem Dienstleister und 4 Prozent druckten am Arbeitsplatz oder an einem anderen Ort. Nur 5 Prozent nutzten dafür einen eigenen Drucker. Die Zurückhaltung hat Gründe.

Bislang nutzen Privatleute ihren 3D-Drucker hauptsächlich fürs Hobby, etwa um kleine Ersatzteile zu fertigen (59 Prozent) oder technische Bauteile zu drucken (58 Prozent). Auch Dekoartikel sind hoch

im Kurs (62 Prozent). Rund 36 Prozent der Befragten würden sogar mit Lebensmitteln drucken, am liebsten mit Schokolade, und jeder achte denkt sogar an Käse als Druckmaterial, was auch Kommentatoren der britischen Version der Studie seltsam finden.

Auch Bitkom fragte, was man am liebsten drucken würde. Rund die Hälfte der Teilnehmer der Umfrage würde sich ein Selfie als 3D-Druck wünschen. Danach folgten Accessoires und Schmuck, Spielzeug und andere Dekoartikel. Auch Ersatzteile waren noch stark vertreten.

Doch dann wirds eng mit den Anwendungsmöglichkeiten im Privathaus: Ist die Wohnung erst mal mit Groot-Figuren und Benchy-Modellschiffchen dekoriert, steht der Drucker bei vielen Käufern lange herum. Solche Aussichten bremsen die Kauflaune, auch weil brauchbare 3D-Drucker nicht billig sind. Im Unterschied zum herkömmlichen Drucker ist es für Laien noch ein schwieriger Prozess, individuelle Vorlagen zum Ausdrucken in 3D herzustellen – auch das Scannen und Klonen von Objekten ist noch nicht ohne profunde Kenntnisse machbar.

Mittlerweile gibt es für Einsteiger zwar 3D-Drucker unter 250 Euro, aber für höherwertige Modelle muss man mehr als 500 Euro auf den Tisch legen. Vielen ist das zu teuer. Laut Bitkom-Studie würde ein Drittel höchstens 500 Euro zahlen. Ein weiteres Drittel will – möglicherweise durch die Kampfpreise bei herkömmlichen Druckern motiviert – maximal 100 Euro ausgeben. Auffällig ist, dass das übrige Drittel keine Vorstellungen darüber hat, was ein 3D-Drucker kosten darf.

### Bitte warten

Die Bitkom-Umfrage beleuchtet auch, wo man drückt, wenn man keinen eigenen 3D-Drucker hat. Ein Viertel der Befragten

könnten gar nicht sagen, wo das geht – auch Fablabs in Universitäten sind bei Privatleuten vielfach unbekannt.

Wenn man das Drucken in einem Laden erledigen lassen würde, wäre für rund 27 Prozent eine Wartezeit bis zu einer halben Stunde erträglich. 31 Prozent würden nur maximal eine Viertelstunde warten wollen. Für viele Projekte ist das unrealistisch kurz, was aber zeigt, dass die breite Masse vom 3D-Druck mehr Schnelligkeit erwartet. Laut Bitkom-Studie stehen auch andere Druckmaterialien statt Kunststoff auf der Wunschliste: Metall, Keramik, Silikon und Gips.

Die Wunschliste legt nahe, dass vielen Menschen nicht so richtig klar ist, ob 3D-Drucker für sie selbst etwas bringen. Gleichwohl glauben 36 Prozent der von Bitkom Befragten, dass sich der 3D-Druck bei sich zu Hause bis 2022 etabliert hat. 42 Prozent glauben, dass es noch bis 2027 dauert. Nur 9 Prozent sehen keine Zukunft für den 3D-Druck im trauten Heim. Interessanterweise sieht der gleiche Personenkreis den 3D-Druck in der Industrie schon bis 2022 als weithin verbreitet.

### Fazit

Der Preis ist noch nicht heiß genug, auch die Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen sind vielen nicht richtig klar. Dennoch sehen viele Privatleute darin eine bald kommende Alltagstechnik.

(mil@ct.de) **ct**

### Weiterführende Informationen:

[ct.de/y6bs](http://ct.de/y6bs)

### Wunschliste

Für welche dieser Bereiche können Sie sich vorstellen, 3D-Druck zu nutzen?



53 %  
3D-Selfie



45 %  
Accessoires/  
Schmuck



44 %  
Spielzeug



40 %  
Deko



36 %  
Ersatzteile



14 %  
Lebensmittel

# Tumblrs tumber Pornofilter

Der Microblogging-Dienst Tumblr war bislang für freizügige, nutzergenerierte Inhalte bekannt und beliebt. Seit Mitte Dezember verbietet und filtert die Plattform jedoch „Fotos, Videos oder GIFs, die echte menschliche Genitalien oder weiblich aussehende Brustwarzen zeigen, und jegliche[n] Inhalt (...), der sexuelle Handlungen darstellt.“ Erotische Texte sind weiterhin erlaubt.

Dafür wurde ein **Filter-Algorithmus** zwischengeschaltet, der entsprechende Inhalte automatisch erkennen und unterbinden soll. Auch das vor Inkrafttreten der Regeln hochgeladene Material wird durchsucht. Als problematisch Eingestufte wird zwar nicht gelöscht, ist aber nur noch für den jeweiligen Account-Betreiber sichtbar.

Zu dem Zweck zapft der Algorithmus Bilddatenbanken an und gleicht diese mit den Inhalten ab. Ausnahmen soll der Filter beispielsweise bei weiblichen Brustwarzen im Zusammenhang mit dem Stillen von Babys, Geburten und medizinischen Themen machen. Nacktdarstellungen im Zusammenhang mit Politik, Kunst und Zeitgeschehen bleiben ebenfalls o.k. Das lässt viel Auslegungsspielraum – auch für den Algorithmus selbst, der bisher nur sehr grob und ungenau funktioniert. Das zeigten sich häufige, skurrile Lösch-Warnungen bei definitiv nicht pornografischen Inhalten.

Dem Filter fielen schon einige Cartoons zum Opfer – darunter Kater Garfield. Offenbar kann der Algorithmus noch nicht erkennen, dass es sich bei knubbeligen Cartoon-Glubschaugen und Garfields Oberkörper nicht um Brüste handelt.

Tumblr-Benutzer, deren Inhalte fälschlicherweise markiert wurden, können im Webbrowser oder der Android-App Einspruch erheben. In der iOS-App geht das derzeit nicht. Darüber hinaus läuft auf change.org auch bereits eine Petition gegen den Filter-Einsatz.

Auslöser für den Porno-Bann dürfte die Löschung der Tumblr-iOS-App aus Apples App-Store gewesen sein. Ein bereits aktiver Filter für Kinderpornografie, so Apple, habe nicht zuverlässig funktioniert. Tumblrs Porno-Verbot soll offenbar den Rückweg in den App-Store ebnen. (jube@ct.de)

**Tumblr-Richtlinien, Petition und weitere Links:** [ct.de/y5dz](http://ct.de/y5dz)

Tumblr-Porno-filter ver-  
wechselte  
Garfields  
gezeichneten  
Oberkörper  
mit Nackt-  
fotos.



# Agil bleiben

D. J. Anderson · A. Zheglov

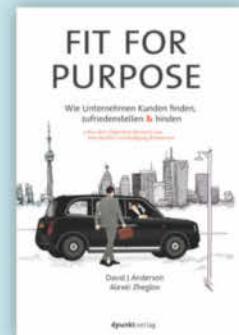
## Fit for Purpose

Wie Unternehmen Kunden finden, zufriedenstellen und binden

2019, 302 Seiten

€ 34,90 (D)

ISBN 978-3-86490-579-7



S. Roock · H. Wolf

## Scrum – verstehen und erfolgreich einsetzen

2. Auflage

2018, 264 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-590-2



C. Avery

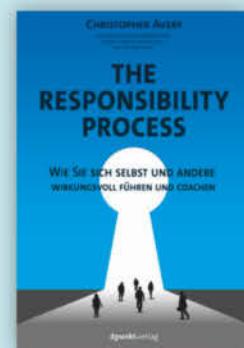
## The Responsibility Process

Wie Sie sich selbst und andere wirkungsvoll führen und coachen

2019, 294 Seiten

€ 24,90 (D)

ISBN 978-3-86490-577-3



A. Gerling · G. Gerling

## Der Design-Thinking-Werkzeugkasten

Eine Methodensammlung für kreative Macher

2018, 160 Seiten

€ 16,95 (D)

ISBN 978-3-86490-589-6



T. Steimle · D. Wallach

## Collaborative UX Design

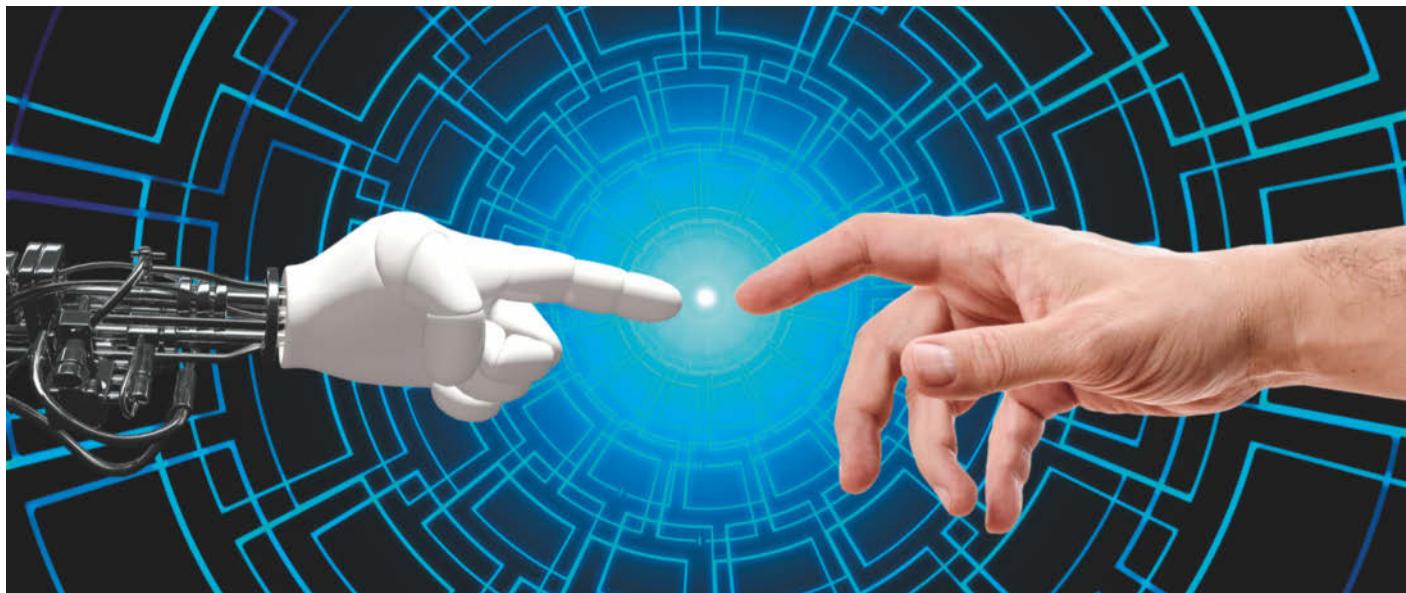
Lean UX und Design Thinking: Teambasierte Entwicklung menschzentrierter Produkte

2018, 240 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-532-2





# KI überwacht den Wohnraum

## Smart Home der Zukunft analysiert seine Bewohner – falls diese das zulassen

**Digitalisierung und künstliche Intelligenz im Smart Home können den Komfort steigern. Senioren leben länger eigenständig und Familien sicherer. Aber Forscher warnen: Das wird nur funktionieren, wenn die Menschen der KI trauen.**

**Von Arne Grävemeyer**

**S**mart Living im Jahr 2025 ist, wenn der Badezimmerspiegel morgens die Termine des Tages anzeigt, der Kühlschrank verbrauchte Lebensmittel nachbestellt und alle elektronischen Geräte sprachgesteuert sind. So zeigt es ein Videoprojekt der Theo-Koch-Schule in Grünberg, das auf dem Digitalgipfel der Bundesregierung in Nürnberg ausgezeichnet wurde. Die Schüler gehen ganz selbstverständlich davon aus, dass alle Infos von einer zentralen Plattform abgerufen werden können, seien es Daten der Solaranlage auf dem Dach oder zum Ladezustand des E-

Autos in der Garage. Ein allgegenwärtiger Computer mit weiblicher Stimme bestätigt die Sprachbefehle und beantwortet alle Fragen – Generation Alexa lässt grüßen.

Überraschend ist vor allem, wie Datenausgaben einfach in Form einer detailscharfen Holografie vor dem Bewohner in den Raum projiziert werden, eine AR-Brille ist nicht erforderlich. Und die Holografien lassen sich mit einer Handbewegung wegwischen. Besucher an der Haustür werden vom Smart Home nicht nur erkannt und angemeldet, sondern sogleich als Hologramm in den Raum gestellt. Schließlich wird der Mensch beim Verlassen des Hauses daran erinnert, seine Schlüssel nicht zu vergessen. Das ist sehr nützlich, allerdings wundert sich der Zuschauer, dass ausgegerechnet das dicke Schlüsselbund die Reise in die Zukunft überstanden hat.

### Assistenz im Alter

In der Zukunft werde sich das Gebäude den Lebensgewohnheiten seiner Bewohner anpassen, schildert Hans-Georg Krabbe, Koordinator der Wirtschaftsinitiative Smart Living. Beispielsweise durch lebens-

begleitende Assistenz: „Sensoren können eine gestürzte Person schnell erkennen und einen Notruf absetzen. Das Abschalten eines angelassenen Herdes oder eines vergessenen Bügeleisens werden ohnehin zur reinen Selbstverständlichkeit.“

Bereits heute gibt es Smart Homes, die morgens automatisch die Heizung aufdrehen, bevor die Jalousien geöffnet, der Kaffee gekocht und die Bewohner geweckt werden. Mit weiteren Sensoren soll es darüber hinaus in Zukunft möglich werden, Daten beispielsweise aus dem Kinderzimmer zu sammeln. Sind die Schlafbewegungen unruhig? Deuten Bestandteile der Atemluft etwa auf die Unterzuckerung eines Diabetes-Kindes hin? Künstliche Intelligenz könnte diese Informationen bewerten und im Zweifel die Eltern informieren, die ansonsten ruhig schlafen können.

Auf dem Digitalgipfel 2018 stand das Thema Künstliche Intelligenz im Vordergrund, schließlich hat die Bundesregierung gerade eine KI-Initiative mit einer Fördersumme von drei Millarden Euro bis 2025 angekündigt. Kurz nach dem Digitalgipfel verkündete die EU-Kommission, bis 2020 sogar 20 Milliarden Euro für KI-Entwicklung aufzubringen.

### Mittel gegen Einbrecher

„Ein intelligentes Wohnmanagement lernt die Bewohner immer besser kennen und kann vorausschauend agieren“, erklärt Dr. Marc Jäger von der Jaeger Wohn- & Gebäudeintelligenz. So ist das Bad bereits angeheizt, wenn jemand duschen will. Das Erlernen und Erkennen typischer Bewegungsmuster kann auch dafür genutzt werden, Einbrecher von den Bewohnern zu unterscheiden und im Notfall alle Lichter einzuschalten, alle Rollläden zu öffnen und die Polizei zu alarmieren.

Sind KI-Systeme wahrhaft intelligent? Wieviel Entscheidungsfreiheit kann man ihnen zugestehen? „Wir sollten mit den Füßen auf dem Boden bleiben“, rät Prof. Dr. Dietmar Harhoff, Direktor des Max-Planck-Instituts für Innovation und Wettbewerb und immerhin Vorsitzender der Expertenkommission Forschung und Innovation der Bundesregierung. Er übersetzt AI gerne mit „angelernte Intelligenz“ und erinnert daran, dass es sich heute bei KI in Anwendungen zumeist um Klassifikatoren handelt, die also einzig darauf trainiert sind, Muster zu erkennen und zu kategorisieren. Aber Harhoff weiß auch, dass KI-Systeme nach dem sogenannten KI-Winter – einer Phase der Ernüchterung aufgrund schleppender KI-Fortschritte – seit 2012 heftig an Bedeutung gewinnen. Getrieben wird der neue Hype durch schnellere Backpropagation-Algorithmen und höhere Prozessorleistungen und damit eine schnell wachsende Leistungsfähigkeit des maschinellen Lernens. Schon heute stehen künstlich intelligente Systeme für mehrere Zehntel Prozent des Bruttoinlandsproduktes.

Deutsche Unternehmen haben zwar nicht so viel Erfahrung im Sammeln von Konsumentendaten, aber hier gebe es zahlreiche Weltmarktführer in vielen Branchen und tiefes Domänenwissen in Industriedaten, betont acatech-Präsident Karl-Heinz Streibich. Beispielsweise sei Deutschland im Bereich des autonomen Fahrens vorne mit dabei. Mit 23,4 Prozent der internationalen Patente in diesem Bereich liegen hiesige Unternehmen und Institute gleichauf mit Japan noch vor den USA. Streibich warnt aber zugleich: Deutschland solle nicht eine alleinige KI-Führungsrolle anstreben, sondern seine Kompetenzen mit denen europäischer Partner ergänzen und vernetzen. Nur so könne diese Region gegenüber den Voreitern aus USA und China bestehen.

## Ethik in der KI

Und wie könnte sich europäische KI vom Markt absetzen? „Es herrscht weltweit nicht nur großes Vertrauen in deutsche Technik, sondern beispielsweise auch in das deutsche Rechtssystem“, hebt Streibich hervor. Datenschutz werde hierzulande „traditionell groß geschrieben“. Nur durch Vertrauen entstehe aber Akzeptanz für KI-basierte Assistenzsysteme. Deutsche Anbieter sollten daher mit „KI made in Germany“ um Vertrauen werben. Zumal deutsche Verbraucher gegenüber



Ein Hologramm mitten im Wohnzimmer: In der Schülervision für 2025 zeigt der Hauscomputer so die Besucher vor der Tür.

den Entscheidungen von KI-Systemen noch viele Vorbehalte zeigen. Die Beispiele aus dem Smart Home geben dazu auch einige Ansatzpunkte. Niemand will, dass Sensordaten aus seinem Schlafzimmer in falsche Hände geraten. Und wie unangenehm wäre es, versehentlich wie ein Einbrecher behandelt zu werden.

Vertrauen in KI sieht auch Ministerialdirigent Dr. Herbert Zeisel vom Bundesministerium für Bildung und Forschung als entscheidend für den Erfolg der deutschen KI-Initiative. Er wirft die Idee eines „hippokratischen Eids für Data Scientists“ in die Diskussion. Zudem fördere das BMBF seit geraumer Zeit Projekte, die KI-Entscheidungen transparent und nachvollziehbar machen.

## Daten gegen Vertrauen

Mit Blick auf chinesische Citizen-Scoring-Projekte betonte Claudia Nemat, Vorständin der Deutschen Telekom AG: „Unser Wertesystem in Europa kann der Grund sein, die besten Data Scientists anzulocken.“ Wenn in China ein Citizen Score bestimme, wer wohin reisen dürfe oder welche Schule besuchen könne, dann sollte Europa einen anderen Weg gehen und selbstbewusst verteidigen, wofür es steht.

Um an die Daten von Partnern und Kunden zu kommen, ist der vertrauenswürdige Umgang mit diesen eine Grundvoraussetzung, betont Prof. Wolfgang Wahlster, CEO des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI). Im Wettlauf mit anderen Weltregionen müssen Standards und offene Datenplattformen geschaffen werden. Mindestens genauso wichtig werde es aber sein, eine Vertrauensbasis mit dem Nutzer zu entwickeln.

Angesichts der Schaffung von 100 neuen KI-Lehrstühlen bis 2025, ein Bestandteil der neuen KI-Initiative der Bundesregierung, spricht Wahlster von einer Herkulesaufgabe. Derzeit gebe es in Deutschland 155 Professoren und 130 Lehrstühle für KI. Das neue Engagement werde sich sicher durch zahlreiche wirtschaftlich interessante Anwendungen auszahlen. Einsatzfelder finden sich nicht nur im Smart Home und beim autonomen Fahren, sondern auch in der Industrie und in künstlich intelligenten Lernplattformen, die individuell auf die Schüler eingehen. Nicht zuletzt könne die deutsche KI-Initiative dazu dienen, wieder stärker wissenschaftliche Kräfte aus dem Ausland zu gewinnen.

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

**Smart-Living-Prototypen auf dem Digitalgipfel demonstrierten vernetzte Daten, Info- und Assistenzsysteme. Kein heißes Bügeleisen bleibt unbeachtet, und eine gestürzte Person wird von der KI schnell erkannt.**



# Termine für 2019

## Januar

### 8. bis 11.1.: CES

Messe für Unterhaltungselektronik  
ces.tech, Las Vegas, USA

### 24. bis 27.1.: NAMM

Messe für Musiktechnik  
namm.org, Anaheim, USA

### 31.1. bis 3.2.: Transmediale

Festival für digitale Kunst  
2019.transmediale.de, HKW Berlin

## Februar

### 2. bis 3.2.: Fosdem

Konferenz für Open-Source  
fosdem.org, Brüssel, Belgien

### 6. bis 7.2.: c't <webdev>

Konferenz für Frontend-Entwickler  
ctwebdev.de, Komed Köln

### 17. bis 21.2.: ISSCC

Konferenz für Solid-State-Speicher  
isscc.org, San Francisco, USA

### 19. bis 23.2.: Didacta

Messe für Bildung  
didacta-cologne.com, Köln

### 25. bis 28.2.: MWC

Messe rund um Mobilfunk  
mwcbasel.com, Barcelona, Spanien

### 26. bis 28.2.: Embedded World

Messe für Embedded Systems, Displays  
embedded-world.de, Messe Nürnberg

## März

### 8. bis 13.3.: Light + Building

Messe für Licht- und Gebäudetechnik  
light-building.messefrankfurt.com, FaM

### 8. bis 17.3.: SXSW

Festival für Medien & Technik  
sxsw.com, Austin, USA

### 17. bis 21.3.: GTC

Konferenz für KI & Deep Learning  
nvidia.com/en-us/gtc, San Jose, USA

### 18. bis 22.3.: GDC

Konferenz für Spiele-Entwickler  
gdconf.com, San Francisco, USA

### 13. bis 14.3.: secIT

IT-Security-Konferenz  
sec-it.heise.de, HCC Hannover

### 16. bis 17.3.: CLT 2019

Tagung zu Linux und freier Software  
chemnitzer.linux-tage.de, Chemnitz

### 23. bis 29.3.: CloudFest

Konferenz für Cloud & Hosting  
cloudfest.com, Europapark Rust

### 30.3.: Retro Computer Festival

Festival rund ums Retro-Computing  
doreco.de, HNF Paderborn

## April

### 1. bis 5.4.: Hannover Messe

Messe rund um Industrie 4.0  
hannovermesse.de, Hannover



### 2. bis 5.4.: Prolight + Sound

Messe für Veranstaltungstechnik  
pls.messefrankfurt.com, Frankfurt/M.

### 2. bis 5.4.: Musikmesse

Messe für Musikinstrumente  
musik.messefrankfurt.com, Frankfurt/M.

### 6.4.: Pi and more 1112

Konferenz zum Raspberry Pi & anderen  
piandmore.de, Krefeld

### 6. bis 11.4.: NAB Show

Messe für Film- und Rundfunkproduktion  
nabshow-2019.com, Las Vegas, USA

### 8. bis 14.4.: Gamesweek

Konferenz & Festival rund um Spiele  
gamesweekberlin.com, Berlin

### 10. bis 11.4.: HUB Berlin

Business-Festival für digitale Medien  
hub.berlin, Station Berlin

### 10. bis 11.4.: Digital Commerce Day

Konferenz für Handel und Marken  
digital-commerce-day.de, Hamburg

### 29.4. bis 2.5.: Auvsix Xponential

Konferenz und Messe für Drohnen  
xponential.org, Denver, USA

### 29.4. bis 2.5.: DockerCon

Treffen der Docker-Community  
2018.dockercon.com, San Francisco, USA

### 30.4. bis 1.5.: f8

Konferenz für Facebook-Entwickler  
f8.com, San Jose, USA

### 30.4. bis 3.5.: FMX

Konferenz für Animation & Effekte  
fmx.de, Stuttgart

## Mai

### 1. bis 9.5.: Pycon

Konferenz für Python-Entwickler  
us.pycon.org, Cleveland, USA

### 6. bis 8.5.: re:publica

Konferenz zur digitalen Gesellschaft  
19.re-publica.com, Station Berlin



### 6. bis 9.5.: ICLR

Konferenz zu maschinellem Lernen  
iclr.cc, New Orleans, USA

### 6. bis 10.5.: JAX

Konferenz für Java, www.jax.de, Mainz

### 8. bis 9.5.: Digility

Konferenz für Virtual Reality, digility.de, Köln

### 9. bis 11.5.: Superbooth

Messe für elektronische Musik  
superbooth.com, FEZ Berlin

### 7. bis 8.5.: OMR

Festival des digitalen Marketings  
omr.com, Messe Hamburg

### 13. bis 15.5.: Beyond Tellerrand

Konferenz für Web-Entwickler  
beyondtellerrand.com, Düsseldorf

### 17. bis 19.5.: Maker Faire

DIY-Festival, Kreativ mit Technik  
maker-faire.de, FEZ Berlin

### 21. bis 23.5.: KubeCon & CloudNativeCon

Konferenz für Container & Cloud  
events.linuxfoundation.org, Barcelona

# Messen und Veranstaltungen mit IT-Bezug

## 28.5. bis 1.6.: Computex

Messe für IT-Hardware  
[computextaipei.com.tw](http://computextaipei.com.tw), Taipeh, Taiwan

## Juni

### 4. bis 6.6.: Anga Com

Messe für Telekommunikation und Medien  
[angacom.de](http://angacom.de), Messe Köln

### 4. bis 6.6.: sambaXP

Konferenz für Samba-Entwickler  
[sambaxp.org](http://sambaxp.org), Göttingen

### 4. bis 7.6.: PowerShell Conf

Konferenz für PowerShell  
[psconf.eu](http://psconf.eu), Hannover

### 10. bis 15.6.: ICML

Konferenz zu maschinellem Lernen  
[icml.cc](http://icml.cc), Long Beach, USA

### 11. bis 13.6.: E3

Messe für Videospiele  
[e3expo.com](http://e3expo.com), Los Angeles, USA

### 16. bis 20.6.: ISC High Performance

Konferenz für Supercomputer  
[isc-hpc.com](http://isc-hpc.com), Frankfurt am Main

### 25. bis 26.6.: Chatbot Summit

Kongress rund um Bots  
[chatbotsummit.com](http://chatbotsummit.com), Tel Aviv, Israel

### 25. bis 27.6.: Fabcon 3.D

Messe für 3D-Drucker  
[rapidtech-fabcon.com](http://rapidtech-fabcon.com), Erfurt

## Juli

### 14. bis 17.7.: Microsoft Inspire

Microsoft Entwicklerkonferenz  
[inspire.eventcore.com](http://inspire.eventcore.com), Las Vegas, USA

### 18. bis 20.7.: Summer NAMM

Messe für Musiktechnik  
[namm.org](http://namm.org), Nashville, USA

### 29.7. bis 1.8.: Siggraph

Konferenz zu Computergrafik  
[s2019.siggraph.org](http://s2019.siggraph.org), Los Angeles, USA

## August

### 3. bis 8.8.: Blackhat

IT-Security-Event  
[blackhat.com](http://blackhat.com), Las Vegas, USA

## 6. bis 8.8.: Flash Memory Summit

Konferenz für Speicher-Entwickler  
[flashmemorysummit.com](http://flashmemorysummit.com), Santa Clara, USA

### 17. bis 18.8.: Maker Faire

DIY-Festival, Kreativ mit Technik  
[maker-faire.de](http://maker-faire.de), HCC Hannover



## September

### 6. bis 11.9.: IFA Berlin

Messe für Consumer Electronics  
[ifa-berlin.com](http://ifa-berlin.com), Berlin

### 11. bis 12.9.: dmexco

Leitmesse der Online-Werbung  
[dmexco.com](http://dmexco.com), Messe Köln

### 12. bis 17.9.: IBC

Messe für Film- und Rundfunk  
[show.ibc.org](http://show.ibc.org), Amsterdam

## Oktober

### 8. bis 10.10.: it-sa

IT-Security-Messe & Kongress  
[it-sa.de](http://it-sa.de), Nürnberg Messe

### 15. bis 17.10.: BBWF

Konferenz für Netzwerktechnik  
[broadbandworldforum.com](http://broadbandworldforum.com), Amsterdam

### 23. bis 25.10.: VR Days Europe

Konferenz für Virtual Reality  
[vrdays.co](http://vrdays.co), Amsterdam, Niederlande

### 24. bis 27.10.: Spiel

Messe für Gesellschaftsspiele  
[spiel-messe.com](http://spiel-messe.com), Messe Essen

## 28. bis 30.10.: DILK

Kongress für IT-Leiter  
[deutscher-it-leiterkongress.de](http://deutscher-it-leiterkongress.de), Düsseldorf

## 28. bis 30.10.: Open Source Summit

Konferenz für Open-Source  
[events.linuxfoundation.org](http://events.linuxfoundation.org), Lyon, Frankreich

## 29. bis 31.10.: CeBIT

Messe für IT-Technik  
[cebit.com.au](http://cebit.com.au), Sydney, Australien



## November

### 2. bis 6.11.: Adobe Max

Adobe-Hausmesse  
[max.adobe.com](http://max.adobe.com), Los Angeles, USA

### 4. bis 7.11.: Web Summit

Startup- und Tech-Konferenz  
[websummit.com](http://websummit.com), Lissabon, Portugal

### 12. bis 15.11.: Productronica

Messe für Elektronik  
[productronica.com](http://productronica.com), Messe München

### 17. bis 22.11.: SC19

Konferenz für Supercomputer  
[sc19.supercomputing.org](http://sc19.supercomputing.org), Denver, USA

### 21. bis 24.11.: Modell + Technik

Messe rund um Modellbau  
[messe-stuttgart.de/modellundtechnik](http://messe-stuttgart.de/modellundtechnik)

## Dezember

### 2. bis 6.12.: AWS Re:Invent

Konferenz für Amazon Web Services  
[reinvent.awsevents.com](http://reinvent.awsevents.com), Las Vegas, USA

### 9. bis 14.12.: NeuRIPS

Konferenz zu künstlicher Intelligenz  
[neurips.cc](http://neurips.cc), Vancouver, Kanada

### 27. bis 30.12.: 36C3

Treffen des Chaos Computer Clubs  
[events.ccc.de](http://events.ccc.de), Messe Leipzig (unbestätigt)

# Fata Morgana

## Mysteriöses Verschwinden der FaceTime-Funktion beim iPhone X



**Wer ein 1200 Euro teures Smartphone erwirbt, möchte es auch uneingeschränkt nutzen. Bei Apple ist das aber nicht immer garantiert.**

**Von Tim Gerber**

**M**ichael H. ist beruflich oft unterwegs. Für seine Firma, ein großes deutsches Metallunternehmen, betreut er ein Großprojekt im arabischen Katar. Anfang 2019 wird er deshalb zusammen mit Frau und Kindern für drei Jahre ganz in den Golfstaat umziehen. Schon Anfang November reiste er für zwei Wochen in den wohlhabenden Ölstaat, unter anderem um seinen bevorstehenden Umzug vorzubereiten. Damit seine Frau und er auch

nach dem Umzug und auf den vielen Reisen noch gut Kontakt mit der Heimat halten können, besorgte er für sich und seine Frau zwei iPhones mit Dual-SIM-Funktion. Eine SIM-Karte ist fest im Gerät integriert, eine weitere, zusätzliche Karte kann in den herkömmlichen Slot eingelegt werden.

So erwarb er kurzentschlossen für seine Frau in Katar bei ooredoo ein iPhone XR für umgerechnet 840 Euro. Bei ooredoo

handelt es sich um einen lokalen Telekommunikationsanbieter mit in etwa der Bedeutung, wie sie die Deutsche Telekom hierzulande genießt. Für sich selbst erworb Michael H. ebenfalls in Katar bei Carrefour ein iPhone XS Max für umgerechnet knapp 1200 Euro. Bei Carrefour handelt es sich um den Ableger eines großen französischen Handelskonzerns, der in Katar ungefähr so bekannt ist wie hier die Handelskette Real.

Sein eigenes iPhone nahm Michael H. noch vor Ort in Katar mit einer Prepaid-Karte in Betrieb und erfreute seine Familie daheim mit einem Video-Telefonat über Apples FaceTime-Funktion. Doch kaum war Michael H. wieder zu Hause in Deutschland, konnte er keine FaceTime-Telefonate mehr führen. Nach einem Neustart des iPhones verschwand sogar die App von seinem Smartphone und ließ sich nicht einmal mehr im App-Store von Apple finden.

Enttäuscht und verwirrt wandte sich Michael H. nun an den Apple-Support. Dort war man zunächst ratlos und eskalierter seinen Fall auf das nächst höhere Service-Level. Ob er das iPhone im Ausland erworben habe, wollte die Supportmitarbeiterin dort wissen. Dann könnte es sein, dass FaceTime nicht funktioniere. Darüber hätte er sich vor dem Kauf informieren müssen. Das beschriebene Verhalten sei bei iPhones aus Saudi-Arabien normal und nicht etwa eine Fehlfunktion. Nun hatte Michael H. sein iPhone aber in Katar gekauft und nicht im benachbarten – und politisch verfeindeten – Saudi-Arabien. Es sei jedenfalls der „arabische Raum“, sagte die Mitarbeiterin, und der Kunde könne von Apple in Deutschland jedenfalls kein Austauschgerät für ein ausländisches Gerät bekommen.

Michael H. kam das ganze Herumgerede mit Saudi-Arabien, dem „arabischen Raum“ und Katar doch recht spanisch vor, zumal er eindeutige Hinweise auf Einschränkungen der FaceTime-App in Katar auch auf den Webseiten von Apple nicht finden konnte. Solche Einschränkungen für Katar gibt es laut Apple beim iPhone auch gar nicht. Für welches Land sein iPhone tatsächlich gebaut wurde, wollte ihm die Support-Mitarbeiterin aber nicht sagen. Das dürfe sie nicht. Da er bei dem Hersteller-Support keine weitere Unterstützung fand, wandte sich Michael H. an c't.



## Viele Fragen

Wir fragten am 19. November bei der Pressestelle von Apple an und wollten wissen, was es mit dem Phänomen der von selbst verschwindenden FaceTime-App auf sich hat. Warum verschwand die zunächst anstandslos funktionierende App so mir nichts, dir nichts? Gibt es tatsächlich Einschränkungen für Katar? Und wenn ja, wäre es Apple nicht möglich, diese Einschränkungen für seinen deutschen Kunden aufzuheben und seinem iPhone zu vollem Funktionsumfang zu verhelfen? Oder ihm ein Austauschgerät anzubieten – vor allem wenn es sich um einen Bug und kein Feature handeln sollte?

Am 22. November teilte Apple uns mit, dass es für Katar tatsächlich keine Einschränkungen hinsichtlich der FaceTime-Nutzung gebe. Nun wollte man allerdings wissen, wo Michael H. seine iPhones gekauft hatte. Der war inzwischen nochmals nach Katar gereist und stellte dort mit freudiger Überraschung fest, dass er die FaceTime nun erneut im App-Store finden und installieren

konnte. Und siehe da, wie in Tausendundeiner Nacht verzaubert, funktionierte die Videotelefonie wieder. Allerdings nur, bis Michael H. wieder in Deutschland war. Apples Analyse: Da er sein iPhone XS Max bei einem nicht autorisierten Händler in Katar gekauft hatte, könne Apple ihm trotzdem nicht helfen. Der Konzern könnte nicht sagen, woher der Händler das iPhone XS Max bezogen habe. Der Kunde müsse sich an den Händler, also Carrefour, wenden und mit diesem klären, wie er das Problem lösen kann.

## Arabischer Herbst

Mit dieser Antwort hatte Apple allerdings aus unserer Sicht mehr Fragen aufgeworfen als beantwortet: zum Beispiel inwie weit die Garantie, die Apple weltweit auf seine Produkte einräumt, davon abhängen soll, wo man sein iPhone kauft. In den Garantiebedingungen, auf die sich die PR-Abteilung von Apple berief, heißt es sogar ausdrücklich, dass die Garantie zusätzlich zu den gesetzlichen Verbraucherrechten im Land des Kaufs oder am Wohnort des Käufers gelte und in Anspruch genommen werden könne. Dass diese Garantie nur dann gelten sollte, wenn man das iPhone bei einem be-

stimmten Händler gekauft hätte, haben wir darin nicht gefunden. Und auch auf ausdrückliche Nachfrage konnte Apple uns das nicht darlegen. Es wäre zudem fraglich, ob solche Einschränkungen vor einem deutschen Gericht bestand hätten, wo § 443 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) den Garantiegeber ähnlich verpflichtet wie den Verkäufer.

Eine weitere Auskunft Apples sorgt für noch mehr Verwirrung: Auf Geräten, die in Saudi-Arabien, Pakistan und den Vereinigten Arabischen Emiraten, einschließlich Dubai, erworben wurden, sei FaceTime nicht verfügbar oder werde möglicherweise nicht angezeigt. Unter iOS 11.3 oder neuer ist FaceTime jedoch auf dem iPhone, iPad und iPod touch in Saudi-Arabien verfügbar. Demnach müsste das nigelnagelneue iPhone von Michael H. mit seinem iOS 12 bestens funktionieren – inklusive FaceTime. Tut es ja auch, nur eben nicht hier in Deutschland. Auch wenn man die nicht ganz eindeutige Auskunft Apples so verstehen will, dass FaceTime ab iOS 11.3 ausschließlich in Saudi-Arabien funktioniert, wenn das iPhone für dieses Land produziert wurde, erklärt dies nicht, warum es ausgerechnet in Katar funktioniert, obwohl der Golfstaat mit der restlichen arabischen Welt verfeindet ist, nicht jedoch in Deutschland, das beste Geschäfte mit dem saudischen Königshaus macht.

## Service-Wüste

Warum Apple überhaupt derartige Einschränkungen von Funktionen seines iPhones in bestimmten Ländern vornimmt und wie man das bewerten will, sei einmal dahingestellt. Für den Kunden nachvollziehbar ist es jedenfalls nicht: Ein für den Markt von Saudi-Arabien vorgesehenes iPhone funktioniert in dessen verfeindetem Nachbarstaat Katar anstandslos, in Deutschland aber nur einschränkt. Wie das kommt, ob das so gewollt ist oder mehr ein technisches Versehen, wissen wir nicht.

So lässt Apple Kunden wie Michael H. verwundert im Regen stehen. Schließlich hätte Apple das iPhone in solch einem eher seltenen Fall auch einfach mal aus Kulanz austauschen können, um das Mysterium zu beenden. Michael H. wird sich nach dieser Erfahrung jedenfalls schwer überlegen, ob er sich von Apple jemals wieder für über 2000 Euro in die Wüste schicken lässt. (tig@ct.de) **ct**



# Falschzähler

## Die Autoindustrie schwächelt im Kampf gegen Tachobetrug

**Die EU verlangt seit dem ersten September für alle Pkws die systematische Absicherung gegen Tachomanipulationen. Doch die Hersteller schweigen sich aus, ob und wie sie das umsetzen. Der Gebrauchtwagenkäufer hat das Nachsehen.**

**Von Christiane Schulzki-Haddouti**

**S**pätestens wenn es um das vernetzte oder autonome Fahren geht, spielt die IT-Sicherheit in Fahrzeugen eine entscheidende Rolle. Wie schwer sich die Herstel-

ler mit diesem Thema tun, lässt sich an der schleppenden Umsetzung einer geltenden EU-Vorgabe sehen.

Dabei sind die gesetzlichen Anforderungen gering. Um Manipulationen des Tachos – Wegstreckenzähler im EU-Deutsch – zu verhindern, verlangt die EG-Typgenehmigung 2017/1151 seit September 2017 von den Automobilherstellern, „systematische Techniken zum Schutz gegen unbefugte Benutzung sowie Schreibschutzvorrichtungen anzuwenden, die die Integrität des Kilometerstands sichern“. Damit wurde erstmals eine IT-Sicherheitsfunktion zum festen Bestandteil des Kfz-Zulassungsverfahrens erhoben. Bis September 2018 gab es eine Übergangsregelung, die nur wenige Fahr-

zeugklassen erfasste. Nun aber fallen alle Pkws, Wohnmobile sowie Geländewagen und Transportfahrzeuge bis zu einer zulässigen Gesamtmasse von 3,5 Tonnen unter die EU-Vorgabe.

Ob die Automobilhersteller und -zulieferer auf diese Anforderungen vorbereitet sind, ist fraglich. Sie setzten sich während der Koalitionsverhandlungen im Winter vehement für eine kostengünstigere Lösung ein: Lobbyisten gelang es im Koalitionsvertrag der schwarz-roten Bundesregierung sicherzustellen, dass der Tachobetrug statt mit kostenintensiver Hardware auch „mit neuen Open-Data-Möglichkeiten“ bekämpft werden darf. Statt durch Krypto-Hardware ließe sich der Schutz vor Tachomanipulation nach Auffassung der Hersteller auch durch reine Datenbanklösungen umsetzen, wie sie beispielsweise der Big-Data-Auswerter Arvato und die Prüfgesellschaft DEKRA seit Jahren fordern. Der Tachostand wäre für sie der Einstieg in das vermutlich lukrative Geschäft mit Fahrzeugdaten, für welches das Bundesverkehrsministerium ein noch wesentlich weitreichenderes Recht auf Dateneigenum erfinden will (siehe c't 11/2017, S. 30).

Doch dieser aus Sicht von Sicherheitsexperten weichgespülte Ansatz ist inzwischen vom Tisch: Das Kraftfahrzeug-Bundesamt (KBA) stellte im Juli schriftlich klar, dass die Hersteller für den Nachweis der Manipulationssicherheit darlegen müssen, wie sie „den kryptografischen Manipulationsschutz, die Manipulationserkennung und den separaten Abgleich unterschiedlicher Steuergeräte“ gestalten. Ohne verbesserte Krypto-Hardware ist dies nicht zu bewerkstelligen. Dem Vernehmen nach löste die im Technikportal des KBA veröffentlichte Mitteilung unter zuständigen technischen Mitarbeitern verschiedener Automobilhersteller große Sorge aus. Akzeptiert das KBA nämlich die von ihnen vorgelegte Lösung nicht, dürfen die betroffenen Neuwagen streng genommen keine Zulassung erhalten.

Gegenüber c't betonte eine Sprecherin des KBA, dass die Hersteller bezüglich der Tachosicherungsvorgaben „alle Anforderungen“ der „aktuellsten Fassung“ erfüllen müssten: „Wenn diese nicht erfüllt werden, wird vom Kraftfahrt-Bundesamt keine Genehmigung erteilt.“ Eine Mitte August vom KBA veröffentlichte Liste der Typzulassungen zeigt zumindest, dass die deutschen Automobilhersteller auch nach dem Stichtag 1. September 2017 weiter Zulassungen erhalten haben.

## Nachgehakt

Auf Nachfrage von c't, wie es um die konkrete Umsetzung der EU-Vorgabe bestellt sei, sah sich zunächst nur die Daimler AG im Stande, grobe Details zur technischen Umsetzung des Manipulationsschutzes darzulegen. So erklärte ein Sprecher, dass man mit Anlauf der aktuellen E-Klasse bereits ab April 2016 alle neu typ zugelassenen Baureihen mit zusätzlichen Sicherheitsmechanismen ausgestattet habe. Dabei bestätigte er, dass es einen „kryptografischen Manipulationsschutz zwischen verschiedenen Steuergeräten“ gibt und dass die Wegstrecke separat von mehreren Steuergeräten ermittelt wird.

Außerdem gebe es einen Hardware-Manipulationsschutz durch einen geschützten Mikrocontroller beziehungsweise ein Hardware-Secure-Module (HSM). Wird eine versuchte Manipulation durch die Steuergeräte erkannt, werde dies auch dem Endkunden im Display sichtbar gemacht. Eine Zertifizierung der Lösung nach Common Criteria, wie sie unter anderem der ADAC fordert, sei allerdings nicht geplant. Gerade diese wäre möglicherweise angesagt, da es bereits seit 2017 im Internet Angebote gibt, auch die vom Daimler-Sprecher erwähnte E-Klasse zu manipulieren beziehungsweise einen so genannten Kilometerblocker einzusetzen. Dieser unterdrückt das Weiterzählen des Kilometerstandes in allen beteiligten Steuergeräten und friert ihn somit ein.

Die Volkswagen AG nahm sich für ihre Antwort viel Zeit. Nach zwei Wochen erklärte ein Sprecher etwas wolkig, dass es sich bei den Sicherheitsvorkehrungen gegen Manipulationen um einen „ständigen Wettlauf der Technologien“ handele – ein Argument, das der Hersteller schon seit einigen Jahren anführt. Die Wegstreckenzähler-Anzeigen seien „im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen geprüft und abgenommen“ worden. Gleichwohl bat der Sprecher um Verständnis, zur Art der Absicherung nichts sagen zu können: „Zu sicherheitsrelevanten Umfängen machen wir keine technische Aussage, da entsprechende Informationen zum Nachteil unserer Kunden genutzt werden könnten.“

Auch BMW äußerte sich nach mehreren Wochen nur wenig konkret, versicherte aber, bereits seit 1993 mit der Markteinführung des 7er-BMWs einen nicht näher definierten Manipulationsschutz eingeführt zu haben. Inzwischen hätten alle BMW-, Mini- und Rolls-Royce-Modelle dasselbe Schutzniveau. Der Kilometer-

Diagnosegeräte wie das DiagProg4 lassen sich bei vielen Modellen auch zur Manipulation des Wegstreckenzählers einsetzen.



Bild: ADAC

stand wird bei BMW auf mehreren Steuergeräten abgelegt. Ein Zugriff auf die OBD-Schnittstelle mit einem Software-Tool reicht nicht aus, auch Hardware-Manipulationen sind notwendig. Den Zugriff versucht BMW hardwareseitig mit Verklipsungen und Siegeln zu erschweren.

Einige der Steuergeräte legen den empfangenen Kilometerstand verschlüsselt in HSM-Modulen an unterschiedlichen Stellen im Fahrzeug. Der berechnete Kilometerstand wird derart in einem speziellen Speicherbereich des EEPROM abgelegt, dass er nur durch höhere Werte überschrieben werden kann. Das soll ein nachträgliches Absenken der Laufleistung verhindern.

Eine mögliche technische Alternative ist das von der Berliner Next Big Thing AG entwickelte Betriebssystem „weeve OS“, das derzeit aber noch nicht bei den Automobilherstellern im Einsatz ist. Es wird parallel zu den im Fahrzeug verbauten Systemen auf einer eigenen Hardware betrieben. Es misst die Prozesse der Anwendungen, die auf dem aktiven Betriebssystem laufen, und gleicht die Werte mit prognostizierten Werten ab. Erkennt das System Differenzen, geht es davon aus, dass eine Manipulation stattgefunden hat.

Der ADAC setzt sich klar für eine andere Speicherung des Kilometerstandes im Auto ein. Reinhard Kolke, Leiter des ADAC Technikzentrums Landsberg am Lech, erklärte gegenüber c't: „Nur ein zuverlässig erfasster und gespeicherter Kilometerstand ist ein sicherer Kilometerstand.“ Dies sei nach Berechnungen des Automobilclubs gegenüber externen Datenbanken sogar die kostengünstigste Lösung. Die Sicherheit könne durch Hardware-Secure-Module (HSM) und eine neutrale Zertifizierung, etwa nach Common Criteria durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informa-

tionstechnik (BSI), gewährleistet werden (siehe c't 21/2017, S. 174). Die HSM-Module werden in gewöhnliche Mikrocontroller integriert und seit mehreren Jahren standardmäßig in Neuwagen verbaut. Die Mehrkosten für die Automobilhersteller seien daher reine Software-Kosten.

Kolke zeigt sich gegenüber anderen Konzepten skeptisch: „Andere Methoden wie Datenbanken oder Blockchain-Technologie mögen zwar in sich sicher sein. Doch sie können nicht prüfen, ob die dort eingespeisten Kilometerstände wirklich stimmen.“ So hat der ADAC schon vor Jahren den ersten bewiesenen Fall vorgelegt, in dem ein Kilometerstand trotz Eintrag in eine Datenbank manipuliert war – weil dies bereits vor dem ersten Datenbankeintrag geschah. Kolke erinnert daran, dass die neue EG-Typgenehmigung unmittelbar auch in Deutschland gelte, und stellt klar: „Die Umsetzung der Maßnahmen durch die Hersteller muss das Kraftfahrt-Bundesamt durchsetzen.“

## Fazit

Mit der Fahrzeugzulassung steht für die Hersteller viel auf dem Spiel. Die Anforderungen des Kraftfahrt-Bundesamts sind eindeutig. Aber nur wenn sich die Hersteller auf ein Zertifizierungsverfahren nach Common Criteria einlassen und damit auch Transparenz gegenüber den Kunden herstellen, gewinnen ihre Lösungen an Vertrauenswürdigkeit. „Security by Obscurity“ mag bei rein hardwarebasierten Lösungen funktionieren, doch sobald die Fahrzeuge vernetzt sind, genügt das nicht mehr. Die Autoindustrie muss die einfache Aufgabe, dem Tachobetrug den Garaus zu machen, zuverlässig meistern. Nur dann werden die Kunden auch Vertrauen in das komplett vernetzte Auto der Zukunft fassen.

(sha@ct.de) **ct**

# Schwere Wolken

Warum Cloud Computing boomt



**Cloud Computing im Trend ..... Seite 44**  
**Cloud-PCs im Test ..... Seite 46**  
**Wie Cloud-PCs funktionieren ... Seite 54**

## IaaS, VDI, PaaS: Cloud Computing liegt schwer im Trend, inklusive vieler hochrabender Abkürzungen. Neu ist, dass die Cloud nicht mehr nur ein Unternehmensthema ist – es gibt auch immer mehr Angebote für Otto-Normal-PC-Benutzer. c't gibt Orientierung in der dichten Wolkendecke.

Von Jan-Keno Janssen

Der PC ist tot“ – dieser Spruch kursiert seit Jahren in der Technikwelt. Er stimmt allerdings nicht: Die Verkäufe von echten, physischen Rechnern geht zwar zurück, dafür zieht jedoch die Nutzung virtueller Computer in der Cloud immer stärker an. Die Branche knackt schon 2021 die 200-Milliarden-US-Dollar-Umsatzmarke, sagen die Analysten von Gartner voraus. Zum Vergleich: Mit physischer Computer-Hardware wurden laut Ibisworld in diesem Jahr 271 Milliarden Dollar umgesetzt.

Auch für Privatanwender wird Cloud-Computing immer interessanter – etliche Cloud-PC-Dienstleister vermieten inzwischen leistungsstarke PCs für rechenintensive Aufgaben wie Spiele, 4K-Videoschnitt oder 3D-Modeling. Damit lassen sich nicht nur alte Rechner länger nutzen, sondern auch Systemgrenzen überwinden: Windows-Software läuft unter Linux und auf dem Mac. Und plötzlich taugt sogar das alte Billig-Notebook oder das Android-Tablet für die neuesten Spiele.

All das funktioniert so flüssig, dass man als Benutzer den Unterschied zu einem lokalen High-End-PC gar nicht bemerkt – zumindest behaupten das die Anbieter (Test ab Seite 46). Auf Seite 54 lesen Sie, wie das Ganze technisch funktioniert.

### Fernschreiber

Die Idee, den Computer nicht direkt beim Nutzer aufzustellen, sondern in einem speziellen (Server-)Raum, ist fast so alt wie der Computer selbst: In den sechziger Jahren kommunizierten viele Rechner über Fernschreiber (Teletypewriter), später kamen dann die sogenannten „Glass Teletypes“ mit Bildröhre und Tastatur. Solche Terminals blieben bis zum Personal-Computer-Boom Anfang der 80er-Jahre Standard. In den 90ern versuchte Sun mit eigenen Network-Computern, die auf Server zugriffen, den PC zu verdrän-

gen – vergeblich. Nach rund vierzig Jahren Desktop-PC gibt es nun einen neuen Ansatz, den Rechner wieder in die Serverräume wandern zu lassen – diesmal allerdings über Internet mit dem eigenen „Terminal“ verbunden statt über ein lokales Netz.

Rechenkapazität zu mieten, statt sie sich in Form von physischen Computern zu kaufen, ist in den letzten Jahren vor allem ein Unternehmensthema gewesen. Zu den Pionieren gehörte der Internethändler Amazon, der 2006 seine „Amazon Web Services“ (AWS) gründete und die „Elastic Compute Cloud“ (EC2) vorstellte – AWS ist bis heute Marktführer beim Cloud-Computing. Zwei Jahre später kam Google mit seiner App Engine, 2010 startete Microsoft mit Azure. Das sind die drei größten Akteure in der Wolke, sie alle bieten als grundlegende Dienstleistung IaaS an, also „Infrastructure as a Service“, sprich: Braucht man ein bisschen (oder viel) Rechenpower oder Speicherplatz, kann man sich diese einfach kurzfristig mieten und damit den eigenen Rechner beziehungsweise die eigene Rechnerfarm unterstützen. Auf IaaS bauen etliche andere „aaS“ auf, von A (AaaS, Analytics as a Service) bis Z (ZaaS, Zenoss as a Service, für Netzwerk-Monitoring), Kuriösitäten wie MaaS (Malware as a Service) inklusive.

Am bekanntesten dürfte allerdings SaaS (Software as a Service) und PaaS (Platform as a Service) sein. Letzteres ist quasi die mittlere Schicht zwischen IaaS und SaaS – Laufzeitumgebungen sind beispielsweise oft PaaS.

Immer populärer wird auch die Verlegung des Desktop-PCs in die Cloud (Desktop as a Service, DaaS) – zum Beispiel für klassische Büroarbeitsplätze. Admins müssen sich dann nicht mehr darum kümmern, das von den Mitarbeitern genutzte Betriebssystem abzusichern beziehungsweise aktuell zu halten. DaaS ist sozusagen das Rundum-Sorglos-Desktop-

Paket aus der Cloud. Die häufig synonym verwendete VDI-Technik (Virtual Desktop Infrastructure) setzt dagegen auf eigene Administration.

### Latenz und Grafik

Die uns bislang bekannten Clients für DaaS oder VDI hatten allerdings gemeinsam, dass sie nicht für grafikintensiven und verzögerungsarmen Betrieb optimiert waren. Sprich: Tabellenkalkulation ist kein Problem, Videoschnitt oder sogar Spiele klappten nicht. Das Gleiche galt für das Windows-Fernzugriffsprotokoll RDP (Remote Desktop Protocol) und VNC-Lösungen (Virtual Network Computing) wie TeamViewer.

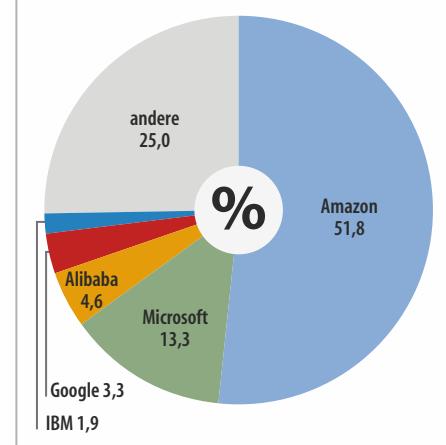
Die ab Seite 46 getesteten Dienste sind dagegen allesamt auf latenzarmen Betrieb getrimmt. Sie geben den Bildschirminhalt als Videostream aus, kodiert wird der Stream in Quasi-Echtzeit direkt auf der GPU des Cloud-PCs im Rechenzentrum – und das dank spezialisierter Recheneinheiten in den Grafikchips sogar ohne kostbare Rendering-Leistung abzuknapsen.

Das funktioniert erstaunlich gut. Allerdings, und das ist zurzeit noch das größte Problem, nur mit stabilem, latenzarmem und schnellem Internetzugang. Alles unter 25 Mbit/s macht wenig Spaß. Sind die Voraussetzungen jedoch erfüllt, kann der Wolken-PC tatsächlich eine sinnvolle Alternative zum eigenen Rechner sein.

(jkj@ct.de) ct

### Marktanteile der Cloud-Anbieter

So sah der weltweite Cloud-Markt 2017 aus: Amazon ist mit seinen AWS-Dienstleistungen klarer Marktführer, aber Microsoft macht Dampf und schaffte gegenüber 2016 ein Wachstum von 98 %.





# Wolkig mit Aussicht auf Gaming

**Cloud-PCs, mit denen man auch auf alten Rechnern aktuelle Spiele spielen, 4K-Videos schneiden und vieles mehr kann**

**Mieten statt kaufen: Wer nur hin und wieder einen leistungsstarken Windows-PC braucht, streamt ihn sich einfach aus der Cloud. Damit kann man dann sogar auf einem zehn Jahre alten Notebook oder auf einem langsamem Android-Tablet 4K-Videos schneiden und am MacBook aktuelle Spiele mit vollen Details spielen – wenn die Internetverbindung schnell und stabil genug ist.**

**Von Jan-Keno Janssen**

**N**a, was fällt dir auf?, frage ich die Kollegin, die ich an meinen Rechner eingeladen habe. Sie klickt herum, startet einen Browser, dann ein Spiel und läuft darin ein wenig durch die Gegend. „Nix“, entgegnet sie, „was soll mir auffallen?“ „Das ist nicht mein PC, du siehst einen Videostream von einem Rechner, der in Amsterdam steht“, sage ich triumphierend.

Dass man sich einen fremden Desktop über Internet oder das lokale Netz auf den Bildschirm holen kann, ist ein alter Hut – schon Windows XP hatte standardmäßig eine RDP-Software eingebaut (Remote Desktop Protocol). Nur war das Ganze nicht nur ziemlich lahm, sondern

funktionierte auch nicht mit grafisch anspruchsvollen Anwendungen. Wenn Spiele damit überhaupt liefen, ruckelten sie, außerdem war die Bildausgabe häufig unangenehm verzögert.

## **Unterschied nicht spürbar**

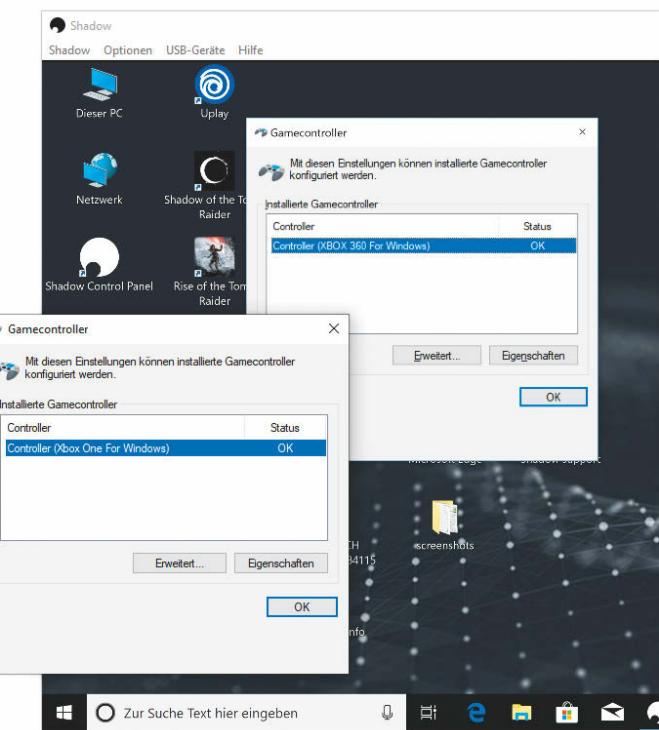
Dass man inzwischen den Cloud-Desktop nicht vom lokalen unterscheiden kann – und zwar nicht einmal beim Spielen –, das war für uns das größte Aha-Erlebnis der aktuellen Cloud-PC-Generation; und Grund, dem Thema eine Titelstory zu widmen. Praktisch ist das Ganze nicht nur, um PC-Antiquitäten weiter nutzen zu können, sondern auch, um Systemgrenzen zu überwinden: Ein Windows-Cloud-

PC lässt sich nämlich oft auch aufs Android-Smartphone, auf den Linux-PC oder den Mac holen.

Etliche Cloud-Dienstleister für Privatanwender sind in den letzten Monaten aus dem Boden geschossen. Viele davon fokussieren sich ausschließlich auf Spielestreaming, andere stellen einen komplett frei nutzbaren Windows-Rechner zur Verfügung. Darauf kann man auf Wunsch Spiele spielen – aber auch andere CPU- und Grafik-lastige Anwendungen nutzen, beispielsweise Videoschnittprogramme oder 3D-Modeling-Software. Für diesen Test haben wir uns auf Anbieter beschränkt, die einen freien Windows-Desktop anbieten. Dienstleistungen wie Vortex Cloud Gaming, GeForce Now, Sonys PlayStation Now und Googles Project Stream lassen wir in diesem Test außen vor, sie unterstützen kein BYOG („Bring your own Games“), sondern streamen lediglich einzelne Spieletitel. Unsere Erfahrungen mit diesen Spiele-Spezialanbietern stehen im Kasten auf Seite 48.

Ausführlich getestet haben wir die Angebote von Shadow, Liquidsky und Parsec. Während Shadow – betrieben vom französischen Unternehmen Blade SAS – und Liquidsky eigene Client-Software entwickeln und eigene Cloud-PCs in Rechenzentren hosten, beschränkt sich Parsec auf die Client-Software. Als Host-Rechner nutzt Parsec hierzulande die Cloud-Infrastruktur von Amazon Web Services und Paperspace. In den USA bietet Parsec auch einen Cloud-Rechner von Microsoft Azure an. Bei Parsec können Nutzer zwischen vier ganz unterschiedlich ausgestatteten Cloud-PCs wählen (jeweils zwei bei Amazon und Paperspace), bei Shadow und Liquidsky gibt es nur eine Geschmacksrichtung.

**Etwas irritierend:**  
Der per USB an den lokalen Rechner angeschlossene Gamecontroller wird im lokalen Windows korrekt erkannt, heißt im Cloud-Windows aber anders – vermutlich, weil eine Emulation zum Einsatz kommt.



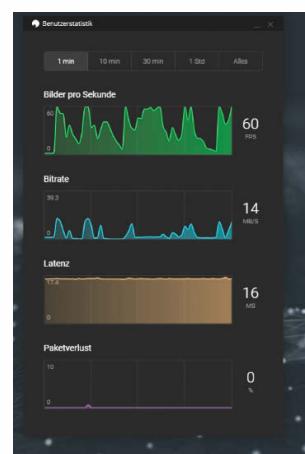
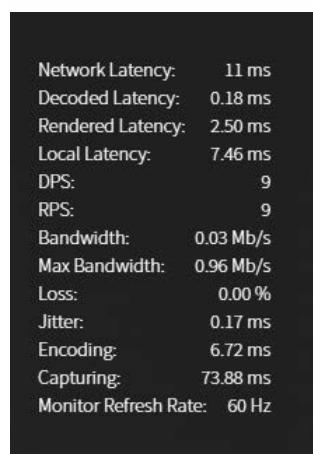
Unter der Haube ähneln sich alle Anbieter stark: Sie alle arbeiten nicht mit dem Remote-Desktop-Protocol, sondern mit proprietären Clients, die einen Video-Stream anzeigen. Sprich: Die Tastatur-, Maus- und Gamepad-Steuerbefehle des Nutzers gehen übers Netz an den Cloud-PC im Rechenzentrum, werden dort verarbeitet und als Video und wieder zurück an den Client geschickt. Dass das verzögerungsarm funktioniert, liegt vor allem daran, dass die Grafikkarte des Cloud-PCs die Bildausgabe quasi in Echtzeit mit dem Videocodec H.264 kodiert. Die verwendeten GPUs können das in Hardware, ohne die fürs Rendering verwendeten Shader zu beanspruchen – die Grafikleistung verringert sich also durchs Encoding

nicht. Bislang kam das Hardware-Videoencoding vor allem beim Spielestreaming auf Twitch oder YouTube zum Einsatz. Shadow und Parsec beherrschen auch den effizienteren Codec H.265; das spart Bandbreite, wirkt sich allerdings negativ auf die Latenz aus.

## Ältliche Nvidia-GPUs

Alle getesteten Anbieter verwenden Nvidia-GPUs: Während Liquidsky noch auf Tesla-M60-Chips der 2015er Maxwell-2.0-Architektur setzt (GM204), kommen bei Shadow Quadro-P5000-GPUs der 2016er Pascal-Generation zum Einsatz (GP104). Bei Parsec kann man wählen: Wer sich für einen Cloud-PC aus der Amazon-Cloud entscheidet, bekommt den M60, bei Paperspace gibts den flotteren P5000. Cloud-PCs mit den aktuelleren Volta- und Turing-Architekturen haben wir nicht gefunden, ebenso wenig welche mit AMD-GPUs.

Obwohl alle Anbieter mit „High-End“-Grafikleistung werben, können sie mit aktuellen 1000-Euro-Gaming-Karten nicht mithalten. Zudem kommen Treiber zum Einsatz, die nicht so stark und häufig für Spiele optimiert werden. Die schnelleren Cloud-PCs mit P5000-GPU (Shadow und Paperspace-Parsec) sind in Sachen Grafikleistung in etwa mit Nvidias GTX 1070 und AMDs Vega56 vergleichbar, die etwa 400 Euro kosten. Die langsameren Cloud-PCs mit M60 (Liquidsky und Amazon-Parsec) erreichen nicht ein-

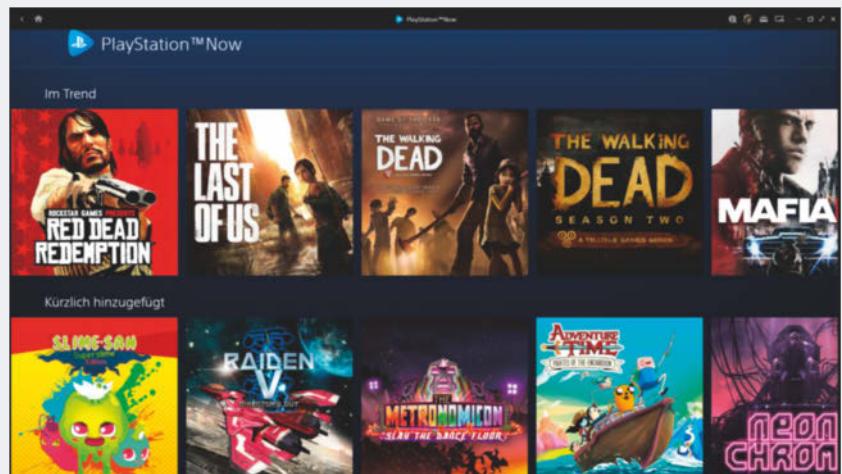


Liquidsky und Shadow zeigen auf Wunsch ausführliche Statistiken an. Die Latenzwerte wirken allerdings ausgewürfelt.

## Playstation Now und GeForce Now: Gaming über die Cloud

Wer nur spielen will und keinen „echten“ Windows-Desktop braucht, ist vielleicht mit reinen Cloud-Gaming-Plattformen besser bedient. Die beiden hierzulande bekanntesten sind GeForce Now von Nvidia und Playstation Now von Sony. Erstere ist zurzeit nur für Beta-Tester zugänglich, die sich bei Nvidia anmelden müssen. Es kann mehrere Monate dauern, bis man von der Warteliste ins Beta-Programm rückt. Der Dienst ist während der Beta-Phase kostenlos, man muss die Titel allerdings besitzen, die man spielen will. Konkret funktioniert das über die Appstores Steam (Valve), Uplay (Ubisoft) oder Battle.net (Blizzard). Laut Nvidia werden zurzeit 400 Spiele unterstützt. Die Client-Software gibt es für Windows, macOS und Nvidias Android-Spielkonsole Shield.

Sony's Streamingdienst Playstation Now ist seit Ende 2017 offiziell in Deutschland verfügbar, in den USA wird er seit 2014 angeboten – eigentlich genug Zeit, um an der Technik zu feilen, aber zum Deutschland-Start funktionierte PS Now bei unseren Tests mehr schlecht als recht: Spiele, die nicht laden wollten, Kompressionspixelbrei und Ruckler störten uns damals. Inzwischen funktioniert der Streamingdienst



Red Dead Redemption ist niemals für den PC erschienen, mit Playstation Now kann man den Titel aber zumindest unter Windows als Stream spielen.

besser, zumindest hatten wir keine Probleme mehr mit Bildqualität und Performance. Allerdings darf man keine Grafikwunder erwarten: Die Auflösung ist auf 720p begrenzt, außerdem werden hauptsächlich Spiele für Playstation 2 und 3 angeboten – allerdings inklusive Klassikern wie Red Dead Redemption 1 und The Last of Us. Playstation Now läuft nicht nur auf Sony-Spielkonsolen,

sondern auch unter Windows. Damit kommen PC-Nutzer erstmals in den Genuss von Playstation-exklusiven Titeln. Auf der Playstation 4 haben PS-Now-Kunden bei einigen Spielen auch die Möglichkeit, sie lokal zu installieren statt zu streamen. Die Titel verschwinden allerdings wieder, sobald das PS-Now-Abo gekündigt wird. Der Dienst kostet 14,99 Euro im Monat.

mal die Leistung von 200-Euro-Grafikkarten. Schneller als die von vielen Notebooks und Büro-PCs genutzte integrierte Grafik sind sie aber auf jeden Fall.

Das Gleiche gilt für die CPUs: Zwar bekommt man nicht die Leistung von aktuellen High-End-Prozessoren, aber definitiv mehr Wumms als mit Standard-Notebooks. Am besten schneidet hier der bei Amazon gehostete Parsec-PC ab: Er bietet laut Windows-Systemsteuerung einen Intel Xeon E5-2685 mit 8 Kernen, 16 Threads und 2,3-GHz-Takt – der im Cinebench-Multi-CPU-Benchmark 1141 Punkte liefert. Obendrauf kommen 122 GByte RAM. Am langsamsten ist laut unserer Messungen die CPU des LiquidSky-Cloud-PCs: Hier handelt es sich laut Gerätetypen ebenfalls um eine Xeon-CPU (E5-2690, 2,6 GHz), die aber nur 6 Kerne und 6 Threads anbietet. Cinebench spuckt hier lediglich 569 Punkte aus.

Trotz aller Benchmark-Kritik: Alle getesteten Cloud-PCs sind in der Lage, aktuelle Spiele wie Far Cry 5 oder Shadow of the Tomb Raider mit vollen Details anzuzeigen. Die beiden schnelleren schaffen rund 60 fps und mehr, die beiden langsameren ungefähr 30 Bilder pro Sekunde (frames per second, fps). Videoschnitt machte im Test ebenfalls auf allen Cloud-PCs Spaß.

Prinzipbedingt kann man an den Wolken-Rechnern nur mit Daten arbeiten, die im Netz liegen. Spiele muss man sich über Anbieter wie Steam, Ubisoft Uplay oder EA Origin herunterladen. Eigene Dateien wie Videos bekommt man über einen Cloud-Dienst auf den virtuellen Desktop. Erfreulicherweise sind alle Cloud-PCs im Test sehr schnell angebunden, keiner unserer Geschwindigkeitstests zeigte jemals unter 800 Mbit pro Sekunde (100 MByte/s), zum Teil bekamen wir sogar Werte jenseits der 1 Gbit/s angezeigt.

Beim aktuellen Spieldiener Far Cry 5 (32 GByte Installationsdateien!) vergingen zwischen Klick auf den Download-Knopf und Spielstart bei keinem Anbieter mehr als 7 Minuten.

Problematischer war da schon der verfügbare Plattenplatz. Bei Parsec gibt es in der preisgünstigen Variante lediglich 100 GByte – nicht viel, wenn man bedenkt, dass die Windows-10-Installation alleine 40 GByte frisst – mehr als ein, zwei Spiele kann man hier nicht installieren. Bei LiquidSky gibt es standardmäßig 200 GByte, bei Shadow 250.

Bezahlt wird bei Parsec und LiquidSky pro Stunde (je nach Cloud-PC-Leistung zwischen rund 30 Cent und 1,50 Euro), bei Shadow gibt es eine Flatrate für 30 Euro im Monat.

### Die Sache mit der Latenz

Jeder, der schon einmal in irgendeiner Form mit Fernwartung oder VNC gearbeitet

# Das eigene WordPress-Orchester dirigieren – mit All Flash SSD Power

- ✓ Volle Administrationsfreiheit
- ✓ Garantierte Ressourcen
- ✓ Unlimitierter kostenfreier Traffic
- ✓ Monitoring Service inklusive
- ✓ NEU: Debian 9 & Ubuntu 18.04 LTS

**STRATO empfiehlt!**

## Plesk Smart Updates für WordPress Toolkit

- ✓ Erstellen automatischer Backups
- ✓ Visueller und funktioneller Test durch Smart Updates mit integrierter AI
- ✓ Staging-Umgebung mit einem Klick
- ✓ Einfache Verwaltung mehrerer WordPress-Instanzen

ab 4,76  
€/Monat

## V-Server Linux V40

- 600 GB SSD
- 12 GB RAM garantiert
- 6 CPU vCores
- Anbindung bis zu 500 Mbit/s

**nur 1,-**

€/Monat für 6 Mon.  
danach 15€/Mon.  
Laufzeit 12 Mon.



**plesk**

Mehr Sicherheit bei Ihren WordPress Updates.

Jetzt alle Vorteile sichern:

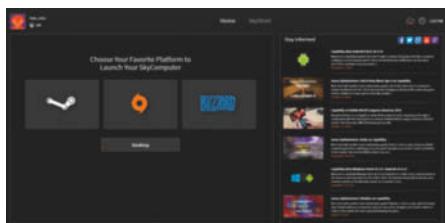
**10% SOFORT  
RABATT**

Gutscheincode jetzt einlösen unter:  
[www.strato.de/server/plesk](http://www.strato.de/server/plesk)

**STRATO**



**strato.de/server**

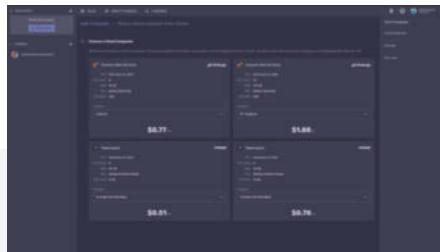


## Liquidsky

Liquidsky ist 2017 an den Start gegangen, sieht aber so aus, als käme es direkt aus den Neunzigern. Der Client spielt bei jedem Start eine kitschige Animation ab, die man jedes Mal manuell abbrechen muss. Auch sonst gefiel uns Liquidsky in Sachen Bedienfreundlichkeit am schlechtesten. Nach dem ersten Start sieht der Windows-Desktop fürchterlich aus: Er wird auf 720p herunterskaliert dargestellt, außerdem läuft der Videostream standardmäßig nur mit 30 fps und 5 MBit/s. Erst nachdem wir uns durch mehrere Hilfedokumente gehangelt hatten, fiel uns das halbtransparente Zwiebel-Symbol oben links auf dem Desktop auf, mit dem man die Voreinstellungen verändern kann. Mit der maximalen Bitrate von 26 MBit/s, 1080p und 60 fps sieht die Darstellung dann deutlich besser aus. Die Auflösung lässt sich leider nicht weiter erhöhen. Ebenfalls ärgerlich: Der Grafiktreiber ist über ein Jahr alt und lässt sich nicht aktualisieren. Spielt man damit beispielsweise Far Cry 5, blendet das Spiel eine „Treiber zu alt“-Meldung ein. Liquidsky hat die höchste Eingabelatenz aller Kandidaten, was man manchmal spüren kann.

Kurios: Liquidsky bietet zwei Geschwindigkeitseinstellungen an, bei der die schnellere zwei „Credits“ pro Minute kostet und die langsamere einen Credit. 3000 Credits kosten 16,54 Euro, also 60 Cent beziehungsweise 33 Cent pro Stunde. Die langsamere Einstellung stellt nur 3 statt 6 CPU-Kerne zur Verfügung, außerdem sind RAM und Grafikspeicher halbiert (6 statt 12 GByte RAM, 2 statt 4 GByte VRAM).

- ⬆️ annehmbare Leistung
- ⬇️ alter Grafiktreiber
- ⬇️ hohe Latenz



## Parsec (Amazon & AWS)

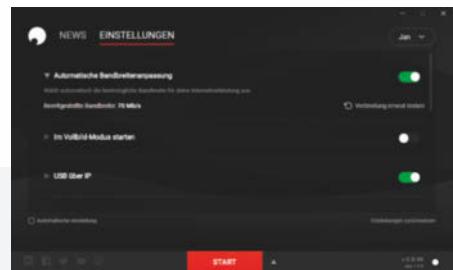
Der Parsec-Client diente ursprünglich nur dazu, Spiele auf dem eigenen (lokalen) Windows-PC auf andere Rechner zu streamen – zum Beispiel, um gemeinsam zu zocken. Man kann Parsec auch als extrem latenzarme Remote-Desktop-Software verwenden.

Inzwischen ist es aber auch möglich, über Parsec schnelle Rechner in der Cloud zu mieten. Hierzulande bietet der Client jeweils zwei unterschiedliche Konfiguration bei Amazon AWS und bei Paperspace an. Wir haben die beiden schnelleren Varianten getestet, Paperspace P5000 und Amazon g3.4xlarge. Der Amazon-PC bietet lediglich eine nicht sonderlich schnelle M60-GPU, dafür aber eine 8-Kern-CPU mit 122 GByte RAM. Mit 2,16 US-Dollar pro Stunde ist die Miete ganz schön teuer. Der Paperspace-Rechner mit P5000-Grafik bietet deutlich mehr Grafikleistung und kostet mit 78 US-Cent nur gut ein Drittel. Bei beiden PCs muss man Plattenplatz dazumieten, das kostet pro mickrige 100 GByte 11 (Amazon) beziehungsweise 7 US-Dollar (Paperspace) im Monat. Für 30 Euro bekommt man also 10 (Amazon) beziehungsweise 34 Stunden (Paperspace) Cloud-PC-Zeit.

Will man die GPU-Treiber über den Installer auf der Nvidia-Seite installieren, zerschießt man sowohl den Paperspace- als auch den Amazon-PC. Für Paperspace klappt das Update zumindest über die Kommandozeile, bei Amazon lässt man den Treiber lieber in Ruhe.

Der Client funktioniert prima und bietet im Unterschied zu den Mitbewerbern als einziger einen problemlos funktionierenden Linux-Port – sogar auf dem Raspberry Pi 3 kann man den Client installieren.

- ⬆️ gute Leistung (Paperspace)
- ⬆️ einfache, problemlose Bedienung
- ⬇️ Plattenplatz kostet extra



## Shadow

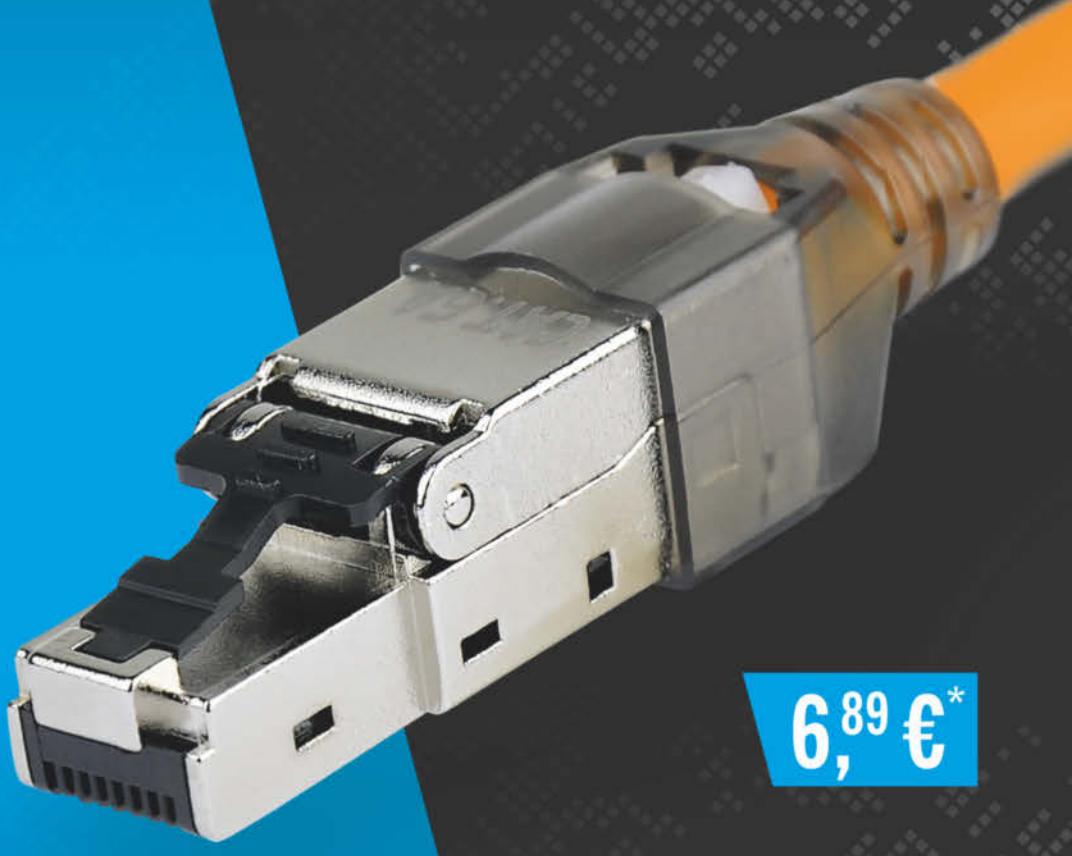
Seit Shadow Ende 2017 an den Start ging, sorgt der französische Dienstleister für Furore in Tech- und Spiele-Blogs – kein Wunder, mit über 60 Millionen Risikokapital-Dollars kann man sich auch ein ordentliches Marketing-Budget leisten. 200 Leute beschäftigt das Unternehmen inzwischen, 140 davon in Europa, 60 im Silicon Valley. Die Nutzerzahlen steigen laut eigenen Angaben stark, zurzeit sind es 50.000. Offenbar wachsen die Server-Kapazitäten nicht schnell genug mit: Im Vergleich zu unserem ersten Test im September sind uns nämlich manchmal Leistungsprobleme aufgefallen: Zeitweise gab es starke Verzögerungen oder Ruckler. Läuft Shadow rund, erreicht es die beste Spieleleistung aller Kandidaten. Auch die Startzeit ist deutlich kürzer als bei der Konkurrenz, häufig mussten wir nicht länger als 12 Sekunden auf den Windows-Login-Bildschirm warten. Den aktuellen Grafiktreiber kann man problemlos selbst installieren, bei den Mitbewerbern klappt das nicht.

Bei Shadow zahlt man pauschal 30 Euro im Monat und kann den PC so lange verwenden, wie man will. Eine Mindestvertragslaufzeit gibt es zurzeit nicht, allerdings gilt das offenbar nur als Sonderaktion bis zum 9. Januar. Die Client-Software für Windows, macOS und Android macht einen ausgereiften Eindruck, die als Beta eingestufte Linux-Version eher nicht: Wir bekamen sie auf mehreren Testsystemen nicht zum Laufen. Shadow entwickelt zurzeit einen Hardware-Client, den man wie eine Spielkonsole an TV oder Monitor anschließt.

- ⬆️ beste Grafikleistung im Test
- ⬆️ einfache, problemlose Bedienung
- ⬇️ schwankende Leistung

## Netzwerkstecker werkzeuglos

- für starre und flexible LAN Kabel
- schnelle Montage ohne Crimpzange
- Cat.6a vollgeschirmtes Gehäuse



**KLAPPE ZU UND ACTION!**

### Koaxialkabel Set inkl. Stecker und Abmantler

- Sat Kabel Ören HD 103 Class A+
- 6 x F-Kompressionsstecker werkzeuglos
- Cabelcon Abisolierwerkzeug



**Bis 16 Uhr bestellt –  
Versand noch am  
selben Tag\*\***

\*\* Mo - Fr, Warenverfügbarkeit vorausgesetzt



**ab 24,69 €\***



**[www.kabelscheune.de](http://www.kabelscheune.de)**



Schwächt die Netzverbindung, gibts pixeligen Artefaktbrei.

wicht: Parsec mit Paperspace addierte in mehreren Messungen bei unterschiedlichen Tageszeiten Verzögerungen von 5 bis 60 ms, bei Parsec mit Amazon waren es 15 bis 50 ms, bei Shadow 10 bis 90 ms. Eindeutiges Schlusslicht war Liquidsky mit 80 bis 270 ms – hier braucht man keine Messgeräte, um zu merken, dass die Bildausgabe verzögert kommt. Alle Latenzwerte sind mit Vorsicht zu genießen: Sie schwankten bei unseren Messungen stark, schließlich wirken sich etliche Faktoren auf die Latenz aus: Netzwerkauslastung, CPU-Last auf Host- und Client-PC und so weiter.

Zusammenfassend lässt sich aber zumindest sagen, dass die Latenz bei den beiden Parsec-PCs und bei Shadow keine nennenswerten Probleme bereitet – bei Desktop-Anwendungen sowieso nicht, aber auch Einzelspieler-Games wie Shadow of the Tomb Raider klappen gut. Lediglich timingkritische Spiele wie Multiplayer-Shooter oder Prügelspiele könnten anspruchsvollen Gamern keinen Spaß auf Parsec und Shadow machen – Hin- und wieder-Spielern dürften aber auch in diesen Genres keine Probleme haben. Bei Liquidsky allerdings spürt fast jeder manchmal Verzögerungen.

## Internet-Probleme

Alles was wir in diesem Artikel über die Cloud-PCs geschrieben haben, bezieht sich auf Tests und Messungen mit einer schnellen, stabilen und per Kabel angeschlossenen Internetverbindung. Funktioniert das Netz dagegen nicht ordentlich, läuft der Cloud-PC wie ein Sack Schrauben – wenn überhaupt. Schon mit einem Vodafone-Kabelzugang konnte man abends – wenn die ganze Nachbarschaft Netflix guckt – die Cloud-PCs manchmal nicht mehr verwenden. Das

tet hat, kennt das Problem: Reaktionen auf Tastatureingaben oder Mausklicks werden häufig verzögert dargestellt, schließlich müssen die Daten ja zum Server transportiert werden und wieder zurück. Latenzen treten auch bei den von uns getesteten Cloud-PCs auf – prinzipiell geht es gar nicht ohne. Wir waren allerdings positiv überrascht, dass uns sowohl in Spielen als auch auf dem Desktop keine Verzögerungen aufgefallen sind (zumindest nicht bei ordentlicher Internetverbindung, dazu später mehr).

Da die menschliche Sensorik ziemlich ungenau ist, haben wir die Latenzen freilich auch gemessen. Dazu mussten wir ein wenig basteln: Unser Testaufbau besteht aus einer Maus sowie einer Platine mit einer LED und einem Druckknopf. Drückt man drauf, aktiviert ein mechanisches Relais die Leuchtdiode sowie den linken Mausbutton. Das Relais haben wir aufgefräst, sodass man den Schaltvorgang nicht nur mithilfe der LED beobachten kann, sondern auch am Relais selbst. Diesen Aufbau filmten wir mit der Sony-Kamera RX100M6, die 1000 Bilder in der Sekunde aufzeichnet, pro Millisekunde eines.

Gemessen wurde auf zwei Testsystemen: einmal auf einem etwas älteren

Lenovo-Notebook von 2012 (G780) und einmal auf einem leistungsstarken Spiele-PC mit AMD Vega-64-Grafikkarte und dem 144-Hz-Monitor Samsung C49HG90. Der schnelle Bildschirm ist deshalb sinnvoll, weil er die Mess-Ungenauigkeit verringert: Ein konventionelles Display mit 60 Hz stellt nur alle 16,6 Millisekunden ein Bild dar. Bei 144 Hz gibt es dagegen alle 6,9 ms ein Bild, was die Messgenauigkeit also mehr als verdoppelt. Sie wird allerdings durch das mechanische Relais größer, denn es schaltet um rund 5 ms verzögert.

Auf Softwareseite haben wir die Spiele-Antiquität Half-Life 2 – Lost Coast von 2005 verwendet – schließlich sollte auch das langsame Notebook das Spiel darstellen können. Konkret haben wir gemessen, wie lange es dauert, bis nach dem Druck auf den Mausknopf das Abfeuern einer Pistole auf dem Bildschirm zu sehen ist.

Die Ergebnisse fanden wir ziemlich interessant: Während wir beim Gaming-PC im lokalen Betrieb (also ganz ohne Cloud-PC) Verzögerungen von 25 bis 40 Millisekunden gemessen haben, waren es beim Notebook heftige 70 bis 100 ms. Im Vergleich dazu fielen die zusätzlichen Cloud-PC-Latenzen nur wenig ins Ge-

## Cloud-PCs: CPU- und GPU-Benchmarks

	Cinebench Multi-CPU	Far Cry 5		Shadow of the Tomb Raider		3DMark
	[Punkte] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[Punkte] besser ▶
Liquidsky	569	49	– <sup>1</sup>	35	– <sup>1</sup>	8770
Parsec (AWS)	1141	55	– <sup>1</sup>	44	– <sup>1</sup>	9588
Parsec (Paperspace)	865	53	35	81	26	13011
Shadow	883	61	37	81	27	12864
<b>Zum Vergleich</b>						
i7-8700K - Nvidia GTX 1070	1551	100	36	80	27	16916
i7-8700K - AMD Vega56	1551	100	40	81	28	16823

<sup>1</sup> unterstützt kein UHD

Videobild zeigte dann größtenteils bröckige Artefakte, Maus- und Tastatureingaben waren mehrere Sekunden verzögert. Dabei kommt es nicht nur auf die Geschwindigkeit an, sondern vor allem auf die Stabilität. Anders als YouTube oder Netflix können (und sollten) Cloud-PCs das Videobild prinzipiell nicht pfeifen, kleinste Störungen wirken sich sofort negativ aus.

Theoretisch kommen alle Anbieter mit 5 MBit/s zurecht, auch wenn das Bild damit lediglich bei statischen Desktop-Anwendungen gut aussieht, besonders bei schnellen Bildwechseln stören Artefakte. Nach unseren Erfahrungen machen Spiele ab 25 MBit/s richtig Spaß, ab 40 bis 50 MBit/s kann man auch bei genauem Hingucken meist nicht erkennen, dass man nicht an einem „echten“ PC sitzt. So schnelles Internet gibt es jedoch nicht überall, gerade auf dem Land kann man oft froh sein, wenn man 16 MBit/s bekommt.

Ein großes Problem ist die Verbindung per WLAN: 2,4-GHz-APs funktionieren zwar, bauen aber grundsätzlich spürbare Latenz ein, etwas besser klappt es mit 5-GHz-APs – aber auch nicht so gut wie mit Kabel. Öffentlich zugängliche WLANs funktionierten bei unseren Stichproben in mehreren Großstädten nicht einmal ansatzweise mit den Cloud-PCs – ebenso wenig wie das WLAN in den ICEs der Deutschen Bahn. Bei unseren Messungen lieferten die WLANs von Starbucks, McDonalds & Co. nie mehr als 5 MBit/s.

nieren zwar, bauen aber grundsätzlich spürbare Latenz ein, etwas besser klappt es mit 5-GHz-APs – aber auch nicht so gut wie mit Kabel. Öffentlich zugängliche WLANs funktionierten bei unseren Stichproben in mehreren Großstädten nicht einmal ansatzweise mit den Cloud-PCs – ebenso wenig wie das WLAN in den ICEs der Deutschen Bahn. Bei unseren Messungen lieferten die WLANs von Starbucks, McDonalds & Co. nie mehr als 5 MBit/s.

## Fazit

Cloud-PCs für Privatanwender sind eine ganz neue Produktkategorie: Das merkt man deutlich, alle Anbieter haben noch mit Kinderkrankheiten zu kämpfen. So liefert lediglich Parsec einen funktionierenden Linux-Client, iOS-Geräte unterstützt keiner der Anbieter; obwohl sich iPads eigentlich gut eignen würden. Diese Beschränkung mag allerdings mehr mit den App-Store-Geschäftsbedingungen zu tun haben als mit den Cloud-Providern. Auch für die hierzulande oft unzureichende Internet-

Performance können die Anbieter nichts.

Stimmen die Rahmenbedingungen jedoch, liefern alle getesteten Angebote, was sie versprechen: einen schnellen PC für Gaming, Videoschnitt oder 3D-Modelling, der in den meisten Fällen nicht von einem lokalen Rechner zu unterscheiden ist – beeindruckend!

Als Zielgruppe kommen nicht nur Gelegenheitsspieler infrage, die beispielsweise einmal im Jahr das neue Assassin's Creed durchspielen wollen. Spaß mit Cloud-PCs dürften auch Kreativarbeiter auf Dienstreise haben, die für die Arbeit mit Photoshop und Premiere kein teures und schweres Notebook mitschleppen möchten, sondern nur das 11-Zoll-Dual-Core-Ultrabook oder womöglich sogar lediglich einen Raspi an den Hotel-Fernseher hängen wollen. Sie müssen sich allerdings darauf verlassen können, überall ein stabiles Netz mit mindestens 25 MBit/s vorzufinden. Noch ist das problematisch, aber spätestens mit der Einführung von 5G-Netzen dürften Cloud-PCs unterwegs deutlich mehr Spaß machen. (jkj@ct.de) **ct**

## Cloud-PCs

	LiquidSky (Pro-Betriebsart)	Parsec (Amazon g3.4xlarge)	Parsec (Paperspace P5000)	Shadow
<b>PC-Konfiguration</b>				
CPU / Kerne / Takt	Intel Xeon E5-2690 v3 / 6 / 2600	Intel Xeon E5-2685 v4 / 8 / 2300	Intel Xeon E5-2623 v4 / 8 / 2600	Intel Xeon E5-2667 v3 / 4 / 3400
RAM	12 GByte	122 GByte	30 Gbyte	12 Gbyte
Grafik / Video-RAM	Nvidia Tesla M60 / 4080 MByte	Nvidia Tesla M60 / 7680 MByte	Nvidia Quadro P5000 / 16384 MByte	Nvidia Quadro P5000 / 16384 MByte
Grafiktreiber vom	8. September 2017 (370.16) <sup>1</sup>	26. April 2018 / 397.44 <sup>1</sup>	1. November 2018 (416.78) <sup>2</sup>	1. November 2018 (416.78) <sup>2</sup>
Massenspeicher	199 GByte (mehr gegen Aufpreis)	100 GByte (mehr gegen Aufpreis)	100 GByte (mehr gegen Aufpreis)	255 GB (mehr gegen Aufpreis)
vorinstalliertes Betriebssystem	Windows Server 2016 Datacenter 64 Bit	Windows Server 2016 Datacenter 64 Bit	Windows Server 2016 Datacenter 64 Bit	Windows 10 Home 64 Bit
Netz-Anbindung (Down/Up)	830 MBit/s / 160 MBit/s	1068 MBit/s / 420 MBit/s	834 MBit/s / 288 Mbit/s	918 MBit/s / 105 MBit/s
Serverstandort (laut Anbieter)	Frankfurt	Frankfurt	Amsterdam	Amsterdam
Boot-Zeit	66 s	73 s	101 s	12 s (minimal, schwankt stark)
HDD lesen / schreiben (sequenziell)	617 MByte/s / 667 MByte/s	138 MByte/s / 138 MByte/s	800 MByte/s / 1044 MByte/s	504 MByte/s / 114 MByte/s
<b>Client-Software</b>				
läuft auf	Windows (ab 8.0), Android (ab 6.0)	Windows (ab 7), macOS (ab 10.9), Android (ab 6.0), Linux (Ubuntu 18.04 LTS), Raspberry Pi 3 (Raspbian)	Windows (ab 7), macOS (ab 10.9), Android (ab 6.0), Linux (Ubuntu 18.04 LTS), Raspberry Pi 3 (Raspbian)	Windows (ab 7), macOS (ab 10.10), Android (ab 5.0)
angebotene Bitraten	1-26 MBit/s	5-50 MBit/s	5-50 MBit/s	5-50 MBit/s
mögliche Auflösungen	nur 1080p und 720p	von WQHD bis XGA	von 4K bis XGA	von 800 × 600 bis 4K
Framerate	bis 60 Hz	bis 60 Hz	bis 60 Hz	bis 144 Hz
H.265 (optional) / Statistik-Anzeige	–/✓	✓/ –	✓/ –	✓/✓
Verschlüsselung (laut Anbieter)	unklar (keine Antwort auf unsere Anfrage)	HTTPS (TLS 1.2 / AES128)	HTTPS (TLS 1.2 / AES128)	Ende-zu-Ende-Verschlüsselung
USB-Gamecontroller / USB-Stick	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ <sup>3</sup> / ✓ (4)
Latenz-Bereich	80-270 ms	15-50 ms	5-60 ms	10-90 ms
<b>Bewertung</b>				
Spieleleistung	○	○	⊕	⊕
Latenz	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕ - ⊕
Bedienung	○	⊕	⊕	⊕
Preis	16,54 € für 25 Stunden Nutzung (gedrosselt 50 Stunden)	2,16 US-\$ pro angefangene Stunde plus 11 US-\$ im Monat für 100 GB HDD <sup>5</sup>	0,78 US-\$ pro angefangene Stunde plus 7 US-\$ im Monat für 100 GB HDD <sup>5</sup>	30 €/Monat

<sup>1</sup> manuelle Aktualisierung nicht möglich <sup>2</sup> manuell installiert <sup>3</sup> nur Microsoft-Controller <sup>4</sup> instabil <sup>5</sup> jeder Neustart wird als angefangene Stunde abgerechnet

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden



# PC-Server

## Die Hardware hinter den Cloud-PCs

**Online nutzbare PC-Instanzen gibt es in großer Auswahl. Je nach Leistungsklasse und Einsatzzweck steht dahinter ganz unterschiedliche Server-Technik.**

**Von Christof Windeck**

**M**illionen Arbeitnehmer nutzen virtuelle Desktop-Computer: Sie sitzen zwar vor einem gewöhnlichen PC oder Notebook, aber der dient nur als Anzeige- und Eingabegerät, ähnlich wie Terminals in der Computer-Bronzezeit. Das eigentlich verwendete Betriebssystem und die Programme laufen auf Servern in einem Rechenzentrum des Unternehmens oder eines Cloud-Anbieters. Diese sogenannte Virtual Desktop Infrastructure (VDI) löst eine Reihe von Problemen, die vor allem größere Firmen haben. Dazu gehört die Ablösung klassischer Büroarbeitsplätze mit einheitlichen

Desktop-PCs durch Notebooks, Heimarbeitsplätze und Outsourcing. Betriebssystem, Performance und Sicherheit eines virtuellen Desktops sind unabhängig vom jeweils verwendeten Zugriffsgerät, das sogar ein Smartphone oder Tablet sein kann (Bring Your Own Device, BYOD). Spezialisierte Server in Rechenzentren stellen die nötigen VDI-Ressourcen bereit.

### VDI-Technik

Einen virtuellen Desktop kann jeder ausprobieren, der Zugriff auf mehr als einen PC hat. Unter Windows nutzt man die Remotedesktopverbindung oder Zusatzsoftware wie TeamViewer, um von einem PC auf einen zweiten zuzugreifen. TeamViewer zeigt auch, wie leicht der Zugriff mit Android- und iOS-Apps klappt. Zur

Übertragung des Bildschirminhalts vom Server zum Client per Netzwerk dienen etablierte Standardverfahren wie Microsofts Remote Desktop Protocol (RDP) oder Virtual Network Computing (VNC). Sie wurden jahrzehntelang optimiert und bewältigen längst auch Audio- und Videodatenströme. In umgekehrter Richtung transportieren sie Nutzereingaben, also Tastendrücke und Mausbewegungen.

Bei VDI geht es aber nun gerade nicht darum, dass ein Server einen einzelnen Client bedient, sondern viele gleichzeitig. Bei geringen Anforderungen an die einzelne Desktop-Instanz genügt ein einziger Server für mehrere hundert Nutzer, weil typische Windows-Arbeitsplätze nur selten hohe Rechenleistung benötigen: Ein Bürocomputer wartet die meiste Zeit auf Benutzereingaben. Deshalb können sich mehrere „Büro-VMs“ einen einzigen Prozessorkern teilen und kommen sich nur selten ins Gehege.

Bei Anwendungen, bei denen jede VM kontinuierlich Rechenleistung benötigt, packt man weniger Nutzer auf einen Server. Kleines Rechenbeispiel: Ein flacher Rackserver mit zwei 20-Kern-Xeons könnte locker 40 VMs mit je vier Threads ausführen, jede mit 8 GByte RAM bei insgesamt zwölf 32-GByte-DIMMs. Aktuelle Zwei-Prozessor-Server stellen bis zu 64 CPU-Kerne mit 128 Threads sowie bis zu 4 TByte RAM bereit. Wenige 10-Gigabit-Ethernet-Adapter genügen für viele VMs.

Auf einem solchen VDI-Server läuft eine Virtualisierungssoftware, meistens ein schlanker „Bare Metal“-Hypervisor wie VMware ESXi, Microsoft Hyper-V oder Citrix XenServer. Unter Linux ist KVM verbreitet. Der Gastgeber (Host) verteilt Hardwareressourcen auf die virtuellen Maschinen (VMs): Prozessorkerne, RAM, (3D-)Grafik, Massenspeicher und Netzwerkanschluss. Moderne Virtualisierungssysteme lassen sich weitgehend automatisieren und richten beispielsweise VMs anhand von Profilen selbstständig ein. Einzelne VMs lassen sich sogar im laufenden Betrieb zwischen Servern verschieben, um Lasten zu verteilen oder auf Ausfälle zu reagieren.

### Speicherkompression

Beim Massenspeicher greift der Effekt, dass die zahlreichen Windows-VMs größtenteils dieselben Daten benötigen: Ein großer Teil entfällt auf die Windows-Installation selbst. Dank Deduplikation hält ein zentrales VDI-Speichersystem die

meisten Dateien von hunderten Windows-Installationen nur ein einziges Mal physisch vor und verwaltet Verweise für alle anderen Instanzen. Zusätzlich kommt meistens noch Datenkompression zum Einsatz. Solche Speichersysteme arbeiten mit Flash-Speicher, also mit SSDs. Denn beim parallelen Zugriff dutzender VMs auf einen zentralen Speicher gibt es so gut wie keine sequenziellen Zugriffe mehr, sondern praktisch nur noch zufällig verteilte (Random Access). SSDs haben damit kein Problem, Festplatten wären überfordert.

Als VDI-Unterbau für eine große Anzahl wenig anspruchsvoller Windows-Arbeitsplätze nutzt man sogenannte hyperkonvergente Systeme, die aus identisch bestückten Servern aufgebaut sind, die auch bereits Flash-Speicher enthalten. Hyperkonvergente Systeme lassen sich besonders leicht erweitern und automatisiert verwalten. Erweiterungen des Hypervisors wie VMware vSAN stellen verteilten Speicher bereit.

### 3D-Problem

3D-Grafik ist für VMs eine komplexe Ressource. Erstens benötigen VMs, die als Grafik-Workstation oder für Spiele genutzt werden, sehr viel 3D-Performance – nur wenige VMs können sich eine GPU teilen. Zweitens verlangen solche Anwendungen direkten Zugriff auf einen Grafiktreiber – eine emulierte GPU reicht nicht. Drittens benötigen Spiele kontinuierlich hohe

Rechenleistung und viel RAM, benötigen also wesentlich mehr Ressourcen als eine Büro-VM. Schließlich macht sich bei solchen Echtzeit-3D-Anwendungen auch die Verzögerung (Latenz) stärker bemerkbar, mit der der virtuelle Desktop auf Nutzeingaben reagiert. Diese legen ja zunächst den Weg übers Netz zum Server zurück, der dann ein paar Millisekunden für die Datenverarbeitung benötigt, bevor er ein Bild bereitstellt, das wiederum (komprimiert) durchs Netzwerkkabel zurück zum Terminal läuft.

Die Brute-Force-Lösung für VMs mit hoher 3D-Performance ist eine eigene PCI-Express-(PCIe-)Grafikkarte für jede VM. Der Hypervisor reicht sie per DMA-Umleitung an die VM durch. Bei Intel heißt die Funktion Virtualization Technology for directed I/O (VT-d), bei AMD IOMMU beziehungsweise Vi. Die Nachteile liegen auf der Hand: Eine Karte pro VM ist teuer und braucht viel Platz. Pro Server lassen sich kaum mehr als acht doppelt breite Grafikkarten einbauen. Spezialkarten mit je zwei oder vier GPU-Chips erlauben maximal 16 bis 32 Nutzer pro Server.

Mehrere VMs gleichzeitig bedienen AMD MxGPU, Nvidia vGPU (auch Grid genannt) und Intels GVT-g. Dabei spaltet sich die GPU virtuell in mehrere Instanzen ihrer selbst auf. Aus Sicht einer VM sieht jede dieser vGPUs aus wie eine physische GPU, lässt sich also direkt mit einem Grafiktreiber ansprechen. Je nach GPU-Anbieter sind dazu spezielle Treiber nötig und zumindest bei Nvidia auch zusätzlich eine vGPU-Lizenz pro VM.

Für virtuelle Spiele-PCs ist das aber kaum geeignet, weil sich mehrere VMs die Shader-Kerne und den Speicher der jeweiligen GPU teilen. Ein Beispiel liefert die rund 4000 Euro teure Tesla M10 mit vier GPU-Chips und 32 GByte RAM. Sie kann 64 VMs bedienen, die jeweils höchstens WQHD-Auflösung zeigen und nur 0,5 GByte Grafikspeicher nutzen. Zwar ist auch 4K-Auflösung möglich, aber nur für 16 Nutzer. Und wenn jede VM 8 GByte Grafikspeicher bekommen soll, reicht es bloß noch für 4 Nutzer.

### Latenz-Minimierung

Ganz entscheidend für gutes Spielgefühl sind kurze Latenzen: Reagiert die Spielfigur verzögert auf Steuerbefehle, hat man keine Chance in Gefechten. Zur Minimierung der Latenz (Lag) verwenden PC-Spieler hoch taktende Prozessoren, lassen möglichst wenig andere Programme im



In spezielle 19-Zoll-Server wie den AsrockRack 3U8G+ passen bis zu acht doppelt breite Grafikkarten, zwei Xeon-Prozessoren mit je 28 Kernen sowie bis zu 2 TByte RAM.



Bild: Blade Group

Die Blade Group installiert für den Shadow-Dienst eigene Server in Rechenzentren des Colocation-Hosters Equinix etwa in Paris und Amsterdam.

Hintergrund laufen, schließen Monitore mit hoher Bildwiederholrate an und schalten Funktionen zur Bildoptimierung im Monitor ab.

Bei 60 Hertz Bildrate zeigt ein Display alle 16,6 Millisekunden (ms) ein neues Bild. Bei Messungen mit einem lokal ausgeführten Spiel auf einem Gaming-Notebook brauchte das Gerät mindestens etwa 60 ms, bis der Schirm die Reaktion auf eine Eingabe anzeigen. Netzwerklaufzeiten von einigen 10 ms spielen im Vergleich dazu keine große Rolle, kommen aber zu den Latenzen der lokalen Hardware noch hinzu. Die Server dürfen nicht zu weit entfernt stehen, also etwa nicht in Rechenzentren auf anderen Kontinenten.

Zum Versenden der am Client-PC eingegebenen Befehle an den Server ist nur wenig Rechenleistung nötig, das klappt flott. Anschließend berechnet der Server ein Bild, was je nach Komplexität der Bildszene unterschiedlich lange dauert. Danach muss der Server das Bild komprimieren und per Netzwerk an den Client senden. Der wiederum dekomprimiert das Bild und schickt es ans Display.

Beim Encoding der Bilddaten auf dem Server und beim Decoding auf dem Client helfen spezialisierte Hardware-Einheiten in den jeweiligen Grafikchips. Sie entlasten den Hauptprozessor und arbeiten mit kurzen Latenzen. De- und Encoder für

MPEG-4 beziehungsweise H.264 sind schon seit Jahren selbst in billigen Grafikchips integriert, nicht bloß zum Abspielen von Videos. Nvidia nennt die Encoder Nvenc und nutzt sie für die GameStream-Funktion, mit der man zu Hause von einem anderen Gerät via LAN auf einen Gaming-PC mit GeForce-Karte zugreift. Ähnlich funktioniert Steam In-Home-Streaming. GeForce Experience verwendet Nvenc wiederum, um Spiele live via Twitch, YouTube oder Facebook zu streamen.

Analog nutzen Gaming-Server Nvenc zur Erfassung und Kompression der be-

rechneten Bilder. Nvenc belastet übrigens auch die Shader-Kerne der GPU nicht, weil es sich um einen zusätzlichen, hoch optimierten und sparsamen Funktionsblock handelt, wie ihn auch Dicicams und Smartphones fürs Video-Encoding verwenden.

Moderne Codecs wie H.265 oder VP9 komprimieren effizienter, würden also Netzwerkbandbreite sparen. Allerdings drohen Probleme auf der Client-Seite: Älteren PCs fehlen H.265-Decoder und das Decoding in Software frisst dermaßen viel Rechenleistung, dass ältere

Prozessoren ins Schwitzen geraten – und dann steigen auch die Latenzen.

## Hardware-Schweigen

Wir haben die Firma Liquid Sky, Parsec und Blade gefragt, wie die Server für ihre Dienste (siehe S. 46) bestückt sind, aber nur von Blade vage Antworten erhalten. Klar ist, dass Xeon-Server der Straßburger Firma 2CRSI zum Einsatz kommen, die mit Grafikkarten vom Typ Nvidia Quadro P5000 bestückt sind. Diese GPU nutzt jeder Shadow-Kunde exklusiv, aber den physischen Prozessor und das RAM teilt er sich mit einem weiteren Kunden. Demzufolge könnte Blade Server mit Dual-Xeon-Mainboards verwenden, die mit jeweils vier P5000-Karten bestückt sind.

Über den Hypervisor, die Einbindung der Grafikkarten in die VMs und das Verfahren zur Kompression der Bilddaten schweigt sich Blade bisher aus. Auf unserem Testsystem lieferte der Geräte-Manager Hinweise auf die Virtualisierung per Linux KVM mit Treibern für paravirtualisierte VirtIO- und QEMU-Geräte. Die Software „OCapture Server“ nutzte dabei den Nvidia-Encoder. Als Prozessor meldete der Geräte-Manager den Achtkerner Xeon E5-2667 v3 aus der Haswell-Generation.

Offen informiert Blade hingegen über die Standorte der Rechenzentren: In Europa sind das Gebäude des Colocation-Hosters Equinix in Paris und Amsterdam. Blade hat rund 70 Millionen Euro Risikokapital eingeworben und expandiert derzeit in die USA. Wie hoch die Hardwarekosten sind, ist unbekannt – Blade legt das Geschäftsmodell nicht offen. Eine vermutlich falsche Einschätzung liefert der Einzelhandelspreis für eine Nvidia Quadro P5000 von 2000 Euro. Geht man pro Instanz von 25 Euro monatlichen Abo-Einnahmen aus, würde es länger als sechs Jahre dauern, bis auch nur die Kosten für die Grafikkarte wieder eingespilt sind.

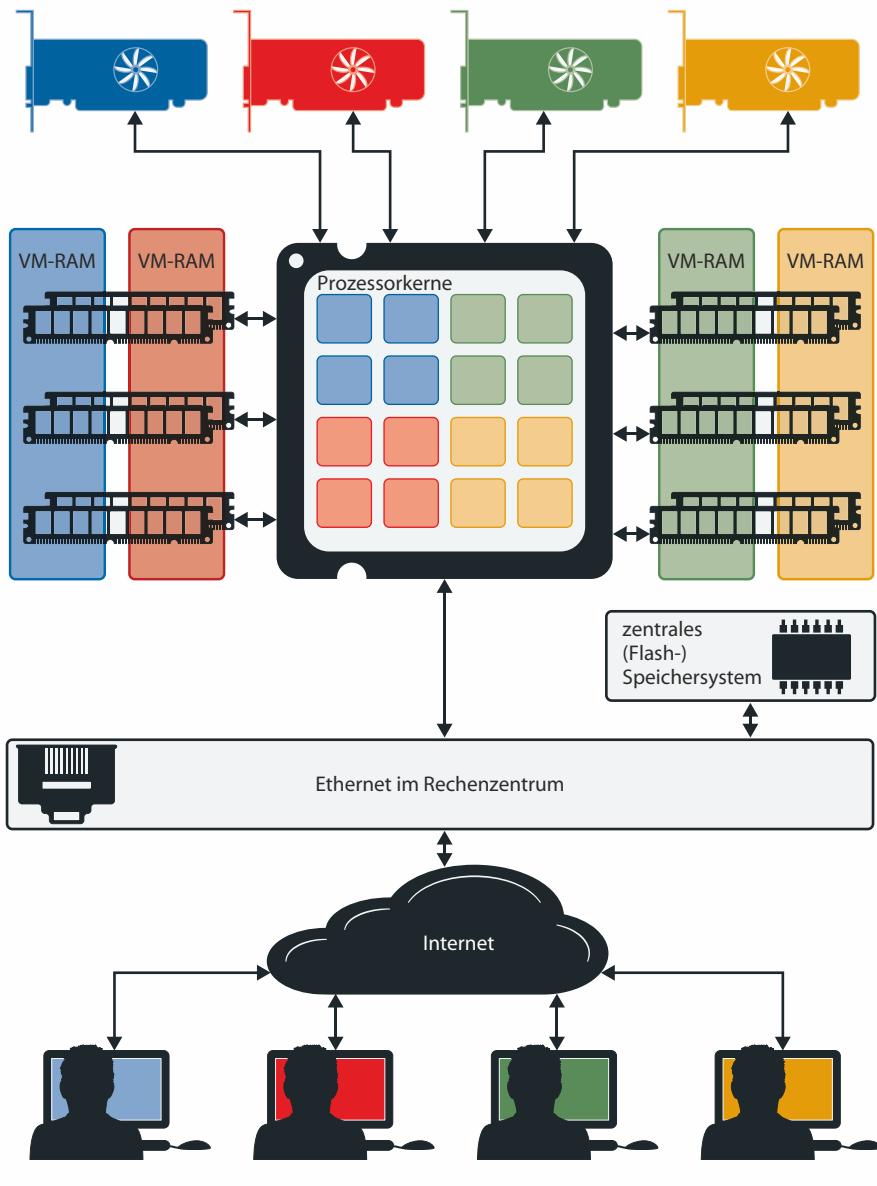
## Cloud-PCs

Virtuelle PCs aus der Cloud nutzen jahrelang erprobte Technik. Auch die Einbindung starker Grafikkarten ist kein Neuland. Je nach Anwendung unterscheiden sich jedoch Konfiguration und Belastung der VDI-Server deutlich. Deshalb eignet sich auch nicht jeder Dienst für jeden Anwendungszweck – und virtuelle Gaming-PCs stellen besonders hohe Anforderungen.

(ciw@ct.de) 

## Virtuelle Maschine und Server-Hardware

Mehrere Nutzer greifen via Internet auf den Server zu und teilen sich dessen Hardware-Ressourcen. Ein sogenannter Hypervisor verwaltet CPU-Kerne, RAM, Grafikkarten und Massenspeicher und ordnet sie den einzelnen virtuellen Maschinen (VMs) zu.





# What if you were 2x more likely to exceed revenue goals?

Learn more:  
[DellEMC.com/UK/ITTransformation](http://DellEMC.com/UK/ITTransformation)

Intel Inside®. New possibilities outside

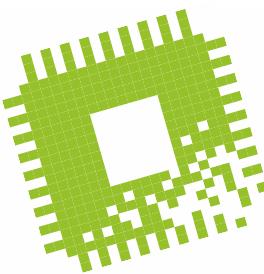


Intel and the Intel logo are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries in the U.S. and/or other countries.

ESG Research Insights Paper commissioned by Dell | EMC and Intel, March 2018. Results based on 4000 global survey respondents.

# Bit-Rauschen

**Intel-Pläne, RISC-V-Neuheiten, ARM-Notebooks und starke Grafik**



**Nachdem Intel erst gegen die Multi-Chip-Module von AMD stänkerte, macht man es nun selbst. Qualcomm lässt derweil bei Notebooks nicht locker, Nvidia bringt eine 2700-Euro-GPU und das RISC-V-Lager wächst.**

**Von Christof Windeck**

**F**overos heißt Intels jüngstes Fantasiewort und bezeichnet die hauseigene Chiplet-Technik: Genau wie AMD kombiniert Intel ab 2019 mehrere Dies aus unterschiedlichen Fertigungsverfahren im selben Prozessorgehäuse. Ende 2019 soll die 10-Nanometer-Fertigung dann auch Chips in großen Stückzahlen ausspucken, darunter welche mit der neuen Mikroarchitektur Sunny Cove (siehe S. 28). Die treten dann mit angeblich gesteigerter Singlethreading-Performance und verbesserter Gen11-GPU gegen Ryzen 3000 & Co an.

Bis es soweit ist, könnte Intel die Lieferengpässe wegen fehlender 10-nm-Kapazitäten mit ein paar Tricks mildern. Der neue Chipsatz B365 soll anders als der B360 nicht 14-nm-Anlagen entstammen, sondern älteren 22-nm-Linien. Das macht 14-nm-Kapazitäten frei, die Intel auch besser ausnutzen will: „KF“-Prozessoren wie dem Core i9-9900KF fehlt angeblich die GPU, um Wafer-Fläche zu sparen. K-CPU stecken ohnehin meistens in Gaming-PCs mit starker Grafikkarte.

Endlich verrät Intel auch wieder etwas über kommende Atoms und Atom-Celerons: Auf die Mikroarchitektur Goldmont+ sollen 2019 Tremont und 2021 dann Gracemont folgen. Zu den Zielen gehört auch hier höhere Singlethreading-Performance. Und dank Foveros könnte Intel auch ein LTE- oder auch 5G-Modem „einbauen“, um den Schutzwall gegen ARM-Angriffe auf Windows-10-Notebooks zu erhöhen.

ARM empfiehlt dafür den Cortex-A76, der in Huaweis Kirin 980 für Smartphones debütierte. Qualcomm bringt den

A76 dann Ende 2019 als Kryo 495 mit rund 3 GHz in den 7-nm-Chip Snapdragon 8cx für Windows-10-Hybriden und vielleicht auch Chromebooks. Qualcomm präsentierte den Snapdragon 8cx zusammen mit dem 855 bei einem aufwendigen Event für Journalisten und Analysten in Hawaii. Intel gab sich bescheidener und lud zum Architecture Day ins ehemalige Anwesen des Firmen-Mitgründers Robert Noyce ein. Es steht für 22 Millionen US-Dollar zum Verkauf, inklusive kleinem See und Weinberg am Golfclub – vielleicht hat ja AMD-CEO Lisa Su Interesse?

## RISC-V mit freier GPU

Ebenfalls im Silicon Valley traf sich Anfang Dezember die RISC-V-Szene. WD kündigte den 32-Bit-Kern SweRV als Basis kommender SSD-Controller an. SweRV ist Open Source und soll bald bei GitHub bereitstehen. Auch Fadu aus Taiwan entwickelt einen RISC-V-SSD-Controller, den Annapurna mit PCIe 4.0; er kommt 2020. Microsemi plant ein PolarFire-FPGA mit zwei oder vier eingebauten 64-Bit-RISC-V-Kernen von SiFive (U54), vor allem für Echtzeit-Anwendungen unter Linux. Und den dank Out-of-Order-Technik bisher stärksten RISC-V-Kern Boom kann man bereits auf FPGAs testen, etwa in Cloud-Instanzen von Amazon.

Viel billiger und sparsamer soll der Chip mit dem sperrigen Namen Libre RISC-V M-Class werden, der außer zwei 64-Bit-RISC-V-Kernen einen komplett freien Grafikprozessor enthält. Mit sei-

nem Preis von 4 US-Dollar und 2,5 Watt Leistungsbedarf passt er in Smartphones, Tablets und Embedded Systems: Raspberry Pi 4, ick hör dir trapsen!

Entwickler Luke Kenneth Casson Leighton, der auch hinter dem ARM-Kärtchen EOMA68 steckt, rechnet freilich damit, dass die Entwicklung mehrere Jahre und mindestens 6 Millionen US-Dollar verschlingen wird. Basis für die GPU ist das Projekt Kazan, eine in Rust programmierte Implementierung des 3D-API Vulkan. Leighton erwähnt auch den Renderer ChiselGPU, der in der offenen Hardware-Beschreibungssprache Chisel geschrieben ist und auf einem FPGA laufen könnte.

## Teure Grafikkarte

Alles andere als Open Source sind Nvidias schnelle Grafikchips und ein besonders kräftiger sitzt auf der Nvidia Titan RTX mit 24 GByte GDDR6-RAM: Sie liefert 16,3 TFlops Rechenleistung bei einfacher Genauigkeit, etwa das 14-fache des 18-Kerners Intel Core i9-9980XE (siehe S. 84). Bei doppelter (FP64-)Genauigkeit liegt allerdings wiederum letzterer vorne und schafft 1200 statt nur 510 GFlops. Nvidias 2700 Euro teures Dickschiff zielt nicht auf Spieler, sondern auf CUDA-Entwickler, die nicht noch viel mehr Geld für Quadros oder Teslas ausgeben wollen – eine Tesla V100 mit 32 GByte HBM2 kostet nämlich locker 18.000 Euro, schafft aber auch 7 TFlops bei FP64. Dank der enormen Performance hat Nvidia kaum Konkurrenz und langt bei den Preisen ordentlich zu, wie einige Wissenschaftler beklagen. Auf dem Papier hat AMD attraktive Alternativen, doch hier mangelt es wohl immer noch an der Software-Infrastruktur. Nvidia pflegt CUDA nun schon seit mehr als 11 Jahren, auf der aktuellen Top500-Liste steht es in puncto Rechenbeschleuniger 128:0 für Nvidia versus AMD. Mal sehen, was Intels GPU „Xe“ dann ab 2020 so reißt.

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



Bild: Nvidia

**Nvidia Titan RTX alias T-Rex: 16-TFlops-Rechenbeschleuniger für 2700 Euro.**

# SICHERE PASSWORTVERWALTUNG

Fallstudie: sunhill technologies nutzt Pleasant Password Server

Als Tochterunternehmen der Volkswagen Financial Services AG entwickelt sunhill technologies digitale Payment-Lösungen für Parkplätze, Elektromobilität und Öffentlichen Nahverkehr. Während der Entwicklungsphasen und bei Support-Maßnahmen müssen interne und externe Mitarbeiter oft gleichzeitig auf die Systeme des Unternehmens zugreifen. Um den Zugriff zentral und sicher zu steuern, setzt das Unternehmen seit Kurzem auf den Pleasant Password Server.

## WACHSTUM FORDERT SICHERHEIT

Für die Entwicklung der zahlreichen Angebote des Unternehmens müssen die rund 100 internen und 50 externen Mitarbeiter jederzeit mit sicheren Passwörtern auf die Systeme des IT-Unternehmens mit Sitz in Erlangen zugreifen können. Ursprünglich setzte sunhill bei der Verwaltung der Passwörter auf Excel-Tabellen sowie die Open-Source-Software KeePass mit einer lokalen Datenbank. Doch mit dem zunehmenden Wachstum von sunhill geriet dieses System an seine Grenzen. Es standen mehrere Lösungen zur Auswahl. Die Entscheidung fiel auf den Pleasant Password Server, der KeePass als Grundlage nutzt, aber für die Nutzung in Unternehmen optimiert ist.



«Damit war der gleichzeitige Zugriff mehrerer Personen auf die Systeme und Passwörter notwendig. Wir suchten daher nach einer serverbasierten Lösung, um das Passwort-Management zentral zu steuern und den sicheren Zugriff der Benutzer sowohl im internen Netzwerk als auch über das Internet zu gewährleisten» berichtet Severin Glaeser, Senior System Administrator bei sunhill.

Mit dem Pleasant Password Server können wir Nutzer-Gruppen anlegen und Zugriffsrechte abgestuft nach Rollen vergeben. Senior-Entwickler erhalten dann etwa Passwörter für das Hochladen von Apps in den Google Play Store oder den Apple Store. Junior-Entwickler hingegen haben andere Passwörter und andere Rechte», erklärt der Systemadministrator.

Wir und die Mitarbeiter sind sehr zufrieden. Ich würde die Lösung bedenkenlos weiterempfehlen. Es gibt nichts zu meckern», resümiert Glaeser.

Als Gründe nennt der Systemadministrator die bereits vertraute Bedienoberfläche von KeePass, die Integration mit Active Directory sowie die Sicherheits-standards der Software.

## SICHER UND EFFIZIENT

Die Software speichert alle Daten zentral auf dem Server und nicht auf den Endgeräten der Mitarbeiter. Die Serververbindung ist dabei über ein SSL-Zertifikat geschützt. Glaeser lobt auch die schnelle und einfache Installation, Konfiguration und Administration. Passwörter lassen sich zügig zwischen den verschiedenen Teams des Unternehmens teilen. Sperr-Richtlinien für fehlgeschlagene Login-Versuche, E-Mail-Benachrichtigungen beim Ablauf von Passwörtern und die zeitliche Begrenzung des Zugangs zu gewissen Daten runden das Sicherheitsspektrum ab.



**Pleasant**  
Password Server  
[www.passwordserver.de](http://www.passwordserver.de)

**KEY FACTS**

PLEASANT PASSWORD SERVER

- ✓ DSGVO konform
- ✓ On-Premises Installation
- ✓ KeePass Oberfläche
- ✓ einfache Konfiguration

Distribution D-A-CH:  
aconitas GmbH, 86609 Donauwörth  
**Tel.: (0906) 1267250**  
**E-Mail: sales@passwordserver.de**

# Kernel-Log

## Linux 4.20: Bessere Auslastungsanzeige und verschachteltes Virtualisieren

**Die neue Linux-Version 4.20 bringt eine Reihe von Performance-Verbesserungen und wirft den umstrittenen NSA-Algorithmus Speck wieder raus. Unter zahlreichen neuen und verbesserten Treibern sind welche für 2.5-GBit-Ethernet-Chips von Intel und das Magic Trackpad 2 von Apple.**

**Von Thorsten Leemhuis**

Linus Torvalds dürfte den Linux-Kernel 4.20 freigeben, während diese c't am Kiosk liegt. Eines seiner Highlights ist das PSI (Pressure-stall Information) genannte Feature, mit dem Administratoren leichter eingrenzen können, warum ein System plötzlich langsamer als gewohnt arbeitet; die von PSI aufbereiteten Informationen sollen Admins von Rechenzentren zudem helfen, die verfügbaren Systemressourcen besser auszuschöpfen. Dazu hat Facebook die Technik entwickelt, in seinen Rechenzentren bereits eingesetzt und nun zu Linux beigesteuert. Die Entwickler von Android wollen die Technik aber auch aufgreifen, damit ihr Betriebssystem unter Last besser reagiert.

Durch PSI stellt der Kernel das Verzeichnis /proc/pressure/ mit drei Dateien bereit, die an /proc/loadavg erinnern. Sie

liefern die Summe der Zeit, die Prozessor, Arbeitsspeicher und I/O-Subsystem in den letzten 10, 60 und 300 Sekunden überlastet waren. Die Angaben in der „some“-Zeile von /proc/pressure/io zeigen beispielsweise den Zeitraum, den Programme im Beobachtungszeitraum nicht voran kamen, weil sie auf Schreib- oder Leseoperationen gewartet haben. Die „full“-Zeile summiert Zeiten, in denen das alle aktiven Tasks betraf. Wenn das über einen längeren Zeitraum häufig vorkommt, fährt das System am Anschlag; es verrichtet die ihm zugeteilten Aufgaben nur noch ineffizient und fährt sich womöglich bald fest.

### Direktkommunikation

PCIe-Geräte können jetzt Daten direkt austauschen. Die P2PDMA (Peer-To-Peer Direct Memory Access) genannte Funktion entlastet so Prozessor und Hauptspeicher, was die Systemperformance steigert. Die Technik ist etwa zur Kopplung von Grafikkarten interessant. Linux beherrscht P2PDMA aber vorerst nur in einigen Treibern. Einer davon ist der NVMe-Treiber, damit NVMe-SSDs von Servern die Daten direkt an den Netzwerkkipper übergeben können, die Clients per Remote DMA (RDMA) anfordern.

### Sicherheit

Die Entwickler haben die Unterstützung für den Crypto-Algorithmus Speck wieder rausgeworfen, die Google-Entwickler erst vor einem halben Jahr in Linux 4.18 eingebbracht hatten. Speck war schon damals umstritten, weil es von der amerikanischen Sicherheitsbehörde NSA stammt. Das ist ein Grund für den Rauswurf, der aber durch etwas anderes in Gang kam: Google hat zwischenzeitlich die Pläne verworfen, Speck bei günstigen Android-Geräten einzusetzen. Die Linux-Entwickler haben den Algorithmus daher auch aus Linux 4.18.19 und 4.19.2 entfernt.

```
[th1@th1 ~]$ head /proc/pressure/
==> /proc/pressure/cpu <=
some avg10=3.00 avg60=2.79 avg300=1.45 total=308998108
==> /proc/pressure/io <=
some avg10=2.86 avg60=10.78 avg300=7.99 total=1563069450
full avg10=2.21 avg60=9.52 avg300=7.09 total=1517691815
==> /proc/pressure/memory <=
some avg10=0.11 avg60=0.23 avg300=0.19 total=4813833
full avg10=0.03 avg60=0.11 avg300=0.08 total=3347893
[th1@th1 ~]$
```

PSI (Pressure-stall Information) hilft bei der Ursachenforschung, wenn ein System plötzlich lahmt.



### Prozessoren

Linux 4.20 unterstützt die für den chinesischen Markt produzierte Prozessorserie Dhyana. Deren Hersteller Hygon hat diese nicht von Grund auf neu entwickelt, sondern AMDs Zen-Technik lizenziert. Die unter anderem in chinesischen Supercomputern verwendenden CPUs sind daher enge Verwandte des AMD Epyc.

Ebenfalls neu ist Support für die zwei ABI-Varianten der 32-Bit-Prozessor-Architektur C-Sky. Diese ist von einem alten Motorola-Kern abgeleitet und steckt etwa im SoC des 5-Euro-Bastlerboard C-Sky GX6605S. Das hat allerdings nur 64 MByte DDR2-RAM und 4 MByte Flash-Speicher, daher eignet es sich nicht für Desktop-PCs, sondern konkurriert eher mit der Arduino-Klasse.

Das Unternehmen C-Sky macht auch bei der quelloffenen Architektur RISC-V mit. Support für diese wurde bei 4.20 weiter verbessert, daher beherrscht ein für diesen Befehlssatz übersetztes Linux jetzt auch den Fast Userspace Mutex (Futex), der die Performance verbessert.

### Verschachtelt virtualisieren

Bei der KVM-Virtualisierung mit Intel-Prozessoren gelingt es nun von Haus aus, innerhalb einer Virtual Machine (VM) eine weitere zu starten. Durch diese „Nested Virtualization“ kann man mit einem Linux-Host beispielsweise ein Windows 10 mit KVM betreiben, in der sich mit Hyper-V arbeitende Container oder VMs ganz normal verwenden lassen.

Diese Funktion ist auch für Cloud-Anbieter interessant, die ihren Kunden typischerweise VMs stellen, in denen man bislang oft nicht virtualisieren kann. Diese Funktion ist auch in älteren Linux-Versionen enthalten, dort aber noch nicht so ausgereift. Man muss sie daher explizit aktivieren, indem man beim Laden von kvm\_intel den Parameter nested=1 setzt.

Mit dem neuen Udmabuf (Userspace DMA Buffer) sollen sich Bedienoberflächen von VMs effizienter auf dem Wirt darstellen lassen; außerdem kann die Technik die Weiterverarbeitung durch Remote-Desktop-Lösungen wie Spice erleichtern. Beides gelingt mit Hilfe der DMA-Buffer-Sharing-Technik DMA\_Buf, die das bei KVM-Virtualierung genutzte Qemu durch Udmabuf nun nutzen kann. Dadurch kann beispielsweise der Grafikprozessor des Hosts die Bilddaten eines Gasts direkt ansprechen, was das zeitraubende Kopieren der Speicherinhalte effizienter macht und im Idealfall sogar komplett vermeidet.

## Mehr Geschwindigkeit

Beim Dateisystem Btrfs gab es eine Reihe von Performance-Verbesserungen. Selbiges gilt für den SMB3-Support von CIFS, das Dateifreigaben von Samba- oder Windows-Servern einbindet. Die neuere und mit mehreren Warteschlangen arbeitende Infrastruktur zum Ansprechen von Datenträgern, Blk-MQ, unterstützt nun auch Stromspartechniken. Die Entwickler haben zudem einige Vorarbeiten erledigt, um die ältere Block-Layer-Infrastruktur bald rauszuwerfen – vermutlich schon beim Nachfolger von Linux 4.20.

Das bei 4.18 integrierte „AF\_XDP“ kann Netzwerkpakete jetzt weiterverarbeiten, ohne die Daten erst kopieren zu müssen. Der Zero-Copy-Support des für High Performance Packet Processing gedachten Frameworks legt dadurch an Geschwindigkeit zu. Laut dem zuständigen Entwickler soll AF\_XDP dadurch in einigen Anwendungsszenarien jetzt fast das Performance-Niveau erreichen, das das komplett im Userspace arbeitende DPDK (Data Plane Development Kit) erzielt.

Der TCP-Stack und der Fair-Queue-Scheduler verwenden jetzt ein neues Verfahren, um über den Versendezeitpunkt zu entscheiden. Der „Earliest Departure Time“ genannte Ansatz soll dadurch Skalierbarkeit, Kalkulation der Round-Trip-Time (RTT) und damit die Schrittsteuerung (das „Pacing“) verbessern. Der Code ist von einem Vortrag inspiriert, den Netzwerk-Urgestein Van Jacobson vor einigen Monaten auf einer Konferenz der Netzwerkstack-Entwickler von Linux gehalten hatte.

## Neue Treiber

Der Linux-Kernel bringt jetzt einen Netzwerktreiber für den Intel I225-LM/I225-V 2.5GBASE-T Ethernet Controller mit.

## Performance-Problem behoben

Mitte November machten Vorabfassungen von Linux 4.20 und Versionen wie 4.19.2 und 4.14.81, 4.9.137 von sich reden, weil sie schlechtere Performance lieferen als ihre Vorgänger – besonders bei Intel-CPUs mit Hyper-Threading. Das lag an Erweiterungen der Maßnahmen gegen die Sicherheitslücke „Spectre v2“, die zu Jahresbeginn bekannt wurde und in Prozessoren verschiedener Hersteller klafft. Einige der Änderungen sollen Prozesse besser voreinander schützen, andere steigern den Schutz bei Hyper-Threading-CPUs; dazu griffen diese Kernel-Versionen stärker auf die Spectre-v2-Schutztechniken IBPB respektive STIBP zurück, die Prozessorhersteller mit Microcode-Update nachrüsten.

Aufgrund der Performance-Regression wurden die Erweiterungen bereits

nach wenigen Tagen bei Linux 4.19.4, 4.14.81 und 4.9.140 wieder entfernt. In den Vorabversionen von 4.20 verblieben sie, wurden Ende November mit Linux 4.20-rc5 aber nochmal grundlegend überarbeitet. Dadurch soll Linux 4.20 das gewohnte Performance-Niveau erreichen, zugleich aber besser schützen. Die durch die Umbauten standardmäßig genutzten Maßnahmen sollen für typische Einsatzzwecke reichen. Über den neuen Parameter `spectre_v2_user=` kann man allerdings einen noch umfangreicheren Schutz aktivieren, wie die Kernel-Dokumentation erläutert. Das ist beispielsweise für sicherheitskritische Systeme gedacht, wo der damit einhergehende Performanceverlust das kleinere Übel darstellt. Die Änderungen sind auch in Linux 4.19.7 und 4.14.86 eingeflossen.

Diese Netzwerkchips, die Daten mit 2,5 GBit/s über die verbreiteten Cat5E/Cat6-Netzwerkkabel übertragen, will Intel offenbar in den nächsten Monaten einführen.

Neu dabei ist auch Support für das Apple Magic Trackpad 2 und die Vibrationsfunktion des Xbox One S Controller. Außerdem unterstützt Linux jetzt die Soundkarten Creative Sound BlasterX AE-5 und ZxR. Zum Kernel stieß ferner der Cedrus VPU Decoder Driver, der für Support die Video Engine einiger Allwinner-Prozessoren sorgt, die sich auf einer Reihe von Bastelboards finden.

Über den neuen „LED pattern driver“ kann der Kernel die vom ihm betreuten LEDs in konfigurierbaren Zyklen heller oder dunkler stellen; das lässt sich mit Dateien innerhalb des Sysfs-Dateisystems festlegen, sodass man für LED-Anzeigen oder Warnleuchten keine zusätzliche Software installieren muss.

Linux 4.20 kann die Prozessortemperatur bei einer Reihe neuerer AMD-Prozessoren auslesen. Neu dabei ist auch Support für Hardware-Monitoring-Chips wie NCT6797D und NCT6798D, die auf einer Reihe neuerer Mainboards sitzen. Linux 4.20 unterstützt nun auch das Raspberry Pi Compute Module 3, das die modifizierten Kernel der Raspberry-Pi-

Foundation schon länger verwenden können. Der neue Kernel bringt zudem Support für über ein Dutzend verschiedene Einplatinencomputer mit ARM- oder ARM64-Kern.

## Linux 5.0 vertagt

Nachdem Linus Torvalds sich in der zweiten Hälfte der 4.19er-Entwicklung eine Auszeit genommen hatte, lief die Entwicklung von Linux 4.20 weitgehend wie gewohnt. Die Auszeit hatte Linus Torvalds angesetzt, um sein Verhalten und seine Ausdrucksweisen gegenüber anderen Entwicklern zu überdenken. Das und der bei Linux 4.19 eingeführte Verhaltenskodex („Code of Conduct“) machen sich ein klein wenig bemerkbar: Linus Torvalds hielt mit Kritik keineswegs hinterm Berg, äußerte diese aber rücksichtsvoll, wie es moderne Umgangsformen gebieten.

Nachdem auf 3.19 vor einigen Jahren 4.0 folgte, weil Linus Torvalds die zweite Nummer zu groß wurde, hatten viele Beobachter den nächsten Versionssprung beim Nachfolger von 4.19 erwartet. Davon hat Torvalds unter anderem abgesehen, weil er kein Muster etablieren wolle. Er deutete aber an, der Sprung auf 5.0 würde 2019 erfolgen, denn dann „würden ihm endgültig die Finger und Zehen zum Zählen ausgehen“. (thl@ct.de) **ct**

## Rechtschreibhilfen

[www.languagetool.org/de/](http://www.languagetool.org/de/)

<https://mentor.duden.de>

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

Zwar wird kaum noch jemand einen Desktop-PC oder ein Notebook mit einer Festplatte als Startlaufwerk ausstatten, aber in den riesigen Rechenzentren von Google, Facebook & Co. kommen als Datenablage immer noch Festplatten zum Einsatz – und das wird wohl noch viele Jahre so bleiben. Die Unternehmen verlangen nach immer mehr Speicherplatz, und Seagate will im kommenden Jahr mit seiner **HAMR-Technik** endlich durchstarten.

Wie das Unternehmen in einem Blog-Eintrag bekannt gab, sind nun die ersten **HAMR-Festplatten** fertig.

Saubere Orthografie und Grammatik machen Texte lesbarer. Gutes Deutsch zeugt zudem davon, dass sich der Autor Mühe gegeben hat – und es strahlt Professionalität aus. So manchem an sich interessanten Beitrag auf Facebook, Twitter & Co. etwa hätte es gutgetan, wenn er vor Veröffentlichung vernünftig korrigiert worden wäre. Daher empfiehlt es sich, Texte automatisiert checken zu lassen, bevor man sie postet.

Das Open-Source-Projekt **LanguageTool** etwa betreibt einen gleichnamigen Service, mit dem sich Texte sowohl auf orthografische als auch auf grammatische Fehler hin prüfen lassen. Das Tool arbeitet nicht perfekt, findet aber grobe Schnitzer und erläutert, warum es glaubt, Fehler erkannt zu haben. Kostenlos lassen sich bis zu 20.000 Zeichen lange Texte prüfen, ein Jahresabo für 59 Euro erlaubt nicht nur längere Texte, sondern gewährt auch Zugriff auf Add-ons – etwa für LibreOffice – und ein API.

Der **Duden Mentor** soll nicht nur Fehler korrigieren, sondern zumindest ansatzweise auch als Online-Lektorat dienen – also auch stilistische Mängel aufspüren. Bis dahin scheint der Weg für das als Beta-Version deklarierte Tool noch weit: In Texten aus c't erkannte es selbst gängige Anglizismen wie „Release“ nicht. Fatal: Es schlug vor, das ihm unbekannte „TByte“ lieber durch „KByte“ zu ersetzen. Satzbaufehler erkannte das Tool nur in seltenen Fällen. Gefallen hat uns, dass es in aufgeblätterten Texten die Füllwörter oft identifiziert hat. Derzeit verarbeitet der Mentor nur Texte bis zu 1500 Zeichen.

Wenn Sie tiefer in die Orthografie und Grammatik einsteigen wollen, lohnt ein Besuch bei **korrekturen.de**. Schon seit 20 Jahren bereitet dort der freie Lektor Julian von Heyl Wissen rund um die deutsche Sprache auf. In der ständig aktualisierten Rubrik „Beliebte Fehler“ erläutert er typische Stolpersteine, etwa: Schreibt man galopieren oder galoppieren, Millennium oder Millennium, Terasse oder Terrasse? (Die zweite Lösung ist jeweils richtig.) Bei der kostenlosen Online-Rechtschreibprüfung kooperiert von Heyl mit LanguageTool, die Synonymendatenbank beruht auf Daten des OpenThesaurus. (hob@ct.de)

## KI-Landkarte

[www.ki-landkarte.de](http://www.ki-landkarte.de)

<https://uzbonn.de/uzIWeb/?i.Project=kimap>

Nach dem Willen der Bundesregierung soll Deutschland Technologieführer für Künstliche Intelligenz (KI) werden. Teil des

Plans ist es, gemeinsame Anlaufstellen zu schaffen. 2017 wurde dazu die „Plattform Lernende Systeme vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gegründet. Sie soll „Experten und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft aus dem Bereich Künstliche Intelligenz“ zusammenbringen.

Seit Dezember findet sich auf der Website der Plattform auch eine deutsche **Landkarte der KI-Anwendungen und -Entwicklungsprojekte**. Zum Start führte die Karte rund 300 Einträge, beispielsweise die Standorte des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI). Sie soll ständig erweitert werden: „Unternehmen, Institute und Hochschulen, die KI-Lösungen anwenden oder entwickeln, können sich an dem Projekt beteiligen“, erklärten die Plattform-Macher. (hob@ct.de)



## Audio-Museum

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

Dieser Tipp hätte auch gut in unsere c't-Retro-Ausgabe gepasst: **Conserve the Sound** lässt in Nostalgie schwelgen. Das „Online-Archiv für verschwindende Geräusche“ sammelt und veröffentlicht Töne, die in unserer Lebenswelt nicht mehr vorkommen. Es enthält beispielsweise die Geräusche eines Wählsehentelefons, eines 56k-Modems und einer Handytastatur. Die Töne sind meist verbunden mit mehreren Fotos des Geräts. In einer Reihe von Video-Interviews erklären Menschen, welche Geräusche im Archiv sie an frühere Geschichten erinnern. (hob@ct.de)

&lt;img alt="Screenshot of the Conserve the Sound website. The page features a logo for 'conserve the sound' and a navigation menu with links to HOME, SOUND, VIDEO, TEXT, PROJEKT, and KONTAKT. Below the menu is a list of items including: Kino | Kino | 20mm | 35mm | 16mm | 8mm | 4mm | 1000 | 7000 | 5000 | 10000 | 20000 | 30000 | 40000 | 50000 | 60000 | 70000 | 80000 | 90000 | 100000 | 110000 | 120000 | 130000 | 140000 | 150000 | 160000 | 170000 | 180000 | 190000 | 200000 | 210000 | 220000 | 230000 | 240000 | 250000 | 260000 | 270000 | 280000 | 290000 | 300000 | 310000 | 320000 | 330000 | 340000 | 350000 | 360000 | 370000 | 380000 | 390000 | 400000 | 410000 | 420000 | 430000 | 440000 | 450000 | 460000 | 470000 | 480000 | 490000 | 500000 | 510000 | 520000 | 530000 | 540000 | 550000 | 560000 | 570000 | 580000 | 590000 | 600000 | 610000 | 620000 | 630000 | 640000 | 650000 | 660000 | 670000 | 680000 | 690000 | 700000 | 710000 | 720000 | 730000 | 740000 | 750000 | 760000 | 770000 | 780000 | 790000 | 800000 | 810000 | 820000 | 830000 | 840000 | 850000 | 860000 | 870000 | 880000 | 890000 | 900000 | 910000 | 920000 | 930000 | 940000 | 950000 | 960000 | 970000 | 980000 | 990000 | 1000000 | 1010000 | 1020000 | 1030000 | 1040000 | 1050000 | 1060000 | 1070000 | 1080000 | 1090000 | 1100000 | 1110000 | 1120000 | 1130000 | 1140000 | 1150000 | 1160000 | 1170000 | 1180000 | 1190000 | 1200000 | 1210000 | 1220000 | 1230000 | 1240000 | 1250000 | 1260000 | 1270000 | 1280000 | 1290000 | 1300000 | 1310000 | 1320000 | 1330000 | 1340000 | 1350000 | 1360000 | 1370000 | 1380000 | 1390000 | 1400000 | 1410000 | 1420000 | 1430000 | 1440000 | 1450000 | 1460000 | 1470000 | 1480000 | 1490000 | 1500000 | 1510000 | 1520000 | 1530000 | 1540000 | 1550000 | 1560000 | 1570000 | 1580000 | 1590000 | 1600000 | 1610000 | 1620000 | 1630000 | 1640000 | 1650000 | 1660000 | 1670000 | 1680000 | 1690000 | 1700000 | 1710000 | 1720000 | 1730000 | 1740000 | 1750000 | 1760000 | 1770000 | 1780000 | 1790000 | 1800000 | 1810000 | 1820000 | 1830000 | 1840000 | 1850000 | 1860000 | 1870000 | 1880000 | 1890000 | 1900000 | 1910000 | 1920000 | 1930000 | 1940000 | 1950000 | 1960000 | 1970000 | 1980000 | 1990000 | 2000000 | 2010000 | 2020000 | 2030000 | 2040000 | 2050000 | 2060000 | 2070000 | 2080000 | 2090000 | 2100000 | 2110000 | 2120000 | 2130000 | 2140000 | 2150000 | 2160000 | 2170000 | 2180000 | 2190000 | 2200000 | 2210000 | 2220000 | 2230000 | 2240000 | 2250000 | 2260000 | 2270000 | 2280000 | 2290000 | 2300000 | 2310000 | 2320000 | 2330000 | 2340000 | 2350000 | 2360000 | 2370000 | 2380000 | 2390000 | 2400000 | 2410000 | 2420000 | 2430000 | 2440000 | 2450000 | 2460000 | 2470000 | 2480000 | 2490000 | 2500000 | 2510000 | 2520000 | 2530000 | 2540000 | 2550000 | 2560000 | 2570000 | 2580000 | 2590000 | 2600000 | 2610000 | 2620000 | 2630000 | 2640000 | 2650000 | 2660000 | 2670000 | 2680000 | 2690000 | 2700000 | 2710000 | 2720000 | 2730000 | 2740000 | 2750000 | 2760000 | 2770000 | 2780000 | 2790000 | 2800000 | 2810000 | 2820000 | 2830000 | 2840000 | 2850000 | 2860000 | 2870000 | 2880000 | 2890000 | 2900000 | 2910000 | 2920000 | 2930000 | 2940000 | 2950000 | 2960000 | 2970000 | 2980000 | 2990000 | 3000000 | 3010000 | 3020000 | 3030000 | 3040000 | 3050000 | 3060000 | 3070000 | 3080000 | 3090000 | 3100000 | 3110000 | 3120000 | 3130000 | 3140000 | 3150000 | 3160000 | 3170000 | 3180000 | 3190000 | 3200000 | 3210000 | 3220000 | 3230000 | 3240000 | 3250000 | 3260000 | 3270000 | 3280000 | 3290000 | 3300000 | 3310000 | 3320000 | 3330000 | 3340000 | 3350000 | 3360000 | 3370000 | 3380000 | 3390000 | 3400000 | 3410000 | 3420000 | 3430000 | 3440000 | 3450000 | 3460000 | 3470000 | 3480000 | 3490000 | 3500000 | 3510000 | 3520000 | 3530000 | 3540000 | 3550000 | 3560000 | 3570000 | 3580000 | 3590000 | 3600000 | 3610000 | 3620000 | 3630000 | 3640000 | 3650000 | 3660000 | 3670000 | 3680000 | 3690000 | 3700000 | 3710000 | 3720000 | 3730000 | 3740000 | 3750000 | 3760000 | 3770000 | 3780000 | 3790000 | 3800000 | 3810000 | 3820000 | 3830000 | 3840000 | 3850000 | 3860000 | 3870000 | 3880000 | 3890000 | 3900000 | 3910000 | 3920000 | 3930000 | 3940000 | 3950000 | 3960000 | 3970000 | 3980000 | 3990000 | 4000000 | 4010000 | 4020000 | 4030000 | 4040000 | 4050000 | 4060000 | 4070000 | 4080000 | 4090000 | 4100000 | 4110000 | 4120000 | 4130000 | 4140000 | 4150000 | 4160000 | 4170000 | 4180000 | 4190000 | 4200000 | 4210000 | 4220000 | 4230000 | 4240000 | 4250000 | 4260000 | 4270000 | 4280000 | 4290000 | 4300000 | 4310000 | 4320000 | 4330000 | 4340000 | 4350000 | 4360000 | 4370000 | 4380000 | 4390000 | 4400000 | 4410000 | 4420000 | 4430000 | 4440000 | 4450000 | 4460000 | 4470000 | 4480000 | 4490000 | 4500000 | 4510000 | 4520000 | 4530000 | 4540000 | 4550000 | 4560000 | 4570000 | 4580000 | 4590000 | 4600000 | 4610000 | 4620000 | 4630000 | 4640000 | 4650000 | 4660000 | 4670000 | 4680000 | 4690000 | 4700000 | 4710000 | 4720000 | 4730000 | 4740000 | 4750000 | 4760000 | 4770000 | 4780000 | 4790000 | 4800000 | 4810000 | 4820000 | 4830000 | 4840000 | 4850000 | 4860000 | 4870000 | 4880000 | 4890000 | 4900000 | 4910000 | 4920000 | 4930000 | 4940000 | 4950000 | 4960000 | 4970000 | 4980000 | 4990000 | 5000000 | 5010000 | 5020000 | 5030000 | 5040000 | 5050000 | 5060000 | 5070000 | 5080000 | 5090000 | 5100000 | 5110000 | 5120000 | 5130000 | 5140000 | 5150000 | 5160000 | 5170000 | 5180000 | 5190000 | 5200000 | 5210000 | 5220000 | 5230000 | 5240000 | 5250000 | 5260000 | 5270000 | 5280000 | 5290000 | 5300000 | 5310000 | 5320000 | 5330000 | 5340000 | 5350000 | 5360000 | 5370000 | 5380000 | 5390000 | 5400000 | 5410000 | 5420000 | 5430000 | 5440000 | 5450000 | 5460000 | 5470000 | 5480000 | 5490000 | 5500000 | 5510000 | 5520000 | 5530000 | 5540000 | 5550000 | 5560000 | 5570000 | 5580000 | 5590000 | 5600000 | 5610000 | 5620000 | 5630000 | 5640000 | 5650000 | 5660000 | 5670000 | 5680000 | 5690000 | 5700000 | 5710000 | 5720000 | 5730000 | 5740000 | 5750000 | 5760000 | 5770000 | 5780000 | 5790000 | 5800000 | 5810000 | 5820000 | 5830000 | 5840000 | 5850000 | 5860000 | 5870000 | 5880000 | 5890000 | 5900000 | 5910000 | 5920000 | 5930000 | 5940000 | 5950000 | 5960000 | 5970000 | 5980000 | 5990000 | 6000000 | 6010000 | 6020000 | 6030000 | 6040000 | 6050000 | 6060000 | 6070000 | 6080000 | 6090000 | 6100000 | 6110000 | 6120000 | 6130000 | 6140000 | 6150000 | 6160000 | 6170000 | 6180000 | 6190000 | 6200000 | 6210000 | 6220000 | 6230000 | 6240000 | 6250000 | 6260000 | 6270000 | 6280000 | 6290000 | 6300000 | 6310000 | 6320000 | 6330000 | 6340000 | 6350000 | 6360000 | 6370000 | 6380000 | 6390000 | 6400000 | 6410000 | 6420000 | 6430000 | 6440000 | 6450000 | 6460000 | 6470000 | 6480000 | 6490000 | 6500000 | 6510000 | 6520000 | 6530000 | 6540000 | 6550000 | 6560000 | 6570000 | 6580000 | 6590000 | 6600000 | 6610000 | 6620000 | 6630000 | 6640000 | 6650000 | 6660000 | 6670000 | 6680000 | 6690000 | 6700000 | 6710000 | 6720000 | 6730000 | 6740000 | 6750000 | 6760000 | 6770000 | 6780000 | 6790000 | 6800000 | 6810000 | 6820000 | 6830000 | 6840000 | 6850000 | 6860000 | 6870000 | 6880000 | 6890000 | 6900000 | 6910000 | 6920000 | 6930000 | 6940000 | 6950000 | 6960000 | 6970000 | 6980000 | 6990000 | 7000000 | 7010000 | 7020000 | 7030000 | 7040000 | 7050000 | 7060000 | 7070000 | 7080000 | 7090000 | 7100000 | 7110000 | 7120000 | 7130000 | 7140000 | 7150000 | 7160000 | 7170000 | 7180000 | 7190000 | 7200000 | 7210000 | 7220000 | 7230000 | 7240000 | 7250000 | 7260000 | 7270000 | 7280000 | 7290000 | 7300000 | 7310000 | 7320000 | 7330000 | 7340000 | 7350000 | 7360000 | 7370000 | 7380000 | 7390000 | 7400000 | 7410000 | 7420000 | 7430000 | 7440000 | 7450000 | 7460000 | 7470000 | 7480000 | 7490000 | 7500000 | 7510000 | 7520000 | 7530000 | 7540000 | 7550000 | 7560000 | 7570000 | 7580000 | 7590000 | 7600000 | 7610000 | 7620000 | 7630000 | 7640000 | 7650000 | 7660000 | 7670000 | 7680000 | 7690000 | 7700000 | 7710000 | 7720000 | 7730000 | 7740000 | 7750000 | 7760000 | 7770000 | 7780000 | 7790000 | 7800000 | 7810000 | 7820000 | 7830000 | 7840000 | 7850000 | 7860000 | 7870000 | 7880000 | 7890000 | 7900000 | 7910000 | 7920000 | 7930000 | 7940000 | 7950000 | 7960000 | 7970000 | 7980000 | 7990000 | 8000000 | 8010000 | 8020000 | 8030000 | 8040000 | 8050000 | 8060000 | 8070000 | 8080000 | 8090000 | 8100000 | 8110000 | 8120000 | 8130000 | 8140000 | 8150000 | 8160000 | 8170000 | 8180000 | 8190000 | 8200000 | 8210000 | 8220000 | 8230000 | 8240000 | 8250000 | 8260000 | 8270000 | 8280000 | 8290000 | 8300000 | 8310000 | 8320000 | 8330000 | 8340000 | 8350000 | 8360000 | 8370000 | 8380000 | 8390000 | 8400000 | 8410000 | 8420000 | 8430000 | 8440000 | 8450000 | 8460000 | 8470000 | 8480000 | 8490000 | 8500000 | 8510000 | 8520000 | 8530000 | 8540000 | 8550000 | 8560000 | 8570000 | 8580000 | 8590000 | 8600000 | 8610000 | 8620000 | 8630000 | 8640000 | 8650000 | 8660000 | 8670000 | 8680000 | 8690000 | 8700000 | 8710000 | 8720000 | 8730000 | 8740000 | 8750000 | 8760000 | 8770000 | 8780000 | 8790000 | 8800000 | 8810000 | 8820000 | 8830000 | 8840000 | 8850000 | 8860000 | 8870000 | 8880000 | 8890000 | 8900000 | 8910000 | 8920000 | 8930000 | 8940000 | 8950000 | 8960000 | 8970000 | 8980000 | 8990000 | 9000000 | 9010000 | 9020000 | 9030000 | 9040000 | 9050000 | 9060000 | 9070000 | 9080000 | 9090000 | 9100000 | 9110000 | 9120000 | 9130000 | 9140000 | 9150000 | 9160000 | 9170000 | 9180000 | 9190000 | 9200000 | 9210000 | 9220000 | 9230000 | 9240000 | 9250000 | 9260000 | 9270000 | 9280000 | 9290000 | 9300000 | 9310000 | 9320000 | 9330000 | 9340000 | 9350000 | 9360000 | 9370000 | 9380000 | 9390000 | 9400000 | 9410000 | 9420000 | 9430000 | 9440000 | 9450000 | 9460000 | 9470000 | 9480000 | 9490000 | 9500000 | 9510000 | 9520000 | 9530000 | 9540000 | 9550000 | 9560000 | 9570000 | 9580000 | 9590000 | 9600000 | 9610000 | 9620000 | 9630000 | 9640000 | 9650000 | 9660000 | 9670000 | 9680000 | 9690000 | 9700000 | 9710000 | 9720000 | 9730000 | 9740000 | 9750000 | 9760000 | 9770000 | 9780000 | 9790000 | 9800000 | 9810000 | 9820000 | 9830000 | 9840000 | 9850000 | 9860000 | 9870000 | 9880000 | 9890000 | 9900000 | 9910000 | 9920000 | 9930000 | 9940000 | 9950000

# Superschnelles DSL mit bis zu 300 MBit/s



Das neue  
**DrayTek Vigor 165**  
Supervectoring/VDSL/  
ADSL Modem

Ihr Provider bietet Ihnen neue und schnellere DSL-Tarife mit Geschwindigkeiten von bis zu 300 MBit/s an? Dann handelt es sich in der Regel um Anschlüsse mit sogenanntem Supervectoring Profil 35b, einer neuen DSL-Technologie, welche durch Verwendung hocheffizienter Vectoring-Techniken und einer Erweiterung des Frequenzspektrums hohe Bandbreiten ermöglicht. Um diese nutzen zu können, ist jedoch hochwertige Hardware nötig.

Der **DrayTek Vigor 165** ist die konsequente Weiterentwicklung unseres Erfolgsmodells DrayTek Vigor 130. Er unterstützt Supervectoring Profil 35b und ist abwärtskompatibel mit allen üblichen VDSL- und ADSL-Varianten über Profil 17a, mit und ohne Vectoring, bis hin zu DSL-Lite mit 384 KBit/s.

Unser Modem ist dabei sowohl für ältere Anschlüsse als auch in Hinsicht auf die neuen All-IP BNG-Anschlüsse geeignet. Sollte Ihr Endgerät kein VLAN-Tagging unterstützen, kompensiert dies auch unser Vigor 165 Modem und kann Ihnen das Tagging abnehmen.

## Technische Spezifikationen:

- Entspricht ITU-T VDSL2 G.993.2, G.993.5
- Konform zu ITU-T G.993.1, G.997.1
- Fallback auf ADSL2/2+ Standards
- ANSI T1.413 Issue 2
- ITU-T G.992.1 G.dmt
- ITU-T G.992.3 ADSL2 G.dmt.bis
- ITU-T G.992.5 ADSL2+
- VDSL-Bandplan: 997, 998
- VDSL2 Profil: 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a, 30a, 35b
- Annex A, Annex M, Annex B, Annex Q
- 2 Gigabit Ethernet LAN Ports
- geringer Stromverbrauch



uniVorx GmbH  
Zeppelinstr. 3  
12529 Schönefeld OT Waltersdorf  
Geschäftsführer: Alfred Hammermeister  
Handelsregister: Amtsgericht Cottbus  
HRB11858CB

Telefon: +49-30-780009433  
Telefax: +49-30-780009439  
contact@draytek.de

www.draytek.de  
**CONNECT  
PEOPLE**



## Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

### Tablet ohne Akku

❓ Meine Hausautomation läuft über ein in der Wand eingelassenes Android-Tablet, das permanent an der Stromversorgung hängt. Nun hat sich nach drei Jahren Betriebszeit der Akku aufgebläht und musste ersetzt werden. Ist es denn nicht besonders schändlich für den Akku, wenn er niemals entladen wird?

❗ Der von Ihnen geschilderte Dauerbetrieb, bei dem der Akku immer wieder nur minimal entladen und anschließend wieder auf 100 Prozent geladen wird, belastet diesen sehr stark. Es wundert mich nicht, dass er schon nach drei Jahren seinen Geist aufgegeben hat. Tablets sind grundsätzlich als mobile Geräte konstruiert und sollten nicht dauernd am Netzteil hängen. Leider ist es meistens nicht möglich, den Akku zu entfernen. Diesen Betriebszustand haben die Entwickler schlicht nicht vorgesehen. Sie sollten deshalb hin und wieder den Stecker entfernen und den Akku leerlaufen lassen. (mue@ct.de)

schluss ist klar, wo die Mailbox zu suchen ist: beim Anbieter des Anschlusses.

Bei VoIP hingegen ist die Sache komplizierter, wenn Sie dort mehr als einen Anschluss eingerichtet haben. Wenn Sie nicht wissen, in welcher Mailbox die Nachricht liegt, deaktivieren Sie über das Web-Frontend der Fritzbox nacheinander alle VoIP-Accounts, bis das Blinken aufhört. Die signalisierte Nachricht können Sie anschließend über eine spezielle Kurzwahl oder das Web-Frontend des VoIP-Anbieters abrufen und löschen. Vergessen Sie aber nicht, den VoIP-Account in Ihrer Box anschließend wieder zu aktivieren.

(uma@ct.de)

Windows-Installation verwaltet die Laufwerksbuchstaben selbst und weiß nichts davon, wie andere Installationen auf demselben PC das handhaben. (axv@ct.de)

### c't-WIMage und Windows 10 Version 1809

❓ Ich nutze Ihr Sicherungsskript c't-WIMage, um damit Abbilder meiner Systempartition zu erstellen. Funktioniert es auch mit der mittlerweile erneut erschienenen Windows-10-Version 1809 („Oktober 2018 Update“)?

❗ Ja, und zwar genauso wie mit der Vorgängerversion 1803. Das wiederum bedeutet aber, dass die beiden Probleme, die seitdem bestanden, unverändert auch in Version 1809 stecken: Das Windows-Bordmittel Dism.exe, welches c't-WIMage unter der Haube zum Sichern Ihrer Installation verwendet (und das von Microsoft genau dazu gemacht ist), hat weiterhin Schwierigkeiten, wenn Sie Platzhalter in Ihrem OneDrive-Ordner verwenden. Die dienen zum Kennzeichnen von Dateien, die ausschließlich in der Cloud liegen. Sobald Dism auf solch einen Platzhalter stößt, stürzt es ab. Die einzige Abhilfe ist, keine solchen Platzhalter zu verwenden, sondern alle Dateien im OneDrive-Ordner grundsätzlich lokal vorzuhalten.

Probleme drohen auch, wenn Sie das „Windows Subsystem für Linux“ (WSL) von Hand nachinstalliert sowie anschließend eine Distribution aus dem Store nachgeladen und erstmals gestartet haben. Sie können so eine Windows-Installation zwar mit c't-WIMage sichern, das zum Wiederherstellen der Sicherung verwendete Windows-Setup-Programm kann dieses Image aber nicht wieder zurückspielen. Die seit Windows 10 Version 1803 unverändert aktuelle Version von c't-WIMage verweigert daher die Arbeit, wenn das WSL installiert ist.

### Telefonie-Lampe an der Fritzbox blinkt

❓ Seit einigen Wochen blinkt die Krontrollleuchte für Internet-Telefonie an meiner Fritzbox. Ich habe schon alle Nachrichten auf dem Anrufbeantworter der Box und die Anruflisten gelöscht, ohne Erfolg. Ein bisschen nervt das Blitzen schon, wie kann ich das abstellen? Muss ich die Box zurücksetzen?

❗ Selbst wenn Sie die Box zurücksetzen, wird das Blitzen nicht aufhören, denn die Ursache liegt anderswo. Die Box hat zwei Leuchten, eine für Internet- und eine für Festnetztelefonie. Diese blinken, wenn eine Nachricht auf der Mailbox im Telefonnetz wartet und der Anbieter das signalisiert. Der Fachbegriff heißt MWI (Message Waiting Indicator). Beim Festnetzan-

### Windows „üblicherweise“ auf Laufwerk C:

❓ Wenn Sie über jenes Laufwerk schreiben, auf dem Windows installiert ist, schreiben Sie dazu öfters sinngemäß, dass das „üblicherweise Laufwerk C:“ sei. Ich habe aber auf all meinen Rechnern noch nie erlebt, dass Windows nicht auf C: lag. Kann man das Setup-Programm denn überhaupt irgendwie dazu bringen, Windows auf einem anderen Laufwerk als C: zu installieren?

❗ Das Setup-Programm versucht, Windows grundsätzlich auf Laufwerk C: zu installieren, und zwar ohne Nachfrage. Es gibt allerdings einen Fall, in dem das Setup-Programm nicht gelingen kann: Wenn man es zwecks einer Parallelinstallation unter einer bereits laufenden Windows-Installation startet, die ihrerseits auf C: liegt. Dann ist C: bereits belegt und das Setup-Programm weist der Parallelinstallation einen anderen Buchstaben zu.

Das können Sie vermeiden, wenn Sie die Parallelinstallation einrichten, indem sie den PC vom Installationsmedium booten. Dann halten beide Installationen ihr jeweils eigenes Laufwerk für C:. Jede



Mit einem M.2-auf-2,5-Zoll-Adapter lässt sich eine M.2-SSD sicher löschen, wenn das nicht klappt, solange sie am Mainboard angeschlossen ist.

Warum Microsoft diese Probleme auch bei 1809 trotz verlängerter Testphase nicht behoben hat, wissen wir nicht. Unsere Fehlerberichte wurden bislang ignoriert – aber dieses Schicksal teilen wir ja mit vielen anderen Windows-Nutzern.

Ohne WSL und ohne OneDrive-Platzhalter sichert c't-WIMage auch Windows 10 Version 1809 problemlos. Weitere Informationen zu aktuellen Entwicklungen, alle Anleitungen sowie das Skript selbst finden Sie unter [ct.de/wimage](http://ct.de/wimage). (axv@ct.de)

## 4K-Filme abspielen

❓ Kann ich mit einem 4K-Brenner wie dem Pioneer BDR-211 EBK 4K-Filme mit HDR in Verbindung mit Cyberlink Power DVD 18 Ultra abspielen? Oder bleibt das HDR-Signal dabei auf der Strecke?

❗ Um UHD-Filme abzuspielen, muss auch Ihre restliche Hardware mitspielen und den Kopierschutzstandard HDCP 2.2 unterstützen. Das betrifft Mainboard, Grafikkarte und Monitor. Wenn Ihre sämtlichen Hardwarekomponenten nicht explizit HDCP 2.2 (bitte nicht verwechseln mit HDMI 2.0) unterstützen, wird die Wiedergabe von UHDs in 4K nicht klappen. (hag@ct.de)

## Alte Dateien in Cinema 4D

❓ Ich habe vor Urzeiten mit Maxons Cinema 4D Projekte erstellt und würde diese gerne mit der aktuellen Version R20 (2018) reaktivieren. Obwohl die Dateiendung auch bei der aktuellen Version noch .c4d lautet, lassen sich die Projekte nicht mehr öffnen.

❗ Maxon hat das C4D-Format stetig erweitert. Ein größerer Versionssprung fand von Release 11.5 auf Release 12 statt. Projekte, die mit einer Release-Version

vor 11.5 erstellt wurden, lassen sich noch bis Release 19 importieren. Diese Importmöglichkeit wurde mit dem aktuellen Release 20 aber eingestellt.

Um alte Projekte zu importieren, benötigen Sie daher eine aktivierte Cinema-4D-Version zwischen Release 12 und 19. Mit ihnen müssen Sie die Projekte lediglich einmal öffnen und speichern, um sie zu konvertieren. Der Einsatz einer älteren Demo-Version von C4D genügt dabei nicht, da der Hersteller lediglich eine Aktivierung der jeweils neuesten Version zulässt. Man kann eine Demo mit Release 19 oder darunter zwar nutzen, um sich ältere Projekte anzuschauen, das Speichern und das damit verbundene Konvertieren ist allerdings nicht möglich. (sha@ct.de)

## Secure Erase bei M.2-SSD

❓ Ich habe meine M.2-SATA-SSD durch ein größeres Modell ersetzt und würde nun gerne die alte SSD weitergeben – freilich ohne die darauf gespeicherten Daten. Doch das Secure Erase der 850 Evo klappt nicht: Das Samsung-Tool sagt, ich solle das Gehäuse öffnen und kurz das Stromkabel abklemmen, damit die SSD nicht mehr im Status „Security frozen“ ist. Wie soll ich das bei einer M.2-SSD tun?

❗ Uns ist auch kein Weg bekannt, die M.2-SATA-SSD sicher zu löschen, so lange sie im Mainboard eingebaut ist. Es klappt allerdings über einen Umweg. Dazu benötigen Sie einen Adapter, der die M.2-SSD aufnimmt und der dann über die üblichen SATA-Daten- und Stromleitungen an das Mainboard angeschlossen wird. Solche gibt es bereits für 10 Euro (etwa Raid-Sonic Icy Box IB-CVB512-S). Stecken Sie die SSD in den Adapter, schließen Sie sie an und starten Sie den PC mit dem Samsung-Tool erneut. Nach der Aufforderung, das Stromkabel kurz abzuziehen, lässt sich die SSD sicher löschen. (ll@ct.de)

## Spotify-Bibliothek voll

❓ Ich packe interessante neu entdeckte Titel gern in meine Spotify-Bibliothek. Kürzlich bekam ich aber eine Fehlermeldung, dass meine Bibliothek zwar sehr schön sei, aber leider voll, obwohl ich sicher weniger als 10.000 Stücke habe. Das Löschen einzelner Stücke oder Alben war sehr mühevoll und dauerte stundenlang. Gibt es keine bequemere Möglichkeit?

❗ Es kommen immer wieder Tools zur Verwaltung von Spotify-Bibliotheken und Playlists auf den Markt. Die funktionieren meist eine Zeitlang, bis Spotify die Schnittstellen ändert. Die Zahl von 10.000 Titeln wird schneller als erwartet erreicht, weil Spotify das Album selbst auch mitzählt, ein Album mit zehn Titeln wird also als elf Stücke gezählt. Im schlimmsten Fall reduziert sich die Bibliothek auf 5000 Musikstücke (in 5000 Alben).

Einen interessanten Ausweg zum Umgehen des arg eng gesetzten Limits bietet Spotify selbst: Titel in einer Playlist zählen nämlich nicht mit. Hier kann man selbst bei voller Bibliothek immer noch Stücke hinzufügen. Sie könnten also Playlists nach Künstlern anlegen und vielleicht noch eine für Ihre Fundstücke. (mil@ct.de)

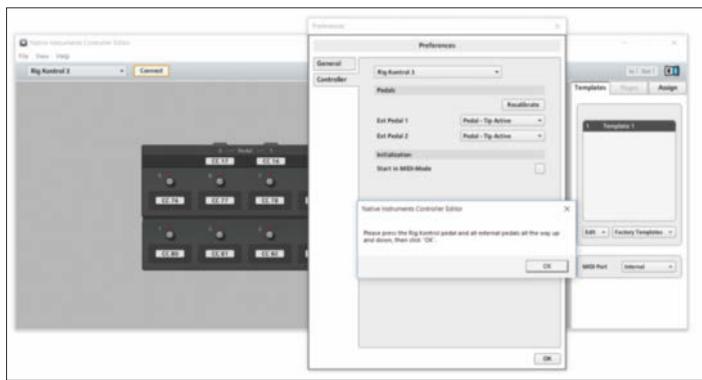
### KOMPLETT VOLL

Gratuliere, Du hast eine großartige Sammlung. Leider hast Du in der 'Bibliothek' aber auch kein Platz mehr. Wenn Du neue Songs speichern willst, musst Du erst ein paar alte Titel oder Alben löschen.

OK

Spotify lässt derzeit nur 10.000 Titel in der Bibliothek zu.

Um das Rig Kontrol 3 von Native Instruments unter Windows 10 zu verwenden, müssen Sie eine ältere Version des Controller Editors bemühen.



## Rig Kontrol 3 unter Windows 10 nutzen

Ich möchte das Fußpedal Rig Kontrol 3 von Native Instruments unter Windows 10 mit der Verstärker- und Effektssimulation Guitar Rig 5 Pro nutzen. Die Fußschalter und das Pedal reagieren allerdings nicht. Was mache ich falsch?

Native Instruments hat das Rig Kontrol 3 bereits 2007 veröffentlicht. Leider ist die Einrichtung des Rig Kontrol aufgrund seines Alters unter Windows 10 nicht ganz einfach. Installieren Sie zunächst den neuesten Treiber für das „Rig Kontrol 3“. Die aktuellste Version 3.1.0 ist zwar nur für Windows 7, 8 und 8.1 ausgewiesen, funktioniert aber auch unter Windows 10. Anschließend installieren Sie den Native Instruments Controller Editor 1.7.4. Wenn eine neuere Version auf Ihrem System installiert ist – aktuell ist Version 2.2 –, müssen Sie sie zuvor deinstallieren. Den älteren Controller Editor 1.7.4 erhalten Sie auf der Webseite von Native Instruments als Legacy-Version.

Rufen Sie den Controller Editor auf und wählen Sie im Menü „Komplexe“ den Eintrag „Rig Kontrol“. Das Bild des Geräts erscheint nun in der Anwendung. Wählen Sie anschließend die Einstellungen unter File/Preferences, öffnen Sie den Reiter „Controller“ und drücken Sie die Schaltfläche „Recalibrate“. Die Software fordert dazu auf, das Pedal ganz nach oben und ganz nach unten zu bewegen. Falls Sie externe Pedale ans Rig Kontrol angeschlossen haben, verfahren Sie mit diesen genauso. Anschließend bestätigen Sie zweimal mit OK und verlassen das Programm.

Danach öffnen Sie Guitar Rig 5 und können das Pedal Ihres Rig Kontrol 3 per Drag and Drop beliebigen Reglern zuweisen, indem Sie den CC7 (Continuous Controller) auf das gewünschte Steuerelement

ziehen. Es funktioniert als „Expression Pedal“ mit den Effekten Cry Wah, Real Wah und Talk Wah, aber auch mit Drehreglern der virtuellen Amps beispielsweise als Lautstärkepedal. (akr@ct.de)

## Online erpresst

Ich habe eine Mail von Online-Erpressern erhalten, die angeblich meinen PC gehackt und mich beim Besuch einer Erotik-Website per Webcam gefilmt haben. Sie drohen damit, das Video zu veröffentlichen, wenn ich nicht innerhalb von 72 Stunden die Summe von fast 1000 Euro per Bitcoin zahle. Was soll ich tun?

Es handelt sich dabei um eine verbreitete Masche von Online-Ganoven. In aller Regel sind die Behauptungen frei erfunden und es gab keinen Zugriff auf Ihren Rechner oder Ihre Webcam. Teilweise nutzen die Täter in den Erpresser-Mails persönliche Daten wie Ihren Namen, Ihre Handynummer oder gar eines Ihrer Passwörter, um Ihnen Angst einzujagen. Diese Daten stammen jedoch nicht direkt von Ihrem Rechner, sondern wurden bei einer anderen Gelegenheit erbeutet – etwa beim Hack eines Online-Forums, bei dem Sie sich in der Vergangenheit registriert hatten. Sie können die Mail getrost ignorieren. Zahlen Sie auf keinen Fall den geforderten Betrag.

Sollte die Mail eines Ihrer Passwörter enthalten, müssen Sie es als kompromittiert betrachten. Ändern Sie es überall dort, wo es zum Einsatz kommt. Sollten Sie an mehreren Stellen das gleiche Passwort einsetzen, sollten Sie die Gelegenheit nutzen, für jeden Dienst ein individuelles Passwort einzusetzen. Setzen Sie dazu am besten einen Passwort-Manager wie KeePass ein, damit Sie die neuen Passwörter

nicht vergessen. Wenn Sie Grund zur Annahme haben, dass Ihr Rechner tatsächlich infiziert worden sein könnte, sollten Sie trotzdem nicht zahlen, aber den Rechner einem gründlichen Virenscan unterziehen – zum Beispiel mit Desinfec't oder dem c't-Notfall-Windows. (rei@ct.de)

## Radeon RX 590 unter Linux

Ich habe eine neue Radeon RX 590 gekauft, weil aktuell ausgestattete Linux-Distributionen die AMD-Grafikkarten oftmals von Haus aus unterstützen. Nach dem Einbau bleibt Linux aber im Bootvorgang hängen, das Bild wird schwarz und die Lüfter der Karte drehen auf. Muss ich doch noch etwas nachinstallieren?

Nein. Die RX 590 ist so neu, dass ältere Linux-Kernel oder genauer der enthaltene Amdgpu-Treiber Probleme mit dem Power-Management der GPU haben. Ein Workaround besteht darin, die Boot-Parameter des Kernels um `amdgpu.dpm=0` zu erweitern. Der Parameter deaktiviert das Power-Management und die Karte läuft mit vergleichsweise langsamem Chiptakt. Dann funktionieren Spiele und OpenCL-Anwendungen allerdings nur noch mit verminderter Leistung. Aktuelle Desktop-Oberflächen wie Gnome lassen sich damit aber ohne Einbußen benutzen.

Das dieser Tage erscheinende Linux 4.20 (siehe S. 60) behebt das Problem. Die dafür zuständigen Anpassungen sollen auch in den Linux-Kernel 4.19.9 einfließen, der kurz nach Redaktionsschluss erwartet wurde. Einige, aber sicher nicht alle Linux-Distributionen dürfen diese Änderungen auch in ihre Kernel einbauen. (mls@ct.de)

Fragen richten Sie bitte an

**hotline@ct.de**

**c't magazin**

**@ctmagazin**

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

# Shift happens.

Digitale Transformation. Sicher mit Business IT aus Deutschland.



Science ohne Fiction. Schützen Sie die Informationen Ihres Unternehmens mit lückenloser Netzwerkarchitektur, konstanter Überwachung und schneller Reaktion im Fall der Fälle. DSGVO- und BDSG-konform – mit uns gehen Sie auf Nummer sicher.

Das nächste Level für Ihre IT-Security:

[bsp.cronon.net](http://bsp.cronon.net)

**Christmas happens.**  
Schöne Feiertage & einen gelungenen  
»SHIFT« ins Jahr 2019!

# FAQ

# Sicher zahlen per NFC

**Mit dem Android-Smartphone kontaktlos über den NFC-Chip an der Ladenkasse zu zahlen gilt als sehr sicheres Verfahren. Warum das so ist, beantworten wir in dieser FAQ.**

**Von Markus Montz**

## Zahlungsfreigabe

❓ Wann muss ich zum Bezahlen meine PIN am Kassenterminal eingeben, wann muss ich das Handy entsperren?

❗ Dafür, dass beim Halten Ihres Smartphones an ein Kassenterminal über den NFC-Chip ein Bezahlvorgang ausgelöst wird, gibt es je nach App-Anbieter unterschiedliche Voraussetzungen. Wenn Sie mit den Apps der Sparkassen und Volksbanken zahlen, müssen Sie bei Beträgen bis 25 Euro auf der einfachsten Sicherheitsstufe lediglich das Display aktivieren – das Gerät muss nicht entsperrt sein. Sporadisch fragt Sie das Kassenterminal zusätzlich nach der PIN der Plastikkarte, obligatorisch ist deren Eingabe aber erst ab einer Summe von 25 Euro. Dies gilt für Girokarten ebenso wie für Kreditkarten.

Deutsche Bank und Postbank haben nahezu die gleichen Regeln wie Sparkassen und Volksbanken. Bei ihnen muss das Handy aber stets entsperrt sein, auch für Zahlungen unter 25 Euro. Die App der Fidor Bank wiederum fragt bei jeder Zahlung die Pay-PIN ab, die Sie bei der Einrichtung festlegen. Sporadisch müssen Sie sich beim Bezahlen außerdem neu in die Banking-App einloggen.

Google Pay löst Zahlungen unter 25 Euro wie die App der Sparkassen und Volksbanken bereits bei aktiviertem Display aus. Bei Zahlungen höherer Beträge verlangt dieser Dienst abweichend lediglich, das Smartphone zu entsperren und wertet dies wie eine PIN-Eingabe am Terminal. Dahinter steckt die sogenannte CDCVM (Consumer Device Cardholder Verification Method), die vom Prinzip her einer Zwei-Faktor-Authentifikation entspricht.

Wählen Sie die Entsperrmethode nicht nur beim Einsatz von Google Pay sorgfältig! Wir raten insbesondere davon ab, ein Wischmuster zu nutzen, da Dritte dieses relativ leicht erraten können.

## Heimliche Abbuchungen

❓ Können Kriminelle mit drahtlosen Bezahlterminals heimlich eine Zahlung vom Handy in der Hosen- oder Handtasche auslösen?

❗ Unter Laborbedingungen: Ja – im Alltag müsste der Kriminelle hohe technische Hürden überwinden. Die Kommunikation zwischen dem NFC-Chip des Smartphones und dem Terminal ist nur möglich, wenn der Abstand etwa vier Zentimeter oder weniger beträgt. Außerdem müssen Sie als Besitzer des Handys – je nach verwendeter Bezahl-App – mindestens das Display aktiviert oder Ihr Gerät

bereits entsperrt haben. Das schließt heimliches Auslösen in der Hosen- oder Handtasche nahezu aus.

Sollte es dem Kriminellen dennoch gelingen, etwa von einem unbeaufsichtigten Handy einen Zahlungsvorgang auszulösen, hinterlässt er eine digitale Spur: Jedes Terminal besitzt eine eigene ID und ist zudem an ein Zielkonto gebunden. Girocard-Zahlungen per Smartphone lassen sich sogar nur auf deutsche Geschäftskonten transferieren. Da eine Bank bei der Eröffnung solcher Konten die Identität des Kontoinhabers prüfen muss, steht sie im Zweifel für Schäden gerade.

Sobald die ID eines Zahlungsterminals bei Kartenfirmen oder kartenausgebenden Banken durch unplaubliche Buchungen auffällt, kommt der Händler zudem unter verschärftes Beobachtung. Bei Betrugsverdacht wird er gesperrt.



Bei den Sicherheitsstufen der Sparkassen-App „Mobiles Bezahlen“ können Sie Sicherheit und Komfort gegeneinander abwägen.

## Kartendaten auslesen

❓ Kann jemand über ein (manipuliertes) Bezahlterminal oder NFC-fähiges Lesegerät meine Kartendaten abgreifen und diese dann in Onlineshops nutzen?

❗ Wenn Sie eine Kreditkarte in der Bezahl-App hinterlegen, wird die Original-Kartennummer nicht auf dem Smartphone gespeichert. Daher kann auch niemand aus dem NFC-Signal die echten Daten Ihrer Visa- oder Mastercard auslesen. Das gilt ebenso für Debitkarten in elektronischer Form, etwa die von PayPal. Ihr Smartphone übermittelt dem Bezahlterminal nur ein Token und einen „Single Use Key“ (Mastercard) respektive „Limited Use Key“ (Visa).

Das Token ist eine Pseudo-Kreditkartennummer, die nicht dem Original (Personal Account Number, PAN) entspricht. Das Zahlungsnetzwerk – beispielsweise VisaNet für Visa-Karten – erzeugt

das Token, sobald Sie die Karte auf Ihrem Gerät hinterlegen. Bei den Use Keys handelt es sich um kryptografische Einmal-Schlüssel, die in einem speziell gesicherten Bereich des Betriebssystems gespeichert sind. Der NFC-Chip sendet sie gemeinsam mit dem Token. Um beide zusätzlich zu schützen, verweigern Bezahl-Apps auf gerooteten Handys den Dienst.

Während der Zahlungsabwicklung prüfen das Zahlungsnetzwerk und Ihre Bank Token und Use Key und ordnen sie Ihrer „echten“ Karte und Person zu. Der Händler erhält bei positivem Ergebnis aber nur die Freigabe sowie eine Transaktions-ID. Das Token kann man mit einem geeigneten Gerät zwar auch über den NFC-Chip auslesen, für Online-Shopping auf Ihre Kosten taugt diese Nummer in der Praxis aber nicht. Oft ist sie nicht einmal dafür freigegeben, und wenn doch, fehlen Ihr Name und die dreistellige CVC-respektive CVV-Nummer. Händler, die diese nicht abfragen, bleiben bei einer Reklamation auf den Kosten für die Bestellung sitzen.

Wenn Sie mit einer in der App hinterlegten Girocard zahlen, übermittelt der Chip Bankleitzahl und Kontonummer (PAN), verschlüsselt mit einem Use Key. Dieser Code wird an sogenannten Kopfstellen der Kartendienstleister verifiziert und von der kartenausgebenden Bank Ihrer Person zugeordnet. Selbst wenn ein Krimineller die IBAN ermitteln könnte, ließe sich nur Geld auf ein Konto einziehen, das für Lastschriften zugelassen ist – und Sie können solch eine Lastschrift außerdem zurückbuchen.

## Smartphone verloren oder gestohlen

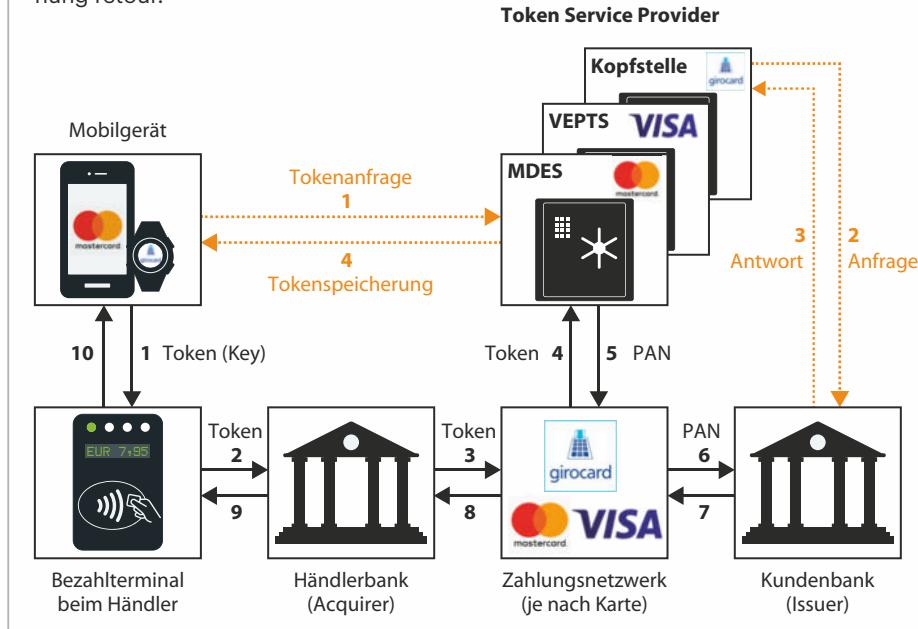
❓ Wie verhindere ich einen Missbrauch, wenn mir das Gerät abhanden gekommen ist? Und was könnte ein Krimineller grundsätzlich erreichen?

❗ Zunächst tun Sie, was Sie auch bei Verlust Ihrer Plastikkarten tun würden: Lassen Sie die im Smartphone hinterlegten digitalen Karten sperren. Bei deutschen Banken geht das fast immer über die kostenlose Nummer (+49) 116 116 des Sperr-Notrufs e. V. Aus Haftungsgründen müssen Sie die Sperrung unverzüglich in die Wege leiten.

Solange Sie die Karten noch nicht geblockt haben, hängen die Möglichkeiten

## Das passiert beim kontaktlosen Zahlen per Token (Host-Card-Emulation, HCE)

Beim kontaktlosen Bezahlen mit dem Android-Smartphone überträgt das Gerät an die Bank des Händlers bei einer Kreditkarte eine Pseudo-Kartennummer (Token) und einen Einmalschlüssel, bei der Girocard die echte Kartennummer in einem Schlüssel plus die sogenannte Kartenfolgenummer. Erst das Zahlungsnetzwerk kann daraus beim eigenen Token Service Provider die PAN ermitteln. Nachdem die Kundenbank das zugehörige Konto auf Deckung und Sperrung geprüft hat, gehen die Bestätigung plus eine Transaktions-ID oder eine Ablehnung retour.



des Diebes davon ab, ob er die Schutzmechanismen der jeweiligen Bezahl-App überwindet (siehe Antwort auf die erste Frage). Bei einem Blick in die Bezahl-App selbst sieht der Dieb von der Originalnummer Ihrer Kreditkarte höchstens die letzten vier Ziffern ohne die CVC- oder CVV-Nummer. In den Apps von Volksbanken und Sparkassen könnte er zusätzlich zwar die IBAN und Ihren Namen auf Ihrer Girocard im Klartext einsehen, das befähigt ihn aber wiederum nur zu einer Lastschrift.

fang dafür Sorge getragen haben, dass Ihr Smartphone nicht durch Malware kompromittiert werden kann.

Details erfahren Sie in den Bestimmungen Ihres Kreditinstitutes: So übernehmen etwa die Sparkassen auch dann die Haftung, wenn Dritte Ihr Smartphone für Zahlungen unter 25 Euro ohne PIN missbrauchen.

## Unbeabsichtigte Zahlungen

❓ Sind Doppelbuchungen oder versehentliche Zahlungsauslösungen möglich?

❗ Damit unbeabsichtigt Geld fließen kann, müssten Sie mit einem zahlungsbereiten Smartphone nahe genug an einem Terminal sein, das ebenfalls gerade für eine Zahlung aktiviert ist. Ähnlich verhält es sich bei Doppelbuchungen: Sobald das Terminal eine Transaktion erfolgreich abgeschlossen – oder abgelehnt – hat, muss der Kassierer es für die nächste erst neu aktivieren. (mon@ct.de)

# Einbruch mit Hightech

Wie Cyber-Kriminelle von staatlichen Hackern lernen – und warum Sie das interessieren sollte



Die Methoden der Cyber-Kriminellen ..... Seite 70  
So schützen Sie sich ..... Seite 74

**Man muss nicht mehr bei wichtigen Regierungsbehörden oder einem Rüstungskonzern arbeiten, um Angriffen auf höchstem technischen Niveau ausgesetzt zu sein. Cybercrime-Banden wie Emotet machen sich die Methoden staatlicher Profi-Hacker zu eigen und greifen damit höchst erfolgreich ganz normale Firmen an. Bereits morgen kann das auch Sie treffen.**

**Von Jürgen Schmidt**

Die von Regierungen in Auftrag gegebenen Hacking-Aktivitäten ziehen meist auf Spionage oder Sabotage. Für die Betreiber kritischer Infrastruktur und internationale Großkonzerne ist die Bedrohung durch solche Advanced Persistence Threats (APTs) bereits allgegenwärtig und man arbeitet daran, sich dagegen zur Wehr zu setzen.

Doch wer die IT eines mittelständischen Unternehmens am Laufen hält, hat in aller Regel ganz andere Probleme. Schutz vor Spionage und gezielte Sabotage durch Hacker stehen dort weit unten auf der Prioritätenliste. Wenn es um die Sicherheit geht, versucht man bestenfalls Maßnahmen gegen generelle Viren- und Spam-Aktivitäten umzusetzen. Doch die genügen nicht mehr.

Denn Cybercrime-Gangs schauen sich vermehrt die Tricks und Tools der APT-Cracks ab und attackieren damit ganz normale Firmen. Das trifft dann wie im Dezember einen Elektrodienstleister genauso wie eine Stadtverwaltung, eine Arztpraxis oder eine Bäckerei. Die sind auf diese für sie neuartige Bedrohung nicht vorbereitet und weitgehend schutzlos.

Auch bei mittelständischen Firmen, Vereinen und öffentlichen Institutionen geht ohne IT schon lange nichts mehr. Oder anders herum: Wer die IT unter seine Kontrolle bringt, hat den perfekten Hebel, dieses Unternehmen nach allen Regeln der Kunst auszunehmen – also etwa durch Erpressung mal eben fünf- oder sechsstellige Beträge zu ergattern.

Das macht diese Firmen beziehungsweise deren Mitarbeiter zu prädestinierten Opfern für Attacken durch ambitionierte Cybercrime-Gangs, die vom Klein-

Klein des Online-Banking-Betrugs genug haben und in die nächsthöhere Liga aufsteigen wollen. Genau das haben die Emotet- und die Dridex-Bande 2018 so erfolgreich umgesetzt, dass man für 2019 mit zahlreichen Nachahmern rechnen muss.

### Gezielte Angriffe

Wenn APT-Hacker in das Netz eines Konzerns eindringen wollen, greifen sie meist zum sogenannten Spear-Phishing. Dabei werden einige wenige Zielpersonen zunächst über Wochen hinweg beobachtet und ausgeforscht. Man sammelt dabei alle möglichen Informationen wie ihre Rolle im Unternehmen, direkte Kontakte, Social-Media-Aktivitäten, darüber dann mögliche Hobbys und so weiter.

Erst dann schlagen die Hacker zu. Zum Beispiel mit einer Mail, die vom direkten Vorgesetzten stammt und sich über einen verpassten Termin beschwert. Ziel ist es, den Empfänger dazu zu verleiten, einen Dateianhang zu öffnen, der seinen

Rechner infiziert. Wenn das beim ersten Mal nicht klappt, probiert es der Angreifer wieder – und wieder. Genau dafür steht die Persistenz in APT. Spear-Phishing ist unheimlich effizient. Es ist keine Frage, ob die Hacker ihr Ziel erreichen, sondern nur wann. Irgendwann sind sie drin.

Und vielleicht haben auch Sie in den letzten Monaten einen dieser Rechnung-Trojaner bekommen, der angeblich von einem Kollegen stammte und sehr gut gemacht war? Keine Angst – Sie sind nicht ins Visier der staatlichen APT-Hacker von Fancy Bear oder Sandworm geraten. Aber es war auch kein Zufall, sondern ein wesentlicher Bestandteil des neuen Geschäftsmodells einer Cybercrime-Gruppe. Die nutzen nämlich eine Art Spear-Phishing auf Massenbasis – Dynamit-Phishing sozusagen.

Die Emotet-Gang trat erstmals 2014 mit Online-Banking-Trojanern in Erscheinung, die vor allem Kunden deutscher Banken im Visier hatten. 2017 brachten sie Trickbot ins Spiel, der einen sehr ausgefieilten Nachlade-Mechanismus aufweist. Über den wurde auf infizierten Systemen Schad-Software anderer Gangs installiert. Natürlich geschah das gegen Geld: „Pay Per Install“ lautete das neue Motto. In diesem Kontext kam dann im Gefolge von Emotet-Infektionen sehr häufig auch Ransomware auf die Rechner der Opfer.

2018 hat Emotet weiter dazugelernt. Der Trojaner ist jetzt ein sehr universelles Tool zur Erforschung von Netzwerken und dem Diebstahl von Passwörtern. Besonders bemerkenswert ist das kürzlich eingeführte Abernten von Microsoft Out-



Mit solchen Tricks wollen die Trojaner den Anwender zum Aktivieren der Word-Makros bringen. Wer auf „Inhalt aktivieren“ klickt, hat verloren.



man 2019 mit Trojaner-Mails rechnen, die sich mit korrekter persönlicher Anrede, Grußformel und passender Mail-Signatur schmücken. Mit Machine Learning und anderen KI-Verfahren ließe sich das auch durchaus automatisieren. Selbst ein direkter Anschluss an einen bereits existierenden Kommunikationsfaden ist denkbar.

Die Umstellung des Geschäftsmodells von Emotet ist aus Sicht der Kriminellen ein voller Erfolg – und für die Opfer ein riesiges Problem. Das US-CERT bezeichnet Emotet in einer kürzlich veröffentlichten Warnung bereits als „eines der teuersten und zerstörerischsten Schadprogramme, die den öffentlichen und privaten Sektor bedrohen“. Das deutsche BSI stößt ins gleiche Horn: „Emotet ist nach unserer Einschätzung ein Fall von Cyber-Kriminalität, bei der die Methoden hochprofessioneller APT-Angriffe adaptiert und automatisiert wurden“, erklärt BSI-Präsident Arne Schönbohm die neuartige Qualität der Angriffe. Man beobachte dabei Schäden von mehr als einer Million Euro schon bei einzelnen Vorfällen.

## Der nächste Schritt

Diese enormen Schäden stammen natürlich nicht von dem einzelnen Rechner, der durch ein unvorsichtiges Öffnen des speziell präparierten Dokuments infiziert wurde. Vielmehr resultieren sie aus der nachgeladenen Malware. Die nutzt dann etwa einen Exploit namens EternalBlue, um sich im Netz der Firma auszubreiten. Dieser Exploit stammt ursprünglich aus dem Arsenal des NSA, die ihn über viele Jahre für genau denselben Zweck einsetzte.

Wie verheerend EternalBlue sein kann, bewiesen bereits WannaCry und NotPetya, die für Milliardenschäden sorgten. Gegen die ausgenutzte Schwachstelle gibt es zwar schon seit 2017 Sicherheits-Updates von Microsoft. Doch die haben offenbar längst nicht alle Firmen flächendeckend eingespielt, sodass EternalBlue immer noch reichlich Opfer findet.

Dass es noch schlimmer kommen kann, wenn man einmal Cyber-Kriminelle im Netz hat, zeigen die Aktivitäten der Dridex-Gang. Auch die war ursprünglich auf Online-Banking-Betrug in großem Maßstab spezialisiert. In den letzten Jahren wurde es recht still um sie. Doch wie ein im Herbst veröffentlichter Bericht der Sicherheitsfirma CrowdStrike dokumentiert, hat sich die Gang wieder aufgewacht.

**Emotet verbreitet sich weltweit in erschreckendem Ausmaß.**

look – auch als Outlook-Harvesting bezeichnet. Dabei fragt der Schädling über das Outlook-API (via `mapi.dll`) Informationen zu den E-Mails seines Opfers ab – und zwar insbesondere volle Namen und E-Mail-Adressen aller registrierten Sender und Empfänger des letzten halben Jahres.

Daraus baut Emotet eine Art sozialen Graphen, den er an den Command & Control-Server der Gangster schickt. Die wissen damit, wer mit wem Mails austauscht und wie häufig. Die Emotet-Gang hat damit wertvolle Informationen nicht nur zu den Opfern, die sich mit dem Trojaner infiziert haben, sondern auch zu deren Kontakten. Und die nutzen sie weidlich aus.

Diese Informationen waren die Basis für die massiven Malspam-Wellen Ende 2018, die viele Firmen völlig unvorbereitet trafen. Da kam dann plötzlich eine angebliche Mail von einem Geschäftspartner, dass eine Rechnung noch nicht bezahlt sei. Viel zu häufig öffnete ein verdatterter Sachbearbeiter die angehängte Rechnungskopie und das Unheil nahm seinen Lauf. Eine solche Mail im Postfach heißt übrigens nicht zwangsläufig, dass man selbst oder der angebliche Absender vorher Opfer einer Emotet-Infektion waren. Emotet kann die Verbindung auch aus einer Mail an einen größeren Adressatenkreis extrahiert haben.

Interessant ist, dass das Harvesting nur bei Outlook-Nutzern erfolgt. Das sagt einiges über die anvisierte Zielgruppe aus. Das vor allem im privaten Umfeld eingesetzte Windows Mail bietet zwar durchaus vergleichbare Funktionen, wird aber igno-

riert. Privatnutzer sind offenbar für Emotet nicht mehr so interessant.

## Gut gefälscht

Auf Outlook zugeschnitten sind auch die Tricks, die den gefälschten Absender glaubhaft erscheinen lassen. Das massenhafte Fälschen der tatsächlichen Mail-Absenderadresse ist wegen der mittlerweile recht flächendeckend umgesetzten Maßnahmen gegen Spam nicht mehr richtig praktikabel. Deshalb baut Emotet die angebliche Absenderadresse in den Anzeigenamen des Absenders ein. Die volle Adresse sieht dann etwa so aus:

"Angela Merkel <angie@kanzleramt.de>" ↵  
↳<irgendwo@sonstwo.com>

wobei irgendwo ein gehacktes Mail-Konto ist, über das die Mail tatsächlich verschickt wurde. Die kann man aber etwa mit zusätzlichen Leerzeichen einfach aus dem Blickfeld schieben. Wer nicht ganz genau hinschaut, sieht in Outlook nur eine scheinbar echte Mail aus dem Kanzleramt – oder bei einem Emotet-Trojaner die eines Kollegen.

Und es zeichnet sich bereits ab, dass die Qualität dieser Malspam-Mails weiter zunehmen wird. Denn seit einigen Monaten besorgt sich Emotet zusätzlich zu den Mail-Adressen auch die Mails selber – genauer gesagt, die ersten 16 KByte mit dem Kopf und dem Text der Nachricht. Dass es dabei keine Rücksicht auf Datei-Anhänge nimmt, deutet darauf hin, dass es nicht um Spionage geht. Vielmehr sieht es sehr nach einem Versuch aus, die künftigen Dynamit-Phishing-Kampagnen noch besser auf ihre Ziele zuzuschneiden. So sollte

tiert, hat sich die Gruppe keineswegs zur Ruhe gesetzt.

Vielmehr hat sie gezielt aufgerüstet, um auf einem anspruchsvollerem Spielfeld zu bestehen: Der Erpressung von Firmen, Behörden und öffentlichen Institutionen. Und sie setzen dabei auf Methoden und Tools, die zwar bereits aus dem APT-Umfeld bekannt, für weniger sicherheitsorientierte Firmen jedoch weitgehend neu sind.

## Ausbreitung im Netz

Die Dridex-Gang nutzt dabei – ähnlich wie mittlerweile auch viele APT-Gruppen – öffentlich verfügbare Angriffswerkzeuge. So kommt ein bekannter UAC-Bypass zum Einsatz, der den Windows Event Viewer ausnutzt, um die Einschränkungen der Benutzerkontensteuerung zu umgehen. Er beruht darauf, dass der auf höchster Integritätsstufe laufende Event Manager einen beschreibbaren Registry-Key ausliest, um dort spezifizierte Programme zu starten (`HKCU\Software\Classes\ms-settings\shell\open\command`).

Mit Administrator-Rechten ausgestattet, breiten sich die Hacker systematisch im Netz aus – die mit der Aufklärung von APT-Vorfällen beauftragten Experten haben für diesen Angriffsschritt den Begriff „Lateral Movement“ geprägt. Auch hier nutzt die Dridex-Gang ein Werkzeug, das APT-Experten vertraut ist: Mit Mimikatz kratzen sie Authentifizierungs-To-

kens wie Passwörter, NTLM-Hashes und Kerberos-Tickets aus dem Arbeitsspeicher infizierter Rechner.

Mit denen hängeln sie sich auf andere Rechner im Netz weiter. Dabei nutzen sie Funktionen des öffentlich verfügbaren Toolkits Powershell Empire unter anderem zum Download und zur Installation permanenter Hintertüren. Das wichtigste Ziel ist es, einen Controller der Windows-Domäne zu kapern. Ist das einmal gelungen, gehört ihnen quasi das Firmennetz. Über den Domain Controller rollen die Kriminellen dann mit Gruppenrichtlinien und Batch-Skripten einen Erpressungstrojaner namens BitPaymer auf allen Systemen im Netz aus.

Erst wenn die Cyber-Gangster die Analyse- und Ausbreitungsphase abgeschlossen haben, geben sie den Startschuss zur Aktivierung von BitPaymer. Der verschlüsselt dann auf einen Schlag im ganzen Netz der Firma wichtige Daten. Anschließend präsentieren die Erpresser ihre Lösegeld-Forderung. Dabei orientieren sie sich nicht nur am vermuteten Wert der vorgefundenen Daten sondern auch an dem eines störungsfreien IT-Betriebs. Das sind dann bei kleineren Firmen niedrige fünfstellige Beträge. Aber die Sicherheitsfirma CrowdStrike berichtet auch von Vorfällen, etwa in Krankenhäusern, in denen mehrere hunderttausend US-Dollar in Bitcoins gefordert und bezahlt wurden.

Man mag sich gar nicht ausmalen, was passiert, wenn die Kriminellen hinter Emotet und Dridex zusammenarbeiten: Dynamit-Phishing kombiniert mit anschließender Komplettübernahme der IT-Infrastruktur. Das Problem ist, dass viele Firmen und auch öffentliche Einrichtungen auf Angriffe wie die der Emotet- und Dridex-Gang so gut wie nicht vorbereitet sind. Wie der durch Emotet angerichtete Schaden eindrucksvoll belegt, können Cyber-Kriminelle mit Spear-Phishing-Methoden die erste Verteidigungs-Linie vieler Firmen durchdringen. Deren Netze liegen dann weitgehend offen vor den gierigen Fingern der Angreifer. Denn sie sind sicherheitstechnisch häufig weit hinter dem, was man eigentlich erwarten würde. Da finden sich oft reihenweise veraltete Systeme mit bekannten Sicherheitslücken. Von systematischen Vorkehrungen gegen den Klau von Passwörtern und Hashes kann keine Rede sein; Zweifaktor-Authentifizierung ist für die meisten Kleinunternehmen ein Fremdwort.

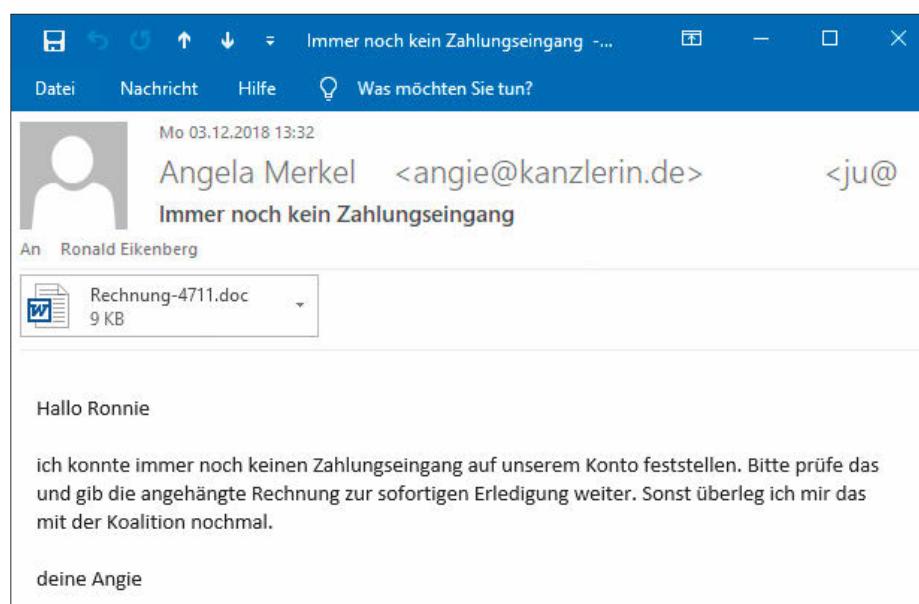
## Böse Aussichten für 2019

Zwar hat sich der Einsatz von Antiviren-Software weitgehend durchgesetzt. Doch durch den Einsatz der mächtigen Windows PowerShell operieren die Kriminellen weitgehend unter deren Radar. So kann etwa PowerShell Empire über das Modul InvokeMimikatz den berüchtigten Passwort-Dieb direkt in den Arbeitsspeicher laden und dort ausführen. Zu keinem Zeitpunkt landet der verdächtige Mimikatz-Code auf der Festplatte, wo ihn ein Virenwächter entdecken könnte.

Der großflächige Einsatz dieser fortgeschrittenen Angriffstechniken durch Cyber-Kriminelle ist absehbar. Damit kommt auf alle Firmen eine neue Art von Angriffen zu. Deren wichtigster Baustein ist Dynamit-Phishing, dessen Qualität 2019 alle bisherigen Spam-Mails in den Schatten stellen wird. Beim Schutz davor helfen erste Maßnahmen wie die im nächsten Artikel geschilderten. Letztlich müssen aber sowohl die Mitarbeiter besser informiert als auch das Sicherheitsniveau der IT-Infrastruktur angehoben werden, um CyberCrime zu bändigen und wirklich verheerende Schäden zu verhindern.

(ju@ct.de) ct

**Schutzmaßnahmen gegen Emotet&Co:**  
[ct.de/y43u](http://ct.de/y43u)



**Aus Emotets-Trickkiste: Wer nicht ganz genau hinschaut, sieht in Outlook nur die gefälschte Absenderadresse der Kanzlerin. Das echte „ju@...“ ließe sich leicht aus dem Blickfeld schieben.**

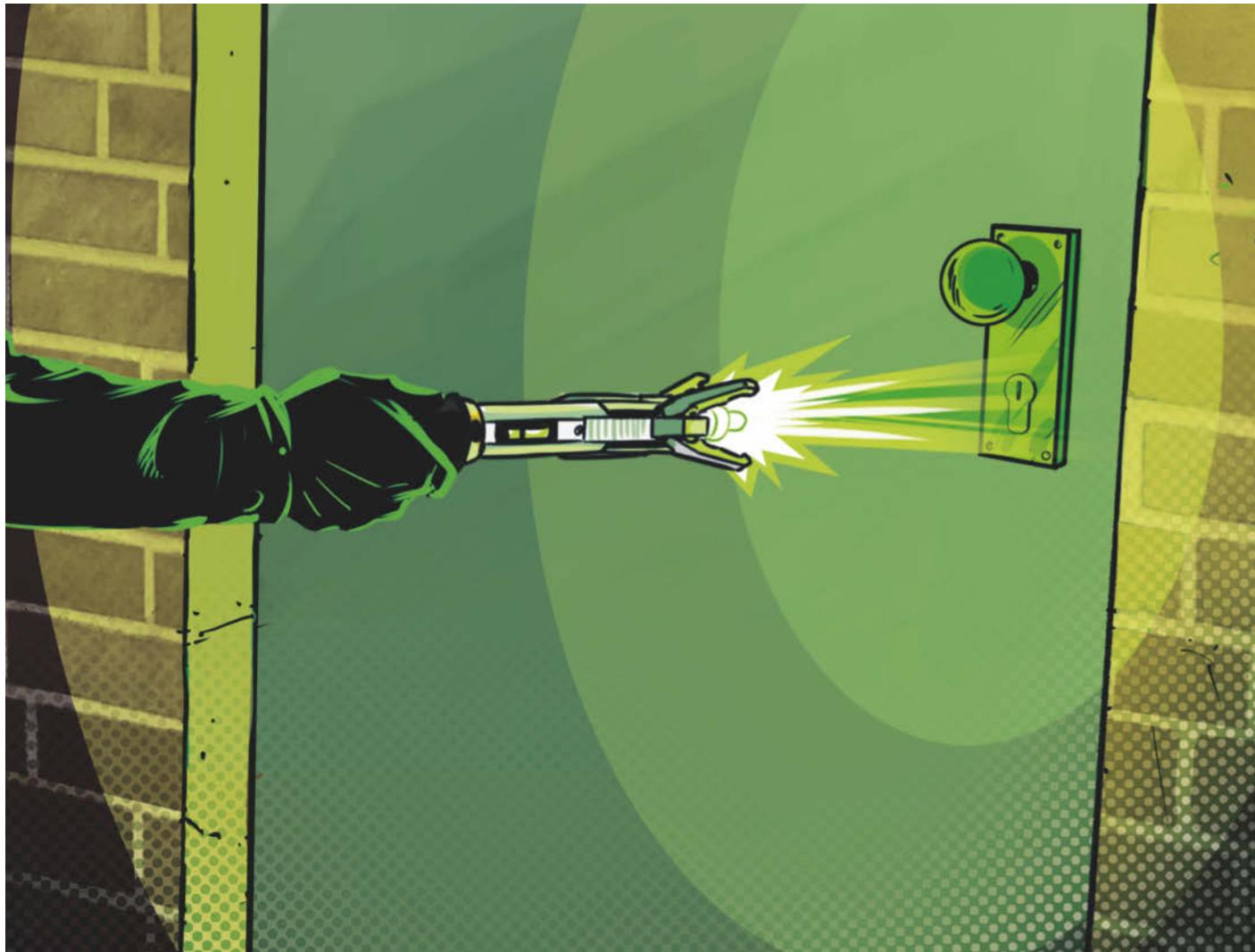


Bild: Albert Hulm

# Dynamit-Phishing abwehren

## So schützen Sie sich vor Emotet & Co.

**Der Trojaner Emotet legt auch in Deutschland ganze Unternehmen lahm. Andere werden seinem Beispiel folgen. Bei vielen Firmen und Privatpersonen besteht deshalb akuter Handlungsbedarf.**

**Von Dennis Schirrmacher und Jürgen Schmidt**

**D**as wichtigste Einfallstor für aktuelle Trojaner ist E-Mail. Deshalb sollte man bei Dateianhängen und Links immer vorsichtig sein – das gilt ganz allgemein und nicht nur bei radebrechenden Mails von Fremden. Trojaner wie der Windows-Schädling Emotet verbreiten sich mittlerweile oft über gefälschte Mails, die aussehen, als kämen sie von Freunden, Geschäftspartnern oder dem eigenen Chef. Diese Mails sind sehr gut gemacht und wirken aufgrund legitimer Absenderadressen und fehlerfreiem Deutsch sehr glaubhaft.

Firmen sollten deshalb ihre Mitarbeiter im sicheren Umgang mit Mails schulen und unterweisen. Emotet arbeitet mit angehängten Office-Dokumenten; häufig sind es angebliche Rechnungen im Doc-Format von Microsoft Word. Eine gute Regel ist es, vor dem Öffnen solcher Dateien beim angeblichen Absender kurz nachzufragen, ob das seine Richtigkeit hat. Das kostet wenig Zeit und kann viel Unheil verhindern. Und es ist definitiv keine Schande, sich bei einer möglichen Emotet-Mail nicht ganz sicher zu sein.

Admins können auch technische Maßnahmen ergreifen, um die Erkennung von Malspam zu erleichtern. Emotet missbraucht etwa den Anzeigenamen des Absenders, um dort eine vorgetäuschte Mail-Adresse zu platzieren. Im Anzeigenamen hat jedoch weder das @-Zeichen noch die eigene Mail-Domain etwas zu suchen. Nach beiden kann man eingehende Mails auf dem Mail-Gateway durchsuchen und entsprechend als möglichen Malspam markieren. Das komplette Ausfiltern von Office-Dateien ist hingegen eine drastische Maßnahme, die in der Praxis viel Ärger verursachen dürfte.

## Makro-Viren abwehren

Die eigentliche Infektion erfolgt normalerweise nicht gleich beim Öffnen des Dokuments. Sie erfordert das Ausführen von Makros. Dabei handelt es sich um Befehlsketten, um etwa Layoutaufgaben zu automatisieren oder Berechnungen in Tabellen durchzuführen. Die Emotet-Autoren nutzen die Befehle jedoch dafür, Schadsoftware aus dem Internet nachzuladen und zu installieren.

Standardmäßig sind Makros in Microsoft Office deaktiviert. Sie lassen sich jedoch mit einem Mausklick auf „Inhalt aktivieren“ recht einfach einschalten. Und die Malware-Autoren tun natürlich ihr Möglichstes, den Anwender zu diesem Schritt zu verleiten. Doch normalerweise benötigt man für ein Dokument, das via Mail ankommt, keine Makros. Wenn eine Datei aus einer Mail das Aktivieren von Makros einfordert, handelt es sich sehr häufig um einen Trojaner.

Die Makro-Einstellungen findet man beispielsweise in Office 2016 unter

„Datei/Optionen/TrustCenter/Einstellungen für das Trust Center/Makroeinstellungen“. Wer selbst nicht mit Makros arbeitet und diese nicht für den eigenen Workflow benötigt, sollte die sichere Variante „Alle Makros ohne Benachrichtigung deaktivieren“ wählen. Dies kann aber die Arbeitsfähigkeit etwa beim Handtieren mit Tabellen deutlich beeinträchtigen, sollte also mit Bedacht umgesetzt werden. Admins in Unternehmen können die Makro-Verwendung unter Windows bequem über eine Gruppenrichtlinie reglementieren. Sie sollten den Gebrauch dieser gefährlichen Funktion soweit sinnvoll möglich verbieten.

In LibreOffice und OpenOffice funktionieren die Emotet-Makros nach jetziger Kenntnisstand nicht. Ohne Makros können aktuelle Emotet-Varianten das System nicht infizieren. Andere Trojaner verwenden jedoch andere Tricks und auch die Emotet-Gang kann jederzeit eine neue Version etwa mit Schadprogrammen in ZIP-Archiven in Umlauf bringen. Verlas-

sen Sie sich deshalb nicht ausschließlich auf diesen Schutz.

## Basissschutz für Windows

Was für viele Computernutzer selbstverständlich ist, ist offensichtlich immer noch nicht Konsens: Ein Windows-Computer muss immer auf dem aktuellen Sicherheitsstand sein, damit er bestmöglich vor Trojanern geschützt ist. Checken Sie jetzt die Windows-Update-Funktion und prüfen Sie, ob auf Ihrem Computer alle aktuellen Sicherheitspatches installiert sind. Die Update-Pflicht gilt natürlich auch für alle anderen Anwendungen, wie insbesondere E-Mail-Clients und Webbrower.

Ein wichtiges Sicherheitskonzept in Windows ist die Trennung zwischen Administratoren und eingeschränkten Nutzern. Während Erstere das System verwalten und etwa auch neue Software installieren dürfen, sind die Rechte für normale Nutzer reduziert. Das beschränkt auch den Schaden, den eine Malware auf dem System und im Netz anrichten kann. Insbes-

Köln, KOMED,  
1.–3. April 2019



Die Softwareentwicklerkonferenz zu Internet of Things und Industrie 4.0

## ⌚ Treff für IoT-Gestalter

Die building IoT findet 2019 bereits zum vierten Mal statt. Die Konferenz wird erneut ein umfangreiches Programm für diejenigen bieten, die das Internet der Dinge gestalten, also vor allem Softwareentwickler und -architekten sowie Projekt- und IT-Leiter.

Im Rahmen des Call for Proposals suchen die Veranstalter unter anderem Vorträge zu den im IoT relevanten **Protokollen, Standards** und passender **Hardware**. Außerdem soll das Thema **Edge Computing**

## PROGRAMM IN KÜRZE ONLINE!

beziehungsweise **Distributed Computing** dieses Jahr noch stärker im Fokus stehen, um zu vermitteln, wie die Daten am Endgerät aufbereitet werden. Für die weitere Verarbeitung der Daten sind zudem Fachvorträge über den Einsatz von **Machine Learning**, aber auch zu **Cloud- und Big-Data-Plattformen** gefragt. Berichte über praktische Erfahrungen kommen stets gut bei den Teilnehmern an, und die Themen **Sicherheit** sowie **Testen** waren in den letzten Jahren besonders gut besucht.

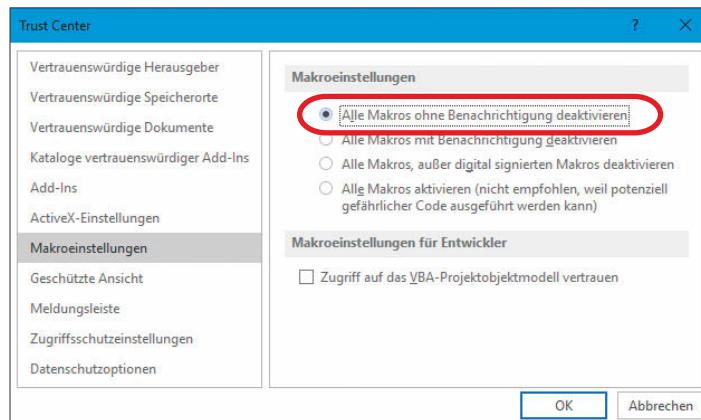
Goldspatoren:



Technik fürs Leben

Veranstalter:





**Das komplette Abschalten von Makros bietet den höchsten Schutz, bringt aber natürlich auch Einschränkungen mit sich.**

speziell Passwörter zu stehlen. So nutzt es teilweise öffentlich verfügbare Tools wie WebBrowserPassViews und Mail PassView, um gespeicherte Passwörter aus dem System und Applikationen auszulesen. Außerdem versucht es auch, das Netzwerk-Passwort der am System angemeldeten Nutzer zu ermitteln. Betrachten Sie also alle auf dem System zum Einsatz kommenden Passwörter als kompromittiert und wechseln Sie diese so schnell wie möglich.

Und schließlich versucht Emotet sich mit den gestohlenen Zugangskennungen, einem Wörterbuch aus häufig genutzten Passwörtern und dem EternalBlue-Exploit auf Netzwerk-Freigaben zu verbinden und über diese auch weitere Systeme im Netz zu infizieren. Nehmen Sie also infizierte Systeme unverzüglich vom Netz, um eine weitere Ausbreitung zu verhindern. Melden Sie sich auch möglichst nicht mit privilegierten Accounts auf einem infizierten System an. Das könnte die weitere Ausbreitung des Schädlings beschleunigen.

Opfer sollten in jedem Fall Anzeige erstatten. In vielen Bundesländern kann man das sogar online erledigen. Betroffene Firmen können sich derzeit an die Zentrale Ansprechstelle Cybercrime für die Wirtschaft (ZAC) der einzelnen Bundesländer wenden und erhalten dort Hilfe. Privatpersonen erhalten zwar keine Unterstützung, aber zumindest Beratung. Ansprechpartner gibt es in jeder örtlichen Polizeidirektion in der Abteilung für Cyber-Kriminalität. (des@ct.de) **ct**

**Anleitungen:** [ct.de/y1ck](http://ct.de/y1ck)

sondere für Arbeitsplätze in Firmennetzen sollte man unbedingt Accounts mit eingeschränkten Rechten anlegen und nutzen. Außerdem sollte man in Firmenumgebungen die Benutzerkontensteuerung (UAC) von Windows auf die höchste Stufe einstellen. Standardmäßig steht die auf „Mittel“ und lässt sich damit leicht umgehen. In der höchsten Stufe verlangt Windows immer eine Bestätigung des Nutzers, wenn etwa ein Prozess mit Administrator-Privilegien ausgeführt werden soll. Sie finden die Einstellungen durch Eingabe von „UAC“ im Suchfeld, das sich mit der Windows-Taste öffnet.

Unter Windows sollte man einen aktiven Virenwächter mit aktuellen Signaturen betreiben. Für den Grundschutz genügt der Windows Defender, den Windows 10 gleich mitbringt und der ab Werk aktiv ist. Allerdings sollte man sich nicht blind auf den Schutz der Antiviren-Software verlassen – ganz gleich welcher Marke. Die Erfahrung zeigt, dass es Cyber-Kriminellen immer wieder gelingt, deren Schutzfunktionen zu umgehen. Ein Virenwächter ist nur ein Baustein in einem guten Sicherheitskonzept.

Darüber hinaus hat Emotet sehr ausgelügelte Methoden, Informationen und

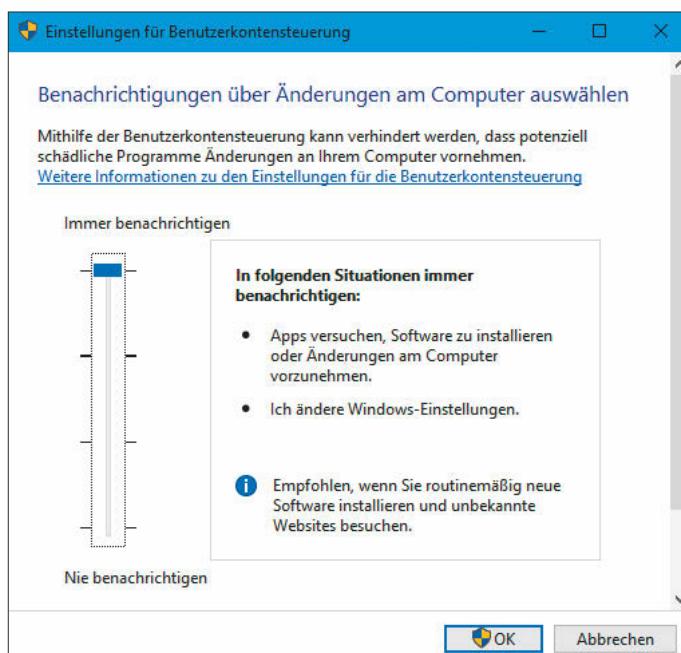
Weitere Möglichkeiten, den Schutz zu erhöhen, sind Software Restriction Policies (SRP), die Separierung von Netzen und die Beschränkung des Powershell-Einsatzes. SRP können Sie bequem mit dem kostenlosen c't-Tool Restrict'or konfigurieren. Mehr Informationen zu vorbeugenden Schutzmaßnahmen gibt es etwa beim BSI für Bürger und speziell für Firmen bei der Allianz für Cybersicherheit. Alle Tipps und Tools finden Sie über [ct.de/y1ck](http://ct.de/y1ck).

**Kein Backup, kein Mitleid**  
Im Gefolge einer Infektion kommt oft weitere Schad-Software auf den Rechner – nicht selten ist das dann ein Erpres-

sungstrojaner, der wichtige Daten verschlüsselt. Am besten ist man aufgestellt, wenn man seine Daten regelmäßig als Backup sichert. In Firmen sollte man das mehrmals täglich machen. Sollten Sie noch kein Backup haben, fangen Sie jetzt damit an! Wie man mit wenigen Handgriffen eine effektive und sogar automatisierte Backup-Strategie erstellt, zeigt ein kostenloser c't-Artikel ([ct.de/y1ck](http://ct.de/y1ck)).

Hat Emotet zugeschlagen, sollte man alle infizierten Rechner neu aufsetzen und mit Hilfe der Backups wiederherstellen. Doktern Sie nicht an den Symptomen herum, bis der Rechner wieder sauberscheint. Emotet nimmt nicht nur selbst viele Veränderungen am System vor; er ist darauf spezialisiert, weitere Malware nachzuladen und zu installieren. Sie wissen also nie genau, was noch alles auf dem Rechner gelandet ist.

Die höchste Einstellung unterbindet Tricks von Schädlingen, die sich an der Benutzerkontensteuerung vorbeimogeln.





# Wenn Hightech zu Hören wird.

Mit modernen **Hörimplantaten** für unsere Versicherten.

**Fortschritt leben. Die Techniker**

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



# Foto-Tango

**Designerdrucker inklusive Tinte für Fotos vom Smartphone**

**HPs stylischer Tintendrucker Tango X kommuniziert nur per Funk. Man installiert und bedient ihn per App. Fotos bis 13 x 18 von Mobilgeräten kosten nur das Papier; die Tinte ist im Preis inbegriffen.**

**Von Rudolf Opitz**

Optisch passt der HP Tango X gut ins Wohnzimmer: Auf dem Gehäuse stören weder mechanische Tasten noch ein Display. Die obere Klappe dient hochgeklappt als Papierhalter, der fertige Druck wird nach vorn ausgegeben.

Vor der Papierzufuhr liegen drei Sensorflächen, von denen zwei erst sichtbar sind, wenn die LEDs darunter leuchten. Nur an der Rückseite finden sich zwei mechanische Tasten: eine zum Ein- und Ausschalten und eine zur WLAN-Kopplung. Außer der Stromversorgung gibt es keine Kabelverbindung.

Der anthrazitfarbene Umschlag lässt den Tango X zugeklappt wie ein dickes Buch erscheinen, aufgeklappt dient er als Ablage für die Druckseiten. Mit rund 200 Euro ist der Tango X für einen Drucker dieser Leistungsklasse ganz schön teuer. Für 150 Euro bekommt man den HP Tango ohne X und Edelumschlag.

Der Tango X kann weder scannen noch automatisch beidseitig drucken. Randlos bedruckt er nur Fotopapier bis 13 x 18; USB-Ports und Speicherkarten-Slots fehlen. Alle Funktionen vom WLAN-Koppeln bis zum Kopieren übernimmt die App „HP Smart“ für Android und iOS.

PC-Treiber lädt man über die Webseite 123.hp.de herunter. Für Geräteeinstellungen und Cloud-Registrierungen gibt es ein übersichtliches Web-Frontend.

Mit 14,3 Seiten pro Minute druckt der Tango X in der gut lesbaren Entwurfsqualität flott, in der besten Qualität (Optimal) schafft er noch 5,1 Seiten pro Minute. Wenn man – etwa für Fotos – die höchste Auflösung aktiviert, wird er deutlich langsamer. Text und Grafik brachte das HP-Gerät in guter Qualität zu Papier. Fotos zeigten warme, aber stimmige Farben, jedoch wenig Details in dunklen Bildbereichen. Vom Mobilgerät gedruckte Bilder sahen vergleichbar gut aus, allerdings störte bei 10x15-Fotos ein schmaler weißer Rand an einer Seite – offensichtlich setzt die Treiber das in Zentimetern angegebene Druckformat mit dem 4x6-inch-Format gleich.

Mit der HP-Smart-App als zentralem Bedienelement des Druckers kann man auch Kopien erstellen, indem man Vorlagen mit dem Smartphone abfotografiert und das von der App aufbereitete Ergebnis ausdruckt. Die Kopien sind je nach Kamera- und Lichtqualität brauchbar bis mäßig – jeder Flachbettscanner ist bequemer und liefert bessere Qualität. Die angekündigte Unterstützung für die Sprachassistenten Amazon Alexa und Google Assistant funktioniert in Deutschland noch nicht.

Über die App registriert man sich auch beim Instant-Ink-Abodienst. Nur so ist die Tinte für Fotos bis 13 x 18 von Mobilgeräten kostenfrei und für jede andere Seite zahlt man unabhängig vom Tintenverbrauch 3,3 bis 6,7 Cent (je nach gewähltem

Abo). Die ersten zwei Monate sind gratis. Bei zur Neige gehender Tinte schickt HP rechtzeitig frische Patronen ins Haus. Ohne Instant Ink würde man mit XL-Patronen über 16 Cent pro ISO-Seite bezahlen und ein Foto käme noch deutlich teurer.

Instant-Ink-Abonennten können über die App eine Info-Seite aufrufen, die die vom Monatskontingent gedruckten Seiten und die kostenfrei gedruckten Fotos anzeigt. Im Test wurden 10x15-Fotos, die wir über die App, via AirPrint und über die Android-Druck-Plug-ins der Mopria (Mobile Printing Alliance) und HP druckten, als kostenfrei verbucht. Dieses Angebot gilt im Prinzip für das ganze Druckerleben, doch hält sich HP in den Fußnoten Veränderungen oder Kündigung mit 60-Tage-Frist vor.

Einen Multifunktionsdrucker kann HPs Lifestyle-Drucker nicht ersetzen in puncto Kopierqualität, Handhabung und Flexibilität. Wer aber häufig Handyfotos ausdruckt, für den ist das mit dem HP Tango oder Tango X verbundene Angebot ein gutes Geschäft. (rop@ct.de) **ct**

## HP Tango X

Tintendrucker mit WLAN und App-Steuerung	
Hersteller	HP, www.hp.com/de
Druckverfahren / Patronen	Bubblejet / 2 Kombipatronen
Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>	4800 dpi x 1200 dpi
Papiergewichte <sup>1</sup>	60 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>
Papierzufuhr	50 Blatt Normalpapier
Schnittstellen	WLAN (IEEE802.11n, 2,4 und 5 GHz), BLE, WiFi Direct
Mobildruck	App: HP Smart, AirPrint, Mopria, HP Druckdienst
Betriebsabmessungen (B x H x T)	39 cm x 24,5 cm x 58 cm
Gewicht	3,4 kg
Systemanforderungen	macOS ab 10.11, Windows ab 7, Android ab 5.0, iOS ab 10
Lieferumfang	Netzkabel, Setup-Patronen (HP 303), Kurzanleitung, Abdeckung
Tintenkosten pro ISO-Seite <sup>1</sup> ohne Instant Ink	Normalpatrone: 21,7 Ct. (Schwarzanteil 9 Ct.); XL-Patr.: 16,1 Ct. (Schwarzanteil 6,2 Ct.)
Druckzeiten	Entwurf 14,3 S./Min., Normal 11,3 S. Min., Leise: 5,8 S. Min., Beste: 5,1 S. Min.
Fotodruck [Min:Sek]	A4: 3:47, 10 x 15: 1:24 (Windows-PC), 0:52 (HP-Smart-App)
Geräuschenwicklung	Drucken (Entwurf): 8,6 sone, Leisemodus: 4,5 sone
Leistungsaufnahme	Drucken 16 W (40 VA), Bereit: 2,6 W, Sleep: 1,35 W, Aus: 0,1 W
Bedienung (App)	○
Druck (Text / Grafik / Foto)	⊕ / ⊕ / ○
Lichtbeständigkeit	Normalpapier: ⊕ / Fotopapier: ⊕⊕
Garantie	1 Jahr
Preis	200 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend



# So einfach kann's sein! Werde IT-Security Experte

Hinkommen  
Vertrag unterschreiben  
Karriere starten europaweit\*



Triff **500 Cyber Security Experten** an einem Tag auf der **NTT Security University 2019**.  
Wir sind das auf Sicherheit spezialisierte Unternehmen und „Security Center of Excellence“  
der NTT Group. NTT Security verfügt über 10 SOCs, sieben Zentren für Forschung und Entwicklung  
sowie mehr als 1.500 Sicherheitsexperten weltweit und behandelt jährlich Hunderttausende  
Sicherheitsvorfälle auf sechs Kontinenten.

Wir laden Dich ein zu einem persönlichen Kennenlernen und geben Dir die Chance,  
gleich vor Ort den Arbeitsvertrag zu unterschreiben.

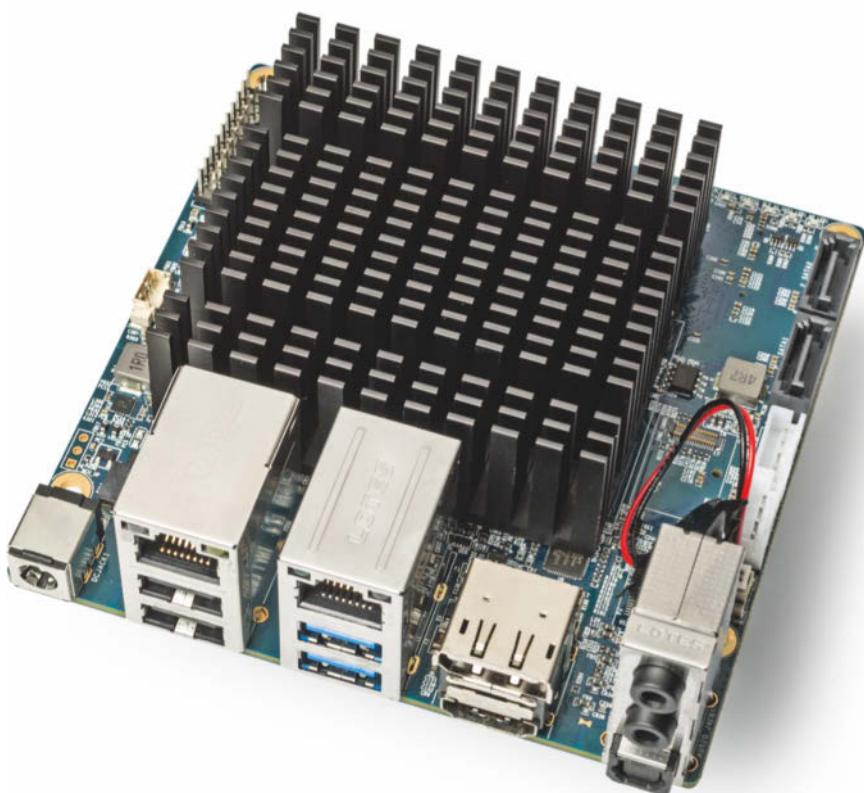
Komm mit Deinem **CV** vom **24.-25.01.2019** ins **Scandic Berlin Hotel am Potsdamer Platz**.

Wir freuen uns auf Dich! Details findest Du auf unserer Website:

[nttsecurity.com/jobs](http://nttsecurity.com/jobs)

\*Nach Sicherheitsüberprüfung

Scandic Berlin Hotel  
24.-25.01.2019



# Netzbrettchen

## Einplatinencomputer Odroid-H2 mit x86-CPU und 2 x Gigabit-Ethernet

**Billigen Bastelboards wie dem Raspberry Pi fehlen Gigabit Ethernet, USB 3.0, SATA 6G und PCI Express. Der Odroid-H2 bietet das alles und obendrein noch HDMI 2.0 für 4K-Displays sowie mehr Rechenleistung – aber das hat seinen Preis.**

**Von Christof Windeck**

Die koreanische Firma Hardkernel hat schon mehrere „Odroid“-Einplatinencomputer mit ARM-SoCs auf den Markt gebracht. Nun erscheint mit dem Odroid-H2 der erste mit einem x86-Pro-

zessor von Intel. Er verspricht deutlich höhere Rechenleistung, funktionsreichere Ultra-HD- beziehungsweise 4K-Grafik sowie schnelle Schnittstellen: SATA 6G, M.2 NVMe, USB 3.0 und vor allem zwei Gigabit-Ethernet-Ports. Das macht das quadratische Platinchen mit 11 Zentimetern Kantenlänge und lüfterloser Kühlung für Netzwerkbasteleien attraktiv: Er taugt mit Open-Source-Software als Firewall, VPN-Server oder kleines NAS.

Der Odroid-H2 punktet aber auch im Multimedia-Ressort: Via DisplayPort 1.2 und HDMI 2.0a kann er einen oder zwei Monitore mit 4K-Auflösung und augenfreundlicher Bildrate von 60 Hertz versorgen. Dank eingebauter Hardware-Video-decoder laufen auch VP9-kodierte 4K-Videos von YouTube fast ruckelfrei. Dabei

kommt er im Leerlauf mit unter 5 Watt aus, ist also auch sparsam.

### Montage

Der Odroid-H2 passt nicht in gewöhnliche ATX- oder ITX-Gehäuse; bei Hardkernel beziehungsweise beim Importeur Pollin kann man jedoch passende Kistchen bestellen. Man braucht auch sonst noch Zubehör, um den Rechner zu betreiben: ein Netzteil mit 15 bis 20 Volt und 60 Watt Belastbarkeit (wir haben eines mit 19 Volt verwendet), RAM und Massenspeicher.

Um eine SATA-SSD anzuschließen, ist außer einem SATA-Kabel noch ein proprietäres SATA-Stromkabel nötig, das man unbedingt mitbestellen sollte. Alternativ bootet der Rechner auch von einer M.2-SSD mit NVMe-Controller (ab 35 Euro) und mit Linux auch von einem USB-Stick oder einem speziellen eMMC-Flash-Modul, das Hardkernel verkauft.

Wir haben alternativ zur SATA-SSD auch eine NVMe-SSD ausprobiert, damit schluckte der Odroid-H2 rund 1 Watt mehr. Eine M.2-SATA-SSD funktioniert übrigens nicht, weil die beiden SATA-Ports des Celerons nur an den Buchsen oben auf der Platine nutzbar sind – es gibt also keinen Umschalter zwischen PCIe und SATA für den M.2-Slot.

Laut Datenblatt steuern Gemini-Lake-Chips höchstens 8 GByte an, wir haben bis zu 32 GByte getestet. Nettes Gimmick: Auf der Platine sitzen zwei kleine Taster, einer zum Einschalten und einer für den Reset. Man kann via Pfostenstecker aber auch einen anderen Taster anschließen. Dort stehen auch etwa I<sup>2</sup>C-Anschlüsse bereit, Details dazu verrät ein Wiki, das Sie über [ct.de/y613](http://ct.de/y613) finden.

### Tausendsassa

Der Odroid-H2 ist nach zwei abgebrochenen Projekten das erste x86-Board von Hardkernel – und gut gelungen: Das kleine System läuft genau wie erwartet. Es nutzt ein UEFI-BIOS von AMI, weder mit Windows 10 noch mit Ubuntu 18.10 gab es Probleme. Wir haben jeweils im UEFI-Modus gebootet, dem allerdings Secure Boot fehlt; das ist kein schlimmes Manko. Ärgerlich jedoch: Windows 10 1809 installiert zwar alle Treiber automatisch, aber für den Soundchip Realtek ALC662 nur einen Standardtreiber. Auch Hardkernel stellt keinen Realtek-Treiber bereit, sodass man nicht sämtliche Funktionen nutzen kann. Die analoge Signalqualität ist



**Auf der Unterseite des Odroid-H2 ist Platz für zwei Speichermodule und eine M.2-SSD mit NVMe-Controller.**

praktisch nutzbarer Odroid-H2 noch viel teurer, weil man ja noch ein Netzteil, RAM, Massenspeicher, SATA-Stromkabel und ein Gehäuse braucht. Außerdem schlägt Hardkernel noch 15 US-Dollar Versandkosten auf und der Zoll nahm uns weitere 22 Euro Einfuhrumsatzsteuer ab – plus DHL-Express-Bearbeitungszuschlag. Bald soll der Odroid-H2 auch bei Pollin zu haben sein, doch es drohen Liefer Schwierigkeiten, weil Intel nicht genug Celerons fertigen kann.

Zählt man alle Kosten zusammen, landet man bei Summen, für die man auch einen lüfterlosen Mini-PC-Barebone wie die Zotac ZBox CI329 nano bekommt, ebenfalls mit zwei Gigabit-Ethernet-Buchsen und obendrein noch WLAN, aber mit nur einem SATA-Port. Falls eine einzige Ethernet-Buchse genügt, geht es schon ab 130 Euro los, sobald Intels NUC7CJYH mit Gemini-Lake-Doppelkern wieder lieferbar ist – der hat allerdings einen Lüfter. Bei aller Mäkelei: Der Odroid-H2 verströmt rustikalen Bastlercharme, der Tüftler anspricht.

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

**Odroid-H2-Wiki: [ct.de/y613](http://ct.de/y613)**

bei der Wiedergabe gut, nur Aufnahmen gelingen schlecht.

Der von Hardkernel aufgelöste Celeron J4105 ist ein 10-Watt-Vierkerner aus Intels aktueller Billigprozessor-Baureihe Gemini Lake, den auch andere Firmen auf lüfterlosen Mini-ITX-Boards und in Mini-PCs verwenden. Die Rechenleistung entspricht den Erwartungen: Bei Single-threading hinkt der Celeron J4105 einem aktuellen Celeron G4900 für Desktop-PCs um 37 Prozent hinterher (78 statt 123 Punkte), bei Multithreading liegt der J4105 deutlich vorne (278 statt 239 Punkte). Wer einfach nur einen billigen PC braucht, nimmt aber besser einen AMD Athlon 200GE (128/356 Punkte). Aktuelle Quad-Cores wie der Ryzen 3 2200G (147/551) und Core i3-8100 (154/583) sind nochmals deutlich stärker.

Für einfache Büroanwendungen und zum Websurfen genügt der Celeron J4105 jedoch ebenso wie für einfache Server- und Netzwerkdienste. Unter Ubuntu 18.10 lief AES-256-Verschlüsselung per OpenSSL mit über 600 MByte/s – und das auf einem einzigen Kern. Sogar wenn OpenSSL die AES-NI-Befehle nicht nutzt (Option -evp), sind es noch über 100 MByte/s, also genug für volle Gigabit-Ethernet-Geschwindigkeit. Auch die Transferleistungen via SATA 6G, Ethernet und PCIe Express entsprechen den Erwartungen. Nur das Schreiben via USB 3.0 alias USB 3.1 Gen 1 war deutlich langsamer als erwartet.

Im Leerlauf erwärmt sich der Kühler nur wenig, für länger anhaltende Extrem-Volllast ist er aber zu klein. Quält man alle vier CPU-Kerne mit der „Torture“-Funktion von Prime95, wird der Kühlkörper an einigen Stellen über 60 Grad Celsius heiß und die CPU drosselt sich. In der Praxis kommt das zwar nur sehr selten vor, Dau-

erbetrieb in einem engen Gehäuse ist aber nicht ratsam. Wohl nicht zufällig haben die passenden Hardkernel-Gehäuse jeweils Platz für einen Lüfter. Ärgerlich: Für den Lüfteranschluss nutzt Hardkernel nicht den üblichen 4-Pin-Pfostenstecker, sondern eine kleinere Ausführung.

### Teurer Spaß

Hardkernel offeriert den Odroid-H2 für 111 US-Dollar bei Direktbestellung in Korea, dafür könnte man sich gleich drei aktuelle Raspis kaufen. Tatsächlich ist ein

## Hardkernel Odroid-H2

Einplatinencomputer mit Intel Celeron J4105	
Hersteller	Hardkernel, <a href="http://www.hardkernel.com">www.hardkernel.com</a>
aufgelöste CPU	Intel Celeron J4105 (Gemini Lake, 4 Kerne, 1,5 / 2,5 GHz)
GPU	Intel UHD600, in CPU integriert
RAM-Fassungen	2 × SO-DIMM DDR4-2400, maximal 32 GByte (laut Intel höchstens 8 GByte)
PCIe-Fassung	1 × M.2 2280 (PCIe 2.0 x4)
Gigabit Ethernet	2 × Realtek RTL8111G, PCIe
Soundchip / UEFI-BIOS-Version	Realtek ALC662 / AMI, 30.10.2018
Anschlüsse hinten	HDMI 2.0a, DisplayPort 1.2, 2 × LAN, 2 × USB-A 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × Audio-Klinke, 1 × TOSlink (SPDIF opt.), Stromanschluss 14 – 20 Volt
Anschlüsse unten	2 × SO-DIMM, 1 × M.2 2280
Anschlüsse onboard	1 × RTC-Batterie, 2 × SATA 6G, 2 × SATA-Strom (proprietär), 1 × 4-pol. Lüfter (proprietär), 1 × eMMC (proprietär), 20-pol. Pfostenstecker
Abmessungen	11 cm × 11 cm, Buchsen 3,8 cm hoch, unten 1 cm nötig
Messwerte <sup>1</sup>	
Leistungsaufnahme Soft-off / Standby	1,3 / 1,3 W
Windows 10: Leerlauf / Volllast	4,7 / 22 (kurzzeitig 35) W
Leerlauf mit LAN, Display an / aus	5,7 / 5,9 W
Leerlauf mit 1 / 2 4K-Displays	5,1 / 6,3 W (LAN aus)
Ubuntu 18.10: Leerlauf ohne / mit SATA LPM	5,7 / 4,5 W
Cinebench R15, Single- / Multithreading	73 / 268 Punkte
USB 3.1 Gen 1 schreiben / lesen	190 / 455 MByte/s
M.2 PCIe 2.0 schreiben / lesen	1,4 / 1,8 GByte/s
Audio-Signalqualität analog	⊕ / ⊖ (Wiedergabe / Aufnahme)
Preis	ca. 140 € (111 US-Dollar plus Versand und Einfuhrumsatzsteuer), demnächst auch bei pollin.de

<sup>1</sup> gemessen mit Netzteil Leicke NT00332 19V/65W, 2 × 4 GByte DDR4-2400, SATA-SSD

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ○○ sehr schlecht



# Gut aufgestellt

## HPs Windows-Tablet Elite x2 1013 G3 mit LTE und Standfuß

**HP wildert weiterhin im Surface-Pro-Territorium: Das Elite x2 1013 ist auch in der dritten Generation ein tolles Windows-Tablet, welches dem Vorbild integriertes LTE und USB-C voraus hat.**

**Von Florian Müssig**

**A**m Thema Standfuß scheiden sich bei teuren Windows-Tablets die Geister. Einige – etwa Huaweis MateBook E oder Samsungs Galaxy Book – lassen sich nicht ohne die zugehörige Tastatur-Schutzhülle aufstellen. Bei anderen wie Microsofts Surface Pro oder dem hier getesteten HP-Tablet mit dem sperrigen Namen Elite x2 1013 G3 ist hingegen ein ausklappbarer Ständer eingebaut. Ihre Kickstands überzeugen nicht nur im Notebook-Betrieb mit frei justierbarem Aufstellwinkel, sondern

auch im Tablet-Modus: Wer beispielsweise Videos guckt, der muss das Gerät nicht in Händen halten, sondern kann es bequem vor sich aufstellen.

Wie bei teuren Windows-Tablets üblich hat auch die dritte Generation des Elite x2 1013 einen Bildschirm mit dem praktischen Seitenverhältnis 3:2, der sowohl im Quer- als auch im Hochformat ein gutes Bild zeigt. Das Display ist dank IPS-Bauweise blickwinkelunabhängig und taugt mit einer Maximalhelligkeit von knapp 400 cd/m<sup>2</sup> auch für den Betrieb unter freiem Himmel. Der spiegelnde Touchscreen nimmt Eingaben per Finger oder über den beiliegenden Stift entgegen.

Unterwegs findet der Stift in einer Schlaufe Halt, die links am ebenfalls beiliegenden Tastatur-Cover angebracht ist. Das Raster der beleuchteten Tastatur ist etwas schmäler als bei Desktop-Tastaturen, was nach kurzer Eingewöhnung nicht mehr auffällt. Der Cursor-Block wurde in eine Zeile gequetscht, wobei die beiden mittleren Tasten besonders breit ausfallen. Die mit Sonderfunktionen belegten F-Tasten sind arg klein, weil HP noch einige Zusatztasten für Skype-Telefonate unterbringen wollte. Am Tippgefühl gibt es dank stabiler Bauweise des Covers, ausreichend Tastenhub und präzisem Druckpunkt nichts auszusetzen. Das Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern; Maustasten fehlen. Das Cover wiegt rund 360 Gramm; in der Tabelle haben wir Abmessungen und Gewicht von Tablet plus angedockter Tastatur angegeben.

### Schneller Prozessor

Im Elite x2 1013 G3 kommt aktuelle Notebook-Technik zum Einsatz. Die CPU entstammt der achten Core-i-Generation, hat also vier Kerne plus Hyper-Threading – mehr Performance zum Mitnehmen bekommt man nur in Gaming-Notebooks oder mobilen Workstations, die mindestens 15,6 Zoll Diagonale haben und locker das Doppelte wiegen.

Im Testgerät stehen dem Core i7-8550U satte 16 GByte Arbeitsspeicher und eine rasante 1-TByte-NVMe-SSD zur Seite, was dem Maximalausbau entspricht. HP ruft dafür 2600 Euro auf. Günstiger als 1800 Euro ist keine Konfiguration; dort bekommt man den Core i5-8250U, 8 GByte Arbeitsspeicher und eine 256er-SSD.



**Der eingebaute Ständer lässt beliebige Winkel von steil bis flach zu.**

Abgesehen von dieser Einstiegskonfiguration und einem minimal teureren Modell ist bei allen Ausstattungsvarianten ein LTE-Modem an Bord, sodass man auch fernab von WLAN-Hotspots jederzeit online gehen kann. Damit hat das Elite x2 1013 G3 dem Konkurrenten Surface Pro etwas voraus: Microsofts Vorzeige-Tablet gab es zwar in der fünften Generation mit LTE, doch das jüngst eingeführte Surface Pro 6 muss wieder ohne Mobilfunkmodem auskommen.

## USB-C

Apropos Surface Pro 6: Während man dort weiterhin auf eine moderne USB-C-Buchse verzichten muss, sind beim Elite x2 1013 G3 derer gleich drei an Bord. Zwei davon sprechen Thunderbolt 3 und USB 3.1 Gen 2 (SuperSpeedPlus, 10 GBit/s), die dritte immerhin USB 3.0 alias USB 3.1 Gen 1 (SuperSpeed, 5 GBit/s). Alle drei geben auch DisplayPort-Signale aus und lassen sich zum Laden des Akkus verwenden. Letzteres geschieht übrigens ausgesprochen flott. Der Akku hält bestenfalls elffeinhalb Stunden durch, was deutlich weniger als beim Microsoft-Tablet ist (18 Stunden).

Zu den weiteren Schnittstellen zählen eine Kopfhörerbuchse, ein SIM-Karten-Schacht und eine Aussparung für Kensington-Schlösser. Klassische USB-A- oder HDMI-Buchsen gibt es ebenso wenig wie einen SD-Kartenleser. Windows Hello wird hingegen auf gleich zwei Arten unterstützt, nämlich über eine IR-Kamera im Displayrahmen und über einen Fingerabdruckleser an der Rückseite.

Die hohe Rechenleistung liefert das Tablet auch dank eines Lüfters. Bei warmgelaufenem Gerät hört man ihn in leisen Umgebungen auch dann, wenn die CPU Däumchen dreht; bei anhaltender Rechenlast rauscht er mit erträglichen 0,4 Sone – allerdings leider recht hochfrequent.

## Fazit

HPs Elite x2 1013 G3 ist ein leistungsstarkes Windows-Tablet mit tollem 3:2-Bildschirm, das dem Surface Pro 6 LTE und USB-C voraus hat. Anders als bei Microsoft gehören hier Tastatur-Cover und Stift zum Lieferumfang – was wiederum zu hohen Zahlen auf den Preisschildern führt. Die Laufzeit ist ordentlich, kommt aber nicht an das Vorbild heran.

(mue@ct.de) 

**Das HP Elite x2 1013 G3 hat drei USB-C-Buchsen; zwei davon sprechen auch Thunderbolt 3.**



## HP Elite x2 1013 G3: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	2TT10EA#ABD					
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, Stift, Tastatur-Cover					
<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 × R (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	AU0101A: 13 Zoll / 33,1 cm, 3000 × 2000, 3:2, 277 dpi, 18 ... 382 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd					
Prozessor	Intel Core i7-8550U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (Turbo bis 4 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache					
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR3-2133 / Intel Kaby-Lake-U					
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –					
Sound	HDA: Conexant					
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (a/b/g/n-300/ac-867)					
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	USB: Qualcomm Snapdragon X12 LTE-A / USB: Intel (Microsoft)					
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics VFS7552					
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM981 (1024 GByte) / –					
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>						
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	50 Wh Lithium-Ionen / – / –					
Netzteil	65 W, 322 g, 7,4 cm × 7,4 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker					
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,18 kg / 30 cm × 22,3 cm / 1,3 cm					
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,5 cm / 18,5 mm × 18,5 mm					
<b>Leistungsaufnahme</b>						
Suspend / ausgeschaltet	3,9 W / 0,7 W					
ohne Last (Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max)	3,3 W / 5,8 W / 9,8 W					
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	54,1 W / 17,3 W / 42,8 W					
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	69,8 W / 0,54					
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>						
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max)	11,5 h (4,4 W) / 4,8 h (10,4 W) / 2 h (25,2 W)					
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,4 h / 8,2 h					
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 0,4 Sone					
Massenspeicher lesen / schreiben	2524,8 / 2285,8 MByte/s					
IOPS (4K) lesen / schreiben	65948 / 98406					
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	22,8 / 12,3 MByte/s / ✓					
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 97,8 dB(A)					
CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)	153 / 442					
3DMark (Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	4831 / 4066 / 1053 / 403					
<b>Preis und Garantie</b>						
Straßenpreis Testkonfiguration	2600 €					
Garantie	3 Jahre					
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden



## Halbherziger Konter

**Der 18-Kern-Prozessor Core i9-9980XE soll AMDs zweiter Threadripper-Generation mit höherem Takt Paroli bieten.**

Prozessoren mit zweistelliger Kernanzahl spielen vor allem bei anspruchsvoller Software wie 4K-Videoschnitt, Rendering oder dem Kompilieren großer Softwareprojekte ihre Stärken aus. Für Hardware-Enthusiasten, die solche Anwendungen nutzen, hat Intel seine Core-X-Prozessoren für die 2017 eingeführte High-End-Plattform LGA2066 aktualisiert.

Die neuen CPUs der Serien Core i7-9000X und i9-9000X takten im Vergleich zu den Vorgängern Core i7-/i9-7000X einige Hundert Megahertz schneller. Außerdem bieten nun sämtliche LGA2066-Cpus je 44 PCI-Express-3.0-Lanes für Grafikkarten und schnelle NVMe-SSDs, die beschnittenen Versionen mit nur 28 Lanes sind passé.

An der Kernanzahlschraube hat Intel nicht gedreht. Das Topmodell Core i9-9980XE Extreme Edition tritt weiterhin mit 18 Kernen und 36 Threads an. Nominal taktet er mit 3 GHz – 400 MHz mehr als der Core i7-7980XE. Der maximale Turbo legt von 4,2 auf 4,5 GHz zu. Um diese Turbostufe bei Last auf bis zwei Kernen zu erreichen, muss man nicht mehr die Software für Turbo Boost Max 3.0 installieren, denn Windows 10 enthält seit Version 1703 den notwendigen Treiber. Am 24,75 MByte großen Level-3-Cache sowie an der Skylake-Architektur hat sich nichts geändert.

Um den Core i9-9980XE korrekt testen zu können, mussten wir zunächst im

BIOS-Setup des von uns verwendeten Mainboards Gigabyte X299 Aorus Gaming 3 von Hand die korrekten Werte für die Power Limits eintragen. Tut man das nicht, rennt die CPU unter Vollast dauerhaft mit dem maximalen All-Core-Turbotakt von 3,8 GHz. Damit schluckte unser Testsystem 371 Watt und die Package Power des Prozessors betrug 260 Watt. Nachdem wir die fehlerhaften BIOS-Vorgaben durch korrekte Werte für das Power Limit 1 von 165 Watt (entspricht der Thermal Design Power), für das Power Limit 2 von 198 Watt und für die maximal zulässige Boost-Dauer von 8 Sekunden ersetzt hatten, sank die Leistungsaufnahme auf 248 Watt (Package Power: 165 Watt). Die Performance im Cinebench fiel dadurch um 9 Prozent von 3700 auf 3392 Punkte.

Im Vergleich zum Core i7-7980XE rechnet das neue Core-X-Topmodell rund vier Prozent schneller. Bei Singlethreading-Anwendungen ist der Vorsprung etwas größer (7 Prozent). Gegen den ähnlich teuren 32-Kerner AMD Ryzen Threadripper 2990WX macht der Core i9-9980XE jedoch keinen Stich, wenn jeweils alle Kerne unter Dampf stehen. AMD liegt in dieser Disziplin 50 Prozent vor dem Core i9. Lediglich bei Singlethreading-Anwendungen kann Intels 18-Kerner die AMD-Konkurrenz mit 16 Prozent Abstand hinter sich lassen.

Doch die aufwendige LGA2066-Plattform und einen teuren 18-Kerner kauft man nicht für hohe Singlethreading-Performance: 197 Punkte im Cinebench schafft auch der Sechskerner Core i5-9600K, der nicht 2500, sondern unter 300 Euro kostet. (chh@ct.de)

## Core i9-9980XE Extreme Edition

### High-End-Prozessor für LGA2066-Mainboards

Hersteller	Intel, <a href="http://www.intel.de">www.intel.de</a>
Kerne	18+HT
Taktfrequenz	3,0 GHz (Turbo: 4,5 GHz)
Cinebench R15	197 / 3392
Sysmark / Blender	1885 / 143 s
Leistungsaufnahme	53 / 248 W
Leerlauf / Volllast	
Preis	2500 €



## Multi-Gigabit-Karte

**Die Netzwerkkarte Buffalo LGY-PCIE-MG bindet PCs mit bis zu 10 Gigabit/s ins LAN ein, aber nur unter Windows.**

Auf der NBase-T-Karte LGY-PCIE-MG steckt ein Tehuti-MAC-Chip (TN4010), für den es auch Treiber für Linux, macOS und VMWare gibt. Als PHY-Baustein (Leitungsanschaltung) nimmt Buffalo den Marvell 88X3310. Den bedient der Tehuti-Linux-Treiber aber nur, wenn man beim Übersetzen ein Firmware-Binary angibt, das nicht im Treiberpaket steckt und separat beschafft werden muss. Unter Windows 10 lief die PCI-Express-Karte auf Anhieb.

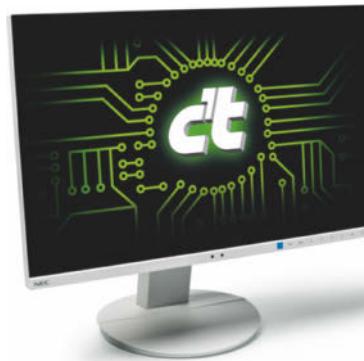
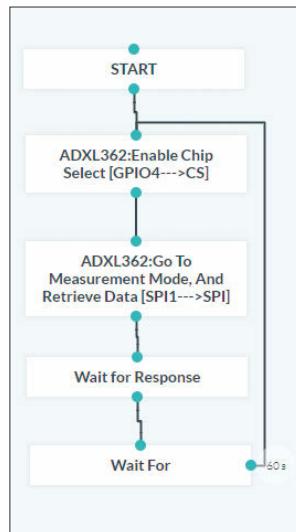
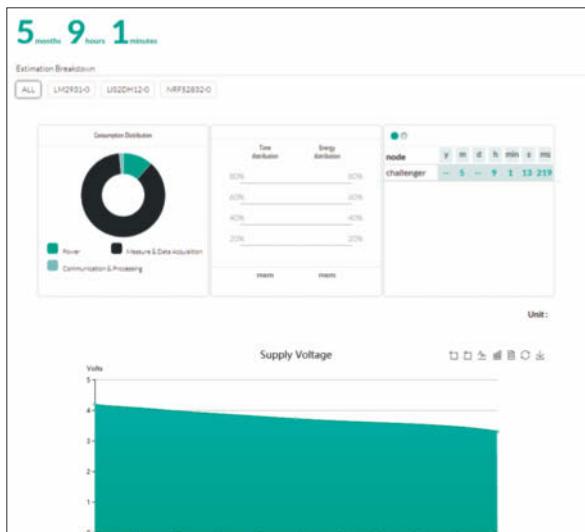
Wir testeten die Linkrate und den TCP-Durchsatz über verschiedene Kabelftypen (50 Meter Cat. 6a, 100 Meter gemischt Cat. 5e und Cat. 6a) sowie an zwei Gegenstellen (Netgear-Switch XS512EM und Intel X550 auf einem Serverboard). Mit dem Switch arbeitete die Buffalo-Karte über beide Strecken mit 10 GBit/s (Nettodurchsatz mit Jumbo-Frames: 9,9 GBit/s). Mit der Intel-NIC verband sie sich nur in der 5-GBit/s-Stufe stabil (4,9 GBit/s netto), was wir bei der 50-m-Strecke manuell vorgeben mussten.

Ein Low-Profile-Slotblech liegt der 149 Euro teuren Buffalo-Karte bei. So kann man sie auch in flachen Servern nutzen. (ea@ct.de)

## Buffalo LGY-PCIE-MG

### Multi-Gigabit-LAN-Karte

Hersteller	Buffalo, <a href="http://www.buffalo-technology.de">www.buffalo-technology.de</a>
Bedienelemente	2 Statusleuchten
Anschlüsse	1 × RJ45 (NBase-T, 100 MBit/s bis 10 GBit/s), PCI-Express 2.0/3.0 x4
Treiber für	Windows 7 bis 10, Windows Server 2012 bis 2016
Leistungsaufnahme	max. 6,1 Watt (laut Hersteller)
Preis	149 € (UVP)



## Büroformat

**NECs 24-Zöller ist mit IPS-Panel, 1920 × 1200 Pixeln und vielen Anschlüssen ideal fürs Büro.**

In NECs MultiSync EA245WMi steckt ein mattiertes IPS-Display, das sich in alle Richtungen drehen und in der Höhe verstetzen lässt. Der Drehsteller unter der Fußplatte sorgt für einen etwas wackeligen Stand. Das sehr schmal eingefasste, blickwinkelstabile Display zeigt satte Farben und deckt den sRGB-Farbraum recht genau ab. Dank 16:10-Format passt etwas mehr Inhalt auf den Schirm als bei Full-HD.

Der Kontrast ist mit knapp 1500:1 für ein IPS-Display sehr gut; er bleibt auch von der Seite betrachtet hoch und die Farben bleiben satt. Die Ausleuchtung ist bereits ohne die Uniformity-Option sehr homogen; die Nivellierung reduziert die maximale Leuchtdichte von 290 auf 185 cd/m<sup>2</sup>.

Der Monitor kann DisplayPort-Signale am DP-Ausgang weiterleiten. Über zwei Sensoren passt er die Schirmhelligkeit an die Umgebungshelligkeit an und schaltet komplett ab, wenn niemand mehr vor dem Gerät sitzt. Zielleuchtdichte, Entfernung und Startzeitpunkt sind feinstufig einstellbar.

Ohne die aufwendige Mechanik kostet der Monitor 50 Euro weniger; mit einer vergleichbaren Ausstattung bietet nur HP solche 1920 × 1200er-Displays an. Die sind entweder deutlich teurer oder arbeiten mit reduzierter Farbauflösung (6-Bit-Panel). (uk@ct.de)

## NEC EA245WMi-2

24"-Monitor mit 1920 × 1200 Pixeln (16:10)	
Hersteller	NEC, <a href="http://www.nec.de">www.nec.de</a>
Anschlüsse	DisplayPort (In/Out), HDMI, DVI, VGA, Klinke (Audio In/Out), Sync (In/Out), USB-3.0-Hub (3 Ports)
Ausstattung	drehbar, höhenverstellbar, Portrait-Modus, Lautsprecher, Sensoren
Preis	350 €

## Laufzeit-Simulator

**Mit der Webanwendung Wisebatt können Hardware-Entwickler die Laufzeit ihrer batteriebetriebenen Projekte berechnen und optimieren. Nebenbei soll eine Entwickler-Community entstehen.**

Bei der Entwicklung von batteriebetriebenen Geräten ist die Laufzeit ein entscheidender Faktor. Zur Optimierung könnte man mit verschiedenen Komponenten experimentieren, Datenblätter wälzen und an Prototypen oder Breadboard-Aufbauten messen.

Die Webanwendung Wisebatt soll Hardware-Entwicklern und Bastlern das Leben in dieser Phase ihrer Arbeit mit einer Simulation erleichtern. Aus einer sehr umfangreichen Komponenten-Bibliothek zieht man die Bauteile und eine Batterie auf die Arbeitsfläche und verbindet die Pins virtuell mit ein paar Klicks.

Damit das funktioniert, muss man Erfahrung bei der Planung von Elektronikprojekten mitbringen. Wie aus den Teilen ein sinnvolles Gerät wird, muss der Entwickler selbst wissen. Die Software warnt nur, wenn Pins falsch verbunden oder Spannungsversorgungen zu Komponenten vergessen wurden. Inspiration findet man bei öffentlichen Projekten anderer Nutzer.

Wenn Wisebatt keine Fehler in der Verbindung gefunden hat, baut man im zweiten Schritt das Programm in Form eines Block-Diagramms. Für einen einfachen Sensor mit Funkanbindung zum Beispiel: Aufwachen, Messwert auslesen,

versenden, Tiefschlaf für 60 Sekunden. Aus diesem Ablauf berechnet Wisebatt die geschätzte Laufzeit. Diagramme zeigen, wann welche Komponente Leistung abfordert, und weisen den Entwickler so auf Optimierungspotenzial hin.

Die Initiatoren haben sich große Mühe gemacht, die Datenblätter vieler Komponenten in ihre Datenbank zu übertragen und eine benutzerfreundliche Oberfläche zu gestalten. Ihr Ziel ist es, ein GitHub für Hardwareprojekte zu etablieren: Für Open-Source-Ideen ist das Werkzeug kostenlos. Andere Nutzer können Kommentare hinterlassen, Projekte können geforkt und mit Sternen honoriert werden. Bisher fehlen aber Funktionen, die man von GitHub kennt und die der Community-Idee guttun würden – ein Projekt hat zum Beispiel noch keine Readme-Seite.

Wer als kommerzieller Entwickler seine Projekte nicht mit der Welt teilen möchte, zahlt 79 US-Dollar im Monat.

Ob die Community Erfolg hat, wird sich zeigen: Aktuell sind weniger als 600 Nutzer auf der noch sehr jungen Plattform registriert. Ideen für die Zukunft hat das Unternehmen hinter Wisebatt aber bereits: So soll es bald eine Schätzung für die Kosten der Platinenfertigung und einen Export von Eagle-Dateien geben.

(jam@ct.de)

## Wisebatt

Hardware-Simulation	
Anbieter	Wisebatt, <a href="http://SAS wisebatt.com">SAS wisebatt.com</a>
Plattform	webbasiert, keine Installation
Preis	kostenlos für Open-Source-Projekte, kommerziell 79 US-Dollar/Monat

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**

3 digitale Ausgaben +  
iX-Kaffeebecher nur 14,10 €

[www.iX.de/test](http://www.iX.de/test)

 MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK



[www.iX.de/test](http://www.iX.de/test)

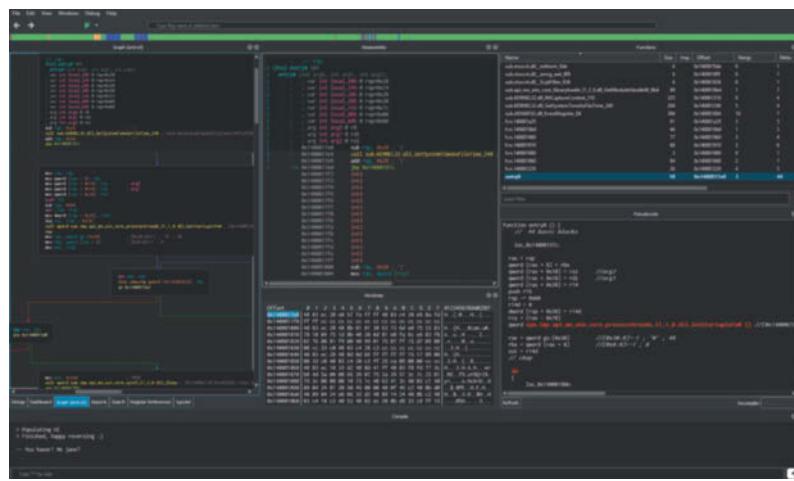


leserservice@heise.de



49 (0)541 800 09 120

## Kurztest | Cutter



## Schöner disassemblieren

**Das kostenlose Framework radare2 gilt schon lange als Geheimtipp fürs Reverse Engineering. Mit der grafischen Oberfläche Cutter geht die Bedienung endlich leicht von der Hand.**

Seit Jahren ist IDA Pro die unbestrittene Königin unter den Werkzeugen zum Rückübersetzen komplizierten Programmcodes in Assemblerbefehle. Profis nutzen den interaktiven Disassembler und Debugger unter anderem zur Quellcode-Rekonstruktion oder zur Analyse von Schadsoftware. Sie zahlen vierstellige Lizenzgebühren – obwohl es mittlerweile eine kostenlose Alternative gibt, die IDA mindestens ebenbürtig ist.

Die Rede ist von radare2, einem Open-Source-Framework für die statische und dynamische Codeanalyse. Wie IDA unterstützt radare2 zahlreiche Dateiformate und Prozessorfamilien. Alternativ zum klassischen Debugging emuliert es auch einzelne Befehlssequenzen, etwa um gefahrlos die Entschlüsselungsfunktionen obfuscierter Malware auszuführen. radare2 kann Pseudocode aus Programmfunctionen generieren und Binärvergleiche durchführen – IDA benötigt dafür zusätzliche Plug-ins wie Hex-rays und BinDiff.

Dennoch wagten sich viele potenzielle Nutzer bislang nicht an radare2 heran. Denn die grafische Oberfläche des Kommandozeilen-Tools beschränkte sich auf einen tastaturbasierten „Visual Mode“ im Konsolenfenster. Das in Qt und C++ programmierte GUI Cutter soll vor allem Einsteigern die Bedienung erleichtern. Die In-

stallationspakete enthalten zugleich auch das radare2-Framework.

Cutters Oberfläche erinnert an IDA – vor allem wegen der Darstellung der Dateistruktur als „Visual Navigation Bar“ in der oberen Bildschirmhälfte, über die man per Mausklick zu beliebigen Codepassagen navigieren kann. Disassemblierten Code sowie Hex-Dump, Register, Stack & Co. kann man als einzelne Fenster per Drag & Drop im Zentrum der GUI frei anordnen und gruppieren. Das Öffnen mehrerer Instanzen eines Fenster-typos ermöglicht die parallele Betrachtung verschiedener Programmabschnitte.

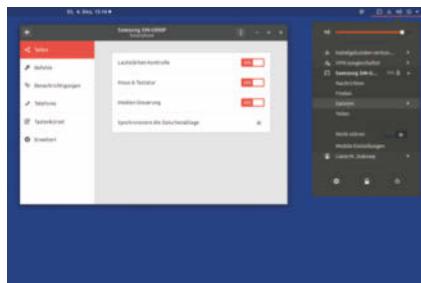
Die zahlreichen Themes, Farbschemata und Fonts sind nicht nur eine optische Bereicherung, sondern entlasten im Zuge nächtlicher Analyse-Sessions auch die Augen.

Der aktuellen Cutter-Version 1.7.2 ist anzumerken, dass an dem Ende 2017 ins Leben gerufenen Projekt noch viel zu tun ist. Viele radare2-Features wurden bislang nur rudimentär in das GUI integriert, andere sind lediglich mit den üblichen radare2-Tasturbefehlen über die eingebaute Kommandozeile aufrufbar. An dem für viele Nutzer unverzichtbaren Debug-Mode arbeiten die Entwickler nach eigenen Angaben mit Hochdruck. Dennoch lohnt ein Blick auf Cutter schon jetzt: Mit etwas Feinschliff könnte das GUI radare2 langfristig dabei helfen, an IDAs Thron zu rütteln. (ovw@ct.de)

## Cutter (1.7.2)

### Grafische Oberfläche für radare2

Entwickler	Sergi Alvarez (pancake), <a href="https://github.com/radareorg/cutter">github.com/radareorg/cutter</a>
System	Windows, Linux, macOS
Preis	kostenlos



## Gut verbunden

**GSConnect** transferiert Dateien vom Smartphone auf den Linux-Rechner und umgekehrt. Das Tool zeigt Benachrichtigungen an, verschickt Nachrichten und dient als Fernsteuerung.

GSConnect verbindet den Linux-Rechner unkompliziert per WLAN mit einem oder mehreren Android-Geräten. Sind Smartphone und Rechner verbunden, lassen sich beispielsweise schnell Fotos auf den Rechner übertragen. GSConnect sorgt dafür, dass Benachrichtigungen direkt auf dem Linux-Desktop aufpoppen. Das Display des Smartphones kann man sogar als Touchpad für den PC benutzen. Dient der PC als Mediaplayer, kann man vom Smartphone aus die Medienwiedergabe und Lautstärke steuern.

Die in die Leiste integrierte Erweiterung verrät den Füllstand des Smartphone-Akkus. Auf WhatsApp-Nachrichten kann man direkt am Desktop antworten. Hat man das Smartphone verlegt, lässt es die Option „Finden“ vom Desktop aus klingeln.

GSConnect ist eine JavaScript-Portierung des Qt-Tools KDE Connect, das am besten unter KDE Plasma arbeitet. Wer Gnome nutzt, spart sich damit die Installation einer Reihe von Paketen. Da das Tool eine Erweiterung für die Gnome-Shell ist, setzt es den Gnome-Desktop voraus, wie ihn Ubuntu standardmäßig nutzt. Dafür integriert es sich dann auch in den Dateimanager. Auf dem Smartphone muss die App KDE Connect installiert werden. (lmd@ct.de)

## GSConnect 17

Android-Integration in Gnome	
Hersteller	Andy Holmes, <a href="https://github.com/andyholmes/gnome-shell-extension-gsconnect">github.com/andyholmes/gnome-shell-extension-gsconnect</a>
Systemanf.	Linux, Gnome-Shell ab Version 3.28
Preis	kostenlos

## Verspieltes Arbeitstier

Razer hat eine seiner High-End-Tastaturen stark abgespeckt: Die Blackwidow Lite ist eine kompakte Office-Tastatur.

Mit der Blackwidow Lite richtet sich Razer mal nicht an Vielspielende, sondern Vielarbeitende. Die kleine Tastatur ist schwarz mit weiß beleuchteten Tasten – nur Caps-Lock leuchtet Grün, wenn aktiviert. Medien- und Beleuchtungseinstellungen erreicht man per Fn-Shortcuts. In Razers Synapse-Software nimmt man Makros auf und andre Einstellungen vor.

Die Tasten sind hoch, eine Handauflage fehlt. Unter ihnen sitzen mechanische Razer-Schalter, die bei 45 Gramm Druck deutlich spürbar und leise auslösen. Durch Gummiringe dämpft man sie zusätzlich, muss dafür aber die Tasten mit dem ebenfalls beiliegenden Werkzeug abzupfen und einzeln mit Ringen versehen.

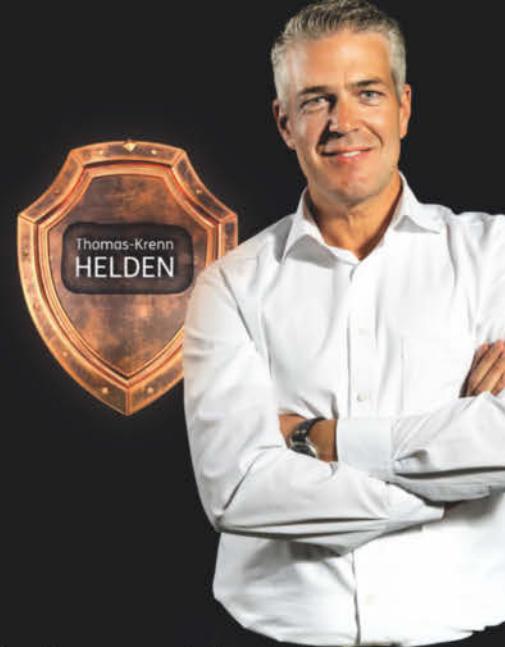
Durch die Oberplatte aus mattem Alu klingt die Blackwidow Lite beim Tippen metallisch nach. An der Unterseite sitzen vier Gummistopper und zwei ausklappbare Standfüße. Die Tastatur macht einen wertigen Eindruck und steht stabil auf dem Tisch. An der Rückseite findet sich eine Micro-USB-Buchse für das abnehmbare Kabel.

Razer ruft knackige 100 Euro für das schicke, leise Keyboard auf. Der angepeilten Zielgruppe mag der Ziffernblock fehlen, dafür ist der Weg zur Maus schön kurz. (jube@ct.de)

## Razer Blackwidow Lite

Office-Tastatur mit Gaming-Touch	
Hersteller	Razer, <a href="http://www.razer.com">www.razer.com</a>
Schalttyp/Druckpunkt	Razer Orange (mechanisch, taktile)/45 g
Preis	100 €

**Unsere Helden im Einsatz – gemeinsam erreichen wir Ihre Ziele!**



## Timo Egeler

Unser Key-Account-Held

Wenn es darum geht, neue IT-Umgebungen unserer Kunden zu konzeptionieren und in die Tat umzusetzen, dann bilden unsere Key Account Manager die zentrale Anlaufstelle. Sie scheuen keine Mühen und arbeiten eng mit Ihnen und den Kollegen aus Consulting und Technik zusammen. Fragen Sie einfach unsere heimlichen Helden – Timo und seine Kollegen kümmern sich um den Rest.

**+49 (0) 8551.9150-300**

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

**THOMAS  
KRENN®**



## Frequenz-Skalpell

**Die Weiterentwicklung des exzellenten Equalizers Fabfilter Pro-Q 3 wartet mit dynamischen Filtern auf, die alltägliche Probleme in der Musikproduktion elegant lösen.**

Fabfilters Plug-ins lassen sich am Rechner deshalb so gut steuern, weil ihre Bedienoberfläche keine Hardware nachahmt. Der Equalizer Pro-Q 3 zeichnet im Hintergrund den Frequenzverlauf. In der neuen Version kann man einzelne Frequenzspitzen direkt per Maus anklicken, um ein Filter zu platzieren. Zur Wahl stehen Glockenkurven mit einstellbarer Breite sowie Hoch-, Tiefpass-, Notch-, Shelving- und Tilt-Filter, die Höhen und Tiefen linear absenken oder verstärken. Eine einblendbare Klaviatur ordnet den Frequenzen Notenwerte zu. Der Anzeigebereich lässt sich von 30 dB bis runter auf 3 dB zoomen, sodass man selbst beim Mastering feinste Änderungen im Full-screen-Modus erkennt. Im Solo-Modus lässt sich der Regelbereich jedes Filters gezielt anhören, um etwa zu überprüfen, wie viel das Hochpassfilter vom Frequenzspektrum abschneidet.

Die Filter erlauben extreme Flankensteilheiten. Zum bisherigen Maximum von 96 dB/Oktave kommt ein fast senkrecht verlaufendes Brickwall-Filter, das Frequenzen zwar gezielt abschneidet,

an der Grenzfrequenz allerdings ein deutliches „Klingeln“ erzeugt.

Auf Wunsch arbeiten die Filter latenzfrei, phasenlinear oder in einem „natürlichen“ Modus, dessen Phasenverlauf analoge Filter simuliert. Neuerdings kann man Filter gezielt auf das Mitten- und Seitensignal ansetzen. Ein Hochpassfilter auf den Seiten stellt beispielsweise

sicher, dass Bassfrequenzen nur in der Monomitte auftreten, damit etwa bei einer Vinylpressung die Nadel nicht aus der Rille hüpfst. Bei Surround-Formaten bis 7.1.2 lassen sich Filter gezielt auf Subwoofer-, Surround- und Höhenkanälen platzieren.

Die neuen dynamischen Filter verstärken oder schwächen ein Signal ähnlich wie bei einem Kompressor/Expander in Abhängigkeit vom Pegel. Allerdings lässt sich hier nur der Threshold und die maximale Auslenkung einstellen. Andere Kompressor-Parameter wie Attack- und Release-Zeiten bleiben außen vor, ebenso wie die Ratio.

Die Dynamikfilter helfen beispielsweise, um einen Gesang heller klingen zu lassen, ohne gelegentliche Zischlaute zu verstärken. Leider lässt sich der Trigger-Bereich nicht per Sidechain auf ein anderes Frequenzspektrum oder ein anderes Eingangssignal umlenken. Für solche Arbeiten braucht man weiterhin den Multiband-Kompressor Fabfilter Pro-MB beziehungsweise einen dynamischen EQ von Hora oder Brainworx.

Sidechain-Signale werden einzig vom Analyzer genutzt. Erstens passt er Filtereinstellungen automatisch auf eine zweite Referenzquelle an. Zweitens blendet er nun Frequenzverläufe weiterer Plug-in-Instanzen des Pro-Q 3 auf anderen Spuren ein, sodass man Überschneidungen gleich erkennt und sie leichter umarrangieren oder wegfiltern kann.

Fabfilters toll zu bedienender Pro-Q ist nach wie vor erste Wahl, wenn es darum geht, beim Mixen und Mastern präzise Korrekturen im Frequenzspektrum vorzunehmen. Die dritte Auflage bringt mächtige neue Funktionen mit, die man tagtäglich auf fast jeder Spur benötigt. Schade nur, dass sich die dynamischen Filter nicht von anderen Signalen per Sidechain triggern lassen.

(hag@ct.de)

## Fabfilter Pro-Q 3

Dynamischer Software-Equalizer	
Hersteller	Fabfilter, <a href="http://www.fabfilter.com">www.fabfilter.com</a>
Systeme	Windows ab XP, macOS ab 10.8
Formate	VST 2/3, AU, AAX, AudioSuite
Preis	149 € (30-Tage-Demo)



## Kabellos für DJs

**Pioneer bietet mit dem HDJ-X5BT-K erstmals einen Bluetooth-Kopfhörer für DJs an.**

Der geschlossene Kopfhörer knarzt etwas und sitzt nicht besonders bequem. Die Polster umschließen die Ohren nur fast und drücken kräftig. Der Bügel lässt sich platzsparend falten und klappt die Muscheln ganz nach außen.

Die Bluetooth-Verbindung funktionierte mit einem aktuellen iPhone problemlos. Der Akku soll laut Hersteller 20 Stunden durchhalten. Die Verzögerung bei der Übertragung betrug im Test rund 0,6 Sekunden – zu langsam, um Effekte punktgenau zu triggern. Pioneer empfiehlt daher, im DJ-Betrieb das mitgelieferte Kabel anzuschließen.

Beim Hörvergleich mit einem neutralen Sennheiser HD 600 mittels Terzbandrauschen fiel uns eine kräftige Absenkung um 8 bis 10 dB im Bereich von 2,5 bis 5 kHz auf. Stimmen klingen dadurch dumpf, Hihat- und Beckenschläge sind nur gedämpft zu hören. Der Bass wurde hingegen gut abgestimmt: Unterhalb von 80 Hz dreht der Kopfhörer etwas auf und senkt den Bereich von 200 bis 315 Hz um 4 bis 6 dB ab. Bässe und Kick-Drums bekommen dadurch ein kräftiges Fundament, ohne zu verschwimmen.

Die Bluetooth-Verbindung ist nur zum freizeitlichen Musikhören zu gebrauchen, dabei stören allerdings der dumpfe Klang und der unbequeme Sitz. Für DJs mag der Sound okay sein, die Bluetooth-Anbindung ist für sie nutzlos.

(hag@ct.de)

## Pioneer HDJ-X5BT-K

Bluetooth-Kopfhörer für DJs	
Hersteller	Pioneer, <a href="http://www.pioneerdj.com">www.pioneerdj.com</a>
Anschlüsse	Bluetooth 4.2 (SBC, AAC, aptX), Klinkenkabel (1,5 m, 32 Ohm)
Preis	159 €



## Kleines Klangwunder

**Sennheisers Momentum True Wireless überzeugen selbst audiophile Hörer, die um In-Ear-Kopfhörer mit Bluetooth bislang einen Bogen gemacht.**

Kabellose In-Ears sind seit Apples Airpods der letzte Schrei. Die Funkstöpsel verbinden sich problemlos per Bluetooth mit dem Smartphone und vermitteln dank einfacher Handhabung ein neues Freiheitsgefühl beim Musikhören. Einzig die Klangqualität ließ bislang zu wünschen übrig, weshalb audiophile Hörer einen Bogen um die hippen Ohrstöpsel machten.

Das ändert sich nun: Mit den Momentum True Wireless stellt Sennheiser seine ersten kabellosen In-Ears vor, die es mit den besten Kopfhörern des Herstellers aufnehmen.

Klanglich lassen die Momentum die Kandidaten aus dem Vergleichstest in c't 25/2018 weit hinter sich. Dank ihrer Ausgewogenheit können sie sich sogar mit unserem neutralen Referenzkopfhörer Sennheiser HD 600 messen: Sie geben tiefsten Bassanschlägen mehr Kontur und sorgen durch eine leichte Anhebung der oberen Mitten für klare Stimmen. Egal ob Klassik oder Techno: Hier klingt jedes Genre toll. Der volle, transparente Sound entfaltet eine für In-Ears erstaunlich gute Räumlichkeit. Wer will, kann den Klang per App über einen parametrischen EQ anpassen und in den In-Ears speichern.

Über die In-Ears lassen sich auch Telefon Gespräche in guter Qualität führen. Zum Entgegennehmen tippt man einfach auf die Touch-Außenfläche am rechten Ohr. Tipper am linken Ohr pausieren die

Musik oder schalten die Stücke durch. Für die Lautstärke muss man länger drücken. Es braucht jedoch einige Übung, um die Touch-Flächen sanft mit dem Finger zu treffen, ohne dabei allzu laut auf das Trommelfell zu hämmern. Dank des breiten Randes klappt das Rein- und Rausnehmen der Stöpsel problemlos, lediglich die automatische Pausenfunktion reagiert nicht immer zuverlässig.

Im Unterschied zu Apples populären Airpods dichten die Momentum-Stöpsel den Ohrkanal mit Gummimanschetten luftdicht ab. Dadurch können sie selbst tiefste Frequenzen präzise und druckvoll übertragen. Sennheiser legt Austauschmanschetten in vier Größen bei. Im Test saßen die Stöpsel überaus angenehm über die gesamte Akkulaufzeit von 4,3 Stunden im Ohr. In der kleinen Akkubox mit USB-C-Anschluss lassen sie sich unterwegs zweimal komplett aufladen.

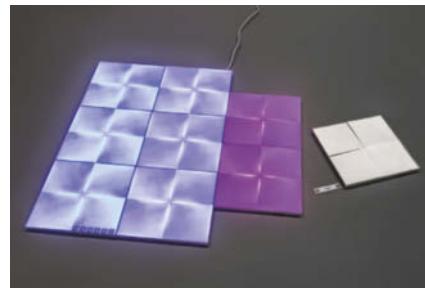
Den ausgeprägten Abschottungeffekt von In-Ears gleicht Sennheiser durch eine per Doppeltipper zuschaltbare Funktion namens Transparent Hearing aus. Sie gibt hohe Frequenzen aus der Umgebung in natürlicher Lautstärke an das Ohr weiter, sodass Geräusche und Sprache nicht mehr so dumpf klingen. Der eigene Körperschall wird beim Sprechen, Kauen und Gehen jedoch prinzipiell wie bei jedem dichten Ohrstöpsel in den tiefen Frequenzen unangenehm verstärkt. Daher trägt man die Momentum besser nicht den ganzen Tag, sondern nur zum Musikhören. Gegenüber Regen sind die Stöpsel nach IPX4 spritzwassergeschützt. Windgeräusche bleiben zwar im Rahmen, auf dem Fahrrad sollte man die Stöpsel wegen der Gehörbeeinträchtigung und Herausrutschgefahr jedoch nicht tragen.

Sowohl klanglich als auch vom Tragekomfort überzeugen die Momentum True Wireless auch kritische Hörer und verdienen trotz des gehobenen Preises eine dicke Empfehlung. (hag@ct.de)

## Sennheiser Momentum True Wireless

### In-Ear-Headset mit Bluetooth

Hersteller	Sennheiser, <a href="http://www.sennheiser.de">www.sennheiser.de</a>
Anschluss	Bluetooth 5.0 (AAC, aptX)
Preis	299 €



## Lichtfeld

**Nanoleafs interaktive LED-Kacheln bringen Farbe ins smarte Heim.**

Das Starterset von Nanoleafs Lichtsystem Canvas besteht aus acht quadratischen Lichtkacheln mit 15 Zentimeter Kantenlänge und einer ebenso großen Steuerkachel. Letztere ist mit sechs Touch-Feldern ausgestattet, über die man das Lichtsystem auch ohne App bedienen kann. Das Set lässt sich mithilfe der Nanoleaf App ins WLAN einbinden. Nach der Einrichtung kann man das System ohne Internetverbindung per App steuern oder per Cloud über einen Nanoleaf-Account via IFTTT ansprechen.

Jede Lichtkachel besteht aus vier Feldern, die mit seitlich einstrahlenden RGB- und Warmweiß-LEDs über Diffusoren ausgeleuchtet werden. Die leichten Verschattungen auf der Kachel sind gewollt: Das Streumuster auf den Diffusoren wurde ungleichmäßig angelegt. Die vier Felder einer Kachel lassen sich nur als Ganzes ansteuern. Über die beigefügten „Linker“ steckt man bis zu 25 Kacheln an einem Netzteil zu einer großflächigen Lichtinstallation zusammen.

In der Steuerkachel steckt ein kleines Mikrofon. Es ermöglicht dem System, auf Musik zu reagieren. Darüber hinaus ist jede Kachel mit einem kapazitiven Touch-Feld ausgestattet. Er erlaubt das Ein-/Ausschalten der gesamten Installation. Die in der App beschriebene Gesternesteuerung funktionierte zum Testzeitpunkt nicht. Canvas ist teuer, raffiniert aufgebaut und vor allem unheimlich schön anzuschauen. (sha@ct.de)

## Nanoleaf Canvas

### WLAN-Lichtkacheln

Hersteller	Nanoleaf
Lieferumfang	Steuerkachel, 8 Kacheln, 8 Linker, Netzteil
Standby	5 Watt / 10,8 VA
Preis	200 €

# Einstieg ins Vollformat

## Spiegellose Kameras: Nikon Z6 gegen Sony A7 III

**Nikons Z6 und Sonys A7 III versprechen hohe Bildqualität und sollen damit ambitionierte Amateure ansprechen. Wie ihre hochauflösenden Schwestern Z7 und A7R III bieten sie die Vorteile eines Vollformatsensors – zu einem vergleichsweise günstigen Preis.**

**Von Sophia Zimmermann**

Bisher bot nur Sony spiegellose Systemkameras mit Vollformatsensor an. Nikon will Profifotografen mit seiner hochauflösenden Z7, die mit der Sony A7R III konkurriert, auf seine Seite ziehen (siehe c't 25/2018, S. 58). Wie Sony führt Nikon aber auch eine günstigere Variante ins Feld: die Z6. Sie platziert sich mit 24 Megapixeln auf Augenhöhe mit der Sony A7 III und richtet sich wie diese an ambi-

tionierte Amateure, die gehobene Bildqualität suchen und denen APS-C-Kameras nicht mehr reichen.

Aktuell bietet Sony deutlich mehr Objektive. Nikon hat für seine spiegellose Z-Serie gerade einmal drei eigene Objektive im Angebot: ein Standardzoom und zwei Festbrennweiten. Der Adapter FTZ soll die Z6 in die Familie der Nikon-Spiegelreflexobjektive mit F-Bajonett einbetten – hier ist die Auswahl ungleich größer. Nikon bietet die Z6 dann konsequenterweise gleich mit Adapter an. Einzeln soll dieser knapp 300 Euro kosten. Viele Händler geben zurzeit aber Lieferzeiten von drei Wochen an. Die Nikon-Webseite selbst listet ihn als ausverkauft.

### Bedienkonzept

Der Punkt für Ergonomie und Haptik geht an Nikon. Das Z6-Gehäuse ist eine Nuance größer und schwerer als das Pendant der A7 III und da sein Griffwulst tiefer ausgeformt ist, liegt es etwas besser in der

Hand. Dazu wirkt es einen Hauch wertiger. Das liegt beispielsweise am beleuchteten Schulterdisplay, das alle wichtigen Einstellungen auf einen Blick zeigt und anders als das rückseitige Display auch bei gleichzeitigem Sonnenschein noch gut lesbar bleibt. Komfortabler gestaltet sich außerdem der Blick durch den großen Sucher. Das Display ist flimmerfrei, angenehm hell, wirkt kontrastreicher und löst höher auf als das der A7 III.

Ein Vorteil der A7 III: Sie hat zwei SD-Karten-Slots. Die Nikon Z6 hat nur einen Schacht für XQD-Karten. Diese Speicherkarten sind schneller als SD-Karten, aber auch deutlich teurer. Ein einziges Kartenfach bedeutet zudem, dass die Kamera kein Backup aufzeichnen kann – für professionelle Fotografen eine Horrorvorstellung.

Beide Kameras orientieren sich am bewährten DSLR-Bedienkonzept mit Moduswahlrad und vielen Direktzugriffen über Tasten und Rädchen. Grundsätzliches erschließt sich ohne Handbuch. Nikon hat das rückseitige Display zum vollwertigen Bedienelement gemacht. Je nach Belichtungsmodus können Fotografen so mit Tipp- und Wischgesten ISO-Empfindlichkeit, Blende oder Belichtungszeit ändern. Die i-Schaltfläche führt zu einem Schnellmenü, dessen Einstellungen Fotografen mit nur wenigen Tipps konfigurieren können. Des Weiteren können Fotografen mit einem Fingertipp auslösen oder den Fokuspunkt setzen.

Letzteres beherrscht die Sony A7 III ebenfalls – auch dann, wenn das Display zugunsten des Sucherbetriebs schwarz bleibt. Mehr geht allerdings nicht. Sony bleibt mit seiner Touch-Abneigung er-



Nikons Z6 (rechts) orientiert sich an ihren DSLR-Schwestern. Wer damit vertraut ist, wird sich sofort zurechtfinden. Die Sony A7 III (links) setzt im Vergleich zur Z6 auf mehr frei belegbare Funktionstasten.

staunlich stur. Hersteller wie Canon, Olympus, Panasonic und jetzt Nikon haben die umfassende Fingertipp-Navigation längst zum Standard gemacht.

## Autofokus

Die hohen Serienbildraten der Testkandidaten verlocken dazu, schnelle Bewegungen einzufangen. Beim Test des Nachführautofokus sind uns im direkten Vergleich aber Schwächen aufgefallen. Um nicht den Bildstabilisator mitzutesten, haben wir vom Stativ aus mit den 24-70-mm-Standardzooms in Telestellung gearbeitet.

Gerade bei Objekten, die sich kreuz und quer durch das Bild bewegten – in unserem Fall Radfahrer – verlor der Autofokus der Z6 immer wieder den Kontakt und ließ sich durch den Hintergrund ablenken. Die A7 III machte das mit ihrem Standardzoom etwas besser und klebte beharrlicher am Motiv. Allerdings ist die Autofokus-Performance auch objektivabhängig, außerdem sind beide Kameras nicht als Verfolgungskünstlerinnen konzipiert. Da gibt es andere – beispielsweise die Fujifilm X-T3, Canon 7D Mark II oder Nikon D500.

Beim Einzelbild-Fokus lagen beide wieder gleichauf. Die Z6 kam in Weitwinkelstellung auf eine Auslöseverzögerung mit Autofokus von 0,26 Sekunden. Zum Telebereich hin schaffte die Kombi aus Z6 und Telezoom nur noch 0,5 Sekunden. Die A7 III brauchte mit ihrem Vario-Tessar FE 4/24-70 ZA OSS in Weitwinkelstellung ebenfalls 0,26 Sekunden und hielt diesen Wert über den gesamten Brennweitenbereich.

## Messwerte und Bildkritik

Nikon Z6 und Sonys A7 III verhielten sich auf dem Prüfstand sehr ähnlich. Beim Visual Noise (VN), dem subjektiv wahrnehmbaren Rauschen, startete Sonys A7 III mit einem perfekten Wert von 0,7. Werte bis 0,8 stehen für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis zwei für geringes Rauschen, Werte bis drei für mäßiges und alles darüber für störendes Rauschen. Die Z6 konnte da mit einem VN von 1 nicht ganz mithalten. Bei steigenden ISO-Werten verschlechterten sich beide Kameras kaum. Selbst bei ISO 12.800 konnten wir noch einen hervorragenden VN von 2 messen.

Diese Entwicklung spiegelte sich auch in unserer Auflösungsmessung wider. Von ISO 100 bis zu ISO 12.800 büßten beide Kameras nur zehn (Z6) beziehungsweise fünf (A7 III) Prozent der Auflösung ein. Z6



Bei ISO 1600 zeigen Nikon Z6 (links) und Sony A7 III (rechts) noch feine Details ohne verwaschene Strukturen oder sichtbares Rauschen. Die Sony schärft erkennbar, die Nikon produziert einen natürlichen und neutralen Look.

und A7 III gaben selbst bei ISO 3200 noch feine Details wie Holzmaserung wieder. Erst ab ISO 6400 offenbarte die 1:1-Ansicht verwaschene Strukturen. Unterschiede zwischen den Kameras blieben minimal. Dagegen sah Canons spiegellose Konkurrentin EOS R regelrecht alt aus. Sie bietet mit 30 Megapixeln zwar die höhere absolute Auflösung, verlor hier aber von ISO 100 zu ISO 12.800 knapp 20 Prozent und stand dann letztlich schlechter da.

Die JPEG-Dateien der A7 III sind farbsatter und wirken dynamischer. Dazu schärft Sony erkennbar nach. Nikons Z6 bleibt natürlicher im Look und in der Farbgebung eher neutral. Die Messwerte und Bildeindrücke von Z6 und A7 III decken sich gut mit unseren Beobachtungen der hochauflösenden Systemschwestern Nikon Z7 und Sony A7R III.

## Fazit

Für die Z6 sprechen ihr schweres, robustes Gehäuse, sinnvoll ins Bedienkonzept integrierte Touch-Funktionen und ein hochauflösender Sucher. Was fehlt, ist ein zweiter Kartenslot. Umsteiger müssen sich außerdem an den teuren Speicherkartentyp XQD gewöhnen. Die Einbindung ins Spiegelreflexsystem über Adapter sehen wir zwiespältig: Nikon hat das zwar tadellos umgesetzt, doch ein Adapter kann nur ein Hilfsmittel sein. Langfristig zählt, was Fotografen ohne Adapter vor den Sensor bekommen. 2019 sollen sechs Optiken folgen, 2020 sind drei weitere geplant. Bisher ist das Angebot dünn.

Sony ist da einen Schritt weiter: Das spiegellose E-Mount-System umfasst etliche Vollformatobjektive. Hinzu kommen Objektive von Fremdherstellern wie Sigma und Tamron. Außerdem ist der E-

Mount äußerst adaptierfreudig. Viele Profi-Fotografen schwören auf die Kombination Canon-Objektiv und Sony-Kamera. Die A7-Gehäuse sind ausgereift und haben im Vergleich zu den Z-Modellen keine Nachteile. Auch in Sachen doppelter Speicherkarten-Slot hat Sony seine Hausaufgaben gemacht. (akr@ct.de) **ct**

Einen ausführlichen Test dieser Kameras lesen Sie in c't Digitale Fotografie 1/2019.

## Technische Daten

	Nikon Z6	Sony A7 III
Bildsensor	36 mm × 24 mm (CMOS)	36 mm × 24 mm (BSI-CMOS)
Auflösung	25 Megapixel (6048 × 4024)	24 Megapixel (6000 × 4000)
Lichtempfindlichkeit	ISO 64 bis ISO 51.200 (erweiterbar)	ISO 100 bis ISO 51.200 (erweiterbar)
Autofokus	273 Punkte (Hybrid-AF)	693 Punkte (Hybrid-AF)
Bildstabilisierung	sensorbasiert über 5 Achsen	sensorbasiert über 5 Achsen
Verschlusszeit	1/8000 – 30 s, Bulb	1/8000 – 30 s, Bulb
Serienbildrate	12 B/s	10 B/s
Videoformat	MOV, MP4 (H.264)	XAVC S (H.264) <sup>1</sup>
Videoauflösung / Bildrate	3840 × 2160 / 30 p	3840 × 2160 / 30 p
Suchertyp / Auflösung	OLED / 1280 × 960 Pixel	OLED / 1024 × 768 Pixel
Displaytyp / Auflösung	3,2-Zoll-LCD <sup>2</sup> / ca. 1024 × 682 Pixel	3,0-Zoll-LCD <sup>2</sup> / 640 × 480 Pixel
Speichertyp	1 × XQD	2 × SD-Karte (UHS-II-kompatibel)
Akku	1900 mAh (Li-Ion)	2280 mAh (Li-Ion)
Gehäuse: Größe / Gewicht	134 mm × 101 mm × 68 mm / 675 g	127 mm × 96 mm × 74 mm / 650 g
Material	Magnesium-Legierung	Magnesium-Legierung
Anschluss	USB 3, HDMI (Typ C), WLAN, Bluetooth, Mikrofon, Kopfhörer	USB 3, HDMI (Typ C), WLAN, NFC, Bluetooth, Mikrofon, Kopfhörer
Preis (Body)	2450 € (inkl. Adapter)	2300 €

<sup>1</sup> kompatibel mit AVCHD

<sup>2</sup> beweglich



# Kreative Knöpfe

## Einsteigen in die Welt der modularen Synthesizer mit Moogs Grandmother

**Er wirkt wie aus der Zeit gefallen: Moog reduziert die Funktionen seines Synthesizers auf das Nötigste und lässt Musiker mit Knöpfen und Kabeln spielen. Doch das hat seinen ganz besonderen Reiz.**

**Von Hartmut Gieselmann**

**M**it Grandmother geht Moog zurück zu den Wurzeln der ersten Synthesizer aus den 60er- und 70er-Jahren: Es gibt keine Speicherplätze für Klänge, keine Displays oder Menüs. Dafür hat jeder Parameter einen eigenen großen Drehknopf oder Schalter, sodass man den rein analog erzeugten Klang direkt verändern kann. Das hilft nicht nur Einsteigern, sondern auch Profis. Sie kitzeln überaus organische Sounds aus der schweren Metallkiste. Alle Komponenten sind bereits intern verdrahtet. Sie lassen sich aber auch über 41 Buchsen neu verkabeln, was die klanglichen Möglichkeiten deutlich erweitert. Die Buchsen leiten sowohl Steu-

erspannungen (CV) als auch Audiosignale weiter und sind kompatibel mit Eurorack-Synthesizern. Grandmother bietet nicht nur einen leichten Einstieg in die Welt der modularen Synthesizer, sondern dient für selbige auch als Steuerzentrale.

Von sich aus bringt Grandmother bereits alle wichtigen Komponenten zur Klangerzeugung mit: zwei Oszillatoren (hellblau), eine Modulations-Sektion, einen Mixer, zwei Filter (grün), einen Verstärker, einen Hüllkurvengenerator mit ADSR-Verlauf und als Bonbon einen echten Federhall (rot) mit mechanischer Feder. Das Keyboard mit 32 anschlag-dynamischen Tasten wird unterstützt von einem umschaltbaren Arpeggiator und Sequencer (gelb). Die aufgedruckten bunten Felder auf der Front sorgen für eine bessere Übersicht, weil sie die einzelnen Sektionen der Klangerzeugung unterteilen.

### Bunt statt grau

Am Anfang der Signalkette stehen die beiden hellblauen Oszillatoren. Sie schwingen mit den üblichen Wellenformen (Dreieck, Sägezahn, Rechteck, Puls) und skalieren über Steuerspannungen mit

1 V/Oktave, wobei sich die Abweichungen über den gesamten Oktavraum mit maximal 4 bis 5 Cent in engen Grenzen halten. Das ist wichtig, wenn man sie zur Frequenzmodulation (FM-Synthese) nutzen will. Dazu manipuliert man mit dem ersten Oszillator die Frequenz des zweiten – entweder exponentiell oder besser noch linear, um die Tonalität zu erhalten. Je nachdem, wie stark man den zweiten Oszillator gegenüber dem ersten verstimmt, ergeben sich glockenhafte bis kreischende Klänge. Mit dem roten Taster lässt sich die Welle des zweiten Oszillators auf die Länge des ersten verkürzen (Hard Sync), was zu einem sehr obertonreichen Klang führt.

Noch lebendiger wird es, wenn man die Modulation links daneben nutzt. Hier schwingt ein weiterer Oszillator vom tief-frequenten (0,08 Hz) bis in den hörbaren Bereich von 1346 Hz. Auch er skaliert mit 1 V/Oktave und lässt sich über eine Buchsenverbindung zum Keyboard tonal spielen. Die maximalen Abweichungen fallen hier mit bis zu 22 ct jedoch größer aus. Dadurch kommt es zu unterschiedlichen Schwebungen, je nachdem, welche Note man gerade spielt.

Über das Modulationsrad links neben dem Keyboard bestimmt man die Stärke, mit der besagter Oszillator die Pulsbreite von Rechteckwellen, die Frequenz beider Hauptoszillatoren oder die Filterfrequenz moduliert. Wer ein Tremolo erzeugen will, zieht einfach eine Strippe vom Modulations-Ausgang zur „Amt. In“-Buchse am Verstärker (VCA) ganz rechts.

### Paraphone Klänge

Von Haus aus spielt Grandmother nur monophon. Wenn man ein zweites Keyboard mit CV-Ausgang – beispielsweise ein Arturia Keystep – am Frequenzeingang eines Oszillators anschließt, kann man Grandmother aber auch paraphon spielen. Dabei erklingen zwei unterschiedliche Tonhöhen, beide mit demselben Lautstärke- und Filterverlauf.

Das Mischungsverhältnis der Oszillatoren stellt man im Mixer rechts neben dem hellblauen Feld ein. Hier gibt man auch weißes Rauschen hinzu – beispielsweise für perkussive Sounds. Da sich die Eingänge des Mixers frei belegen lassen, kann man die Oszillatoren durch beliebige Monoquellen ersetzen – allerdings müssen sie den hohen Eurorack-Pegel erreichen. Line-Signale aus einem MP3-Player oder Gitarren sind dazu ungeeignet. Für sie gibt

es aber einen 6,3-mm-Klinken-Eingang auf der Rückseite mit höherer Verstärkung. In den Mixer kann man auch das Ausgangssignal des Filters zurückleiten, um den Klang per Feedbackschleife leicht anzuverzerrn.

Nach dem Mixer gelangt das Audiosignal in das Filter. Zunächst ist nur das grüne Tiefpassfilter eingeschaltet, dessen Kaskadenaufbau mit 24 dB/Oktave hauptverantwortlich ist für den cremig weichen Moog-Sound. Seine Grenzfrequenz lässt sich vielfältig verändern: mit dem Drehregler, mit der Hüllkurve, mit der Modulationssektion sowie einer weiteren Steuerspannung. Von mechanischen Instrumenten wie einem Klavier kennt man es, dass ein Ton beim Anschlag mehr Oberschläge produziert als beim Ausklang. Beim Grandmother kann man es aber auch umdrehen, sodass der Anschlag dumpfer klingt. Das ermöglicht besonders interessante, weich einschwingende Sounds.

Wer den tiefen Bereich abschwächen will, damit im Arrangement etwa eine Melodiestimme die Bassspur nicht zumatscht, kann am Tiefpassfilter die Resonanz erhöhen oder ein zweites Hochpassfilter mit 6 dB/Oktave aus der Utility-Sektion links daneben in den Signalweg schalten. Dort findet man auch zwei weitere nützliche Werkzeuge: einen ungepufferten Mult mit vier Buchsen, der CV- und Audiosignale sowohl mischen als auch verteilen kann, sowie einen Abschwächer, mit dem man die Auswirkungen einer CV-Spannung auf den Klang abmildert oder invertiert.

Nach dem Filter wird das Audiosignal durch einen Verstärker gejagt. Erst hier entscheidet sich, wie ein Ton letztlich verläuft: Ist der Anschlag abrupt oder sanft? Fällt die Lautstärke beim Halten der Taste wieder etwas ab? Wie lange dauert es, bis der Ton nach dem Loslassen der Taste ausklingt? Den zeitlichen Verlauf steuert ein Hüllkurvengenerator links neben dem VCA, der vom Gate-Signal des Keyboards getriggert wird. Die Dauer seiner Phasen (Attack, Decay, Release) wählt man über Drehregler, den Pegel des gehaltenen Tons (Sustain) über einen sehr leichtgängigen Schieberegler. Das erlaubt Klangveränderungen von langsam anschwellenden Flächen bis zu sehr kurzen (4 ms) Stakkato-Impulsen. Mit einem Schalter am VCA kann man die Hüllkurve für den Verstärker zudem abändern, sodass Decay und Sustain nur auf das Filter wirken.



An der Rückseite lassen sich der Sequenzer und Arpeggiator mit anderen Geräten synchronisieren. Grandmother sendet selbst aber kein kontinuierliches Clock-Signal.

Schließlich gibt der kurze dichte Federhall dem Sound noch eine sphärische Note. Dessen Feder springt hörbar, wenn man stärker gegen das Gehäuse schlägt. Einstellen lässt sich lediglich das Mischungsverhältnis zum Hauptklang. Über separate Ein- und Ausgänge lässt sich der Hall auch für externe Signale nutzen.

### Fehlerhafte Clock

Das Fatar-Keyboard lässt sich ungemein flüssig spielen. Seine Anschlagdynamik (Velocity) nutzt der Synthesizer aber nur teilweise aus. Mit ihr lässt sich zwar die Filterfrequenz steuern, aber nicht die Lautstärke der angeschlagenen Noten. Für Letzteres braucht man einen zweiten VCA, dessen Signalstärke man mit der Velocity kontrolliert.

Das Monosignal des Synthesizers lässt sich auf der Rückseite an Euroracks sowie auf Line-Pegel oder an Kopfhörer ausgeben. MIDI verarbeitet Grandmother per USB und DIN und synchronisiert seinen Arpeggiator und Sequenzer über Clock-In/Out- und Reset-Buchsen. Als MIDI-CV-Interface taugt der Synthesizer aber nur bedingt. Während er Noten ohne Probleme empfängt und ausgibt, hat die Firmware 1.02 Schwierigkeiten mit Clock-Signalen. Grandmother kann sie zwar empfangen, aber nur ausgeben, wenn der Arpeggiator oder der Sequencer läuft. Zudem lässt sich die MIDI-Ausgabe eines Run/Stop-Signals nicht unterbinden. Zur Synchronisation schließt man Grandmother deshalb vorerst nur als Empfänger, nicht aber als Sender von Clock-Signalen an.

### Fazit

In der Praxis sind die kleinen Mängel des Grandmother verschmerzbar. Denn zum

einen ist der Synthesizer ein eigenständiges Instrument und zum zweiten kann man ihn mit anderen Synthesizern und Modulen leicht verkabeln. Durch den Aufbau lässt sich jedes einzelne Segment mit einem Modul in einem Eurorack ersetzen oder ergänzen. Letztere bieten häufig noch mehr Ein- und Ausgänge, sodass sie sich umfangreicher per Steuerspannung kontrollieren lassen. Grandmother ist hingegen auf viel Handarbeit ausgelegt.

Klanglich und haptisch ist Grandmother ein Genuss. Ihm gelingen neben den Standards der subtraktiven Synthese auch glockenhafte und aggressive FM-Sounds. In Sachen Verzerrungen und Overdrive bleibt er allerdings zahm. Seine Stärken sind eher weiche bis sphärische Melodiestimmen statt knarziger Bässe. Dank des sehr übersichtlichen Aufbaus greift man bald intuitiv zu den Reglern, um den Klang jederzeit während des Spiels zu verbiegen.

Man wundert sich jedoch, warum im dicken Metallgehäuse mit den stabilen Kunststoffplatten kein Platz mehr für das Netzteil war, und man dieses extern anschließen muss. Aufgrund seiner Größe passt Grandmother nicht in typische Keyboard-Taschen. Zum Transport eignet sich aber die Monitortasche Gator Dual G-LCD-Tote-MDX2 (circa 110 Euro) hervorragend.

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

## Moog Grandmother

### Semimodularer Synthesizer

Hersteller	Moog, <a href="http://www.moogmusic.com">www.moogmusic.com</a>
Anschlüsse	MIDI (USB, DIN In/Out/Thru), Line In/Out, 41 Eurorack-Buchsen, ext. Netzteil
Preis	circa 1000 €

# Unter die Haut

## Kontinuierliche Blutzuckermessung mit Eversense XL

**Immer mehr Menschen mit Diabetes ziehen CGM-Systeme der klassischen Blutzuckermessung vor. Sie liefern rund um die Uhr Informationen zum Glukosegehalt in der Gewebeflüssigkeit. Der Vorteil: Statt weniger, punktuell gemessener Werte erhält der Anwender informative Verlaufskurven. Jetzt gibt es ein neues CGM-System mit einem Sensor, der bis zu 180 Tagen funktionieren soll.**

**Von Stefanie Blockus**

Der direkte Weg zum aktuellen Blutzuckerwert führt über einen Tropfen Blut. Mit Messgerät und Teststreifen kann man prüfen, wie hoch der Blutzucker (BZ) aktuell ist. Systeme zur kontinuierlichen Messung (Continuous Glucose Monitoring, CGM) werten dagegen in kurzen Intervallen den Gewebezucker aus. Dessen Wert korrespondiert zwar mit dem im Blut, hinkt aber immer etwas hinterher. CGM-Systeme geben daher nicht die tatsächlich gemessenen Rohdaten aus, sondern einen daraus abgeleiteten, errechneten BZ-Wert.

Bei der kontinuierlichen Messung unterscheidet man zwischen FGM- und CGM-Systemen. FGM steht für „Flash Glucose Monitoring“ – hier ruft der Anwender den Wert aktiv ab. Dagegen senden CGM-Systeme in regelmäßigen Abständen Messwerte. Ein Transmitter übermittelt die Sensorwerte an ein Empfangsgerät. Das zeigt außer dem aktuellen Wert auch eine Trend-Anzeige, an der abgelesen werden kann, ob der Wert gerade ansteigt, abfällt oder konstant ist. Das Empfangsgerät speichert die Werte; der Anwender kann sie sich direkt auf dem Gerät in Form von Diagrammen und Statistiken darstellen lassen

und mit der zugehörigen Software auslesen.

CGM-Systeme warnen den Anwender, falls die BZ-Werte zu hoch oder zu niedrig sind. So lassen sich etwa Unterzuckerungen und starke Schwankungen – insbesondere nachts – aufdecken sowie Therapiefehler erkennen und beseitigen. Die Alarmfunktionen der Geräte können den Anwender bei stark fallenden und steigenden Glukosewerten frühzeitig warnen, also bereits bevor die Werte bedenklich hoch oder tief sind.

Bei gängigen CGM-Systemen setzt der Patient alle fünf bis sieben Tage selbst einen Sensor an eine geeignete Körperrstelle auf die Haut. Mit dem Eversense XL CGM hat Roche in Kooperation mit Senseonics nun das erste Langzeit-CGM-System auf den deutschen Markt gebracht. Bei diesem System liegt der Sensor bis zu 180 Tage unter der Haut. Dazu ist ein etwa 15-minütiger, ambulanter Eingriff nötig, den zertifizierte diabetologische Schwerpunktpraxen anbieten. Der Schnitt von 5 bis 8 Millimeter Länge ist durch eine örtliche Betäubung kaum spürbar und verheilt in der Regel innerhalb von fünf Tagen. Für Kinder und Jugendliche ist das Eversense XL CGM derzeit nicht zugelassen. Erwachsene benötigen ein Rezept vom Arzt, das bei der Krankenkasse eingereicht wird.



Der Sensor des Systems, der unter der Haut platziert wird, ist ein rund einen Zentimeter langes Röhrchen mit einem Durchmesser von 3,5 Millimetern.



### Per App gut informiert

Das Eversense-System besteht aus drei Komponenten: dem unter der Haut liegenden Sensor, dem sogenannten Smart Transmitter und der Eversense-App für Android oder iOS. Ein separates Empfangsgerät gehört also nicht dazu – der Anwender nutzt stattdessen sein eigenes Smartphone; eine Liste kompatibler Geräte finden Sie unter [ct.de/yh75](http://ct.de/yh75). Ich habe das Eversense-System in Verbindung mit der iOS-App und einer Apple Watch getestet. Der Funktionsumfang der Android-App ist etwas geringer als der des iOS-Pendants und im Google Play Store kritisieren Android-Anwender, dass es zur Eversense-App noch kein Widget gibt.

Der Eversense-Sensor misst den Gewebezucker in einem optischen Verfahren: Ein Indikator-Polymer im Sensor gibt umso mehr Fluoreszenzlicht ab, je höher die Glukosekonzentration im Gewebe ist. Aufgrund des Verfahrens kam es im Test in den allerersten Tagen nach Einsetzen des Sensors vereinzelt zu der Warnmeldung „zu starkes Umgebungslicht“.

Der Sensor, der vom Transmitter mit Strom versorgt wird, überträgt die Rohdaten per NFC an den Transmitter. Der wird mit einem mitgelieferten doppelseitigen Pflaster über dem Sensor auf der Haut festklebt, kann jederzeit abgenommen und neu angelegt werden. Spätestens nach 36 Stunden muss er aufgeladen werden, was in 10 bis 15 Minuten erledigt ist. Damit der Transmitter nach dem Laden wieder an der richtigen Stelle landet, verfügt die Eversense-App über eine Platzierungshilfe, die die Stärke des Sensorsignals visualisiert. Laut Hersteller hat der Transmitter eine Lebensdauer von zwölf Monaten.

Der Transmitter schickt die Rohdaten per Bluetooth ans Smartphone, wo die App daraus den aktuellen BZ-Wert berechnet. Falls zusätzlich eine Apple Watch genutzt wird, schickt die Smartphone-App diesen Wert auch an die Smartwatch weiter.

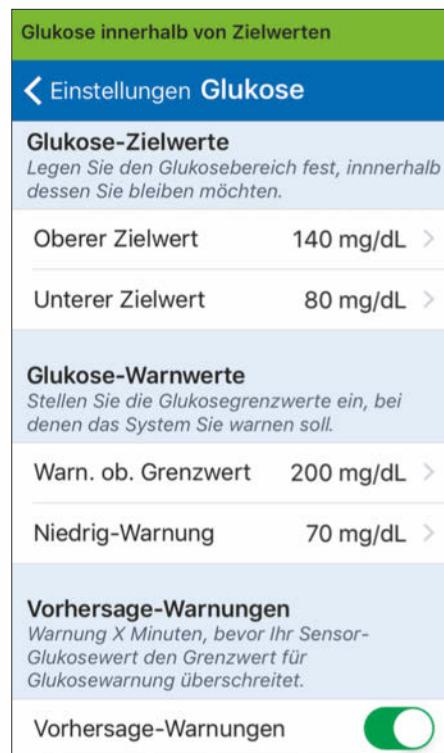
Um möglichst genaue Werte liefern zu können, muss ein CGM-System mehrmals täglich kalibriert werden. Der Anwender führt dazu eine klassische Messung mit Teststreifen und Blutstropfen durch. Beim Eversense XL ist das Kalibrieren zweimal am Tag notwendig, wobei 10 bis 14 Stunden zwischen den Messungen liegen sollten. So hatte ich im Test die Möglichkeit, den Zeitpunkt der Kalibrierung in Grenzen selbst zu wählen und die Kontrollmessung etwa morgens zwischen 8 und 11 Uhr und abends zwischen 18 und 21 Uhr zu erledigen.

Durch Vibrieren erinnert der Transmitter daran, dass es Zeit zum Kalibrieren ist. Die Kontrollmessung sollte stattfinden, wenn die Werte stabil sind. Falls das aktuell nicht der Fall ist, zeigt die App einen Warnhinweis, andernfalls gibt man den im Blut gemessenen Wert in der Smartphone-App unter dem Menüpunkt „Kalibrierung“ ein. Falls Sensorwert und Kontrollwert zu stark differieren, fordert die App dazu auf, die Kontrollmessung zu einem späteren Zeitpunkt zu wiederholen, ansonsten orientiert sich das System an den im Blut gemessenen Wert.

## Individuelles Datenmanagement

Auch die Alarmmeldungen erhält der Anwender direkt per Vibration über den Transmitter am Oberarm. Falls das Smartphone sich ausreichend nahe am Transmitter befindet, gibt die App gleichzeitig einen Warnton aus und zeigt eine Meldungen an. Die Vibrationscodes ähneln Morsesignalen – „kurz – kurz – kurz“ warnt beispielsweise vor einer drohenden Hyperglykämie. So kann der Anwender zwischen einem Alarm für zu hohe und dem für zu niedrige Glukosewerte unterscheiden, ohne dass er einen Blick auf sein Smartphone werfen muss.

Das System warnt in jedem Fall bei Werten unter 60 mg/dl und Werten über 350 mg/dl – diese Alarne lassen sich nicht deaktivieren. Weitere Warnungen sind in der Eversense-App je nach Diabetes-Therapie einstellbar; auch Voralarme und Raten-Warnungen bei zu rapidem Ansteigen oder Abfallen des BZ-Wertes sind möglich.



**Vor sehr niedrigen und sehr hohen Glukosewerten warnt die App in jedem Fall. Der Anwender kann zusätzlich Kriterien für weitere Warnungen festlegen.**

Die App ist übersichtlich gestaltet und zeigt neben dem aktuellen Wert und Warnhinweisen im Alarmfall auch Trends, Muster, Berichte und Auswertungen an. Sie nimmt auch Informationen zu BZ-beeinflussenden Ereignissen wie Mahlzeiten und Sport entgegen.

Alle bisher vom System gemessenen Daten liegen in der App auf dem Smartphone. Über die Ladestation, die per USB mit einem PC verbunden werden kann, lassen sie sich auch auf dem Rechner sichern. Optional können Anwender ihre Daten in der Webanwendung „Eversense DMS“ verwalten. Sie liegen dann auf Servern des Anbieters, was es Freunden, Angehörigen oder betreuenden Personen erlaubt, den Glukoseverlauf aus der Ferne per Web-Browser oder mit der separaten App „Eversense Now“ zu beobachten. Letztere ist derzeit ausschließlich für iOS erhältlich.

## Fazit

Der getestete Sensor ist mittlerweile seit gut fünf Monaten im Einsatz und lieferte in dieser Zeit gleichbleibend genaue Werte. Echte Patzer leistet sich das Eversense-System nicht, hier und da hatte ich jedoch mit

kleineren Hindernissen zu kämpfen: Trotz Nutzung der Platzierungshilfe ist es im Test vorgekommen, dass der Smart Transmitter das Sensorsignal verlor und wieder neu ausgerichtet werden musste. Gelegentlich wurde eine ordnungsgemäß durchgeführte Kalibrierung unbemerkt vom System ignoriert. Das führte dann dazu, dass das System in die sogenannte Initialisierungsphase zurückgesetzt wurde und erst mehrere Stunden später wieder Werte anzeigen.

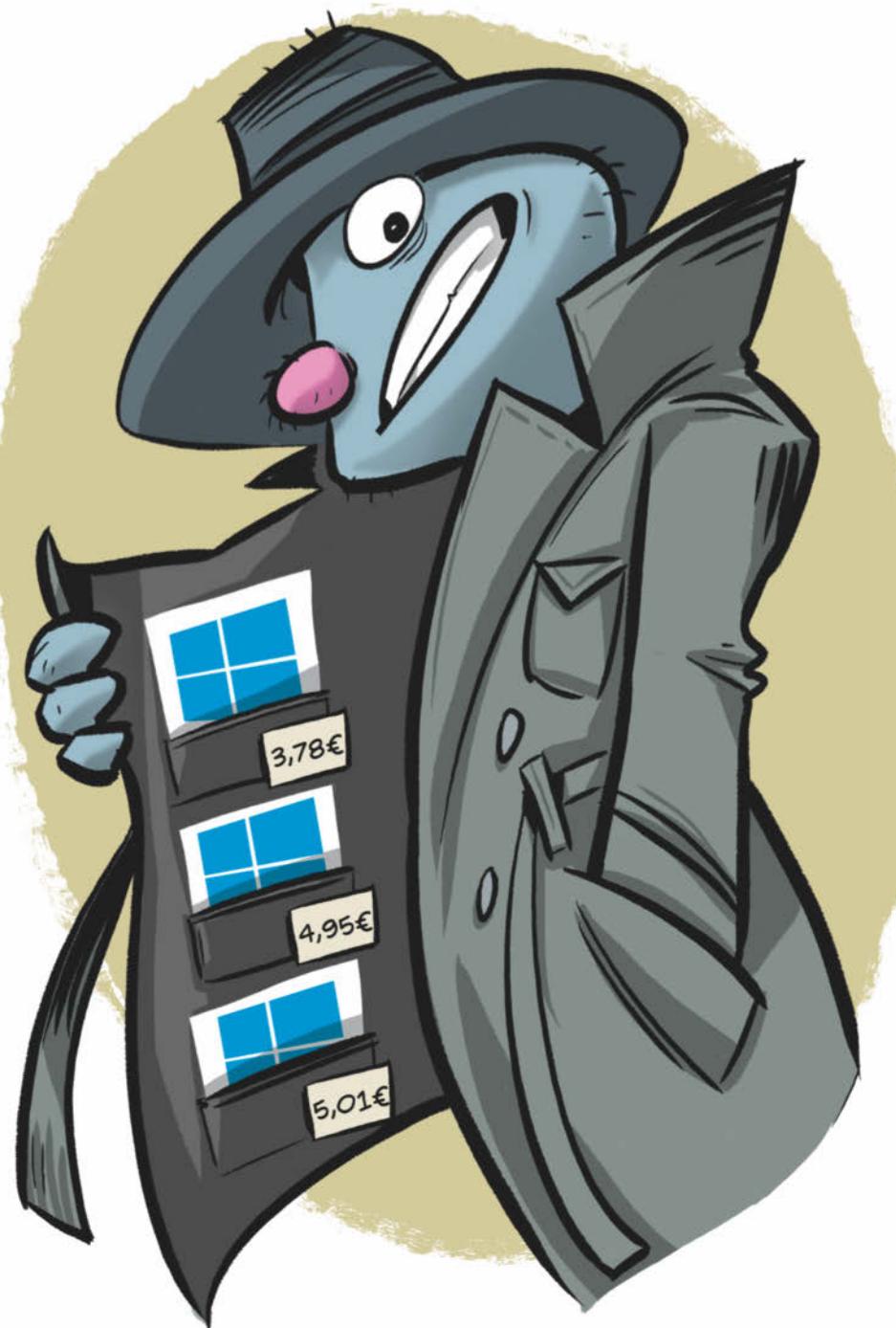
Von diesen vereinzelten Vorkommnissen abgesehen zeigte sich das Eversense-XL-CGM zuverlässig und erwies sich im Test als sinnvolles System für das Diabetesmanagement. Den vollen Funktionsumfang können derzeit nur Anwender mit einem iPhone ausschöpfen. Die Fernüberwachungs-App „Eversense Now“ steht ebenfalls nur für iOS zur Verfügung, und wer zusätzlich eine Smartwatch verwenden möchte, ist auf die Apple Watch festgelegt. Der Hersteller sollte seine Android-App um ein Widget erweitern und eine Android-Version der Now-App herausbringen.

Insgesamt überzeugt das Eversense-XL-System mit einem Sensor, dessen Technik den sonst üblichen wöchentlichen Wechsel überflüssig macht. Anwender sparen so Zeit, Kosten, Gepäck und Müll. Da der Sensor unter der Haut liegt, kann er nicht abreißen oder verloren gehen – das schont die Nerven. Der Vibrationsalarm am Transmitter warnt auch, wenn das Smartphone gerade nicht in der Nähe ist. So kann man zum Beispiel bei einer Unterzuckerung sehr schnell folgerichtig handeln. (dwi@ct.de) **ct**

**Liste kompatibler Smartphones:**  
[ct.de/yh75](http://ct.de/yh75)

## Eversense XL CGM

Langzeit-CGM-System	
Hersteller	Senseonics, <a href="http://senseonics.com">senseonics.com</a>
Vertrieb in Deutschland	Roche, <a href="http://eversense.de">eversense.de</a>
Systemanf. der App	iOS ab 8.0 / Android ab 4.4
Sensor	
Länge	18,3 mm
Durchmesser	3,5 mm
Messbereich lt. Hersteller	2,2-22,2 mmol/l bzw. 40-400 mg/dl
Transmitter	
Größe	3,8 × 4,8 × 0,9 cm
Gewicht	11,3 g
Akku	Lithium-Polymer
Messungen	alle 5 Minuten
max. Abstand zum Smartphone	7,60 m
Wasserdrückigkeit lt. Hersteller	IP67 (1 m für 30 min)



**Auf Handelsplattformen gibt es Lizenzschlüssel für Windows 10 zu Spottpreisen. Die Händler berufen sich auf Urteile und sprechen von legalem Verkauf.**

**Von Jan Mahn**

Eine Einzellizenz von Windows 10 Professional kostet im Online-Shop von Microsoft aktuell 259 Euro, wahlweise gleich mit einem bootfähigen USB-Stick. Wesentlich günstiger sind sogenannte Systembuilder-Versionen des Betriebssystems: Sie gibt es für rund 130 Euro. Gedacht sind sie für Systemhäuser, die Computer selbst zusammenstellen und mit einer Lizenz verkaufen. Diese können auch Privatpersonen erwerben. Anders als bei früheren Windows-Ausgaben gehört zu einem Systembuilder-Exemplar von Windows 10 nicht zwangsläufig ein Datenträger. Die Software kann bei Microsoft heruntergeladen werden. Die Home-Version ist noch günstiger, sie ist aber weniger attraktiv, weil Updates nicht zurückgestellt werden können.

130 Euro für eine Professional-Version sind viel Geld, verglichen mit den Angeboten, die auf Handelsplattformen wie eBay gemacht werden, wenn man nach „Windows 10 Pro Key“ sucht: Die Händler unterbieten sich gegenseitig: 6,99 Euro, 5,49 Euro, 4,99 Euro, 4,89 Euro, 3,99 Euro! Nur so hat man eine Chance, von Kunden gefunden zu werden, die nach Preis sortieren. Sie alle versprechen „Blitzversand“, „100 % Original“ und „Vollversion“. In den Beschreibungen wird stets darauf hingewiesen, dass es kein physisches Produkt gibt – der Kunde bekommt stattdessen innerhalb von 30 Sekunden einen Schlüssel und einen Downloadlink zugeschickt und muss nicht auf eine Postlieferung warten. Die Händler berufen sich auf das Urteil des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) aus dem Jahr 2012 zu Oracle-Download-Software und versprechen, ganz legal gebrauchte Schlüssel weiterzuverkaufen.

#### **In den Warenkorb**

Um herauszufinden, was hinter dem Geschäft mit den unglaublich billigen Schlüsseln steckt, haben wir eingekauft. Schnell hatten wir den Warenkorb mit fünf Lizenzschlüsseln von fünf Händlern gefüllt.

# **Wollen Sie ein W kaufen?**

**Billige Windows-Keys ab 3,99 Euro:  
Ist das legal?**

Es waren die ersten fünf Treffer, die eBay anzeigte: 26,40 Euro kostete die Komplettausstattung für eine Windows-Familie, bezahlt über PayPal. Der billigste Schlüssel kostete 3,99 Euro. Der versprochene Blitzversand funktionierte: Wenige Sekunden nach der Bestellung hatten alle Händler den Versandstatus auf „Versendet“ aktualisiert und im eBay-Postfach landeten fünf Nachrichten, gekennzeichnet als „Frage zur Bestellung“. Bei der Geschwindigkeit kann man davon ausgehen, dass ein Skript die Bestellungen ohne menschliches Zutun verarbeitet.

Neben einem 25-stelligen Schlüssel enthielten die Nachrichten Links zum Download des Media Creation Tools direkt von Microsoft, außerdem diverse Links zu Windows-Foren und Hilfeseiten, die sich mit Windows-Installation und Aktivierung befassen. Alle Händler betonten ausdrücklich, dass sie bei Problemen mit der Aktivierung jederzeit ansprechbar seien. Für den Download auf Microsoft zu verweisen, sei nicht verwerflich: Bei den verkauften Schlüsseln handle es sich ja, so die Anbieter, um gebrauchte Schlüssel, die von Microsoft ohne Datenträger verkauft worden seien.

Stutzig macht der Hinweis des Händlers discount-soft24: „Der Key sollte innerhalb von 15 Tagen aktiviert werden! Ansonsten kann der Key gesperrt werden bei fehlender Erst Aktivierung.“ Der Händler kevgae2018 empfahl, bei Problemen die Telefonaktivierung zu nutzen: „Sollte die Onlineaktivierung nicht funktionieren, dann benutzen Sie bitte die Aktivierung via Telefon/Microsoft-Support.“ Dabei ist die Telefonaktivierung bei Windows 10 gar nicht mehr vorgesehen.

## Das sagt Windows

Vertrauenserweckend wirken diese Hinweise nicht. Schließlich sollte es egal sein, zu welchem Zeitpunkt man ein gekauftes Windows installiert. Er muss am ersten Tag genauso funktionieren wie nach drei Wochen. Ob ein Schlüssel funktionsfähig ist, kann man ihm nicht ansehen. Also nahmen wir fünf virtuelle Windows-10-Professional-Maschinen und tippten die Schlüssel ein. Alle fünf funktionierten beim ersten Versuch.

Weitere Infos liefert der Befehl `s1mgr -dlv` auf der Kommandozeile. Bei zwei Schlüsseln, einer davon von kevgae2018, handelte es sich um MAK-Schlüssel für Windows 10. Diese erlauben

Drei der getesteten Angebote hatte eBay nach wenigen Tagen entfernt.

eine Mehrfachaktivierung – ein Weiterverkauf dieses Schlüssels an mehrere Kunden ist in jedem Fall unzulässig. Das erklärt den Hinweis, sich mit dem Aktivieren zu beeilen: Würde ein Kunde den Schlüssel mehrmals nutzen, ginge der letzte leer aus. Die anderen drei gekauften Schlüssel sind „RETAIL“-Schlüssel, also für Endkunden bestimmt. Die Analyse mit Show-Key Plus ergab: Ein Schlüssel war für Windows 10, einer für Windows 7 und einer für 8.1. Sie alle funktionierten, weil Microsoft sie als Nachweis einer Upgrade-Berechtigung weiterhin akzeptiert. Das Programm finden Sie über ct.de/ynuf. Das Berechnen des Schlüsseltyps kann einige Minuten dauern.

Dass alle Schlüssel einwandfrei funktionierten, sagt nichts darüber aus, ob sie legal weiterverkauft wurden. Windows-Schlüssel funktionieren parallel auf mehreren Computern, ohne dass sich der Aktivierungsassistent beschwert. Probleme kann es aber in der Zukunft durchaus geben: Nach Updates kann es mit der Aktivierung vorbei sein.

## Das sagen die Juristen

Alle von uns erfassten Händler berufen sich auf das EuGH-Urteil im Fall UsedSoft gegen Oracle vom 3. Juli 2012 [1]. UsedSoft verkaufte gebrauchte Software, die Oracle für seine Kunden zum Download angeboten hatte. Oracle wollte verhindern, dass die Käufer der gebrauchten Li-

zenzen sich die Software ebenfalls über die Oracle-Downloadseiten beschaffen. Die Richter stellten aber klar: Hat ein Urheber ein Software-Exemplar im Europäischen Wirtschaftsraum in einer reinen Downloadversion verkauft, darf sie weiterverkauft werden und der Gebrauchtkunde darf als rechtmäßiger Nutzer die Downloadseite benutzen. Das Verbreitungsrecht des Urhebers hat sich erschöpft.

Das Urheberrecht regelt aber, wie ein Weiterverkauf eines Werkes auszusehen hat: Der Verkäufer muss erstens sicherstellen, dass der ursprüngliche Käufer die Software nach dem Verkauf nicht mehr nutzt. Außerdem darf das Software-Exemplar nur in der Form verkauft werden, in der es in Verkehr gebracht wurde. Der Urheber legt fest, welche Bestandteile zu einem Exemplar seines Werkes gehören. Eine Trennung beim Weiterverkauf ist nicht zulässig. Nur wenn die Lizenz – wie eine Windows-10-Systembuilder-Ausgabe – unkörperlich, also ohne Installationsmedium verkauft wurde, darf sie später auch ohne beigelegtes Medium mit Verweis auf die Downloadseite verkauft werden. Gehörte zu einer OEM-Lizenz, die mit einem Computer eines großen Herstellers ausgeliefert wurde, eine Installations- oder Recovery-DVD, muss diese beim Verkauf enthalten sein. Eine rechtliche Einordnung zum Thema haben wir bereits 2014 veröffentlicht [2].

Zwei Schlüssel waren für die Mehrfach-aktivierung gedacht – der Einzelverkauf ist in jedem Fall nicht zulässig.

Name: Windows(R), Professional edition
Beschreibung: Windows(R) Operating System, VOLUME_MAK channel
Teil-Product Key: P7JXM
Lizenzzustand: Lizenziert



**Windows 10 Professional Pro | Win KEY Lizenz | DEUTSCH 32 / 64 bit ESD Download**  
Direkter-Versand | Funktions-Garantie | TOP - E Mail  
6 verkauft in den letzten 24 Stunden

Artikelzustand: Neu: Sonstige (siehe Artikelbeschreibung)  
"100% Online Aktivierbar."

Stückzahl: 1 Mehr als 10 verfügbar  
800 verkauft / Bewertung anzeigen

EUR 9,90  
(inkl. MwSt.)

**Sofort-Kauf**  
**In den Warenkorb**  
Auf die Beobachtungsliste

800 verkauft Kostenloser Inlandsversand Über 85% verkauft

Versand: **ebayplus**  
Kostenloser Premiumversand und Rückversand 30 Tage kostenlos testen  
Lieferung zwischen Mi, 05. Dez. und Do, 06. Dez. bei Zahlung bis 14:00

**ebayplus**  
• Kostenloser, schneller Premiumversand  
• Kostenloser Rückversand  
• Exklusive Angebote  
Jetzt 30 Tage gratis testen

**eBay-Garantie** Garantiebedingungen

**Angaben zum Verkäufer**  
highandtech (1600 ★)  
99,8% Positive Bewertungen  
Angemeldet als gewerblicher Verkäufer

Diesen Verkäufer speichern  
Andere Artikel aufrufen  
Verkäufer kontaktieren  
Shop besuchen

Der Anbieter highandtech schrieb in der Überschrift von einer Lizenz, im Kleingedruckten nur von einem Schlüssel.



**Windows 10 Professional 32 / 64 bit Win 10 PRO Key ESD Download E Mail**  
SOFORTVERSAND/Rechnung/DEUTSCH/Support/Online  
21 verkauft in den letzten 24 Stunden

Artikelzustand: Gebraucht  
"100% Online Aktivierung"

Stückzahl: 1 Mehr als 10 verfügbar  
2.468 verkauft / Bewertung anzeigen

EUR 9,90  
(inkl. MwSt.)

**Sofort-Kauf**  
**In den Warenkorb**  
Auf die Beobachtungsliste

100% Käuferzufriedenheit 2.468 verkauft Kostenloser Inlandsversand

Versand: **ebayplus**  
Kostenloser Premiumversand und Rückversand 30 Tage kostenlos testen  
Lieferung zwischen Di, 04. Dez. und Mi, 05. Dez. bei Zahlung bis 14:00

**ebayplus**  
• Kostenloser, schneller Premiumversand  
• Kostenloser Rückversand  
• Exklusive Angebote  
Jetzt 30 Tage gratis testen

**eBay-Garantie** Garantiebedingungen

**Angaben zum Verkäufer**  
Highandtech (1577 ★)  
99,8% Positive Bewertungen  
Angemeldet als gewerblicher Verkäufer

Diesen Verkäufer speichern  
Andere Artikel aufrufen  
Verkäufer kontaktieren  
Shop besuchen

Nach unserem Hinweis wurde der Titel geändert. Der Verkauf eines Keys ohne Lizenz bleibt unzulässig.

Für den Händler bedeutet das: Im Zweifelsfall muss er nachweisen, woher das konkrete Software-Exemplar stammt und wo es mit welchen Bestandteilen in Verkehr gebracht wurde. Das wäre zum Beispiel möglich mit einer Rechnung vom Kauf und einem Auszug aus einem Lizenzmanagement-System des Unternehmens, in dem das Programm vorher genutzt wurde.

Gern hätten wir alle Händler über eBay angefragt, ob sie eine Originalrechnung vorweisen können, ob sie wissen, um welche Lizenzform es sich handelt, und wie sie sicherstellen, dass die Lizenz nicht mehr benutzt wird. Leider hatte eBay drei von fünf Angeboten bereits eine Woche später entfernt und zeigte nur noch einen Hinweis: „Wir mussten dieses Angebot von der Website entfernen. Sie brauchen die Transaktion nicht abzuschließen.“ Nur der Anbieter underlieha-2 meldete sich auf Englisch zurück: „I can assure you the key is genuine. If there was something wrong with it you wouldn't be able to active the OS at first place.“ Seine

Auslegung: Solange der Key funktioniert, ist der Weiterverkauf legal.

Ein Detail fällt bei den Angeboten aber auf: In allen Angebotsbeschreibungen ist immer nur von „Keys“ und „Schlüsseln“ die Rede. Der Begriff „Lizenz“ wird vermieden. Auf die Spitze treibt es der Anbieter highandtech. Ausgerechnet er verwendet in der Überschrift das Wort „Lizenz“. Ganz am Ende, nach den Ausführungen zum EuGH-Urteil, die übrigens von UsedSoft übernommen und mit „Quelle: UsedSoft“ gekennzeichnet wurden, stehen die entscheidenden Sätze: „Wir weisen darauf hin, dass Sie lediglich den Produktschlüssel und keine Lizenz erwerben. Der rechtmäßige Einsatz des Produktschlüssels setzt voraus, dass Sie bereits über eine gültige Lizenz aus dem Hause Microsoft das Produkt verfügen. In diesem Fall können Sie mit dem Produktschlüssel freischalten.“ Der Händler gibt also kleingedruckt zu: Sie kaufen einen wertlosen Schlüssel, nicht das Nutzungsrecht an der Software. Wir fragten den Händler, wie eine Trennung von Schlüssel

und Lizenz überhaupt möglich sei und warum in der Überschrift von einer Lizenz die Rede sei. Die Antwort: „Es liegt ein Fehler vor. Der Titel wurde einfach von einem anderen Anbieter kopiert.“ Zur Trennung kein Wort. Tatsächlich ist ein Schlüssel immer an eine Lizenz gebunden.

Das Geschäftsmodell, Windows-Schlüssel zu Dumping-Preisen über Handelsplattformen zu verkaufen, ohne einen Nachweis über den Kauf erbringen zu können, ist also nicht rechtmäßig. Wenn bei einem Urheberrechtsverstoß gewerbliches Handeln vorliegt, kann das sogar Strafverfolgungsbehörden interessieren. Ansonsten stehen in jedem Fall zivilrechtliche Ansprüche des Urhebers im Raum. Private Nutzer, die Windows „nur“ illegal auf ihrem Rechner haben, brauchen in der Praxis keinen rechtlichen Ärger zu befürchten. Unternehmen, die auf die Idee kommen, Windows für 4 Euro zu „lizenziieren“, können aber Probleme bekommen. Es bleibt die Frage, warum sich Windows beim Aktivieren nicht beschwert.

## Das sagt Microsoft

Wir fragten bei Microsoft nach und übermittelten die Schlüssel. Wir wollten wissen, ob sie in Europa verkauft und ohne Datenträger in Verkehr gebracht wurden – also die Voraussetzungen für einen Verkauf erfüllt sind. Wer selbst sichergehen möchte, kann den Produktidentifikations-service nutzen. Den Link finden Sie über ct.de/ynuf. Dabei handelt es sich allerdings nicht um einen Webdienst, der sofort eine Antwort liefert. Sie bekommen eine eidestattliche Versicherung zum Ausfüllen und Ausdrucken und eine Postadresse. Dorthin schicken Sie das unterschriebene Dokument mit der Rechnung und bekommen anschließend eine Antwort per E-Mail oder telefonisch.

Microsofts deutsche Pressestelle konnte bis zum Redaktionsschluss dieser Ausgabe leider keine Auskunft über die Herkunft der Schlüssel liefern. Die Anfrage wurde an die Microsoft Corporation in den USA weitergeleitet.

Dass diese Händler überhaupt eine Chance haben, ihre Billig-Lizenzen zu verkaufen, liegt an Microsofts lockerem Umgang mit der Aktivierung. Viele Softwarehersteller von Anwendungssoftware machen gleichzeitige Aktivierungen technisch unmöglich: Gibt man einen Schlüssel auf einem Gerät ein, wird eine Geräte-ID auf dem Server des Herstellers damit verknüpft. Der Versuch, diesen Schlüssel auf einer anderen Maschine zu nutzen, scheitert. Möchte man eine solche Software verkaufen, kann man die Version online deaktivieren.

Microsofts Politik dagegen war schon immer nicht ganz so restriktiv: Ein Schlüssel lässt sich problemlos auf mehreren Geräten gleichzeitig aktivieren. Wohl auch, um Nutzer nicht plötzlich aus ihrem Computer auszusperren, die ihre Hardware getauscht haben. In Windows 10 geht das

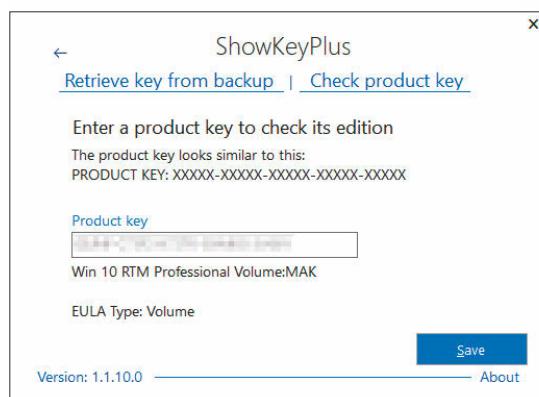
noch einen Schritt weiter: Windows legt nach der Aktivierung eine sogenannte digitale Lizenz an, verknüpft mit der Hardware-ID und dem Windows-Store-Konto. Nutzt der Benutzer keinen Account für den Store (wie vermutlich die Mehrheit der Nutzer), ist die digitale Lizenz nur mit der Hardware-ID verknüpft. Windows ist dann sofort nach einer Neuinstallation aktiviert.

Insgesamt legt es Microsoft aktuell nicht darauf an, seine Benutzer an der Nutzung von Windows 10 zu hindern. Anfang 2020 endet der Support für Windows 7 und das Unternehmen möchte verhindern, dass das Betriebssystem über diesen Termin hinaus weit verbreitet bleibt. Eine Situation wie zum Support-Ende von Windows XP, als das Betriebssystem immer noch massenhaft im Einsatz war, soll nicht mehr vorkommen. So ist zu erklären, dass die Billig-Lizenzhändler vergleichsweise unbehelligt ihrer Arbeit nachgehen können.

Aus Microsofts heutiger Praxis darf man aber keine Rückschlüsse auf die Zukunft ziehen. Microsoft hat durchaus die technischen Möglichkeiten, Windows aus der Ferne zu deaktivieren. Nur weil das Windows mit einem fragwürdigen Schlüssel heute aktiviert ist, heißt das nicht, dass das ewig so bleibt. Es ist nicht unmöglich, dass Microsoft nach 2020 – wenn Windows 7 Geschichte ist – durchgreift und im großen Stil deaktiviert.

## Was tun?

Für Kunden ist die Situation mehr als unbefriedigend: Sie bekommen einen Schlüssel aus unklarer Herkunft und sehr wahrscheinlich kein legales Programmexemplar. Windows macht aber keine Anstalten, sich sofort zu beschweren und der Rechercheprozess bei Microsoft dauert und ist mit Aufwand verbunden.



**ShowKey Plus kann weitere Details zum Schlüssel anzeigen. Die fünf Testkäufe waren eine bunte Auswahl: Schlüssel für Mehrfachaktivierung, Schlüssel für Windows 7 und 8.1 waren dabei.**

Sollten Sie gebrauchte Lizenzen kaufen wollen, gibt es leider keinen allgemeingültigen Trick, um legale Angebote zu erkennen. Der gesunde Menschenverstand kann bei der Auswahl helfen: Sicherlich können Händler gebrauchte Lizenzen günstig einkaufen und unter Microsofts Einzelpreis verkaufen – bei Preisen unter 10 Euro ist die Wahrscheinlichkeit aber klein, dass das Geschäftsmodell legal ist. Aber auch höhere Preise garantieren nicht die Echtheit.

Will man als Kunde sichergehen, eine legale Kopie der Software zu bekommen, sollte man schon bei der Auswahl des Händlers auf die Wortwahl achten. „Keys“ sind noch keine Lizenzen – ganz unabhängig davon, ob sie funktionieren. Zum Gebrauchtverkauf von Lizenzen gehört immer eine Dokumentation der Herkunft. Wenn Sie Zweifel haben, sollten Sie vor dem Kauf danach fragen. Ein Händler, der die Geschichte der Lizenz nicht erklären kann, ist verdächtig.

Wer in der Vergangenheit eine verdächtig günstige Lizenz gekauft hat und ganz sicher gehen möchte, nichts Verbotenes getan zu haben, sollte den Händler kontaktieren und Microsofts Formular in Anspruch nehmen. Dann muss man aber damit rechnen, dass der Schlüssel gesperrt wird. Wer den Schlüssel mit dem bordeigenen Werkzeug oder ShowKey Plus analysiert hat und „MAK“ angezeigt bekommt, kann sich sicher sein, dass der Weiterverkauf unzulässig war.

Alternativen für alle, die eine Lizenz für Windows 10 brauchen, gibt es dennoch, um günstig an ein gebrauchtes Windows zu kommen: Ein defektes Notebook mit Windows 7 aus der Kleinanzeige, das mit einem Lizenzaufkleber für Windows 7 Professional und einer DVD verkauft wird, gibt es ebenfalls günstig und dient als Lizenz-Spender für ein Upgrade auf Windows 10 Professional. Der kostenlose Upgrade-Pfad funktioniert ja bis heute [3].

## Literatur

- [1] EuGH, Urteil vom 3.7.2012, Az. C-128/11
- [2] Holger Bleich, Software von rechts, Dubiose Verkäufe von Microsoft-Lizenzschlüsseln füllen Pro-Deutschland-Parteikasse, c't 17/2014, S. 60
- [3] Axel Vahldiek, Noch geht es kostenlos, Tipps zum richtigen Umsteigen von Windows 7 auf Windows 10, c't 25/2017, S. 156 (kostenlos online unter <https://www.heise.de/select/ct/2017/25/1512426469683732>)

**ShowKey Plus und Microsoft-Formular: ct.de/ynuf**



# Quantensichere Schlüssel dringend gesucht

**Quantencomputer werden aktuelle Public-Key-Verfahren aushebeln – und dann?**

**In einigen Jahren, keiner weiß wann genau, wird es Quantencomputer geben, die mit Leichtigkeit Internetverschlüsselung und Smartcards unsicher machen. Die Forschung sucht mit Hochdruck nach zukunftssicheren Kryptografieverfahren.**

**Von Robin Rieke**

Wissenschaftler versprechen sich von Quantencomputern Entwicklungssprünge in der medizinischen Forschung, im Bereich der künstlichen Intelligenz und bei der Entwicklung neuartiger Materialien. Kryptografen sehen dagegen die

Gefahr, dass mit den ersten Quantencomputern insbesondere die verbreiteten Public-Key-Verfahren für Verschlüsselung, Schlüsselaustausch und digitale Signaturen gehackt werden. Verschlüsselte E-Mails und Internet-Verbindungen wären dann nicht mehr vertraulich, Software und andere digital signierte Objekte nicht mehr vor Manipulation geschützt. Ein automatisches Update würde zum Einfallsstor für Trojaner.

Dr. Ruben Niederhagen vom Fraunhofer SIT in Darmstadt forscht seit Jahren an der Entwicklung kryptografischer Verfahren, die auch gegen Quantencomputer bestehen können. „In der Öffentlichkeit ist bisher kaum bekannt, dass Quantencomputer eine Bedrohung für die IT-Sicherheit darstellen“, warnt der Experte. Vor allem viele heute verwendete asym-

metrische Verschlüsselungsverfahren, die Public-Key-Verfahren, würden laut Niederhagen mit der Entwicklung leistungsfähiger Quantencomputer auf einen Schlag unsicher werden.

Die sogenannte Post-Quanten-Kryptografie wird auch von Politik und Industrie zunehmend als wichtige strategische Grundlagenforschung erkannt, denn wieviel Zeit noch bis zur Entwicklung einsatzfähiger Quantencomputer bleibt, weiß niemand genau. Vielleicht nur noch bis 2026? Michele Mosca, Quanteninformatiker und Mitbegründer des Institute for Quantum Computing an der Universität Waterloo, schätzt die Wahrscheinlichkeit auf 1:7, dass bis dahin bereits ein Quantencomputer entwickelt worden ist, der heutige kryptografische Verfahren brechen kann. Bis zum Jahr 2031 erhöht sich

diese Wahrscheinlichkeit seiner Meinung nach bereits auf 1:2.

Quantencomputer sind nicht grundsätzlich schneller als heutige Computer. Nur bei bestimmten Algorithmen ist der Einsatz von Quantencomputern überhaupt sinnvoll. Das liegt an den Effekten der Superposition und der Verschränkung: Während ein Bit eines gewöhnlichen Computers nur die beiden Zustände 0 und 1 kennt, kann ein Qubit eines Quantencomputers unendlich viele mögliche Zustände zwischen 0 und 1 einnehmen – die sogenannte Superposition. Erst bei einer Messung wird die Superposition beendet und mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit nimmt das Qubit 0 oder eben 1 ein.

Neben der Superposition können mehrere Qubits auch miteinander verbunden werden, sie befinden sich dann in einem Zustand der Verschränkung. Der Zustand dieser verschrankten Qubits ist nun nicht mehr individuell für jedes Qubit bestimmt. Stattdessen befinden sich die verschrankten Qubits in einem gemeinsamen Superpositionszustand. Jede Messung an einem Qubit wirkt sich deshalb gleichzeitig auch auf die Zustände aller mit ihm verschrankten Qubits aus.

## Alle Zustände zugleich

Diese beiden Effekte erlauben es einem Quantencomputer, einen enormen Zustandsraum abzudecken: Während beispielsweise ein herkömmlicher Computer mit drei Bits nur einen von acht möglichen Zuständen (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111) einnehmen kann, nehmen drei verschrankte Qubits in der Superposition alle acht Zustände gleichzeitig ein – erst bei der Messung legen sie sich auf einen der Zustände fest. Nach mehreren Durchläufen und Messungen kristallisieren sich alle sinnvollen Ergebnisse heraus. Daraus ergibt sich für Quantencomputer ein Zeitvorteil gegenüber Digitalrechnern, jedenfalls bei einigen Problemen wie der Faktorisierung großer Zahlen oder bei Suchalgorithmen. Der Quantencomputer wird alle möglichen Input-Kombinationen zugleich durchrechnen und nicht wie klassische Rechner jeweils nacheinander.

Der Zeitvorteil des Quantencomputers ist heute noch rein hypothetisch angesichts der aktuell verwirklichten Qubitsysteme. Basierend auf integrierten Schaltkreisen aus Supraleitern hat Google in diesem Jahr einen 72-Qubit-Chip vorgestellt, IBM realisierte ein 50-Qubit-System. Das sind noch anfällige Systeme, die

extreme Kälte wenige Grad über dem absoluten Nullpunkt erfordern. Aufgrund der Fehlerraten, die diese physikalischen Qubits derzeit aufweisen, würden in anspruchsvollen Algorithmen allerdings Hunderte, wahrscheinlich sogar Tausende physikalische Qubits benötigt, um nur ein logisches Qubit sicher abzubilden.

Hinzu kommt: Zum heutigen Zeitpunkt ist die Quanten-Überlegenheit zwar heiß diskutiert, aber noch in keinem einzigen Anwendungsfall verwirklicht. „Aber wir haben eine Roadmap und wissen, dass es theoretisch möglich ist, auf Basis heutiger Technologie einen leistungsfähigen Quantencomputer aufzubauen“, betont Dr. Oliver Oberst, Quantencomputing-Experte bei IBM.

## Zeitvorteil beim Suchen

Einer der spannenden Quantenalgorithmen ist Grover's Algorithmus. Dieser kann die Suche in großen, unsortierten Datenbanken deutlich beschleunigen: Während auf einem herkömmlichen Computer  $n$  Rechenschritte für die Suche in einer  $n$ -großen unsortierten Datenbank nötig sind, braucht der Quantencomputer deutlich weniger Rechenschritte, nämlich nur die Quadratwurzel von  $n$ . Das liegt daran, dass hier alle Zustände und damit alle Datenbankeinträge zugleich bearbeitet werden. Je größer die Datenbank ist, desto größer ist also der Zeitvorteil durch den Quantencomputer.

Wenn man beispielsweise in einem nicht alphabetisch sortierten Telefonbuch mit einer Million Einträgen einen Eintrag suchen würde, bräuchte ein normaler Computer dafür im schlechtesten Fall eine

Million Rechenschritte – der Quantencomputer aber nur 1000. Entsprechend können sogenannte Brute-Force-Angriffe deutlich beschleunigt werden. Bei solchen Angriffen geht es darum, alle Möglichkeiten, etwa für ein Passwort, durchzuprobieren, um das richtige Ergebnis zu finden und damit die Verschlüsselung zu knacken – was praktisch der Suche in unsortierten Datenbanken entspricht.

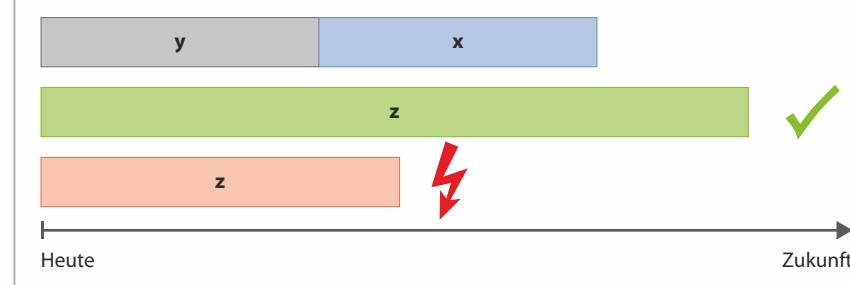
Da Grover's Algorithmus aber „nur“ eine Quadratwurzel-Beschleunigung bietet, können symmetrische Verschlüsselungsverfahren wie AES dagegen leicht durch eine Verdoppelung der Schlüssellänge abgesichert werden. Dadurch wird der Aufwand für den Angreifer quadriert – und der Effekt der Quadratwurzel-Beschleunigung aufgehoben. „Das derzeit gängige AES-128 sollte auf AES-256 umgestellt werden, um die Sicherheit des Verschlüsselungsstandards zu erhalten“, sagt Niederhagen. Damit könnten die Auswirkungen von Grover's Algorithmus relativ unkompliziert abgefangen werden.

## Public-Key-Verfahren ausgehebelt

Weitaus folgenreicher ist ein zweiter Quantenalgorithmus, entwickelt von dem Mathematiker Peter Shor. Dieser Algorithmus kann bestimmte Probleme effizient lösen, die bei herkömmlichen Computern als praktisch nicht berechenbar gelten. Für die asymmetrische Verschlüsselung verwendet man sogenannte Falltürfunktionen, also Funktionen, die in einer Richtung einfach berechnet werden können, in der anderen Richtung aber nur effizient bei Kenntnis des geheimen Schlüssels und

## Kommt sichere Kryptografie rechtzeitig?

Funktionierende Quantencomputer der Zukunft stellen eine Gefahr für die aktuellen Verschlüsselungsverfahren dar. Die **große Unbekannte** ist heute **z** – die Zeit, die noch bleibt, bis ein leistungsfähiger Quantencomputer irgendwo auf der Welt aufgebaut wird und aktuelle Kryptografie-Systeme bicht. Ist diese Zeitspanne kürzer als die benötigte Zeit, um quantensichere Kryptografiesysteme zu **entwickeln und einzuführen (y)** plus die Zeitspanne, über die die verschlüsselten **Geheimnisse zu schützen sind (x)**, dann gibt es Probleme.



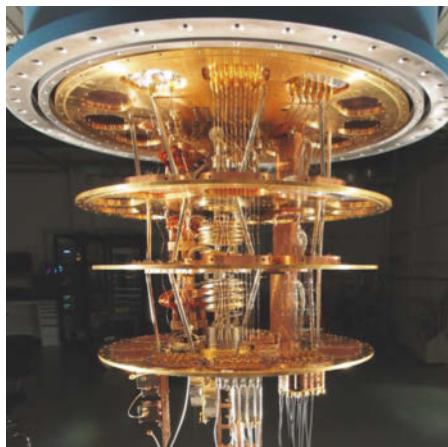


Bild: Daimler

**Supraleitende Schaltkreise erfordern aufwendige Tieftemperaturtechnik im Quantencomputer, hier ohne den schützenden Isoliermantel. Im unteren Teil kommt Googles 72-Qubit-Chip Bristlecone zum Einsatz, bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt.**

sonst so gut wie gar nicht lösbar sind. Das bekannteste Beispiel für eine solche Funktion ist die Faktorisierung ganzer Zahlen: Während man leicht zwei Primzahlen miteinander multiplizieren kann, ist die umgekehrte Rechnung, also das Faktorisieren des Primzahlprodukts, bei sehr großen Zahlen praktisch nicht mehr durchführbar. Dieses Faktorisierungsproblem bildet die Grundlage für RSA, ein weit verbreitetes Verfahren für die Public-Key-Verschlüsselung. Die Faktorisierung werden Quantenrechner mit Shors Algorithmus effizient lösen können.

Die große Frage ist lediglich, wann das wohl der Fall sein wird. Eine Studie des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik erwartet, dass mit etwa einer Million physikalischen Qubits und einer Fehlerrate von 1/10.000 bereits 2048-Bit RSA innerhalb von 100 Tagen gebrochen werden kann [1]. „Heutige Fehlerraten bewegen sich aber eher im Prozentbereich“, erläutert Prof. Frank Wilhelm-Mauch an der Universität des Saarlands und Koordinator des europäischen OpenSuperQ-Projektes, das binnen drei Jahren einen Quantencomputer mit 100 physikalischen Qubits entwickeln soll [2].

Zudem handelt es sich bei Shors Ansatz um einen tiefen Algorithmus. Um diesen bis zum Ende durchrechnen zu können, genügt die Kohärenzzeit heutiger Qubitsysteme nicht, sie bräuchten eine funktionierende Fehlerkorrektur – und die ist noch nicht erfunden worden. „Wir er-

leben derzeit eine Phase neuer Rekorde bei den Qubitzahlen. Daran wird sich voraussichtlich eine lange Durststrecke in der Entwicklung von Fehlerkorrektursystemen anschließen“, vermutet Wilhelm-Mauch. Trotzdem: Im Falle eines zweiten Manhattan-Projektes, in diesem Fall nicht zum Bau der Atombombe, sondern um einen Quantencomputer zu verwirklichen, könnte eine Macht die Entwicklungszeit wahrscheinlich überraschend verkürzen.

### Schlüsseltausch unsicher

Neben dem Faktorisierungsproblem knackt Shors Algorithmus auch die Berechnung des diskreten Logarithmus. Dieses mathematische Problem bildet die Basis für weitere Verfahren wie den Diffie-Hellmann-Schlüsselaustausch. Dieser gilt als ältestes asymmetrisches Verschlüsselungsverfahren und hat noch heute wichtige praktische Bedeutung für den Schlüsselaustausch im Internet.

So nutzt zum Beispiel IPsec (Internet Protocol Security), das zeitgleich mit dem Internetprotokoll IPv6 entstand, den Diffie-Hellmann-Schlüsselaustausch. Auch das Protokoll TLS (früher SSL) nutzt ein sogenanntes hybrides Verschlüsselungsprotokoll, das für den Schlüsselaustausch das Diffie-Hellmann-Verfahren verwendet. Nach dem erfolgreichen Schlüsselaustausch wird die weitere Kommunikation dann über symmetrische Verfahren wie AES geschützt (deshalb hybrides Verfahren).

### Smartcards in Zukunft schutzlos

Die Elliptische-Kurven-Kryptografie (ECC) bietet den Vorteil geringerer Schlüsselgrößen gegenüber RSA oder dem Diffie-Hellmann-Verfahren. Es wird deshalb vor allem in Smartcards oder anderen mobilen Anwendungen mit begrenzter Speicher- und Rechenkapazität angewendet. Da auch die Kryptografie mithilfe elliptischer Kurven aber auf dem Problem des diskreten Logarithmus beruht, werden auch diese Verfahren – wie alle anderen erwähnten asymmetrischen Verschlüsselungsverfahren – mit der Entwicklung von Quantencomputern unsicher.

Anders als bei den symmetrischen Verfahren würde auch eine Verdoppelung der Schlüssellänge nur wenig bringen, da diese Verfahren gegen Shors Algorithmus im Grunde keinerlei Schutz mehr bieten. Bei einer Erhöhung der Schlüssellänge steigt die Zahl der erforderlichen Qubits

im Quantencomputer eines Angreifers lediglich linear an und der Zeitbedarf des Angriffes steigt nur mäßig. Die Größe sicherer RSA-Schlüssel wäre im Bereich von Gigabytes – also kaum verwendbar. Die Verfahren müssen daher komplett durch neue, sicherere ersetzt werden.

Geschieht das nicht rechtzeitig, bricht die gesamte Verschlüsselungsinfrastruktur zusammen, warnen Experten, denn asymmetrische Verschlüsselung ist für die digitale Kommunikation grundlegend. Sie kann nicht einfach durch symmetrische Verfahren ausgetauscht werden, das verhindert das sogenannte Schlüsselaustauschproblem: Da bei symmetrischer Verschlüsselung die Schlüssel von Sender und Empfänger immer gleich sind, müssten diese ohne einen sicheren Kanal eben händisch ausgetauscht werden. Das wird aber bei der Anzahl an Sendern und Empfängern in der heutigen und zukünftigen digitalen Kommunikation kaum mehr möglich sein. Nicht nur das Internet, sondern auch digital gesteuerte Industrieprozesse (Industrie 4.0), autonom fahrende Autos und Banktransaktionen sind von einer sicheren asymmetrischen Public-Key-Verschlüsselung abhängig.

Und all das wird nicht erst in etwa zehn Jahren relevant, sondern ist schon heute ein Problem: „Daten, die heute etwa von Geheimdiensten gesammelt werden, könnten später mithilfe von Quantencomputern in sehr kurzer Zeit entschlüsselt werden“, warnt Niederhagen. Selbst Forward Secrecy [3], wie sie von Schlüsselaustauschprotokollen wie Diffie-Hellmann gewährleistet wird, würde durch Quantencomputer gebrochen. Alle Informationen, deren Vertraulichkeit noch in einigen Jahren relevant ist, sollten also besser schon heute mit Post-Quanten-Kryptografie geschützt werden. „Das betrifft etwa Gesundheitsdaten, Regierungsgeheimnisse oder Geschäftsgeheimnisse. Auch digital gesteuerte Systeme mit langer Lebensdauer wie autonom fahrende Autos, Industrieanlagen oder kritische Infrastrukturen sind davon betroffen“, warnt der Experte.

### Quantenschlüssel unabhörbar

Physiker hoffen, die Probleme, die durch Quantencomputer entstehen, durch Quantenmechanik wieder lösen zu können. Für den sogenannten Quantenschlüsselaustausch (Quantum Key Distribution, QKD) beziehungsweise die Quantenkryptografie gibt es grundsätzlich zwei Mög-

lichkeiten: Bei der ersten werden die Schlüssel durch einzelne, quantisierte Photonen übertragen. Jede Messung während der Übertragung, also etwa das Abhören durch einen Angreifer, würde den Quantenzustand der Photonen verändern. Nach der Übertragung können Sender und Empfänger auf einem klassischen, ungesicherten Kanal kommunizieren und feststellen, ob ein Zustand verändert wurde.

Gemäß dem No-Cloning-Theorem, welches aussagt, dass Quantenzustände nicht ohne Veränderung des Zustands kopiert werden können, kann der Angreifer das Photon auch nicht unbemerkt kopieren, um dann die Kopie auszumessen.

Die zweite Variante nutzt zusätzlich die bereits erwähnte Verschränkung von Qubits, um Informationen zu übertragen. Auch hierbei kann die Übertragung nicht unbemerkt belauscht werden, weil die hierfür notwendige Messung an einem der Qubits an der Veränderung des Zustands des damit verschränkten Qubits erkannt werden kann. Der Quantenschlüsselaustausch, der das Schlüsseltauschproblem lösen könnte, gilt deshalb als physikalisch abhörsicher.

Leider ist die Quantenkommunikation aber noch nicht ausgereift – und könnte Public-Key-Verfahren ohnehin nicht ersetzen, sondern nur ergänzen. „Quantenschlüsselaustausch kann für Anwendungen mit besonders hohen Sicherheitsanforderungen relevant sein. Für die breite Verwendung von Quantum Key Distribution im Internet wäre eine komplett neue Infrastruktur nötig. Und sie würde mobile Endgeräte weitgehend außen vor lassen“, kommentiert Niederhagen die neue Technologie. China hat eigens ein Satellitensystem installiert, um Quantenkommunikation für einen begrenzten Anwenderkreis zu realisieren [4].

Neben dem Schlüsseltauschproblem besteht auch in einer Zukunft, in der es große Quantencomputer gibt, ein erheblicher Bedarf an quantensicheren digitalen Signaturverfahren. Ohne eine verifizierbare Urheberschaft sind zahlreiche Abläufe nicht realisierbar, vom vertrauenswürdigen Software-Update bis zum Online-Zugriff auf Grundbucheinträge.

### Post-Quanten-Kryptografie

Zum Glück gibt es bereits einige Ansätze für kryptografische Verfahren, die voraussichtlich auch gegen Quantencomputer sicher sein werden. Das Problem ist, dass neue kryptografische Algorithmen in der Vergangenheit immer lange brauchten, um sich durchzusetzen. Derzeit forschen

Kryptografen an fünf Gruppen kryptografischer Verfahren, die als vielversprechende Post-Quanten-Alternativen angesehen werden. Alle haben ihre Vor- und Nachteile – und eignen sich für die verschiedenen Anwendungen von asymmetrischer Verschlüsselung unterschiedlich gut.

Eine der ältesten der fünf Gruppen, die für Post-Quanten-Kryptografie in Frage kommen, bilden Code-basierte Verfahren. Bereits 1978 wurde mit dem McEliece-Kryptosystem ein Verschlüsselungsverfahren vorgestellt, das auf der Kodierungstheorie basiert. Diese Codes dienen eigentlich dazu, Fehler bei der Datenübertragung oder der Speicherung von Daten zu erkennen und zu korrigieren. Bei der kryptografischen Anwendung wird dagegen die zu verschlüsselnde Nachricht in ein Codewort umgewandelt, in das absichtlich Fehler eingebaut werden. In Kenntnis des geheimen Schlüssels können die Fehler vom Empfänger einfach wieder korrigiert werden. Ohne dessen Kenntnis ist das Entschlüsseln für einen Angreifer so schwer, dass es mehrere Milliarden Jahre dauern würde, den ursprünglichen Text wiederherzustellen. Selbst für Quantencomputer ist kein effizienter Algorithmus bekannt.

Durch sein hohes Alter gilt das System als sicher, weil es trotz jahrelanger Forschung bisher nicht gebrochen werden konnte. Allerdings gibt es einen Grund, dass diese Verfahren bisher in der Praxis keine Rolle spielen: Die notwendigen Schlüssellängen sind für die meisten Anwendungen viel zu lang. Ein Schlüssel des McEliece-Verfahrens ist mehr als 1000-mal so lang wie ein Schlüssel des zurzeit gängigen RSA-Verfahrens. Es wird allerdings bereits an kürzeren Schlüssellängen gearbeitet.

### Mehr Rechenpower verlangt

Das zweite Verfahren, das bereits lange in Gebrauch und damit gut erprobt ist, ist die Verwendung von Hashfunktionen für Signaturen, also digitale Unterschriften. Hashfunktionen sind Einwegfunktionen, die zu einer größeren Datenmenge, etwa einer Datei oder einem Text, einen kürzeren Hashwert erzeugen. Dieser muss möglichst kollisionsresistent sein, es muss also praktisch unmöglich sein, einen anderen Eingabetext zu finden, der zum gleichen Hashwert führt.

Da Hashfunktionen im Gegensatz zu anderen kryptografischen Funktionen keine Falltürfunktion besitzen, also nicht umkehrbar sind, werden sie schon lange

## Welche Verfahren knackt der Quantencomputer?

Große Sorgen haben Anwender einiger der aktuellen asymmetrischen Verschlüsselungsverfahren. Wenn ein Angreifer in der Zukunft einen leistungsfähigen Quantencomputer einsetzen kann, sind diese Schlüssel nicht mehr sicher (rot). Auch zum Hacken des symmetrischen AES-Verfahrens ist ein Quantenalgorithmus bekannt, der aber auch in Zukunft ziemlich sicher nicht eine Schlüssellänge von 256 Bit brechen kann. Für die Post-Quanten-Kryptografie (grün) sind zudem erste sichere asymmetrische Verfahren gefunden (rechte Seite), die zum Teil allerdings recht unhandlich sind.

	Klassisch	Post-Quantum
Public-Key-Verschlüsselung	<b>RSA</b> (Faktorisierung) <b>ECC</b> (diskrete Logarithmen)	<b>McEliece</b> (Code-basiert)
Signaturen	<b>RSA</b> (Faktorisierung) <b>DSA</b> (diskrete Logarithmen) <b>ECDSA</b> (diskrete Logarithmen)	<b>XMSS</b> (Hash-basiert)
Schlüsselaustausch	<b>Diffie-Hellman</b> (diskrete Logarithmen)	<b>New Hope</b> (Lattice-basiert)
Symmetrische Verschlüsselung	<b>AES-128</b>	!
	<b>AES-256</b>	✓
Hashfunktionen	<b>SHA2</b> <b>SHA3</b>	✓

zur Erzeugung von Prüfsummen und „digitalen Fingerabdrücken“ von Dokumenten verwendet. Der Vorteil Hash-basierter Signaturen ist ihre Verlässlichkeit und die einfache Implementierung, allerdings wird für die Erzeugung der Signaturen relativ viel Rechenleistung benötigt.

Eine wichtige Eigenschaft von Hash-basierten Signaturen ist, dass jeder Signatur-Schlüssel im Prinzip nur einmal verwendet werden kann. Denn bei jeder Verwendung wird ein Teil des geheimen Schlüssels offengelegt, damit der Empfänger Hashwerte bilden und so die Signatur verifizieren kann. Eine einzelne Signatur eines Dokuments verrät nur genau so viel über den geheimen Schlüssel, dass ausschließlich die Gültigkeit genau dieses Dokuments verifiziert werden kann. Würde man den gleichen Schlüssel mehrmals für verschiedene Dokumente verwenden, könnte ein Angreifer bei jeder Verwendung mehr über den geheimen Signatur-Schlüssel erfahren und damit schließlich Signaturen für beliebige Dokumente fälschen.

Um mehrere Signaturen mit einem Signaturschlüssel erstellen zu können, werden Baumstrukturen (Stichwort Merkle Tree) verwendet, in denen jeder Blatt-Knoten einen eigenen Signaturschlüssel darstellt. Die Anzahl der Verwendungen ist damit aber immer noch beschränkt und muss im Voraus festgelegt werden. Zudem nimmt die Größe des Baumes und damit der Signatur mit der Anzahl möglicher Verwendungen zu, was die Handhabbarkeit in der Praxis einschränkt.

Ein weiteres Problem ist, dass die meisten Hash-basierten Signaturverfahren stateful sind, das heißt, es muss sichergestellt sein, dass ein einmal verwendeteter Signaturknoten nicht erneut verwendet werden kann. Das Einspielen eines Backups darf also im System des Signierenden nicht

erfolgen, weil sonst bereits verwendete, inzwischen unsichere Signatur-Schlüssel erneut verwendet werden könnten.

Ein Beispiel für ein stateful Hash-basiertes Signaturverfahren ist XMSS (Extended Merkle Signature Scheme), das als offener Internet-Standard RFC 8391 bereits für die Anwendung standardisiert ist. Schon die Merkle-Signatur, die Ralph Merkle Ende der 70er entwickelte, gilt als quantensicher.

Es existieren auch Verfahren wie SPHINCS, die stateless sind, also nicht auf die sichere Erhaltung des Systemzustands angewiesen sind. Der Preis für diese Verfahren ist allerdings eine deutlich höhere Signaturgröße als bei bisherigen, nicht quantensicheren Verfahren.

### Google setzt auf Lattice-Verfahren

Das dritte Verfahren verwendet mehrdimensionale Gitter (Lattice-Verfahren). Die mathematischen Probleme, auf denen diese Verfahren basieren, sind die sogenannten Gitterprobleme, beispielsweise das „shortest vector problem“ (SVP), also das Auffinden des kürzesten Nicht-Null-Vektors in einem vieldimensional definierten Gitter.

Die Vorteile der Lattice-Verfahren sind kleine Schlüsselgrößen, zahlreiche mathematische Beweise, die die Schwierigkeit der zugrundeliegenden Probleme bestätigen, und die breite Anwendbarkeit sowohl in der Public-Key-Verschlüsselung als auch für digitale Signaturen oder den Schlüsselaustausch. „Lattice-Verfahren sind in der Forschung sehr populär“, erklärt Niederhagen, gibt aber zu bedenken, dass ihre Sicherheit derzeit noch untersucht wird. „Die genauen Parameter wie beispielsweise die nötige Größe der Dimension für sichere Lattice-Verfahren sind noch unklar“, warnt der Experte.

Gleichwohl setzt beispielsweise Google bei seinen Experimenten mit Post-Quanten-Kryptografie auf dieses Verfahren. Der New Hope-Algorithmus, den Google testweise als Schlüsselaustausch-Verfahren in Chrome eingesetzt hat, basiert auf einer Lattice-Verschlüsselung, die aber mit einem bewährten Schlüsselaustausch-Verfahren auf der Basis elliptischer Kurven kombiniert wurde. Sollte sich das Lattice-Verfahren in Zukunft als unsicher erweisen, kann so trotzdem die Sicherheit des Schlüsselaustauschs zumindest gegen heutige Angreifer garantiert werden.

### Ein eleganter Weg

Es gibt noch zwei weitere Gruppen von Verfahren, die von Experten für den Einsatz in der Post-Quanten-Kryptografie untersucht werden. Sie werden aber wahrscheinlich in der nahen Zukunft keine größere Rolle in der Praxis spielen. „Verschlüsselungen und Signaturen auf der Basis von multivariaten Polynomen sind akademisch interessant, ich halte sie aber im breiten Einsatz für wenig aussichtsreich“, sagt Niederhagen. Sie verlangen große Schlüssel und sind dadurch ressourcenintensiv, zudem wurden in der Vergangenheit viele Vorschläge schnell gebrochen.

Ein sehr neues Verfahren sind Algorithmen auf der Basis von Isogenien zwischen supersingulären elliptischen Kurven. Diesen Algorithmen liegen nicht wie bei ECC Operationen auf den Punkten elliptischer Kurven zugrunde, sondern Operationen zwischen verschiedenen elliptischen Kurven.

Wenn dieses Verfahren sich als sicher erweisen sollte, könnte es in Zukunft eine effiziente Alternative für den Diffie-Hellmann-Schlüsselaustausch werden, weil es diesem Schema im Verlauf der Kommunikation ähnelt. Bei den meisten anderen Post-Quanten-Verfahren werden Schlüsselaustausch-Verfahren aus Verschlüsselungsverfahren konstruiert. Dabei muss der Sender für jeden Schlüsselaustausch ein neues Schlüsselpaar aus einem privaten und einem öffentlichen Schlüssel erzeugen und den öffentlichen Schlüssel an den Empfänger schicken, damit dieser einen gemeinsamen geheimen Schlüssel erzeugen und verschlüsselt zurücksenden kann.

Der Ansatz von supersingulären Isogenien ist dagegen deutlich eleganter: Der Sender wählt ein privates Geheimnis und führt damit eine Berechnung durch, gleichzeitig macht der Empfänger dasselbe mit einem von ihm gewählten Geheim-

Die 16 quadratischen Qubits auf dem IBM-Chip sind jeweils in supraleitende Mikrowellenresonatoren für Ausleseoperationen eingefasst. Der Hersteller hält die Chiptechnik für gut skalierbar.

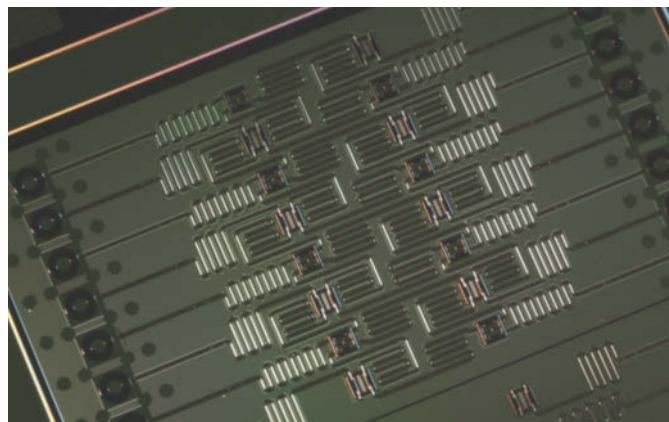


Bild: IBM

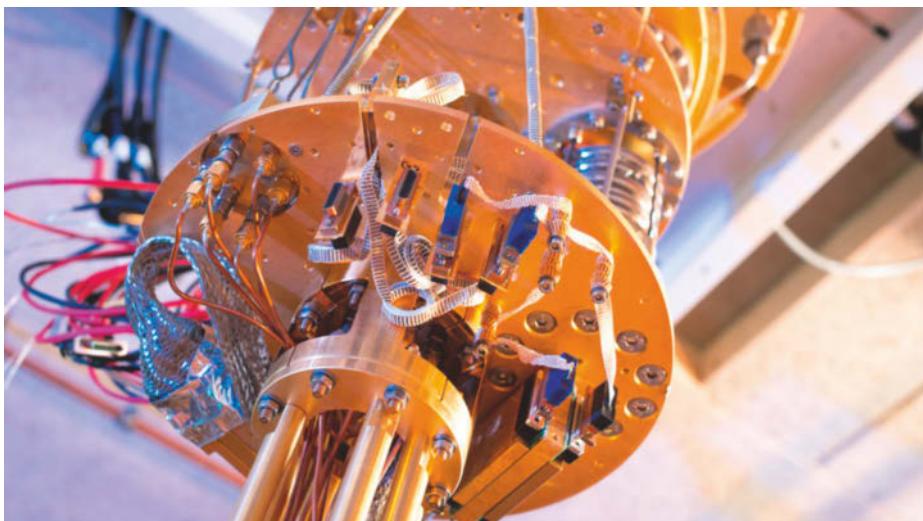


Bild: TU Delft

**Kryotechnik an der TU Delft in den Niederlanden: Seit Mitte 2017 forscht auch ein Team von Microsoft auf dem Campus an einem eigenen Quantencomputer.**

nis. Das jeweilige Ergebnis tauschen beide über einen öffentlichen Kanal aus. Nun verwenden beide ihr eigenes Geheimnis für eine ähnliche Berechnung wie zuvor, diesmal aber an dem vom Partner empfangenen Ergebnis. „Die Magie besteht darin, dass beide wie beim Diffie-Hellman-Schlüsseltausch am selben Endergebnis ankommen, ohne dass sie das Geheimnis des Partners jemals erfahren“, erläutert Niederhagen.

Das Endergebnis kann nun als sicherer Schlüssel verwendet werden, beide Seiten können auf die aufwendige Berechnung zur Erzeugung eines Schlüsselpaars verzichten und durch die simultane Berechnung Zeit sparen. Allerdings wird dieses Verfahren noch kritisch auf seine Sicherheit hin untersucht. Auch die benötigten Parameter sind noch sehr unklar.

## 69 Vorschläge zur Auswahl

Obwohl weltweit intensiv an Post-Quanten-Algorithmen geforscht wird, wird es wohl noch einige Jahre dauern, bis neben dem erwähnten XMSS-Standard breit einsetzbare, standardisierte Algorithmen zur Verfügung stehen. Bereits 2016 veröffentlichte das NIST (National Institute of Standards and Technology) einen Aufruf, Vorschläge für die Post-Quanten-Kryptografie einzusenden. Im Dezember 2017 wurden 69 Vorschläge vorgestellt, die es in die erste Runde des Auswahlverfahrens schafften. NIST geht davon aus, dass dieses Verfahren in drei Runden ablaufen wird. Runde Drei soll voraussichtlich im Jahr 2020 beginnen, und zwischen 2022 und 2024 sollen aus diesem Auswahlver-

fahren die ersten fertigen Standards hervorgehen.

Dazwischen sind allerdings noch zahlreiche praktische Probleme zu klären. So kündigte NIST an, dass in der ersten Runde die „Performance“ der Vorschläge noch keine große Rolle spielt – obwohl diese als großes Problem der Post-Quanten-Kryptografie gilt. Ein weiteres Problem ist, dass die neuen Standards sowohl gegen Angriffe herkömmlicher Computer als auch gegen Quantencomputer sicher sein sollen. „Es könnten jederzeit neue Quantencomputeralgorithmen entdeckt werden, gegen die die derzeit favorisierten PQC-Verfahren keinen Schutz bieten“, beschreibt Niederhagen das grundsätzliche Problem. Auch die Performance zukünftiger Quantencomputer ist noch völlig unbekannt, was die Bewertung möglicher Angriffe und die Auswahl von Sicherheitsparametern sehr schwierig macht.

## ... und bis dahin?

Die NIST-Standards werden voraussichtlich verfügbar sein, bevor Quantencomputer Verschlüsselungsverfahren brechen. Das ist die gute Nachricht, aber: Das bereits geschilderte Problem von langfristig zu sichernden Geheimnissen und Produkten bleibt bestehen. Geht man von einer Veröffentlichung von NIST-Standards im Jahre 2024 aus und von ersten Quantencomputern im Jahr 2030, wäre die Zeit beispielsweise für selbstfahrende Autos zu knapp: So ist der durchschnittliche Pkw in Deutschland 9,4 Jahre alt, die Nutzungsdauer beträgt über 15 Jahre.

Deshalb muss sichergestellt sein, dass sicherheitsrelevante Systeme durch Softwareupdates mit Post-Quanten-Kryptografie versehen werden können, wenn es nötig wird. Kryptoagilität, also die Möglichkeit, die Sicherheitsinfrastruktur flexibel an neue Bedingungen anzupassen, sollte angesichts der unklaren Zukunftsaussichten viel stärker als bisher in die Architektur von Sicherheitsinfrastrukturen eingeplant werden. „Wir empfehlen beispielsweise den Einsatz Hash-basierter Signaturverfahren für authentifizierte Firmware-Updates zu nutzen, da wir diese Verfahren für quantensicher halten“, erläutert Dr. Manfred Lochter. Der Experte ist im Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) für kryptografische Vorgaben und Entwicklungen zuständig. In einer Richtlinie für Updates bei Satelliten etwa gibt es längst eine entsprechende Empfehlung des BSI, zumal Satelliten eine typische Lebensdauer von 15 Jahren haben.

Die zweite Lösung für das Problem stellen Hybridverfahren dar. Bestes Beispiel hierfür ist der bereits erwähnte New Hope-Algorithmus von Google. Durch die Kombination eines noch nicht sicher vertrauenswürdigen Post-Quanten-Algorithmus mit einem erprobten Standardalgorithmus können beispielsweise sensible Daten mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit gegen herkömmliche Computer und Quantencomputer abgesichert werden.

„Ganz generell gewinnen Sie durch die Kombination zweier unterschiedlicher Schlüsseleinigungsverfahren eine Sicherheit gemäß des stärksten der beiden Verfahren“, betont Lochter. Der Preis dafür ist ein erhöhter Aufwand zur Schlüsseleinigung. Immerhin könnten so Post-Quanten-Algorithmen auch vor der Standardisierung durch NIST oder andere Institute schon gefahrlos verwendet werden. Im schlimmsten Fall erweist sich der Post-Quanten-Algorithmus als unsicher und muss ausgetauscht werden, die Sicherheitsstufe gegen normale Angriffe bleibt erhalten.

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

## Literatur

- [1] Für das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI): Prof. Frank Wilhelm Mauch, Universität des Saarlands, Rainer Steinwandt, Florida Atlantic University et al., Entwicklungsstand Quantencomputer, Mai 2018
- [2] Arne Grävemeyer, Europa entfesselt Quantenpower, c't 25/2018, S.18
- [3] Jürgen Schmidt, Entschlüsselt, der Krypto-Wegweiser für Nicht-Kryptologen, c't 1/2016, S.174
- [4] Arne Grävemeyer, Quantensicher verschlüsselt, c't 17/2018, S.66



# Sicherheit eingebaut

## PCIe- und SATA-SSDs für Microsofts Bitlocker

**Spätestens seit Inkrafttreten der DSGVO sollte man ein dienstlich genutztes Windows-Notebook oder -Tablet außer Haus nur noch mit verschlüsselter SSD oder Festplatte betreiben. Besonders komfortabel gelingt das mit SSDs, die mit Microsofts Bitlocker zusammenarbeiten.**

**Von Lutz Labs**

Wenn das Notebook weg ist, muss es sich gar nicht um einen Diebstahl handeln; auch der Klassiker „im Taxi vergessen“ tritt häufiger ein als man denkt. Wohl dem, der sich um die Sicherheit der Daten auf dem Notebook keine Gedanken machen muss, weil sie durch Verschlüsselung vor dem Zugriff Fremder geschützt sind.

Am einfachsten ist es, gleich das ganze Laufwerk zu verschlüsseln. Das hilft nicht nur gegen das Vergessen einzelner Dateien, sondern sorgt auch dafür, dass keine zu schützenden Inhalte aus der Auslagerungsdatei ausgelesen werden können. Moderne SSDs helfen dabei, da sie ihre Inhalte prinzipiell verschlüsselt speichern – einige lassen sich über ein ATA-Passwort schützen, andere unterstützen auch TCG OPAL 2.0 (Verschlüsselung) und IEEE 1667 (Authentifizierung). Im letzteren Fall lassen sie sich als sogenanntes eDrive mit Microsofts Verschlüsselungsprogramm Bitlocker verheiraten, das Teil der Pro- und Enterprise-Versionen von Windows ist. Seit Windows 8 kann Bitlocker die Verschlüsselung quasi auf SSDs „auslagern“. Vorteil einer Hardware-Verschlüsselung ist die geringere CPU-Last, die vor allem auf günstigen Notebooks zu einer längeren Laufzeit führen dürfte.

Für den Test haben wir exemplarisch einige solcher SSDs auf den Prüfstand ge-

holt. Dabei haben wir je eine SATA-SSD im 2,5-Zoll-Format, eine M.2-SATA-SSD und eine schnelle PCIe-SSD ausprobiert: Crucial MX500, Samsung 860 Evo und Samsung 970 Evo. Micron und Samsung haben solche SSDs seit Jahren im Programm und kennen sich daher gut mit OPAL und IEEE 1667 aus – dachten wir jedenfalls, doch dazu später mehr.

### SSD-Test

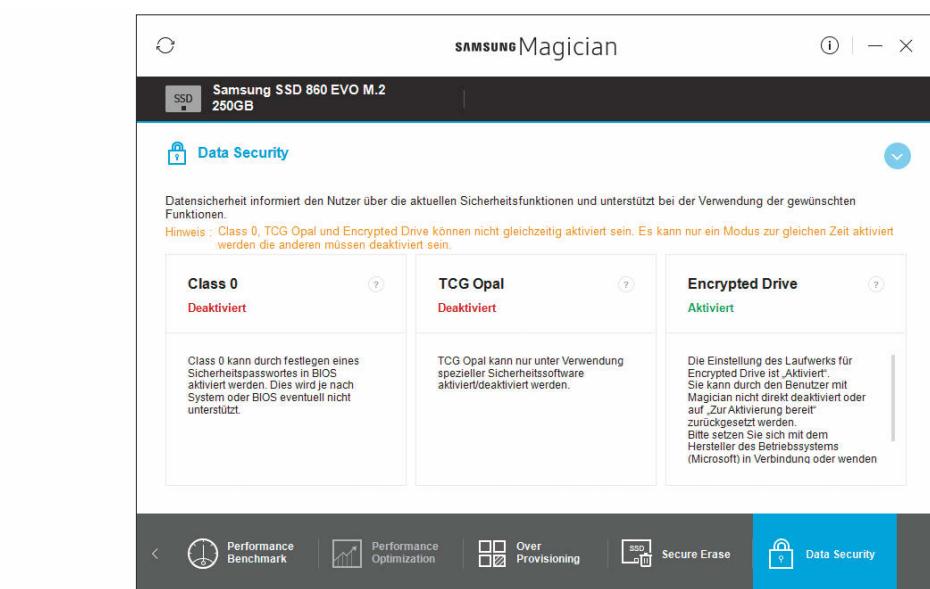
Die SSDs in diesem Test sind alte Bekannte: Die beiden SATA-SSDs MX500 und 860 Evo sind seit rund einem Jahr auf dem Markt, die 970 Evo seit dem Frühjahr [1, 2]. Alle drei arbeiten mit günstigem 3D-TLC-Flash mit 64 Lagen, der 3 Bit pro Zelle speichert. Samsung nutzt selbstverständlich Flash-Speicher aus der eigenen Produktion, die Micron-Tochter Crucial greift zu Speicher aus der Gemeinschaftsproduktion von Intel und Micron (IMFT, Intel Micron Flash Technologies).

Alle drei nutzen einen SLC-Cache in jeweils unterschiedlicher Größe zwischen 12 und 60 GByte, um dem eher langsamem TLC-Speicher Beine zu machen. Dabei schalten die Hersteller eine Reihe von TLC-Zellen in den deutlich schnelleren SLC-Modus, bei dem die Zellen statt 3 nur noch 1 Bit speichern. Das verhilft den SSDs bei Schreibanforderungen unterhalb der Cache-Größe zu hoher Geschwindigkeit – wenn die SSDs nichts mehr zu tun haben, verschieben sie die Daten in die langsameren TLC-Zellen. Problematisch wird dies erst, wenn der SLC-Cache voll ist: Dann sinkt die Schreibrate auf die Geschwindigkeit, die der TLC-Speicher hergibt. In der Praxis tritt dies jedoch nur bei extremen Kopieraktionen auf.

Beim Controller setzt Samsung ebenfalls auf Eigenentwicklungen mit jeweils 8 Kanälen, Crucial nutzt den Silicon-Motion-Controller SM2258 mit 4 Flash-Kanälen. Alle Controller unterstützen zudem einen DRAM-Cache, der nicht nur zur Beschleunigung von Schreibvorgängen dient, sondern auch zum Speichern der Flash-Translation-Tabelle.

Die SATA-SSDs MX500 und 860 Evo kratzen zumindest beim Lesen mit mehr als 560 MByte/s an der SATA-Grenze, beim Schreiben bleiben sie mit 513 (MX500) beziehungsweise 532 MByte/s leicht darunter. IOPS-Leistungen von knapp 100.000 beim Lesen und 90.000 beim Schreiben geben ebenfalls keinen Anlass zur Kritik. Ob man zu einer SSD im 2,5-Zoll-Gehäuse greift oder zu einem modernen M.2-Kärtchen, spielt kaum eine Rolle: Sie sind praktisch gleich schnell. Nur bei lang anhaltender Belastung kann eine M.2-SSD die Wärme schlechter abführen und drosselt dann die Geschwindigkeit, um Schäden durch Überhitzung zu vermeiden [3].

Die PCIe-SSD 970 Evo ist natürlich noch schneller. Mit knapp 3,6 GByte/s beim Lesen reizt sie das Interface ebenfalls aus, beim Schreiben erreicht sie immerhin noch knapp 3 GByte/s. Bei Zu-



Samsung zwingt Anwendern einen Aktivierungsmarathon über das hauseigene Tool Magician auf, bevor er eine SSD als eDrive einsetzen kann.

griffen auf zufällige Adressen erreicht sie – zumindest bei einer sehr hohen Anzahl gleichzeitiger Anfragen – mehr als 500.000 IOPS. Eine 4-Kern-CPU ist damit zu 100 Prozent ausgelastet [4], aber übliche Desktop-Anwendungen kommen nie auch nur in die Nähe solch hoher Werte.

### ATA-Security, TCG OPAL und IEEE 1667

Die Verschlüsselung der Daten über ATA-Security, meistens mit AES 256, dient nicht nur der Sicherheit: SSDs lassen sich durch die Vergabe eines neuen Schlüssels auch einfach wieder in den Auslieferungszustand zurückversetzen. Nichts anderes passiert, wenn man ein Secure Erase der SSD durchführt: Die SSD verwirft den alten Schlüssel und erzeugt einen zufälligen neuen. Damit sind die Daten zwar nicht wirklich weg, aber auch nicht mehr wiederherzustellen.

Im BIOS-Setup einiger Desktop-PCs und vieler Notebooks lässt sich ein Passwort für die SSD setzen, das vor dem Start

des Betriebssystems abgefragt wird. Nur mit dem richtigen „ATA-Security“-Passwort wird das Laufwerk freigeschaltet.

TCG OPAL 2.0 ist ein von der Trusted Computing Group entwickelter Standard, der über ATA Security hinausgeht. Er sieht einen kleinen unverschlüsselten Bereich vor, auf dem die zum Start notwendige Software gespeichert wird; dabei sind sogar unterschiedliche Schlüssel für verschiedene Nutzer möglich. Zudem ist bereits im Standard festgelegt, dass die dort installierte Software mit einem Server im Netzwerk Kontakt aufnehmen kann, um so etwa eine zusätzliche Erlaubnis für die Freischaltung der verschlüsselten Partitionen einzuholen.

Ohne zusätzliche Software funktioniert dies jedoch nicht. Größere Unternehmen setzen etwa auf SecureDoc for Windows von WinMagic (siehe ct.de/ypw3) oder Embassy Security Center von Wave – für kleine Unternehmen oder Freiberufler sind diese Pakete jedoch überdimensioniert. Hier kommt der IEEE-Standard 1667 ins Spiel.

## OPAL-SSDs – Benchmarks

	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>
Crucial MX500 (1 TByte)	besser ► 513/563	besser ► 99379/10647	besser ► 30216/87943
Samsung 860 Evo M.2 (250 GByte)	532/564	99227/10728	28033/88811
Samsung 970 Evo (500 GByte)	2947/3570	257981/11557	11557/257981

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

<sup>2</sup> gemessen mit IOMeter, Blockgröße 4 KByte, QD=Queue Depth, Anzahl der gleichzeitigen Anforderungen



## Crucial MX500

Die MX500 ist im 2,5-Zoll-Gehäuse und auch als M.2-Streifen erhältlich, die Geschwindigkeiten sind fast gleich. Allerdings drosselt die M.2-SSD bei hoher Belastung die Schreibgeschwindigkeit etwas früher, weil sie die Wärme nicht so gut abführen kann.

Die Einrichtung als eDrive und auch das Zurücksetzen in den ursprünglichen Zustand sind bei der MX500 recht einfach, lediglich zum Zurücksetzen ist das Crucial-Tool Storage Executive notwendig. Die Geschwindigkeit liegt an der Grenze der SATA-Schnittstelle, egal, ob die SSD mit Bitlocker verschlüsselt wurde oder gar nicht.

- ⬆️ schnell
- ⬇️ günstig
- ⬇️ im Vergleich niedrige Endurance



## Samsung 860 Evo

Wer richtig viel Speicher braucht, ist bei der 860 Evo gut aufgehoben: Das 2,5-Zoll-Modell fasst bis zu 4 TByte, das M.2-Kärtchen immerhin noch 2 TByte. Flott sind sie beide, auch das M.2-Modell kratzt an der SATA-Grenze von 600 MByte/s.

Die Einrichtung als eDrive ist etwas kompliziert. Die Magician-Software empfiehlt, nach der Aktivierung des eDrive-Modus ein Secure Erase durchzuführen – was bei einer M.2-SSD nur über Umwege funktioniert (siehe S. 64). Notwendig ist es nach unserer Erfahrung nicht, die Windows-Installation klappte auch ohne das sichere Löschen.

- ⬆️ schnell
- ⬇️ umständliches Bitlocker-Setup
- ⬇️ teuer



## Samsung 970 Evo

Die 970 Evo gehört zu den schnellsten PCIe-SSDs, beim Lesen erreicht sie rund 3,6 GByte/s. Der TLC-Speicher ist beim Schreiben nicht ganz so flott, dank großzügig bemessenen SLC-Cache von bis zu 80 GByte kommt sie aber in der Praxis auf mehr als 2,9 GByte/s.

Wie bei der 860 Evo ist die eDrive-Einrichtung etwas kompliziert, immerhin aber klappt das Secure Erase über den vom Magician erzeugten Boot-Stick. Bei der Bitlocker-Verschlüsselung per Software schrieb die SSD etwas langsamer. Für Software-Verschlüsselung ist also eine potente CPU empfehlenswert.

- ⬆️ sehr schnell
- ⬇️ umständliches Bitlocker-Setup
- ⬇️ sehr teuer

IEEE 1667 dient zur Authentifizierung einer OPAL-SSD gegenüber dem Betriebssystem. Das nutzt Microsoft mit seinem Verschlüsselungsprogramm Bitlocker. Bitlocker kann ein Laufwerk selbst mit Software verschlüsseln, aber bei IEEE 1667-Laufwerken auch deren Hardware-Verschlüsselung nutzen.

Soll Bitlocker zum Einsatz kommen, muss man bei der Auswahl der SSD aufpassen: In den üblichen Preisvergleichern und Shops ist IEEE 1667 nicht als Auswahlkriterium vorhanden. Reine OPAL-SSDs sind nicht geeignet.

Die Test-SSDs haben wir bereits in früheren Tests ausführlich beschrieben, hier steht die Eignung als eDrive im Vordergrund. Dazu gehören vor allem Tests der Leistungsfähigkeit mit aktiver Hardwared-Verschlüsselung: Hat diese einen Einfluss auf die Geschwindigkeit oder nicht?

Erwartungsgemäß können wir Entwarnung geben: Die Messergebnisse der Tests offenbarten keine Unterschiede, egal, ob die SSDs Bitlocker-verschlüsselt waren oder nicht. Da moderne AMD- und

Intel-CPUs integrierte AES-Einheiten für Ver- und Entschlüsselung haben, sollte selbst eine Bitlocker-Verschlüsselung durch Windows kaum einen Einfluss auf die Geschwindigkeit haben.

Unsere Messungen zufolge ist das jedoch bei der PCIe-SSD 970 Evo doch der Fall: Hier kommt die CPU nicht mehr ganz hinterher, die Schreibleistung sinkt um ein paar hundert MByte/s – das wird man bei der täglichen Arbeit kaum bemerken. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen sinken die Übertragungsgeschwindigkeiten erst bei sehr hohen IOPS-Werten, denn dann ist die CPU komplett ausgelastet: Statt 500.000 IOPS erreichte die per Software verschlüsselte 970 Evo beim Schreiben nur noch 440.000 IOPS – in der Praxis ist auch dies allerdings völlig nebensächlich.

## Sicherheitslücken

Eine hundertprozentige Sicherheit aber gibt es auch mit OPAL-SSDs nicht: Anfang November machten niederländische Sicherheitsforscher auf Lücken in der

OPAL-Implementierung bei einigen SSDs aufmerksam [5]. Betroffen sind die bereits etwas älteren Modelle MX100, MX200 und MX300 von Crucial sowie 840 Evo und 850 Evo von Samsung. Beide Hersteller machen bei diesen SSDs den gleichen Fehler: Sie leiten den Schlüssel zur Entschlüsselung (Data Encryption Key, DEK) nicht aus dem Passwort des Nutzers ab. Eigenen Angaben zufolge konnten die Sicherheitsforscher die Firmware so manipulieren, dass die Passwort-Abfrage beliebige Eingaben akzeptiert.

Firmware-Updates für die betroffenen SSDs standen bis Redaktionsschluss nicht zur Verfügung. Crucial und Samsung empfehlen betroffenen Nutzern, die Daten durch eine zusätzliche Software-Verschlüsselung zu schützen. Wie groß das Problem wirklich ist, lässt sich schlecht abschätzen. Angreifer benötigen einen physischen Zugang zu den SSDs, um über den Debug-Port eine manipulierte Firmware aufzuspielen. Ob die Lücke auch in den hier getesteten SSDs existiert, ist bislang unbekannt.

## eDrive und zurück

Während sich die Crucial MX500 einfach per Rechtsklick als eDrive einrichten lässt, muss man bei den Samsung-SSDs zunächst das Samsung-Tool Magician bemühen. Nach der eDrive-Aktivierung soll man noch ein Secure Erase durchführen und erst dann Windows neu installieren. Weitere Praxistipps, etwa zu notwendigen BIOS-Setup-Einstellungen, geben wir im folgenden Artikel auf Seite 110.

Soll eine Bitlocker-verschlüsselte SSD einmal für einen anderen Einsatzzweck genutzt werden, wird es etwas kompliziert: Ein normales Secure Erase reicht nicht aus, die zuständige Funktion nennt sich PSID Revert oder Crypto Erase. Samsung-SSDs verweigern sogar ein Secure Erase, wenn sie im eDrive-Modus sind.

Bei der MX500 muss man vor dem Zurücksetzen zunächst alle Volumes löschen, am einfachsten mit Hilfe der Datenträgerverwaltung oder notfalls mit Diskpart. Danach ruft man das Crucial-Tool Storage Executive auf und wählt den Punkt PSID-Wiederherstellung. Nun gibt man die 32-stellige PSID ein, die auf der Unterseite der SSD aufgedruckt ist – fertig.

Samsung macht es den Anwendern schwerer: Laut Magician soll man sich an den Support wenden. Doch das kostenlose Tool sedutil (siehe ct.de/ypw3) kann zumindest die 860 Evo in den Ausgangszustand versetzen. Das Kommandozeilenprogramm erwartet ebenfalls die Angabe der PSID; es stört sich nicht an eventuell noch vorhandenen Volumes. Beim Versuch, die PCIe-SSD 970 Evo damit zurückzusetzen, hängt sich der PC reproduzierbar auf.

Wenn die MX500 einmal nicht mehr als eDrive genutzt werden soll, lässt sie sich mit dem Crucial Storage Executive einfach zurücksetzen.



## Fazit

So kompliziert, wie es scheint, ist es nicht: Mit den beiden Samsung-SSDs 860 Evo und 970 Evo sowie der Crucial MX500 lässt sich die Sicherheit eines Notebooks recht einfach erhöhen; nach der Verschlüsselung sind die Daten vor dem Zugriff Dritter deutlich besser geschützt. Backups aber sind bei verschlüsselten SSDs besonders wichtig. Die Verschlüsselung über die internen SSD-Funktionen belastet den PC etwas weniger als die Software-Verschlüsselung durch Software, aber man muss den SSD-Herstellern vertrauen – was anhand der Sicherheitslücke durchaus schwer fällt.

Welche SSD zum Einsatz kommt, hängt vornehmlich vom verwendeten Notebook ab: Hat man nur einen PCIe-Slot, kommt nur die schnelle 970 Evo in

Frage. Für SATA-PCs und -Notebooks bleibt die Wahl zwischen 860 Evo und MX500, die es beide sowohl als M.2-Streifen als auch im 2,5-Zoll-Gehäuse gibt.

(ll@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Lutz Labs, Oberklasse, neu aufgelegt, SATA-SSDs von Crucial und Samsung, c't 4/2018, S. 78
- [2] Lutz Labs, Beschleunigte Renner, Samsungs NVMe-SSDs 970 Evo und 970 Pro, c't 10/2018, S. 39
- [3] Lutz Labs, Formatfrage. SSDs mit SATA-Controller: Im 2,5-Zoll-Gehäuse oder als M.2-Streifen?, c't 25/2018, S. 109
- [4] Lutz Labs, Schnell oder günstig, PCIe-SSDs von Adata und Corsair und Samsungs erste QLC-SSD, c't 26/2018, S. 42
- [5] Dennis Schirrmacher, Daten von einigen selbstverschlüsselnden SSDs ohne Passwort einsehbar, www.heise.de/-4212191

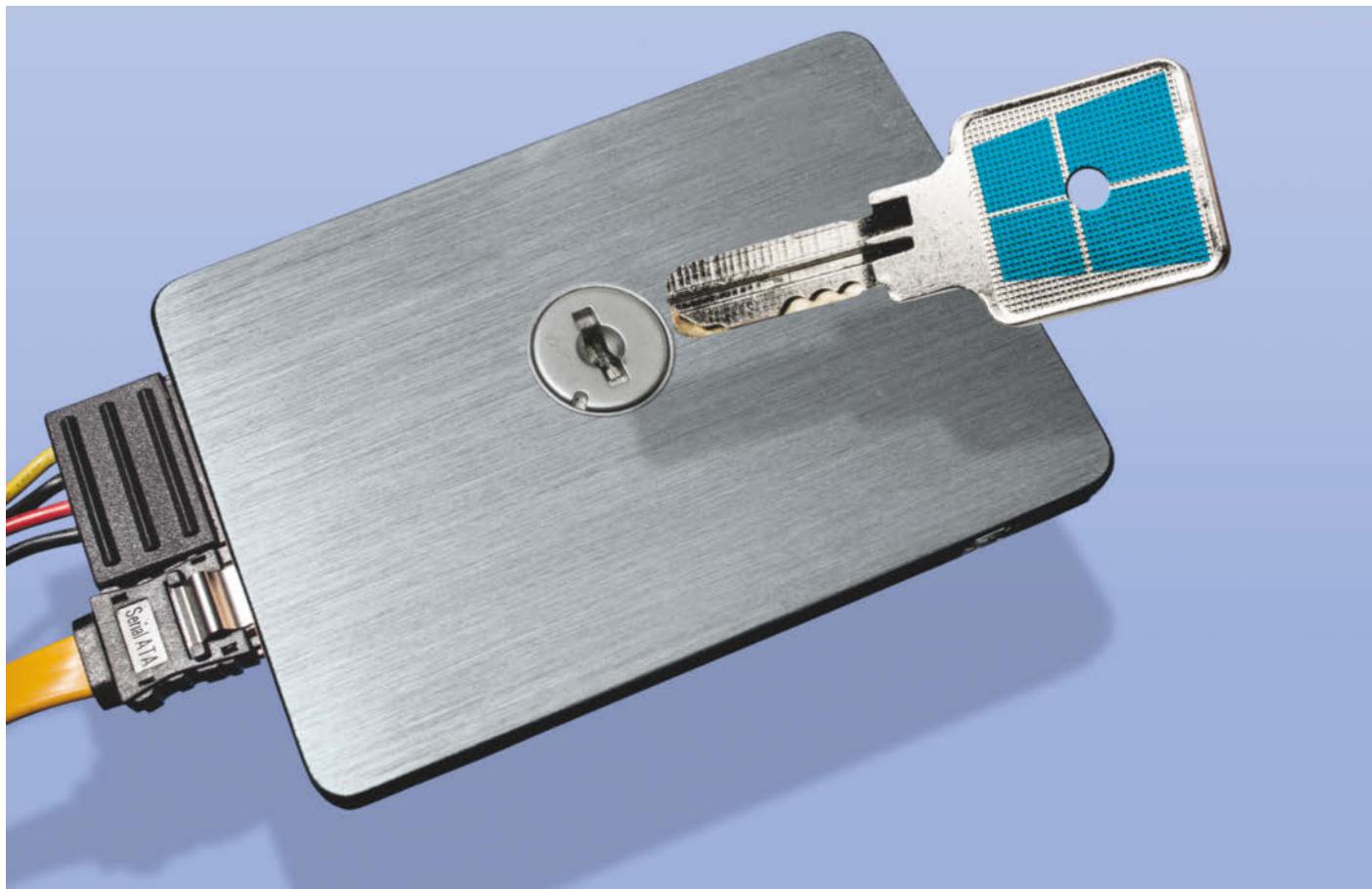
**Download SSD-Tools:** [ct.de/ypw3](http://ct.de/ypw3)

## Solid-State Disks / Festplatten

Modell	MX500	860 Evo	970 Evo
Hersteller	Crucial, <a href="http://www.crucial.com">www.crucial.com</a>	Samsung, <a href="http://www.samsung.de">www.samsung.de</a>	Samsung, <a href="http://www.samsung.de">www.samsung.de</a>
Bezeichnung	CT1000MX500SSD1	MZ-N6E250BW	MZ-V7E1T0BW
Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup>	1 TByte	250 GByte	1 TByte
Von Windows erkannte Kapazität	932 GByte	233 GByte	932 GByte
Bauform / Interface	2,5" SATA / AHCI	M.2 2280 SATA / AHCI	M.2 2280 PCIe 3.0x4 / NVMe 1.3
DRAM-Cache <sup>2</sup>	1 GByte	512 MByte	1 GByte
Endurance	360 TByte	150 TByte	600 TByte
jährliche Ausfallwahrscheinlichkeit <sup>2</sup>	0,49 %	0,58 %	0,58 %
Verschlüsselung / TCG OPAL 2.0 / IEEE 1667	✓ (AES 256) / ✓ / ✓	✓ (AES 256) / ✓ / ✓	✓ (AES 256) / ✓ / ✓
Schreibleistung pro Tag / Garantie	197 GByte / 5 Jahre	82 GByte / 5 Jahre	329 GByte / 5 Jahre
Preis pro Gigabyte	13,3 Cent	22,4 Cent	25,3 Cent
Straßenpreis	133 €	56 €	253 €
weitere erhältliche Kapazitäten	250 GByte (53 €), 500 GByte (71 €), 1 TByte (133 €), 2 TByte (299 €)	500 GByte (84 €), 1 TByte (174 €), 2 TByte (388 €)	250 GByte (72 €), 500 GByte (111 €), 2 TByte (507 €)

<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 ✓ vorhanden



# Der weite Weg

## Selbstverschlüsselnde SSDs mit Bitlocker nutzen

**Um Bitlocker auf einem selbst-verschlüsselnden Laufwerk zu verwenden, sind oft mehr Handgriffe nötig als für normale Software-Verschlüsselung. Wir zeigen, was Sie beachten sollten.**

**Von Jan Schüßler**

oft steckt in SSDs der Mittel- und Oberklasse ein Controller, der Daten in Echtzeit verschlüsselt, bevor sie in die Flash-Chips geschrieben werden – ein paar solcher Datenträger haben wir im vorangegangenen Artikel vorgestellt. Selbstverschlüsselnde SSDs könnte man zwar einfach übers PC-BIOS mit dem ATA-Security-Kennwort ver- und entriegeln. Komfortabler und flexibler gehts aber mit

Microsofts Laufwerksverschlüsselungs-Tool Bitlocker. In diesem Fall verschlüsselt Bitlocker allerdings nicht selbst, sondern kümmert sich lediglich um das Schlüssel-Management.

### Voraussetzungen

Um die Selbstverschlüsselung mit Bitlocker zu nutzen, muss das Laufwerk dem eDrive-Standard entsprechen (siehe S. 106). Bei den meisten Modellen ist das aber ohnehin der Fall. Als Betriebssystem ist Windows 8.1 oder 10 in einer Pro-, Enterprise- oder Education-Ausgabe nötig. Der Rechner muss zudem UEFI-Boot unterstützen. Die meisten Systeme, die nicht älter als etwa sechs Jahre sind, können das; für PCs von der Stange, die mit Windows 8 verkauft wurden, war es sogar Pflicht. Die Spezifikation sieht vor, dass ein eventuell vorhandenes CSM (Compatibility Support Module) im BIOS deaktiviert sein muss. Das Gerät soll so konfiguriert sein, dass es aus-

schließlich Bootloader im UEFI-Modus zulässt und nicht im Legacy-Modus.

Bevor Sie Windows installieren, sollten Sie daher sicherstellen, dass UEFI-Boot ein- und ein eventuelles CSM ausgeschaltet ist. Das geht im BIOS-Setup. Wie Sie dorthin gelangen, unterscheidet sich von PC zu PC. Meist reicht es, in den ersten paar Sekunden nach dem Einschalten des Rechners mehrfach auf die passende Taste zu drücken, etwa Entf, F2 oder F12 – schauen Sie nach Hinweisen auf dem Bildschirm oder in die Dokumentation vom Hersteller. Manchmal ist die CSM-Einstellung hinter Bezeichnungen wie „Compatibility Mode“ oder „Allow Legacy OS“ versteckt.

Anders als oft vermutet ist übrigens ein Trusted Platform Module (TPM) keine Voraussetzung, um eine SSD als eDrive zu nutzen. Gleichtes gilt für den Startmodus „Secure Boot“, in dem die Firmware des PCs ausschließlich signierte Bootloader lädt.

## Laufwerk vorbereiten

Bei manchen SSDs muss die Fähigkeit zur Selbstverschlüsselung erst scharfgeschaltet werden, etwa bei solchen von Samsung (siehe S. 109). Das erledigt Samsungs SSD-Toolbox „Magician“. Nach dem Scharfschalten des eDrive-Modus empfiehlt Samsung, einen Secure-Erase-Löschtvorgang auszuführen, für den man in Magician einen bootfähigen USB-Stick mit dem nötigen Tool erstellen kann. Wie der Name nahelegt, werden dabei alle Daten auf der SSD unwiederbringlich gelöscht.

In unseren Tests funktionierte die Hardware-Verschlüsselung in manchen Fällen auch ohne Secure Erase – eine saubere Neuinstallation von Windows ist nach der Aktivierung des eDrive-Modus mit Magician aber trotzdem erforderlich. Andere SSDs wie Crucials MX-Serie sind ab Werk fix und fertig als eDrive konfiguriert, sodass der Hack mit dem Hersteller-Tool entfällt.

## Windows installieren

Die Installation von Windows erfolgt wie gewohnt mittels eines bootfähigen Setup-USB-Sticks oder einer Setup-DVD, die Sie mit Microsofts Media Creation Tool erstellen können. Sofern die SSD nicht gerade fabrikneu ist oder vorab ein Secure Erase ausgeführt wurde, sollten Sie nach dem Starten des Setup-Mediums nicht sofort losinstallieren, sondern zunächst die SSD komplett leeren und in einen nicht-initialisierten Zustand versetzen.

Das lässt sich mit dem Kommandozeilentool `diskpart.exe` mit ein paar Handgriffen erledigen. Ist das Setup-Medium gestartet, drücken Sie zunächst Um-schalt+F10, um eine Eingabeaufforderung zu öffnen. Der Befehl `diskpart` startet das Partitionierprogramm. Lassen Sie sich mit dem Kommando `list disk` die ange- schlossenen Datenträger anzeigen. Suchen Sie die neue SSD anhand der Größenangabe heraus und merken Sie sich die Laufwerksnummer – im Regelfall ist es Laufwerk 0. Mittels `select disk 0` wählen Sie die SSD zum Bearbeiten aus. Der Befehl `clean` leert nun das Laufwerk und löscht damit alle darauf befindlichen Daten. Achtung: Das passiert ohne weitere Sicherheitsabfrage – prüfen Sie lieber zwei, drei Mal gegen, dass Sie mit dem „`select disk`“-Kommando auch wirklich den richtigen Datenträger ausgewählt haben!

## Windows vorbereiten

Falls Ihr PC kein TPM hat, müssen Sie Windows das Ent sperren per Boot-Kennwort oder USB-Stick erlauben, bevor sich Bitlocker einschalten lässt. Dazu öffnen Sie den Gruppenrichtlinien-Editor per Windows-Taste, „`gpedit.msc`“ und Eingabetaste. Klicken Sie sich zum Ordner „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/Bitlocker-Laufwerkverschlüsselung/Betriebssystemlaufwerke“ durch. Doppelklicken Sie die Gruppenrichtlinie „Zusätzliche Authentifizierung beim Start anfordern“, setzen Sie sie auf „Aktiviert“ und bestätigen Sie mit OK.

In seltenen Fällen, vor allem auf älteren Windows-8.1-Tablets oder anderen Touch-Geräten, kann zudem die Aktivierung der Richtlinie „Verwendung der Bitlocker-Authentifizierung mit erforderlicher Tastatureingabe vor dem Starten auf Slates aktivieren“ nötig sein. Das trifft vor allem auf Geräte zu, die in der Basisausstattung ohne Tastatur geliefert werden.

## Bitlocker aktivieren

Klicken Sie nun im Datei-Explorer in der Ansicht „Dieser PC“ mit der rechten Maustaste auf das Windows-Laufwerk C: und wählen Sie „Bitlocker aktivieren“. Zunächst prüft der Assistent, ob die Größe der System-reservierten Partition ausreicht, um die Notfall- und Reparaturumgebung Windows RE dorthin zu verschieben. Ist sie zu klein, will der Bitlocker-Assistent rund 800 MByte von Laufwerk C: abknapsen und daraus eine neue, größere Wiederherstellungspartition erzeugen. Während das Anlegen dieser neuen Par-

tion meist ohne Probleme klappt, schlug das Verschieben von Windows RE in diese Partition in unseren Tests reproduzierbar fehl. Um die Notfallumgebung im Falle eines Falles später trotzdem nutzen zu können, müssen Sie sie von Hand wieder einschalten – dazu gleich mehr.

Steckt kein TPM im Rechner, wird der Bitlocker-Assistent Sie nun fragen, wie Sie den Rechner beim Starten entsperren möchten. Üblich ist die Verwendung eines Kennworts. Stattdessen per USB-Stick zu entsperren ist vor allem dann nötig, wenn keine Tastatur-Hardware vorhanden ist – oder wenn sie zwar vorhanden, wegen Bluetooth-Anbindung aber vor dem Windows-Start nicht betriebsbereit ist.

Im nächsten Schritt fordert der Assistent Sie auf, den Wiederherstellungs-schlüssel zu sichern. Tun Sie das auf jeden Fall! Er ist Ihre letzte Möglichkeit, das System zu entriegeln, falls die übliche Authentifizierung fehlschlägt. Das kann passieren, wenn Sie das Kennwort vergessen oder den Entsperr-Stick verlegen oder wenn ein eventuelles TPM aus irgendeinem Grund geleert oder beschädigt wurde.

## Tuts?

Im nächsten Dialog zeigt sich, ob eDrive tatsächlich verfügbar ist – wenn ja, ist die Einrichtung nun fast fertig und Sie werden nur noch gefragt, ob Sie eine Bitlocker-Systemprüfung wünschen. Das ist sinnvoll: Der PC startet dann einmal neu, ohne die Verschlüsselung tatsächlich scharfzuschalten, prüft aber, ob die Authentifizierung wie vorgesehen klappt. Nach dem Neustart ist die Verschlüsselung aktiv. Im Datei-Explorer erkennen



**Keine Bange: Die Wiederherstellungsumgebung lässt sich nachträglich wieder einschalten.**

```
C:\Windows\system32>manage-bde -status c:
BitLocker-Laufwerkverschlüsselung: Konfigurationstool, Version 10.0.17763
Copyright (C) 2013 Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Volume "C:" []
[Betriebssystemvolume]

Größe: 1861,61 GB
BitLocker-Version: 2.0
Konvertierungsstatus: Vollständig verschlüsselt
Verschlüsselt (Prozent): 100,0 %
Verschlüsselungsmethode: Hardwareverschlüsselung - 1.3.111.2.1619.0.1.2
Schutzstatus: Der Schutz ist aktiviert.
Sperrungsstatus: Entsperrt
ID-Feld: Unbekannt
Schlüsselschutzvorrichtungen:
  Externer Schlüssel
  Numerisches Kennwort

C:\Windows\system32>
```

Sieht der Bitlocker-Status in der Kommandozeile so aus, hat alles geklappt.

Sie das an einem offenen Schloss-Symbol an Laufwerk C:. Bei einer Statusabfrage via Kommandozeile per `manage-bde -status c:` sollten Sie nun Hardwareverschlüsselung genannt bekommen.

Abschließend schalten Sie noch die Wiederherstellungsumgebung wieder ein. In unseren Tests klappte das stets mit dem Befehl `reagentc /enable`, ausgeführt in einer Eingabeaufforderung mit Administratorrechten. Scheitert das, finden Sie in c't 5/2018 ab Seite 80 Tipps zur Abhilfe. Bevor Sie allzu viel Zeit investieren, bedenken Sie aber, dass Rettungssysteme wie das c't-Notfall-Windows mitunter hilfreicher und universeller einsetzbar sind (siehe c't 22/2018, S. 70).

## Such den Haken

Sollten das Bitlocker-Setup Sie allerdings fragen, ob es den gesamten oder nur den tatsächlich genutzten Speicherplatz verschlüsseln soll oder ob es den neuen oder den kompatiblen Verschlüsselungsmodus anwenden soll, hat etwas nicht geklappt. Diese Abfragen zeigen, dass Bitlocker die SSD nicht als eDrive erkennt und stattdessen auf seine eigene, Software-gestützte Verschlüsselung zurückgreift.

Denkbare Ursachen sind falsche BIOS-Konfigurationen: Ist das CSM wirklich abgeschaltet? Startet Windows möglicherweise gar nicht im UEFI-Modus? Letzteres finden Sie mit der Systeminformationsanzeige heraus. Drücken Sie die Windows-Taste, geben Sie „`msinfo32`“ ein und bestätigen Sie mit der Eingabetaste – der „BIOS-Modus“ muss „UEFI“ sein.

Ist das der Fall und klappt es trotzdem nicht, schauen Sie im BIOS nach, ob Sie

Secure Boot aktivieren können, falls noch nicht geschehen – möglicherweise ist erst damit das CSM wirklich lahmgelegt. Spielen Sie mit den Optionen herum. Im Laufe der Zeit sind uns durchaus schlampig bis abenteuerlich programmierte BIOSse untergekommen, die trotz aktivem Secure Boot das CSM nicht abgeschaltet haben oder die schlichtweg gar nichts mehr booten konnten, wenn man das CSM gezielt deaktiviert hat.

Wenn Sie eine SATA-SSD in einem PC mit Intel-CPU verwenden, lauert eine weitere Stolperfalle: In einigen Fällen spielt Intels SATA-AHCI-Treiber namens „Rapid Storage“ nicht mit eDrive zusammen. Welcher Treiber installiert ist, erkennen Sie im Gerät-Manager. Öffnen Sie ihn per Windows-Taste+X und „Gerät-Manager“. Klappen Sie den Bereich „IDE ATA/ATAPI-Controller“ auf und doppelklicken Sie auf den oder die Controller-Einträge. Klicken Sie dann auf der Registerkarte „Treiber“ auf „Treiberdetails“. Heißt die Treiberdatei „iaStor.sys“ oder ähnlich, handelt es sich um den eventuell inkompatiblen Rapid-Storage-Treiber.

Um ihn zu entfernen und gegen Microsofts Standard-AHCI-Treiber zu ersetzen, stellen Sie zunächst sicher, dass Windows Update ihn nicht gleich wieder nachlädt. Öffnen Sie dazu den Gruppenrichtlinien-Editor per Windows-Taste, „`gpedit.msc`“ und Eingabetaste. Klicken Sie sich durch zum Ordner „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/Windows Update“. Doppelklicken Sie darin die Richtlinie „Keine Treiber in Windows-Updates einschließen“, setzen Sie sie auf „Aktiviert“ und bestätigen Sie mit OK.

Im Gerät-Manager klicken Sie nun mit der rechten Maustaste auf den AHCI-Controller und wählen „Gerät deinstallieren“. Setzen Sie das Häkchen bei „Treibersoftware für dieses Gerät löschen“, bestätigen Sie mit „Deinstallieren“ und starten Sie den Rechner neu. Danach sollte im Gerät-Manager an gleicher Stelle ein „Standardmäßiger SATA AHCI-Controller“ auftauchen, dessen Treiberdatei `storahci.sys` heißt.

Eine besonders lästige Macke zeigten in unseren Tests außerdem die Samsung-SSDs 860 Evo und 970 Evo. Nach einer Neuinstallation von Windows war es genau einmal möglich, das Laufwerk als eDrive zu verschlüsseln. Haben wir Bitlocker später deaktiviert und wollten es dann wieder aktivieren, ließ sich das Laufwerk nur noch per Software verschlüsseln. Das war sogar der Fall, wenn wir die Bitlocker-Einrichtung zwischendrin abgebrochen und neu gestartet hatten. Erst nach abermaliger sauberer Neuinstallation von Windows 10 war die eDrive-Fähigkeit wieder da.

## Doch per Software?

Es gibt Fälle, in denen man eine SSD, die bislang als eDrive mit Bitlocker verschlüsselt ist, doch lieber per Software verschlüsseln möchte – etwa dann, wenn Sicherheitslücken in der SSD-Firmware auftreten, die vom Hersteller nicht mehr mit einem Update geschlossen werden.

Ein solcher Umstieg ist recht einfach zu erledigen. Zunächst deaktivieren Sie Bitlocker für das betreffende Laufwerk. Klicken Sie dazu im Datei-Explorer in der Ansicht „Dieser PC“ mit der rechten Maustaste aufs Laufwerk und auf „Bitlocker verwalten“. Ein Klick auf „Bitlocker deaktivieren“ schaltet die eDrive-Verschlüsselung ab.

Im nächsten Schritt teilen Sie Windows mit, dass Bitlocker keine Hardware-gestützte Verschlüsselung verwenden darf. Öffnen Sie die Gruppenrichtlinien-Editor (Windows-Taste, „`gpedit.msc`“, Eingabetaste) und klicken Sie sich in den Ordner „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/Bitlocker-Laufwerkverschlüsselung/Betriebssystemlaufwerke“. Doppelklicken Sie die Richtlinie „Verwendung der hardware-basierten Verschlüsselung für Betriebssystemlaufwerke konfigurieren“, setzen Sie sie auf „Deaktiviert“ und bestätigen Sie mit OK. Wenn Sie Bitlocker nun wieder einrichten, wird es auf Software-Verschlüsselung zurückgreifen. (jss@ct.de) **ct**



**WIRKLICH  
GEWONNEN?**

# AWAWARENESS

**Nicht jeder „Gewinn“ ist ein Gewinn für die IT Sicherheit!**  
**HACKATTACK AWARENESS PROGRAMM** bringt Ihren Usern  
IT Security auf spielerische und verständliche Art näher!



**Online Trainings**  
spannende Lerninhalte zum Thema Phishing, Email Fraud, Hacking uvm.



**Phishing Mails**  
Online Gewinnspiel?  
Versandmeldung?  
Bewerbungsschreiben?



**Family&Friends Programm**  
Sicheres Online Shopping  
Soziale Medien, usw.  
zum Teilen mit der Familie



**Messbare Erfolge**  
Durch die regelmäßige Information steigt sich die Awareness im Unternehmen

**Lernkontrolle über**  
spielerisches Online Quiz

**Klicken Ihre User?**  
Wir versenden Testmails zur gezielten Nachschulung

**User Awareness**  
durch Einbindung des privaten Umfelds

**HACKATTACK AWARENESS INDEX** zur Messung in einer definierten Kennzahl

[www.hackattack.com/awareness](http://www.hackattack.com/awareness)

**Infoline 0800 20 60 900**  
**kostenlos aus DE und AT**

**HACKATTACK**<sup>®</sup>  
we hack to protect you



# Der Glanz alter Smartphones

**Aktuelle Mittelklasse-Geräte und High-End-Smartphones aus dem vergangenen Jahr im Vergleich**

**Es muss nicht immer das teure Premiumhandy sein. Viele Nutzer wählen lieber ein Gerät der 300-Euro-Klasse. Doch die Mittelklasse-Smartphones haben hochkarätige Konkurrenz – die Spitzengeräte aus dem vergangenen Jahr sind stark im Preis gefallen und oftmals die bessere Alternative. Wir beleuchten Vor- und Nachteile attraktiver Vertreter beider Lager.**

**Von Robin Brand**

**E**in Jahr ist in der Smartphone-Industrie eine lange Zeit. Bei der Kaufentscheidung fallen in der Branche der kurzen Produktzyklen ältere Geräte schon mal durchs Raster. Dabei sind viele 2017er-Modelle noch verfügbar – für weit weniger Geld als zur Markteinführung. Vier aktuelle Mittelklasse-Handys haben wir mit den 2017er-Aushängeschildern von Samsung, Sony, LG und Motorola verglichen.

Wenig nehmen sich die Smartphones in Sachen Verarbeitung. Da knarzt nichts. Die getesteten Mittelklassemodelle setzen vornehmlich auf Glasgehäuse,

namentlich sind das das One der Lenovo-Tochter Motorola, das Huawei Mate 20 Lite und das Samsung Galaxy A7. Das Nokia 7 Plus steckt im wertigen Aluminiumbody. Die Klasse von 2017 kommt in Gestalt des Samsung Galaxy S8 und des LG V30 ebenfalls gläsern daher, Lenovo Moto Z2 Force und Sony Xperia XZ1 bestehen aus robustem Aluminium. Das elegante XZ1 wirkt wie aus einem Guss.

Die aktuellen Mittelklasse-Smartphones sind nicht nur gut verarbeitet, sondern auch optisch auf Höhe der Zeit. Fast rahmenlose Displays, Dual- oder Triple-Kamera und tadellose Verarbeitung zeich-



Bei schwierigen Lichtverhältnissen sind die Kameras der einstigen Tophandys der Mittelklasse meist voraus. In diesem Fall zeigt die Aufnahme des Moto Z2 Force (rechts) bei 5 Lux mehr Strukturen als die des Samsung A7.

nen viele von ihnen aus. Motorola One und Huawei Mate 20 Lite haben einen charakteristischen Notch, die getesteten Smartphones des vergangenen Jahres nicht. Auch sonst wirken manche der Vorjahres-Smartphones, die zur Markteinführung noch etwa 800 Euro gekostet hatten, altbacken. Das Motorola Z2 Force etwa mit seinen dicken Displayrändern oder das Sony XZ1.

## Displays mit Licht und Schatten

Drei der vier einstigen Topmodelle sind nach IP68 geschützt. Sie dürfen also auch mal ins Wasser fallen, benutzen lassen sie sich dort allerdings nicht, da die Touchscreens unter Wasser nicht funktionieren. Einzig das Z2 Force von Lenovo kommt – wie die vier Mittelklassemodelle – ohne zertifizierten Schutz. Dafür soll das Display besonders bruchfest sein, einer besonderen Beschichtung sei dank. Dass bruchfest nicht mit kratzfest gleichzusetzen ist, stellte das Testgerät allerdings eindrücklich unter Beweis. Die Beschichtung ist deutlich empfindlicher als das Glas der Konkurrenz.

In drei der Mittelklasse-Smartphones stecken LCD-Panels, nur Samsung spendiert dem A7 eines mit farbkräftigerer OLED-Technik. Genau andersherum ist das Verhältnis bei den einstigen Top-Smartphones, nur Sony verwendet LCD-Technik und muss sich so auch hinter dem A7 einordnen. Die vier farbintensiven und hellen OLEDs setzen sich in dieser Kategorie an die Spitze des Testfelds. Wenig überzeugen können die niedrige Helligkeit des Panels des Huawei Mate 20 Lite und die niedrige Auflösung des Motorola One.

## Kamera: Alte Haudegen überzeugen

Die Kameras der Smartphones haben die Hersteller in der jüngeren Vergangenheit am stärksten verbessert. Die Antwort auf die Frage, wie sehr davon die aktuellen Handys fürs schmale Budget profitieren, fällt ernüchternd aus. Bei guten Lichtverhältnissen nehmen zwar alle vier Budget-Handys brauchbare Fotos auf [1]. Doch schon in Innenräumen (80 Lux) lässt die Qualität der Aufnahmen sichtbar nach. Die Bilder des Huawei wirken blass, und

das Samsung entrauscht auf Kosten der Details. Weniger stark fällt das Motorola qualitativ ab. Das Nokia 7 Plus schießt unter den Mittelklassemodellen in Innenräumen die detailreichsten Fotos – und diese gefallen uns auch besser als die des neueren Nokia 7.1. Unter noch schlechteren Bedingungen (0,5 Lux) sind die Kameras ohne Blitz allesamt unbrauchbar. Die Resultate der 2017er-Modelle sind bei 0,5 Lux heller. Auch in Innenräumen und unter guten Bedingungen setzen sich die älteren Premiummodelle von ihrer jüngeren Konkurrenz ab. Die Lenovo- und die Samsung-Kamera liefern schöne, detailreiche Fotos ab. Die Sony-Farben geraten ein wenig zu kräftig und ähneln darin denen des LG V30, das als Pluspunkt verbuchen kann, dass es einen extremen Weitwinkel erlaubt. Eine Kamera mit optischem Zweifach-Tele-Zoom hat im Testfeld nur das Nokia 7 Plus.

## Langläufer im Vergleich

Relativ eng beieinander liegt das Testfeld bei den Laufzeiten. Zwar schnappen sich die 2017er-Modelle den Bestwert in drei

## Laufzeiten und Benchmarks

Modell	Video-Streaming	WLAN-Browsen	lokales Video	3D-Spiele	Coremark Single	Multi Thread	3DMark Ice Storm	Sling Shot Extreme
	[h] besser ►	[h] besser ►	[h] besser ►	[h] besser ►	[Punkte] besser ►	[Punkte] besser ►	[Punkte] besser ►	[Punkte] besser ►
Huawei Mate 20 Lite	9,5	12,7	10	6,7	10327	52695	20335	1121
Lenovo Motorola One	11,2	12,6	11,8	6,5	6152	48437	13870	483
Nokia 7 Plus	10,4	12,1	10,7	6,5	10396	56321	26688	1361
Samsung Galaxy A7	12,3	14,1	16,1	7,5	10288	46138	15153	734
Lenovo Moto Z2 Force	13,3	11,8	13,8	9,4	11511	64913	40564	3772
LG V30	13,5	11,9	14,2	9,1	11544	60089	33551	3655
Samsung Galaxy S8	–	15,3	14	6,2	12294	62709	28997	3269
Sony Xperia XZ1	9,2	12,6	9,3	7,3	11584	59941	38403	3583



### Huawei Mate 20 Lite

Ein solide verarbeitetes Gehäuse, ein schmalerer Displayrahmen und starke Rechenleistungen für ein Mittelklassegerät stehen beim Huawei Mate 20 Lite einem dunklen Panel und einem überladenen Android gegenüber. Zudem patzt Huawei bei den Sicherheitspatches. Zum Testzeitpunkt war nur der Juli-Patch verfügbar. Das ist auch in dieser Preisklasse zu langsam. Erfreulich sind die überdurchschnittlichen Laufzeiten und die insgesamt ausgewogene Kamera, die allerdings teils arg hell belichtete Fotos schießt.

- ⊕ recht schnell
- ⊕ ausgewogene Kamera
- ⊖ geringe Helligkeit

Preis: 315 Euro



### Motorola One

Nicht nur der niedrige Preis spricht für das One der Lenovo-Tochter Motorola, auch seine geringen Abmessungen sind mittlerweile selten. Das Betriebssystem ist dank Android One angenehm schlank. Die Laufzeiten können mit teureren Modellen mithalten, erfreulich sind zudem die kurzen Ladezeiten des Motorola. Leider hat das Display nur eine geringe Auflösung, was im Alltag aber nur selten stört. Positiv: Eine SD-Karte lässt sich als interner Speicher formatieren. Ein Headset liegt dem Handy nicht bei, wohl aber eine Schutzhülle.

- ⊕ keine Bloatware
- ⊕ Updates für zwei Jahre
- ⊖ mäßiges Display

Preis: 250 Euro



### Nokia 7 Plus

Ein schwerer Brocken ist das Nokia 7 Plus. 182 Gramm bringt das tadellos verarbeitete Gerät auf die Waage. Das robuste Aluminiumgehäuse dürfte auch den ein oder anderen Sturz überleben. Der Kupferrahmen ist Geschmackssache, sticht aber auf jeden Fall aus der Masse hervor. Das schlanke Betriebssystem ist bereits auf Android 9 aktualisiert und wird dank Android One noch eine Weile gepflegt. Die Kamera überzeugt. Ungewöhnlich für die Preisklasse ist der optische Zoom – genau wie die Performance, die über jener der Mittelklasse-Konkurrenten liegt.

- ⊕ aktuelles Android
- ⊕ wertiges Metallgehäuse
- ⊖ schwer

Preis: 300 Euro



### Samsung Galaxy A7

Das Samsung A7 überraschte im Test als einziges Mittelklasse-Gerät mit einem OLED-Display – erfreulicherweise ohne Notch. Dafür ist der Rahmen etwas breiter als bei der 2018er-Konkurrenz. Das helle Panel überzeugt mit kräftigen Farben. Auch was die Laufzeiten angeht, kann das Samsung-Handy mit Topgeräten konkurrieren. Die Kamera stößt bei schlechten Lichtbedingungen schnell an ihre Grenzen, wartet dafür mit einem Weitwinkel auf. Unerklärlicherweise hat Samsung dem Gerät statt USB-C nur eine Micro-USB-Buchse spendiert.

- ⊕ lange Laufzeiten
- ⊕ Weitwinkel-Kamera
- ⊖ nur Micro-USB

Preis: 280 Euro

der vier Kategorien. Jedoch liegt keines der Handys in mehr als einer Wertung an der Spitze. Es ergibt sich ein recht homogenes Testfeld mit insgesamt überdurchschnittlichen Werten. Wem eine lange Akkulaufzeit wichtig ist, der findet in dem Samsung A7 ein Handy, das auf dem Niveau aktueller Topgeräte liegt. In allen Kategorien gehört das A7 zu den besseren getesteten. Wer viele rechenintensive Aufgaben am Smartphone außer Reichweite einer Steckdose erledigt, ist mit dem Motorola Z2 Force und LGS V30 noch besser bedient. Vergleichsweise enttäuschend sind die Laufzeiten des Sony XZ1 – zumindest bei dem hohen Niveau des Testfelds. Keine Sorge müssen sich Nutzer um die Akkus der 2017er-

Geräte machen. Ein Jahr im Regal kann den Akkus in aller Regel wenig anhaben – falls man nicht ohnehin ein Gerät einer relativ aktuell produzierten Charge erwischt.

### Mittelklasse fällt zurück

Die getesteten Spitzenergebnisse des 2017er-Jahrgangs nutzen mit Ausnahme des Galaxy S8, das mit einem hauseigenen Exynos-Prozessor ausgestattet ist, den Snapdragon-835-Prozessor. Flankiert werden sie von 4 (XZ1, Galaxy S8, V30) respektive 6 GByte RAM (Z2 Force). Damit erreichen alle ein sehr ähnliches Niveau, einige Geräte drosseln etwas eher als andere. Die Taktstufen sind so fein, dass die Einbrüche zwar messbar, im

Alltag aber nicht spürbar sind [2]. An ihre Leistungsgrenzen sind diese Konfigurationen bei der alltäglichen Nutzung selbst ein Jahr nach Erscheinen der Handys kaum zu bringen, auch aufwendige 3D-Spiele lassen sich flüssig spielen.

Dass in den Mittelklasse-Telefonen auch Mittelklasse-Hardware arbeitet, zeigt sich beim Blick auf deren Performance. In den Benchmarks fallen die Geräte hinter die Vorjahresmodelle zurück. Für Actionspiele dürften die Handys über die geringeren Leistungsreserven verfügen. Dennoch sind die Geräte für alle Alltagsaufgaben flott genug – vor allem das Nokia 7 Plus, das mit Snapdragon-660-Prozessor das schnellste aus dem Mittelklasse-Quartett ist. Doch die Spit-



### Samsung Galaxy S8

Bei der Vorstellung des Galaxy S8 sorgte Samsung für einen Wow-Effekt mit dem fast randlosen Design. Auch für heutige Verhältnisse ist das Smartphone für einen 5,8-Zöller außerordentlich kompakt. Das Panel strahlt mit mehr als 700 cd/m<sup>2</sup> heller als die sieben anderen Geräte. Der Exynos-Prozessor ist auf Augenhöhe mit dem Snapdragon 835, der im Inneren der High-End-Konkurrenz werkelt. Die Kamera gehört, wenn auch nicht mehr taufrisch, nach wie vor zu den besseren auf dem Markt. Dasselbe gilt für die langen Laufzeiten des Geräts.

- ⬆ strahlend helles Display
- ⬆ sehr gute Kamera
- ⬆ kompakt

Preis: 400 Euro



### Sony Xperia XZ1

Schon bei Erscheinen im vergangenen Jahr wirkte das Sony XZ1 ein wenig aus der Zeit gefallen. Die großen Displayränder tun der hochwertigen Verarbeitung aber keinen Abbruch. Das LCD-Panel liegt mit seinem Kontrast fernab von OLEDs und kann auch unter LCDs nicht brillieren. Dafür zeigt sich Sony vorbildlich, was die Updates angeht. Das XZ1 läuft bereits auf Android 9 – und ist dank schnellem Prozessor nach wie vor für die Zukunft gerüstet. Wer auf kompakte Bauweise Wert legt, greift zum technisch gleichwertigen XZ1 Compact in ähnlicher Preislage.

- ⬆ wertiges Alu-Gehäuse
- ⬆ aktuelles Android
- ⬇ mittelmäßiges Display

Preis: 300 Euro



### Lenovo Moto Z2 Force

Flach wie eine Flunder, aber mit unschön herausstehender Kamera präsentiert sich das Moto Z2 Force von Lenovo. Das POLED-Display ist knackig scharf und schön hell. Negativ aufgefallen ist seine Kratzempfindlichkeit. Wem die Mods, die das Handy um Beamer, Lautsprecher oder Controller erweitern, als Kaufargument dienen, sollte diese vorher testen. Die meisten sind nicht mehr als eine teure Spielerei. Der Akku-Mod etwa bringt nur den Bruchteil der Kapazität weitaus günstigerer Powerbanks mit.

- ⬆ flaches Gehäuse
- ⬆ Display bruchfest ...
- ⬇ ... aber kratzanfällig

Preis: 280 Euro



### LG V30

Abgerundetes Glas, Metallrahmen und dünne Ränder, die einen fast randlosen Eindruck erwecken: Rein optisch hat das LG V30 kaum Staub angesetzt. Dank potenter Hardware ist auch das Arbeitstempo des V30 noch auf der Höhe der Zeit. Verglichen mit den anderen 2017er-Highend-Telefonen müssen Nutzer aber Abstriche bei der Kamera machen, die die Farben etwas zu kräftig darstellt. Dafür hat LG seinem einstigen Topgerät einen Kopfhörerausgang mit gleich vier Audiowandlern spendiert, die genug Power für Kopfhörer mit hoher Impedanz mitbringen.

- ⬆ Audioqualitäten
- ⬆ moderne Optik
- ⬇ mäßige Kamera

Preis: 390 Euro

zengeräte aus dem vergangenen Jahr übertrumpfen auch die Rechenleistung des 7 Plus.

### Android

Spätestens, wenn es um die Zukunftsicherheit der Geräte geht, kommt auch die Frage nach der Android-Version auf. Wer ein Gerät aus dem vergangenen Jahr kauft, dessen Handy wird vermutlich ein Update weniger als aktuelle Topgeräte erhalten. Als unerheblich könnte sich die Erwagung erweisen, wenn aktuelle Mittelklasse-Geräte als Vergleich herhalten, die die Hersteller in der Regel kürzer pflegen. Auf der sicheren Seite sind Nutzer von Android-One-Geräten, deren Hersteller sich zu regelmäßigen Sicherheitspatches über

drei Jahre und zwei Updates auf neue Android-Versionen verpflichten. Auf dem Nokia 7 Plus und dem Motorola One, beide Bestandteil des Android-One-Programms, läuft die neueste Android-Version dementsprechend bereits. Auch für das Z2 Force hat Lenovo ein Update auf Android 9 zugesichert, noch läuft es aber mit Android 8. Vorbildlich in Sachen Produktpflege ist Sony. Für das XZ1 hat der Rollout des neuesten Android bereits begonnen. Bedeckt hält sich Samsung mit der offiziellen Ankündigung von Updates. Das einstige Spitzen-Smartphone Galaxy S8, mit Android 7 auf den Markt gekommen, dürfte den Sprung auf die neueste Version noch schaffen. In der Regel versorgt Samsung seine Topgeräte mit zwei Android-

Updates. Das Samsung A7 läuft mit Android 8, genau wie das LG V30.

### Flexibilität wird belohnt

Nutzer, die mit dem Kauf eines Handys im 300-Euro-Bereich liebäugeln, können richtig sparen, wenn sie sich nicht auf ein Modell festlegen. Gerade die Geräte aus dem vergangenen Jahr unterliegen stärkeren Preisschwankungen, es geht nicht linear nach unten. Im Abverkauf sind sie schon mal für weniger als 250 Euro zu haben – so wie zuletzt beispielsweise das Z2 Force für kurze Zeit bei Media Markt und Saturn. Für Preise um die 300 Euro wechseln das Z2 Force und Sonys XZ1 derzeit den Besitzer. Nicht viel teurer sind S8 und V30. Doch auch die Preise anderer

ehemaliger High-End-Geräte, wie die des ähnlich ausgestatteten Huawei Mate 10 Pro oder Nokia 8 fallen stark, und sind einen Blick wert.

## Fazit

Im direkten Vergleich zwischen ehemaligen Top-Handys und aktueller Mittelklasse verbucht die Mittelklasse nur wenige Argumente für sich. Dank Notch und schmaler Rahmen bieten einige viel Dis-

playfläche im Verhältnis zur Gerätegröße, aber auch unter diesem Gesichtspunkt stehen ihnen Galaxy S8 und V30 nicht nach. Zumindest die Zukunft der Android-One-Geräte ist, was die Software angeht, gesichert. Das Motorola One ist eine Erwähnung wert für all jene, denen der Preis wichtiger als die Leistung ist. Was die Performance angeht, gibt es keinen Zweifel: Die Spaltenklasse von 2017 ist die bessere Wahl, und auch die besseren Fotos

schießt sie in der Regel. Als Gesamtpaket überzeugt das Galaxy S8 nach wie vor auf ganzer Linie, unser Preis-Leistungs-Sieger ist das Z2 Force. (rbr@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jörg Wirtgen, Ziemlich gute Handys, Android-Smartphones um 300 Euro, c't 26/2018, S. 112
- [2] Hannes A. Czerulla und Alexander Spier, Die großen Brüder, Neun High-End-Smartphones mit Android und das iPhone X im Vergleich, c't 26/2017, S. 100

## Testergebnisse und technische Daten

	300-Euro-Klasse				2017er-Top-Geräte			
Modell	Huawei Mate 20 Lite	Lenovo Motorola One	Nokia 7 Plus	Samsung Galaxy A7	Lenovo Moto Z2 Force	LG V30	Samsung Galaxy S8	Sony Xperia XZ1
Betriebssystem / Patchlevel	Android 8.1.0 / Juli 2018	Android 9 / Okt. 2018	Android 9 / Nov. 2018	Android 8.0.0 / Nov. 2018	Android 8.0.0 / Nov. 2018	Android 8.0.0 / Nov. 2018	Android 8.0.0 / Nov. 2018	Android 9 / Okt. 2018
Varianten	Schwarz, Blau, Gold	Schwarz, Weiß	Schwarz, Weiß	Schwarz, Blau, Gold	Schwarz	Blau, Silber	Schwarz, Grau, Silber	Blau, Schwarz, Weiß
Ausstattung								
Prozessor	Huawei Kirin 710	Qualcomm Snapdragon 450	Qualcomm Snapdragon 660	Samsung Exynos 7 Octa	Qualcomm Snapdragon 835	Qualcomm Snapdragon 835	Samsung Exynos 9 Octa	Qualcomm Snapdragon 835
Kerne × Takt	4 × 2,2 GHz, 4 × 1,7 GHz	8 × 2 GHz	4 × 2,2 GHz, 4 × 1,8 GHz	2 × 2,2 GHz, 6 × 1,6 GHz	4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz	4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz	4 × 2,3 GHz, 4 × 1,7 GHz	4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz
Grafik	ARM Mali-G51	Qualcomm Adreno 506	Qualcomm Adreno 512	ARM Mali-G71	Qualcomm Adreno 540	Qualcomm Adreno 540	ARM Mali-G71	Qualcomm Adreno 540
Arbeitsspeicher	4 GByte	4 GByte	4 GByte	4 GByte	6 GByte	4 GByte	4 GByte	4 GByte
Flash-Speicher (frei)	64 GByte (46,4 GByte)	64 GByte (48,11 GByte)	64 GByte (50,19 GByte)	64 GByte (48,7 GByte)	64 GByte (43,5 GByte)	64 GByte (50,5 GByte)	64 GByte (52,2 GByte)	64 GByte (50,97 GByte)
Wechselspeicher / Format	✓ / MicroSD	✓ / MicroSD	✓ / MicroSD	✓ / MicroSD	✓ / MicroSD	✓ / MicroSD	✓ / MicroSD	✓ / MicroSD
WLAN / Antennen	WiFi 5 / 1	WiFi 4 / 1	WiFi 5 / 1	WiFi 5 / 1	WiFi 5 / 2	WiFi 5 / 2	WiFi 5 / 2	WiFi 5 / 2
LTE-Kanäle 1/3/7/8/20/28/32	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓	✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓/✓
Bluetooth / NFC / GPS	5.0 (aptX HD) / ✓ / ✓	4.2 / ✓ / ✓	5.0 / ✓ / ✓	5.0 / ✓ / ✓	5.0 / ✓ / ✓	5.0 (aptX HD) / ✓ / ✓	5.0 (aptX) / ✓ / ✓	5.0 (aptX HD) / ✓ / ✓
Dual-SIM (MicroSD zusätzlich) / SIM-Typ	✓ (–) / nanoSIM	✓ (✓) / nanoSIM	✓ (–) / nanoSIM	✓ (✓) / nanoSIM	✓ (–) / nanoSIM	– / nanoSIM	– / nanoSIM	– / nanoSIM
Fingerabdrucksensor	✓ (Rückseite)	✓ (Rückseite)	✓ (Rückseite)	✓ (im Einschalter)	✓ (Vorderseite)	✓ (Rückseite)	✓ (Rückseite)	✓ (im Einschaltknopf)
Kopfhöreranschluss	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓
USB-Anschluss / OTG / DP	Typ-C (USB 2.0) / ✓ / –	Typ-C (USB 2.0) / ✓ / –	Typ-C (USB 2.0) / ✓ / –	Micro-USB (USB 2.0) / ✓ / –	Typ-C (USB 2.0) / ✓ / –	Typ-C (USB 3.1) / ✓ / ✓	Typ-C (USB 3.1) / ✓ / –	Typ-C (USB 3.1) / ✓ / –
Akku / drahtlos ladbar	3750 mAh / –	3000 mAh / –	3800 mAh / –	3300 mAh / –	2710 mAh / ✓ (mit Zubehör)	3300 mAh / ✓ (Qi)	3000 mAh / ✓ (Qi, PMA)	2700 mAh / –
Abmessungen (H × B × T)	15,8 cm × 7,6 cm × 0,8 cm	15 cm × 7,2 cm × 0,8 cm	15,7 cm × 7,4 cm × 0,85 cm	16 cm × 7,7 cm × 0,8 cm	15,6 cm × 7,6 cm × 0,85 cm	15,2 cm × 7,6 cm × 0,74 cm	14,9 cm × 6,8 cm × 0,8 cm	14,8 cm × 7,3 cm × 0,8 cm
Gewicht / Schutzklasse	172 g / –	162 g / –	182 g / –	168 g / –	141 g / –	155 g / IP68	150 g / IP68	155 g / IP65/68
Kamera-Tests								
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	19,7 MP / f/1,8 / –	13 MP / f/2,2 / –	12,2 MP / f/1,75 / –	24,1 MP / f/1,7 / –	12 MP / f/2 / –	16,3 MP / f/1,6 / ✓	12,2 MP / f/1,7 / ✓	19,2 MP / f/2 / –
Hauptkamera Videos 4K / FullHD	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Zweitkamera Auflösung / Blende / OIS	(nur zur Verbesserung)	(nur zur Verbesserung)	12,2 MP / f/2,6 / – (Zweifachzoom)	8 MP / f/2,4 / – (Weitwinkel)	(nur zur Verbesserung)	13 MP / 1,9 / – (Weitwinkel)	–	–
Frontkamera Auflösung / Blende	23,8 MP / f/2	8 MP / f/2,2	15,9 MP / f/2	24,1 MP / f/2	5 MP / f/2,2	5 MP / f/2,2	8 MP / f/1,7	13 MP / f/2
Display-Messungen								
Technik	LCD (IPS/LTPS)	LCD (IPS)	LCD (IPS)	OLED (AMOLED)	POLED (POLED)	OLED (POLED)	OLED (AMOLED)	LCD (IPS)
Diagonale / Größe	6,3 Zoll / 14,5 cm × 6,7 cm	5,9 Zoll / 13,5 cm × 6,4 cm	6 Zoll / 13,6 cm × 6,8 cm	6,1 Zoll / 13,9 cm × 6,7 cm	5,5 Zoll / 12,1 cm × 6,8 cm	6 Zoll / 13,6 cm × 6,8 cm	5,8 Zoll / 13,2 cm × 6,7 cm	5,2 Zoll / 11,5 cm × 6,5 cm
Auflösung	2340 × 1080 Pixel (410 dpi)	1520 × 720 Pixel (287 dpi)	2160 × 1080 Pixel (403 dpi)	2220 × 1080 Pixel (407 dpi)	2560 × 1440 Pixel (537 dpi)	2880 × 1440 Pixel (538 dpi)	2960 × 1440 Pixel (570 dpi)	1920 × 1080 Pixel (426 dpi)
min. Helligkeit / Ausleuchtung	1,5 cd/m² / 85 %	2 cd/m² / 88 %	2 cd/m² / 86 %	2 cd/m² / 96 %	8 cd/m² / 92 %	3 cd/m² / 88 %	2 cd/m² / 94 %	6 cd/m² / 87 %
max. Helligkeit	368 cd/m²	460 cd/m²	377 cd/m²	653 cd/m²	527 cd/m²	647 cd/m²	717 cd/m²	530 cd/m²
Preis	315 €	250 €	300 €	280 €	280 €	390 €	400 €	300 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	WiFi 5 = 802.11ac, Wi-Fi 4 = 802.11n						

# 3 Profi-Ratgeber

## liegen Ihnen zu Füßen:

NEU

### Heimstudio

In dieser Meisterklasse dreht sich alles rund um den Aufbau eines eigenen Fotostudios zu Hause und die Praxis im Heimstudio - für Einsteiger bis Profis. Außerdem: Beratungen zu Blitzanlagen, Systemblitzen, Hintergrundsystemen, Stative, Zubehör und ein großer Workshop zur Produktfotografie. Auf DVD: Video-Trainings & E-Books.

[shop.heise.de/mk-heimstudio](http://shop.heise.de/mk-heimstudio)

12,90 € >

### Reisefotografie

Planung Ihrer Touren, das optimale Zubehör, Backups für unterwegs, Hardware-Tipps und zahlreiche Workshops. Lernen Sie Schritt für Schritt eigene Fotoprojekte zu konzipieren, vorzubereiten, umzusetzen und zu publizieren. Auf der Heft-DVD: E-Books, Videotraining usw.

[shop.heise.de/mk-reise](http://shop.heise.de/mk-reise)

12,90 € >

### Fotoprojekte

Spielen Sie mit Zeitraffer und Mehrfachbelichtungen, lassen Sie sich inspirieren durch die Werke kreativer Masterminds und holen Sie sich Anregungen für Ihre eigenen Vorhaben. Ob Outdoor- oder Food-Fotografie: Schritt für Schritt lernen Sie Hürden zu meistern und Ideen zu verwirklichen.

[shop.heise.de/mk-projekte](http://shop.heise.de/mk-projekte)

12,90 € >

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop

[shop.heise.de/foto-specials](http://shop.heise.de/foto-specials)

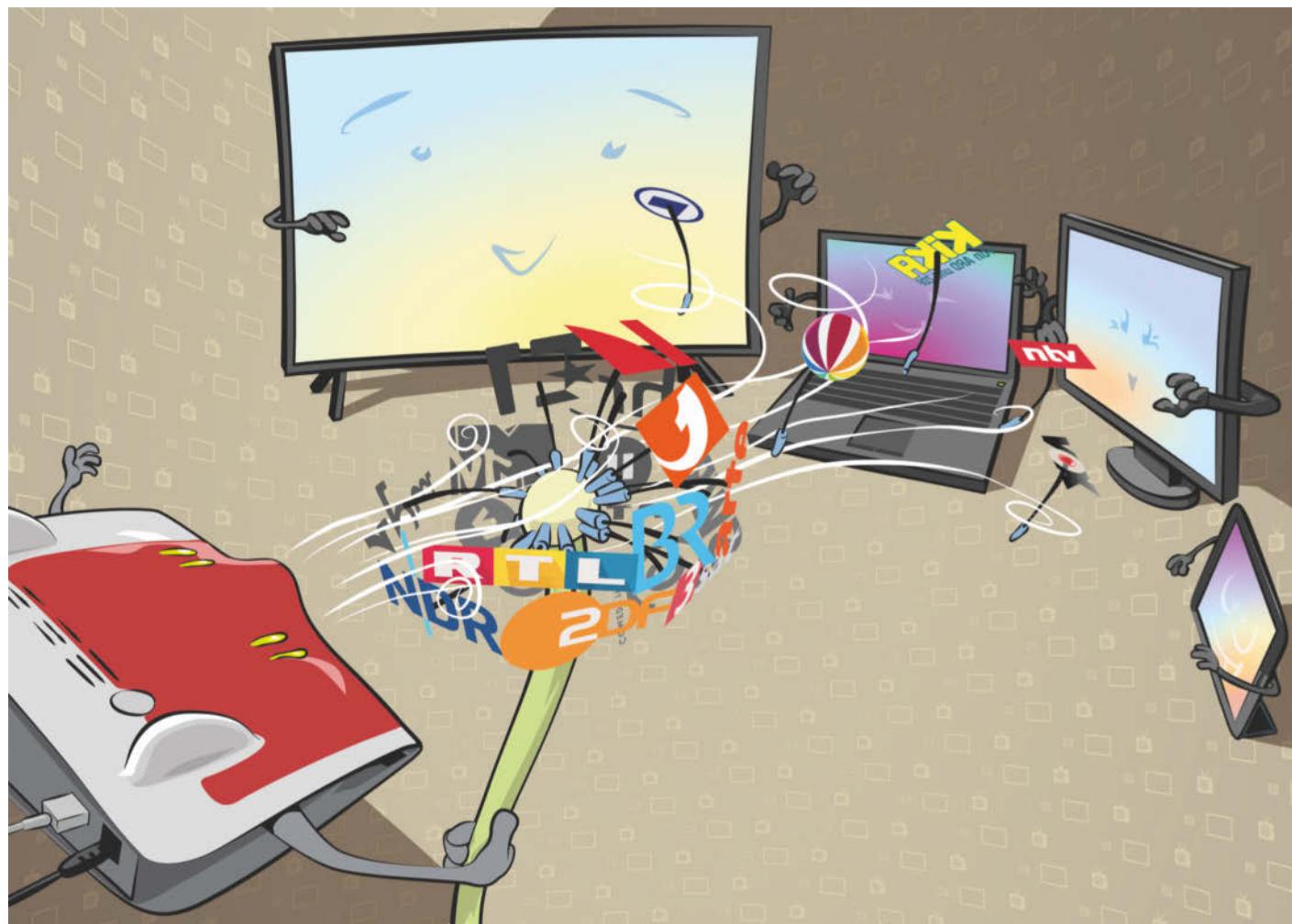


Bild: Rudolf A. Blaha

# Netz-TV

## FritzOS 7: Kabelfernsehen per WLAN schauen

**Beim Satellitenempfang ist die Verteilung des TV-Signals im lokalen Netz ein alter Hut. Nun bekommen auch DVB-C-Kunden mit Kabel-Internet und einer Fritzbox dank Update auf FritzOS 7 einen Sat-IP-konformen Server an die Hand. Damit können sie das Kabelprogramm übers Handy, Tablet, Notebook oder am Flachbildfernseher genießen.**

**Von Sven Hansen**

**E**igentlich ist es nur eine von vielen Änderungen, die AVM seinen Geräten mit der Aktualisierung auf FritzOS 7 verpasst hat, doch in Sachen Fernsehempfang im lokalen Netz bedeutet sie für Besitzer von Fritzboxen mit Kabel-Internet einen großen Schritt nach vorne. Schon bisher konnten die AVM-Router mit Breitbandanschluss – die **Fritzboxen 6490 und 6590** sowie der **Repeater DVB-C** – Fernsehsignale aufgreifen und im Netz bereitstellen.

Mit dem Update auf FritzOS 7 implementiert AVM den Sat-IP-Standard, der

trotz des „Sat“ im Namen auch die lokale Einspeisung des DVB-C-Signals beherrscht. Damit können Sat-IP-Clients erstmals einen Frequenzsuchlauf anstoßen und die Tuner übers Netz verwalten. Kunden steht so eine größere Auswahl von Empfangsgeräten inklusive einiger Flach-TVs bereit – zumindest theoretisch. In den Genuss des Updates kommen viele Kabel-Bestandskunden, denn Vodafone (ehemals Kabel Deutschland) hat die 6490 als „Homebox 3“ in vielen Haushalten als Mietgerät im Einsatz.

Was beim Satellitenempfang schon seit Jahren gang und gäbe ist, wird für viele Kabelhaushalte somit per Software-Update möglich. Die in den Fritzboxen verbauten Full-Band-Capture-Tuner (FBC) greifen das gesamte Empfangsspektrum im Breitbandkabel ab – die Tuner sind nur virtuell in Software umgesetzt. Theoretisch ließen sich beliebig viele Tuner realisieren, AVM hat die Anzahl auf vier begrenzt; es können also vier Programme gleichzeitig ins lokale Netz gestreamt werden. Die Boxen geben

den Programmstrom als Multicast ins Netz, sodass sich auch mehrere Clients auf einen Stream aufschalten können. Der Fritz Repeater DVB-C unterscheidet sich insofern von den Boxen, als er noch mit einem klassischen DVB-C-Dual-Tuner ausgestattet ist und daher nur zwei parallele TV-Streams ausgibt.

Per Sat-IP lassen sich über die Fritzbox grundsätzlich auch verschlüsselte Programme übertragen, dann sind auch die lokalen Streams verschlüsselt. Am Ende der Kette muss dann also ein zertifiziertes Endgerät stehen, das das Programm auffängt und per CAM und Smartcard entschlüsselt (siehe unten).

Die meisten Kunden dürften jedoch schon mit dem freien TV-Angebot zufrieden sein. Bei Kabel und Satellit sind die Privat-TV-Anbieter noch bis 2022 an kartellrechtliche Vorgaben gebunden, nach denen sie ihr Programm unverschlüsselt einspeisen müssen. Dem kommen sie nach, indem sie ihr Portfolio in SD-Qualität kostenfrei bereitstellen. Für die Netzwerübertragung von Free-TV ergibt sich somit ein durchaus attraktiver Mix aus öffentlich-rechtlichen HD- und privaten SD-Kanälen.

Mit deutlichem Mehraufwand lässt sich auch verschlüsseltes TV unverschlüsselt via Sat-IP einspeisen – die Fritzbox bleibt hier mangels interner Entschlüsselungsmöglichkeit außen vor. Der Hersteller Digital Devices bietet mit seiner **Octopus NET** einen geeigneten Netzwerk-Tuner, der mit einem Dual-CA-Slot ausgestattet ist. Liegt ein passendes CAM mit Smartcard im Schacht, wird der Programmstrom entschlüsselt ins lokale Netz gesendet, sofern man die im Gerät hinterlegten Senderlisten manuell anpasst. Im Vergleich zur Fritzbox ist die Octopus NET V2 selbst in der Dual-Tuner Variante mit einem Preis von 300 Euro recht kostspielig. Als A8 mit achtfachem Tuner kostet sie sogar 600 Euro.

## Einspeisung

An der Bedienoberfläche hat sich bei FritzOS 7 in Sachen TV-Empfang wenig verändert. Im Menü muss man unter dem Punkt DVB-C zunächst einen Suchlauf starten. Die Fritzbox scannt den gesamten Frequenzbereich und zählt die gefundenen Free-TV-Kanäle hoch. Die resultierende Senderliste wird getrennt in SD- und HD-Kanäle mit Senderlogos angezeigt und lässt sich auch als M3U-Playlist abrufen. Diese „Wiedergabelisten“ ent-

**Netzwerk-Tuner mit CI-Schacht ermöglichen auch das unverschlüsselte Verteilen von Pay-TV.**



halten RTSP-Links, über die Abspielsoftware die Programm-Streams abrufen kann.

Die Fritzbox bietet unter dem Menüpunkt „DVB-C, Spektrum“ auch eine Analysemöglichkeit, um Empfangsprobleme zu identifizieren. Wählt man die Option „Gefundene Sender“, lassen sich in der Frequenzübersicht Informationen zur Empfangsqualität jedes einzelnen Bouquets aufrufen. Das Untermenü „Live-TV“ wiederum zeigt an, von welchen Adressen/Geräten aus dem lokalen Netz gerade ein TV-Stream abgerufen wird.

Die Box bietet auch eine Option, die Live-TV-Einspeisung komplett abzuschalten. Ist die Leistungsfähigkeit des Kabelanschlusses durch Störstrahlung beeinträchtigt, kann die Fritzbox die freiwerdenden Ressourcen so für eine Verbesserung der Sende-/Empfangsleistung des WANs nutzen.

## TV mobil

Der größte Vorteil der Netzwerkeinspeisung dürfte in der mobilen Abrufbarkeit per WLAN liegen. Die AVM-eigene **FritzTV-App** ist für iOS und Android erhältlich, beschränkt sich aus Lizenzgründen allerdings auf die Wiedergabe von SD-TV, das bei der DVB-C-Einspeisung nach wie vor in MPEG-2 ausgestrahlt wird. Für den HD-TV-Empfang braucht es einen H.264-Decoder.

Will man an die HD-Streams herankommen, bieten sich die erwähnten Kanallisten im M3U-Format an; diese lassen sich mit Standard-Playern wie dem **VLC** oder dem nur für Android erhältlichen **MX Player** aufrufen. Die Kanalwahl ist dann nicht mehr ganz so komfortabel wie in der AVM-App.

Auch das eigentlich fürs TV-Gerät optimierte Media-Center **Kodi** macht auf Mobilgeräten eine gute Figur. Der IPTV-

## Verwandtschaftsverhältnisse

Sat-IP setzt weitgehend auf UPnP auf. Obwohl der Standard für den Sat-Empfang spezifiziert ist, lässt er sich auch für die DVB-C-Einspeisung nutzen.

	Sat-IP	DLNA
Medienformat	nur TS	verschiedene Formate
Transport		HTTP 1.0/1.1 oder RTP
Darstellung		HTML
Eventing		GENA
Kontrolle	RTSP oder HTTP	SOAP
Beschreibung		XML
Erkennung		SSDP
Adressierung		DHCP/Auto-IP
Netzwerk-Stack		IP UPnP



Kabel-Fritzbox und Fritz Repeater DVB-C legen Kanallisten für frei empfängbare HD- und SD-Sender im M3U-Format an.

Simple-Client ist hier nach wie vor das TV-Plug-in der Wahl. Einmal aktiviert, bindet es das Live-TV auf der Bedienoberfläche ein. Auch der IPTV-Simple-Client arbeitet mit den von der Fritzbox erstellten M3U-Listen.

Am Notebook lässt sich der TV-Strom ebenfalls per Kodi oder VLC auffangen. Die Einrichtung unterscheidet sich nicht von der unter den mobilen Betriebssystemen. Auf Windows-Rechnern kann man alternativ auch die GE-Version des **DVB-Viewers** (20 Euro) einsetzen. Die TV-Software versteht sich auch auf den IPTV-Empfang und bietet besonders viele Einstellungsmöglichkeiten, wenn es um die Dekodierung von Video- und Audioströmen geht. Sie lässt sich auch zum automatischen Aufzeichnen von Sendungen am PC einsetzen.

### Dritt-, Zweit-, Erst-TV

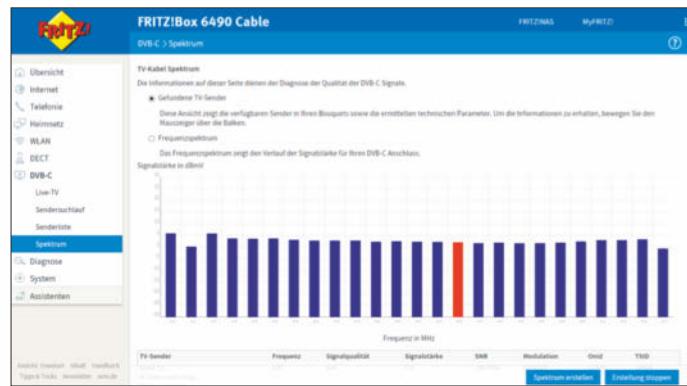
Es gibt unterschiedliche Wege, um den IP-Datenstrom auf den Fernseher zu bringen. Einer der günstigsten ist der Kauf eines FireTV-Sticks. Amazon bietet seinen HDMI-Sticks mit WLAN in der Full-HD-Version für 40 Euro an, zu diversen Gelegenheiten kann man ihn als Aktionsware für 30 Euro ergattern.

Als TV-App nutzt man am besten den **Dreamplayer TV für Fritzbox**. Die App ist für den großen Screen und die Bedienung

mit der FireTV-Fernbedienung optimiert und kostet 5 Euro. Wer etwas nachhilft, kann stattdessen auch Kodi auf dem Stick installieren, man muss allerdings den Umweg über eine Filemanager-App gehen, um die Anwendung per Sideload auf den Stick zu hieven.

Bei den vorkonfigurierten Sat-IP-Clients ist die Auswahl leider nicht so groß, denn längst nicht jeder Sat-IP-Client lässt sich auch mit einer Kabel-Fritzbox betreiben. Weder die kleine IP-Box Humax H1 noch die mächtige Dreambox mit Sat-IP-Plug-in ließ sich zum Zusammenspiel mit der Fritzbox bewegen. Beide Geräte scannen offenbar feste Frequenzbänder ab – allerdings nur im Satellitenbereich. Deutlich besser funktioniert die Zusammenarbeit mit einem netzwerkfähigen Fernseher von Panasonic. Der Hersteller bewirbt seine IPTV-Client-fähigen TV-Geräte und -Recorder als Quad-Tuner-Modelle, die TV-Signale via DVB-T2, -S2, -C und IP empfangen.

Unser Panasonic-TV kam bei der Neuerichtung im c't-Labor problemlos mit dem Sat-IP-Server einer Fritzbox 6590 zurecht. Der Server ließ sich als Hauptempfangsweg des Fernsehers einrichten, die Verbindung erfolgt per WLAN oder LAN. Der auf der Box über den Fernseher angestoßene Suchlauf fördert auf Wunsch sogar Pay-TV-Sender zu Tage.



Mit Hilfe des DVB-C-Spektrums lassen sich Empfangsprobleme einzelner DVB-C-Bouquets leicht identifizieren.

Mit einem CI+-Modul und einer Smartcard ausgestattet, empfing das TV-Gerät auch verschlüsseltes Fernsehen.

Die Integration des Netzwerktuners bei Panasonic ist vorbildlich gelöst, denn sie unterscheidet sich nicht von der eines beliebigen anderen Empfangswegs. Das Gerät bereitet sogar EPG-Daten korrekt auf und ergänzt den jeweiligen IP-TV-Sender mit den passenden HDTV-Angeboten. Einziger Pferdefuß: Panasonic bietet aktuell nur noch TVs mit IP-Single-Tuner an. Wer einen Netzwerk-Dual-Tuner möchte, muss zu älteren Panasonic-TVs aus dem Jahre 2014 greifen. Das aktuell kleinste IP-fähige Modell beginnt bei einer Diagonale von 24 Zoll – ein kleiner Fernseher mit WLAN-Empfang eignet sich perfekt als Zweit- oder Drittgerät.

### Fazit

Wer schon eine Kabelbox von AVM besitzt, kann sich über das Update von FritzOS 7 freuen. Beim TV-Empfang auf Smartphone, Tablet oder PC hat sich zwar wenig getan, dafür lässt sich die Box einfacher als zuvor als TV-Quelle für den Zweit- oder Drittfernseher einsetzen. Per WLAN mit dem Router verbunden, kann man vernetzte TV-Geräte besonders flexibel im Haus positionieren.

(sha@ct.de)

## Sat-IP im Kabel

Produkt	Fritzbox 6490	Fritzbox 6590	Repeater DVB-C	Octopus NET	Octopus NET	Dreamplayer	Dreamplayer TV	DVB Viewer GE	Quad-Tuner-TV	FritzTV	Kodi	VLC
Zweck	Router mit 4 × DVB-C-Einspeisung	Router mit 4 × DVB-C-Einspeisung	Repeater mit 2 × DVB-C-Einspeisung	Netzwerktauner mit 2 × DVB-C-Einspeisung	Netzwerktauner mit 8 × DVB-C-Einspeisung	Netzwerk-TV-App	Netzwerk-TV-App für Fire OS	TV-Software für Windows	TV mit integriertem TV-IP-Client	Netzwerk-TV-App	TV-Software IPTV-Client	Videoplayer mit M3U-Unterstützung
Hersteller	AVM	AVM	AVM	Digital Devices	Digital Devices	Christian Fees	Christian Fees	Bernd Hackbart	Panasonic	AVM	XBMC Foundation	VideoLAN
Preis	170 €	220 €	70 €	300 €	600 €	5 €	5 €	20 €	ab 300 €	gratis	gratis	gratis

# Alles aus einer Hand

Homepages, Apps, SEO, Google AdWords™, Social Media, Bannerkampagnen, Verzeichnismedien und vieles mehr.



## Profi-Konzepte für Ihren regionalen Werbeauftritt.

Heise RegioConcept – umfassende Beratung und Full Service. So präsentieren Sie sich optimal bei Ihrem Kunden und Interessenten vor Ort. Rufen Sie uns an: 0511 80 90 89 43.

Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.



Heise RegioConcept

[www.heise-regioconcept.de](http://www.heise-regioconcept.de)



# Fühlmäuse

## Sechs innovative, ergonomische Alternativen zur Computermaus

**Normale Mäuse sind nicht besonders ergonomisch, die in dieser Hinsicht besseren Vertikalmäuse nicht jedermann's Geschmack. Doch es gibt andere Lösungen: Vom Rollband über einen Stift bis hin zum Touchpad haben wir uns Alternativen zur klassischen Maus angesehen. Drei liegen zentral vor der Tastatur, drei daneben. Alle sechs sind originell und ergonomisch.**

**Von Julius Beineke**

Ergonomie am Arbeitsplatz ist und bleibt wichtig – entweder weil man bereits Beschwerden oder körperliche Einschränkungen hat oder weil man diesen vorbeugen möchte. Vertikalmäuse, auch Hochkantmäuse genannt, können ein Lösungsweg sein. Sechs davon haben wir erst vor Kurzem getestet [1].

Sie benutzt man links oder rechts der Tastatur. Je nach deren Breite sind dafür mehr oder weniger weite Hand- und Armbewegungen vonnöten, um die Maus zu bewegen und mit der Hand auf die Tastatur oder zurückzuwechseln. Bei klassischen Mäusen bleibt hierbei auch die Verdrehung des Unterarms bestehen, wenn man die Hand horizontal auf die Maus legt. Da gibt es bessere Lösungen.

Wir haben sechs Geräte ausprobiert, von denen man drei zentral vor der Tastatur positioniert, sodass man sie mit links und rechts bedienen kann: Contours RollerMouse Red plus mit verschiebbarer Rolle, den laufbandartigen MouseTrapper Advance 2.0 und das Protouch von Sunflex, ein Multitouch-Touchpad.

Die anderen drei Kandidaten benutzt man einer klassischen Maus ähnlich mit einer Hand neben der Tastatur: die HandShoe Mouse von Hippus, auf der die gesamte Hand aufliegt, Logitechs kugeliger Klassiker Trackball Marble und die Stiftmaus R2 Wireless von Penclic.

### Ergonomie neben der Tastatur

Ein verdrehter Unterarm ist auch bei der HandShoe Mouse nicht komplett zu vermeiden, jedoch liegt hier die Hand inklusive Daumen, kleinem Finger und Handgelenk auf der Maus auf. Das Gelenk knickt nicht ab, was Karpaltunnelentzündungen vorbeugt. Eingewöhnen muss man sich hier kaum. Unpraktisch: Aufgrund der kantenlosen Bauweise ist es schwierig, die Maus während des Gebrauchs hochzuheben und umzusetzen.

Ergonomischer geht es mit der Penclic R2 Wireless zu, die man – der Name verräts – wie einen Stift nur mit den Fin-

gern führt. So vermeidet man nicht nur eine Verdrehung im Unterarm, sondern kann Haltung und Winkel auch ganz den eigenen Vorlieben und Umständen anpassen. Außerdem werden wieder Bewegungen minimiert, was der Schulter des Mausarms zugute kommt. Für Anwender, die aufgrund körperlicher Einschränkungen keine Stifte halten können, ist auch die Penclic unbedienbar.

Ganz individuell positionieren lässt sich der Trackman Marble von Logitech. Die Maus steht fest auf dem Tisch, man dreht mit den Fingern eine Kugel, deren Bewegungen ein Sensor registriert. Daher stellt man sie problemlos auch vor die Tastatur, was den Weg von der einen zur anderen verkürzt und einen verdrehten Unterarm vermeidet. Das längliche, symmetrische Design verhindert außerdem das Abknicken des Handgelenks und macht die Kugelmaus auch für Linkshänder zu einer Ergonomie-Option.

### Ergonomie vor der Tastatur

Möchte oder kann man Mäuse aufgrund körperlicher Einschränkungen nicht neben der Tastatur nutzen, stellen mittig davor positionierte Geräte eine gute Alternative dar. Aus ergonomischer Sicht sind solche Mittelmäuse auch präventiv äußerst sinnvoll: Nur noch die Finger müssen von der Tastatur zur Maus wechseln, die bei normalen Mäusen übliche Handgelenkverdrehung bleibt aus und Handauflagen mit Polstern sind direkt mit an Bord.

Das ProTouch von Sunflex bedient sich ähnlich wie ein Notebook-Touchpad und beherrscht Multitouch-Funktionen wie Zwei-Finger-Streichen und Pinch-Gesten. Touch-Eingabe ist besonders für Benutzer von Vorteil, die eingeschränkten Bewegungsumfang oder wenig Muskelkraft in Armen und Händen haben. Das Gerät hat jedoch eine alte Touchpad-Krankheit: Oft löst man beim Tippen auf der Tastatur ungewollt Klicks, Scrolls und andere Eingaben aus, weil man versehentlich mit Daumen oder Handballen auf das Pad stupst. Zudem setzt der Mauszeiger immer mal wieder aus.

Geräte mit physischer Bedienung wie der MouseTrapper Advance 2.0 lassen sich da störungssämer nutzen. Er handhabt sich wie ein Touchpad, in Wirklichkeit schiebt man aber mit dem Finger eine Art Laufband in zwei Dimensionen hin und her. Drücken auf das Rollband löst Linksklicks aus, einfaches Antippen nicht, was versehentliche Eingaben reduziert.

## Barrierefreiheit: Ergonomische Eingabegeräte vom Arbeitgeber bezahlen lassen

Wie bei Vertikalmäusen gilt bei den hier getesteten, oft noch teureren Kandidaten, dass schwerbehinderte Arbeitnehmer gemäß § 29 SGB I und § 49 SGB IX Anspruch auf Hilfen am Arbeitsplatz haben. Behinderungsgerechte Mäuse und Tastaturen schließt das ausdrücklich ein. Ansprechpartner für Arbeitnehmer sind, sofern vorhanden, Schwerbehindertenvertretung, Integrationsbeauftragte oder der Arbeitgeber direkt. Auch der

berufene Betriebsarzt sowie der Betriebsrat können hier helfen und entsprechende Empfehlungen oder Richtlinien im Sinne der Mitarbeiter formulieren.

Arbeitgeber wenden sich wiederum an das zuständige Integrationsamt. Gemäß § 50 SGB IX können sie Leistungen zur Anschaffung der Hilfsmittel beantragen. Das lohnt sich bei den oft hohen Preisen ergonomischer Eingabegeräte.

Klicks benötigen ein wenig Kraft, dafür aber weniger Feingefühl. Damit negiert es die meisten Probleme, die viele Benutzer an Touchpads stören. Einziges Ergonomie-Manko: Der Pad-Bereich ist recht klein, die darunterliegende Rolle stößt relativ schnell gegen die Enden ihrer Aufhängung, sodass man häufig umgreifen muss.

Bei der Rollermouse Red plus geschieht das wesentlich seltener. Statt mit einer laufbandartigen Mechanik bewegt man den Mauszeiger hier mithilfe einer klickbaren, seitlich verschiebbaren Rolle. Stellt man die Cursorempfindlichkeit entsprechend hoch ein und verfügt man über genug Feingefühl, bedient man sie ohne Probleme nur mit dem Daumen. Da die Rolle direkt vor der Leertaste liegt, muss man die Hände nur selten von der Tastatur nehmen. Zusätzlich ergonomisch ist die einstellbare Härte des Mausklicks auf der Rolle.

### Ausstattung und Verarbeitung

In Sachen Optik und Verarbeitung machen das ProTouch und die kabellose Roller-Mouse mit ihren Alu-Gehäusen und Handauflagen in Lederoptik die beste Figur auf dem Tisch. Bonuspunkte bekommen sie auch für die Zusatztasten für Doppelklick, Copy und Paste – das ProTouch außerdem für die Multitouch-Features.

Der ebenfalls teure Mousetrapper ist für den hohen Preis etwas zu klappig, was teilweise aber auch schlicht der Rollband-Mechanik mit vielen beweglichen Teilen anzulasten ist. Zusatztasten erfreuen auch hier, sind aber gewöhnungsbedürftig platziert. Die Scrollmechanik ist interessant, könnte jedoch zuverlässiger funktionieren.

Obwohl das günstigste Gerät im Test, fällt Logitechs Trackman Marble durch solide Verarbeitung positiv auf. Das fehlende Mausrad stört massiv, mit dem Skript Mouse Wheel Emulator (siehe ct.de/ybhh) umgeht man das Problem jedoch. Dafür braucht man jedoch drei Finger und Feingefühl: Man muss zwei Maustasten gleichzeitig gedrückt halten und mit der Kugel scrollen.

Wie der Mousetrapper fühlt sich die Penclic R2 aufgrund der vielen beweglichen Teilen klappig an. Die Mechanik funktioniert jedoch ohne Probleme. Aufgrund der wackeligen Bauweise und des geringen Gewichts schmeißt man das hohe Gerät beim Wechsel von Tastatur zur Maus häufig um. Das Kugelgelenk macht nicht den Eindruck, viele Unfälle auszuhalten; das ungewöhnlich positionierte Mausrad und der manchmal aussetzende



Originell, ergonomisch, wackelig: Das Kugelgelenk der Penclic erlaubt individuelle Handpositionen bei der Bedienung.

# Neben der Tastatur



## Hippus HandShoe Mouse

Die HandShoe Mouse ist im Wesentlichen eine klassische, kabellose Computermaus. Sie ist für Links- und Rechtshänder, in vier verschiedenen Größen und alternativ auch kabelgebunden erhältlich.

Die Hand liegt komplett auf der HandShoe Mouse – inklusive Daumen und Handgelenk. So schleift nichts auf dem Tisch. Achtet man beim Kauf darauf, die persönlich passende Variante zu nehmen, schmiegt sich die Maus nahezu perfekt an die Hand und man muss auch das Handgelenk nicht abknicken wie bei vielen anderen Mäusen. Das ist angenehm und beugt dem Karpaltunnelsyndrom vor. Anders als bei Hochkantmäusen liegt die Hand hier allerdings kaum aufgerichtet, sodass man den Unterarm leicht verdrehen muss, um sie zu bedienen. Das könnte ergonomischer sein.

Ansonsten sind nur zwei Maustasten und ein klickbares Mausrad an Bord. Im Test spann der Sensor auf einem glatten, hellen Tisch immer mal wieder, sodass sich der Cursor auf dem Bildschirm nicht bewegen ließ – ein Mauspad schafft hier Abhilfe.

Neben dem Sensor finden sich auf der Unterseite ein An-/Ausschalter und ein Slot für den beiliegenden Funk-Dongle. Ein Ladekabel liegt ebenfalls bei, ist jedoch fummelig in die Maus einzustöpseln. Der hohe Preis für die mäßig verarbeitete HandShoe Mouse rechtfertigt sich wenn überhaupt nur durch die Auswahl bei den Varianten.

- ⬆️ Hand liegt komplett auf
  - ⬆️ in vielen Varianten erhältlich
  - ➡️ Unterarm verdreht
  - ➡️ leidlich verarbeitet
- Preis: 130 Euro



## Logitech Trackman Marble

Logitechs Trackman Marble ist eine symmetrische Maus, auf der man den Mauscursor per Kugel mit dem Zeigefinger bedient. Daumen und Ringfinger übernehmen die Maustasten – neben linker und rechter gibt es je eine für Vor und Zurück.

Ohne Zusatzmittel kann man mit dem Gerät nicht scrollen. Das Skript Mouse Wheel Emulator löst das Problem: Läuft es im Hintergrund, wird die Kugel zum Scrollrad, hält man linke und rechte Maustaste gleichzeitig gedrückt. Das braucht drei Finger, Feingefühl und gutes Timing. Ein Klick auf beide Tasten gleichzeitig löst einen Mausradclick aus. Linkshänder, die die Tastenbelegung ihres Trackmans umkehren, müssen auch das Skript entsprechend anpassen.

Dass man das Gerät nicht über den Tisch schiebt und es nur mit den Fingern bedient, minimiert die nötigen Bewegungen. Die Form sorgt außerdem dafür, dass das Handgelenk mit auf dem Gerät liegt und nicht abknickt.

Will man den Trackman neben der Tastatur benutzen, verdreht man dabei auch wieder den Unterarm. Da man kaum Bewegungsspielraum braucht, kann man ihn aber auch ergonomischer positionieren – beispielsweise zwischen Tastatur und Anwender.

Ansonsten ist der Trackman Marble schlicht, stabil, kabelgebunden und vor allem günstig. In Situationen, in denen man mit dem Cursor genau zielen muss, können die gerade mal 300 dpi Auflösung des Sensors stören.

- ⬆️ sehr günstig
  - ⬆️ individuell positionierbar
  - ➡️ Scrollen nur mit Zusatzsoftware
  - ➡️ nur 300 dpi
- Preis: 40 Euro



## Penclic R2 Wireless

Die Penclic R2 Wireless führt man wie einen Stift – eine Maus mit optischem Sensor ist durch ein Kugelgelenk mit diesem Stift verbunden. Konzentriert man sich auf die Stift-Handhabe, erleichtert das die Eingewöhnung massiv. Die individuell richtige Halteposition zu finden dauert eine Weile.

Am Stift sitzen eine normale Maustaste und zwei Kippschalter. Der für den Zeigefinger löst Rechts- und Mittelklick, der für den Daumen Vor und Zurück aus. Seltsam ist die Lage des nicht klickbaren Mausrads auf dem unteren Part der Penclic. Je nach Handgröße und Haltung muss man umgreifen, um es zu erreichen.

An der Unterseite des Mausgehäuses befinden sich der Sensor, der Ein-/Ausschalter, das Fach für den mitgelieferten AAA-Akku sowie ein Knopf, mit dem man zwischen 800, 1200 und 1600 dpi wählt. Ab 1200 dpi bedient man die Penclic bequem und ergonomisch nur aus den Fingern heraus. Eine USB-Buchse zum Aufladen des Akkus befindet sich an der Vorderseite. Ein USB-Funk-Dongle liegt bei.

Aufgrund der Höhe und des geringen Gewichts schmeißt man die Penclic leicht um, wechselt man von der Tastatur zur Maus. Außerdem funktionierten bei uns Linksklicks nicht immer zuverlässig. Für Linkshänder ist die R2 nur bedingt nutzbar. Mit der Penclic R3 gibt es jedoch auch eine etwas teurere, symmetrische Alternative mit zentralem, klickbarem Mausrad – dafür mit nur drei Tasten.

- ⬆️ leicht und günstig
  - ⬆️ eingängige Bedienung
  - ➡️ fällt leicht um
  - ➡️ Mausrad unpraktisch positioniert
- Preis: 60 Euro

# Vor der Tastatur



## Contour Rollermouse Red plus

Auf der Rollermouse Red plus gibt man Mausbefehle mit einer klick- und verschiebbaren Rolle ein, die an einer Leiste befestigt vor der Tastatur liegt. Hier sitzen auch weitere Tasten und ein Mausrad. Per Funk verbindet man das Gerät mit dem Rechner.

Die Rolle ist leichtgängig und lässt sich mit dem Daumen bedienen, während die übrigen Finger auf der Tastatur liegen. Die jeweils andere Hand übernimmt die restlichen Tasten: Links-, Rechts- und Doppelklick, Mausrad sowie Tasten für Kopieren und Einfügen. Hinzu kommt ein DPI-Schalter, der auch die Härte des Klicks auf der Rolle einstellt.

Mit dabei sind Auflagen für Tastaturen, mit denen man diese höher legt. Mit ihnen verbindet man außerdem Tastatur und Rollermouse und bewegt sie so einigermaßen gut als Einheit.

Sich auf die ungewohnte Handhabe einzustellen, dauert eine Weile. Dass man nicht die Hände von der Tastatur nehmen muss, um die Maus zu erreichen, minimiert Bewegungen und sorgt dafür, dass man fast unweigerlich gerade vor der Tastatur sitzt.

Die Rollermouse überzeugt durch hochwertige Verarbeitung und die gezwungenermaßen ergonomische Sitzposition. Ohne Umweg zwischen Klicken und Tippen zu wechseln ist großartig. Manko ist die lange Eingewöhnungsphase. Außerdem stößt die Rolle manchmal an die Enden der Führung, wodurch der Mauszeiger hakt.

- ⬆ fördert ergonomisches Sitzen
  - ⬆ viele Ergonomie-Features
  - ⬇ lange Eingewöhnung
  - ⬇ sehr teuer
- Preis: 300 Euro



## MouseTrapper Advance 2.0

Der MouseTrapper 2.0 liegt zentral vor der Tastatur, die man auf eine fest verbundene Gummimatte stellt und so die zwei Geräte lose verbindet. Durch die zentrale Position sitzt man gezwungenermaßen ergonomisch gerade am Tisch. Den Mauszeiger bewegt man mit einem verschiebbaren Rollband, Drücken darauf löst einen Linksklick aus. Mit etwas Übung bedient man es per Daumen, während die übrigen Finger auf der Tastatur liegen. Ein USB-Kabel verbindet das Gerät mit PC oder Mac.

Legt man einen Finger an den rechten Rand der Bedienfläche und bewegt das Rollband auf und ab, scrollt man wie mit einem Mausrad vertikal – und manchmal unfreiwillig. Alternativ scrollt man mit zwei der sechs Extratasten neben dem Rollband, die man mithilfe der MT-Keys-Software auch anders belegt. Hier verändert man auch die Auflösung zwischen 400 und 1500 dpi.

Der Bewegungsumfang des Rollbands ist eingeschränkt. Ist die Cursorempfindlichkeit unter 700 dpi eingestellt, eckt man mit dem Band oft an der Aufhängung oder mit dem Finger am Rand der nur 8 x 5,5 Zentimeter großen Fläche an und muss umgreifen.

Die gerade Haltung, die man am MouseTrapper Advance 2.0 einnimmt, ist ergonomisch. Der hohe Rand um die Bedienfläche und der manchmal spinnende oder festhängende Mauszeiger stören allerdings auch nach längerer Eingewöhnung. Außerdem wirkt das Gerät klapprig, was aber schlicht an den vielen beweglichen Teilen liegt.

- ⬆ fördert ergonomisches Sitzen
  - ⬆ Bedienung haptisch angenehm
  - ⬇ Mauszeiger spinnt manchmal
  - ⬇ sehr teuer
- Preis: 280 Euro



## Sunflex Protouch

Mit dem ProTouch von Sunflex holt man sich Notebook-Feeling an den PC. Das ist Geschmackssache – dieses Touchpad fördert jedoch eine ergonomische, aufrechte Haltung am Tisch. Das Gerät liegt mittig vor der Tastatur. Dadurch ist es problemlos mit links bedienbar und der Weg von der Tastatur zum Pad ist kurz.

Mit Alu-Gehäuse, Handpolstern in Lederoptik und insgesamt guter Verarbeitung sieht das ProTouch schick aus. Dank Gummistopppern steht es rutschfrei, via USB verbindet man es mit dem Rechner – das Kabel dürfte etwas länger sein.

Das Touchpad selbst ist mit 10,5 x 6,5 Zentimetern angenehm groß und entspricht in etwa Pads aktueller Notebooks. Es erlaubt Multitouch-Funktionen: Rechtsklicks löst man per Tipp mit zwei Fingern aus; streicht man so darüber, scrollt man. Mit Pinch-Gesten zoomt man, jedoch hakelig. Darauf hinaus lassen sich Links-, Rechts- und Doppelklick auch mithilfe zusätzlicher Tasten auslösen. Praktisch: zwei Tasten für Kopieren und Einfügen. Die liegen jedoch zwischen Pad und den restlichen Maustasten – gewöhnungsbedürftig.

Größtes Manko mag für viele die Touchpad-Bedienung des ProTouch sein. Stört man sich weder daran noch am Preis, bekommt man eine schicke, ergonomische Alternative zur Computermaus. Die Multitouch-Gesten sind ein netter Bonus, könnten aber reibungsloser funktionieren.

- ⬆ fördert ergonomisches Sitzen
  - ⬆ praktische Multitouch-Features
  - ⬇ Touchpad-Bedienung
  - ⬇ teuer
- Preis: 200 Euro



Das Rollband des Mousetrappers ähnelt einem Touchpad. Steuerung und Klicks sind jedoch mechanisch. Bewegt man es am rechten Pad-Rand auf und ab, scrollt man vertikal.

Linksklick können nerven, sind aber verkraftbar.

Die HandShoe Mouse bietet außer linker und rechter Maustaste sowie klickbarem Mausrad keine weiteren Features. Das flache Plastikgehäuse ist an sich zwar nicht klapprig, die Öffnung für den USB-Anschluss lässt jedoch einiges zu wünschen übrig. Die Buchse sitzt darin so weit nach hinten versetzt, dass das Anschließen des Ladekabels sehr fummelig ist. Außerdem ist zu den Seiten eine Menge überflüssiger

Platz. Man blickt durch das Loch direkt auf die Platine – die ist so eher leidlich vor Dreck und verschüttetem Kaffee geschützt.

## Fazit

Für 300 Euro bekommt man kein besseres, ergonomischeres, hochwertigeres und interessanteres Mauseingabegerät als die RollerMouse Red plus. Die vielen Vorteile rechtfertigen den knackigen Preis. Die Rolle kann man so umfangreich einstellen, dass sie auch mit Einschränkungen bei Mobilität, Muskelkraft oder Feingefühl gut bedienbar ist.

Sparfuchs greifen stattdessen zum Preis/Leistungs-Sieger: Logitechs Trackman Marble. Die Kugelmaus ist vielseitig und mit beiden Händen einsetzbar und lässt sich ganz nach Bedarf und Vorliebe positionieren. Nur 300 dpi Auflösung machen Präzision mit dem Mauszeiger zwar schwierig, für 40 Euro macht man hier aber nichts falsch.

Zwischen den Stühlen hängen ProTouch, Mousetrapper und Penclic. Deren Stift-Handhabe ist nicht für jedermann, kann aber genau das Richtige sein – erst recht, wenn andere Lösungen aufgrund körperlicher Einschränkungen keine Option sind. Für 60 Euro ist sie einen Blick wert.

Das ProTouch ist und bleibt ein Touchpad. Wem das Prinzip zusagt, der mag auch mit dem ProTouch etwas anfangen können. Für 200 Euro ist es die günstigste Mittelmaus im Test und dabei klasse verarbeitet. Hat man Probleme mit feinfühligen Bewegungen, ist es allerdings schwer zu bedienen.

Der Mousetrapper ist dann eine bessere Wahl, mit 280 Euro allerdings sehr teuer. Er enttäuscht zwar weder bei Ergonomie, Verarbeitung noch Ausstattung. Für nur ein paar Euro mehr bekommt man allerdings auch unseren Favoriten, die Rollermouse Red.

Weniger empfehlen können wir die für ihre leidliche Verarbeitung mit 130 Euro zu teure HandShoe Mouse. Auch ergonomisch hat sie im Vergleich weniger zu bieten – sogar weniger als die zwei günstigeren Geräte. (jube@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Julius Beineke, Der rechte Klickwinkel, Ergonomische Hochkantmäuse im Vergleich, ct 25/2018, S. 132

**Scroll-Skript für Trackball Marble:**  
[ct.de/ybhh](http://ct.de/ybhh)

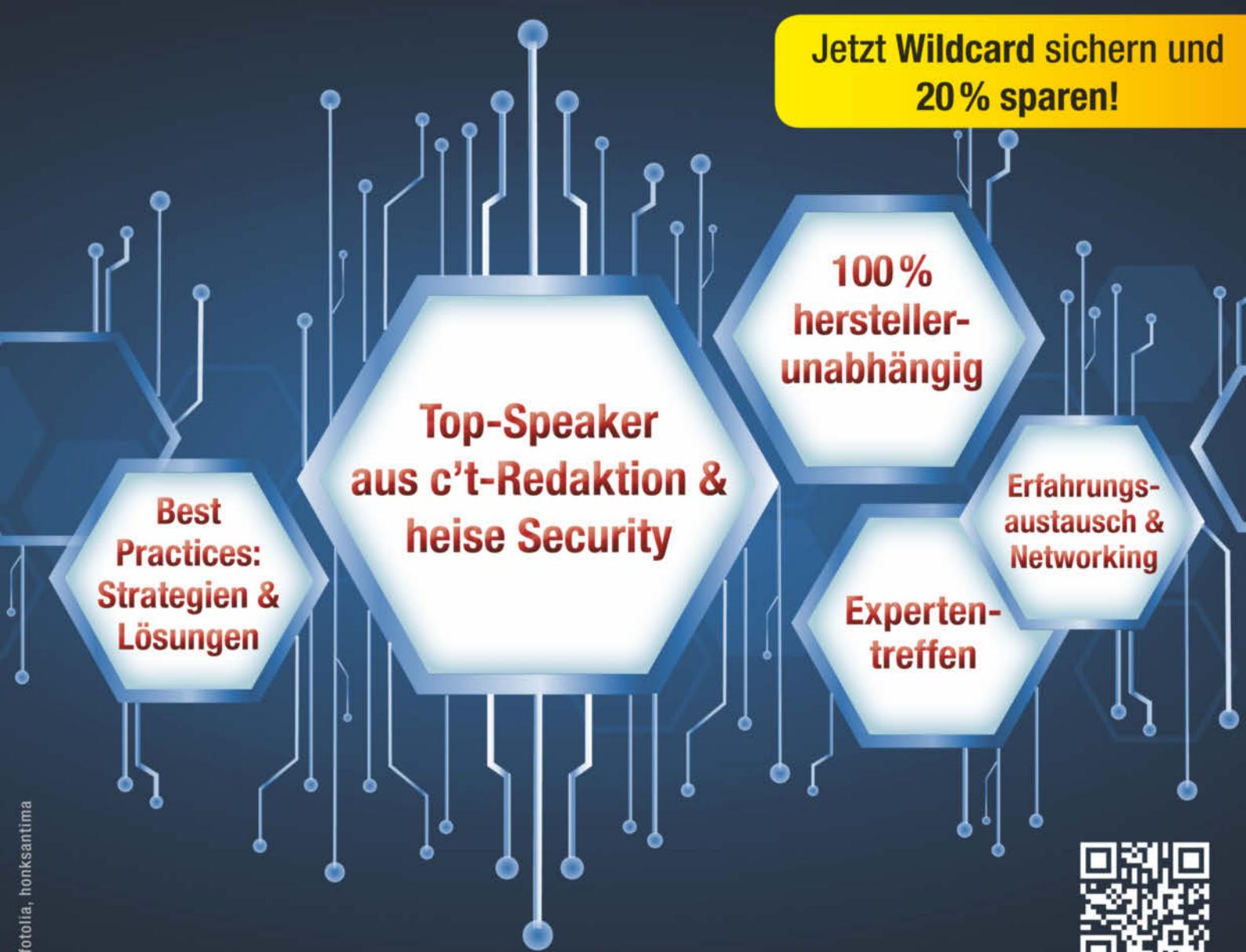
## Ergonomische Mausalternativen

Produkt	Neben der Tastatur			Vor der Tastatur		
	HandShoe Mouse	Trackman Marble	R2 Wireless	Rollermouse RED Plus Wireless	Advance 2.0	ProTouch
Hersteller	Hippus, handshoemouse.com	Logitech, logitech.com	Penclic, penclic.se	Contour, rollermouse-red.de	MouseTrapper, mousetrapper.com	Sunflex, sun-flex.com
Betriebssysteme	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux (Mouse Wheel Emulator Software nur für Windows)	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux (MTKeys Software nur für Windows und Mac)	Windows, macOS, Linux
Verbindungstyp	2,4-GHz-Funk ( proprietär), USB	USB	2,4-GHz-Funk ( proprietär)	2,4-GHz-Funk ( proprietär), USB	USB	USB
auch für Linkshänder	separates Linkshändermodell erhältlich	✓	symmetrische Variante erhältlich	✓	✓	✓
verschiedene Größen	extraklein (bis 155 mm Handlänge), klein (155-175 mm Handlänge), mittel (175-195 mm Handlänge), groß (195-215 mm Handlänge)	–	–	Variante mit kleinerer Handauflage erhältlich	–	–
Sensorauflösung (dpi)	1200	300	800, 1200, 1600	800, 1000, 1200, 1600, 2400	2000	–
Tastenanzahl	3	4	5 (+ DPI-Schalter)	6 (+ DPI-Schalter)	6	5
programmierbare Tasten	–	–	–	✓	✓	–
Gewicht (g)	215	155	46 (mit AAA-Batterie)	885	675	685
Kabellänge (cm)	160	180	80 (Ladekabel)	200	180	140
<b>Bewertung</b>						
Verarbeitung	⊖	⊕	○	⊕⊕	○	⊕⊕
Ausstattung	○	○	○	⊕	⊕	⊕
Ergonomie	○	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕
Preis/Leistung	○	⊕⊕	⊕	⊕	○	⊕
Preis	130 €	40 €	60 €	300 €	280 €	200 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden
k. A. keine Angabe						

# Wissen schützt

30. April, Berlin • 7. Mai, Salzburg • 9. Mai, Wien • 14. Mai, Hamburg • 16. Mai, Köln

Jetzt Wildcard sichern und  
20% sparen!



Top-Speaker  
aus c't-Redaktion &  
heise Security

Best  
Practices:  
Strategien &  
Lösungen

100 %  
hersteller-  
unabhängig

Erfahrungs-  
austausch &  
Networking

Expertentreffen



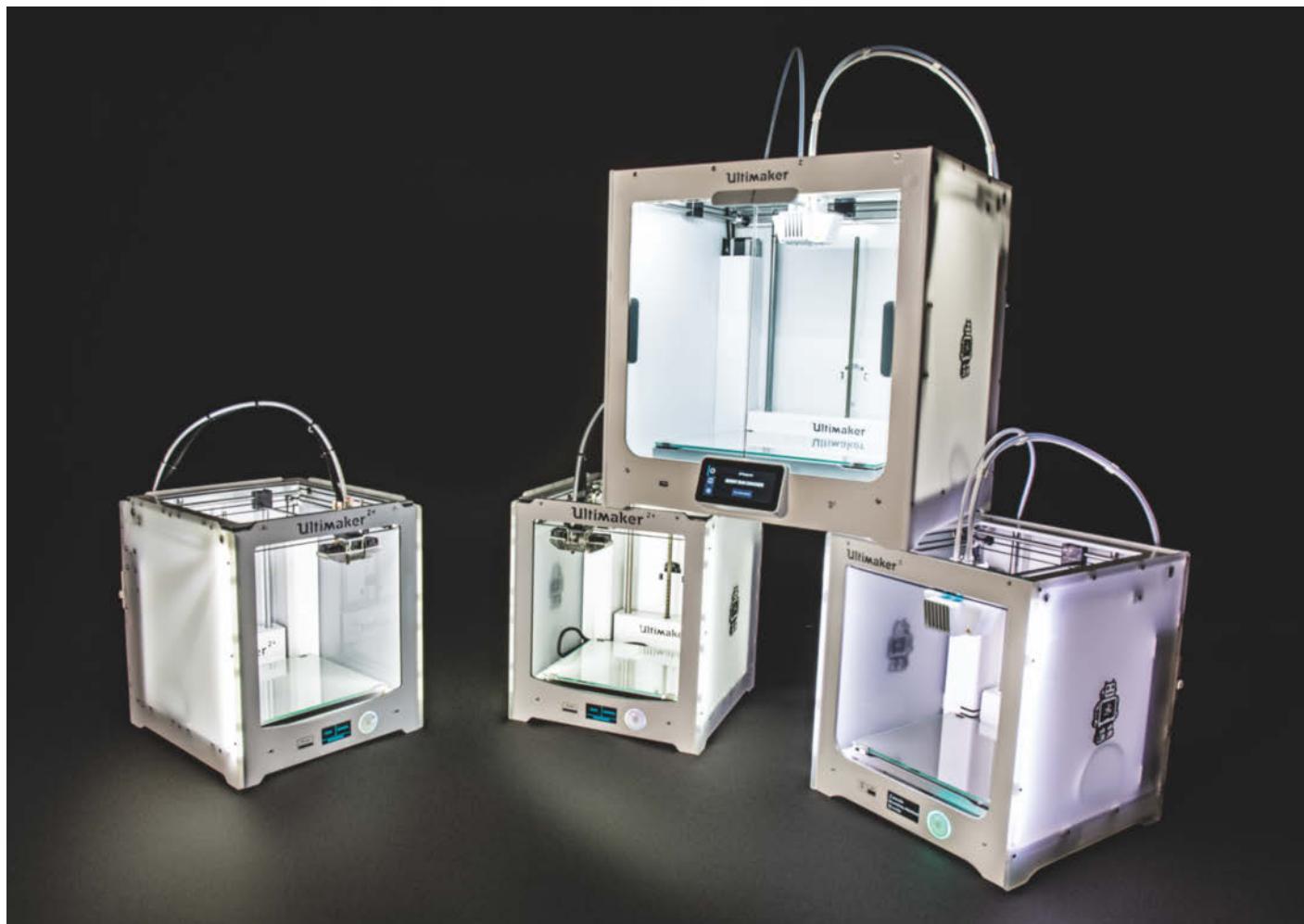
[www.heisec.de/tour](http://www.heisec.de/tour)

Eine Veranstaltung von:

heise  
Security

Organisiert von:

heise  
Events  
Conferences, Seminars, Workshops



# Ultimaker gegen seine Klonen

**3D-Drucker nach dem Ultimaker-Prinzip schon ab 350 Euro**

**Ultimaker stellt verlässliche 3D-Drucker her, die saubere Drucke in hoher Auflösung produzieren. Chinesische Hersteller bauen sie deshalb gerne nach – nur eben viel billiger. Im c't-Labor mussten sich die Originale gegen die Klonen beweisen.**

**Von Pina Merkert**

Die Architektur aller Ultimaker ist frei für jedermann zugänglich (Open Hardware). Privatleute und Firmen dürfen die Drucker einfach nachbauen, ohne Lizenzgebühren an den niederländischen Hersteller abführen zu müssen. Insbesondere da es kein Patent auf das Konstruktionsprinzip mit kreuzenden Wellen gibt, bauen auch chinesische Hersteller 3D-Drucker, die die gleiche Idee nutzen. Das Prinzip erlaubt schnelle Drucke, schwungsgarm mit hoher Präzision, auch bei

großen Objekten. Ultimaker veröffentlicht zwar Baupläne und CAD-Dateien, nicht aber die Liste ihrer Zulieferer. Deswegen garantiert nur ein echter Ultimaker die Qualität des Originals. Außerdem gibt es erhebliche Unterschiede beim Support. Wir wollten wissen, wie gut die China-Drucker im Vergleich zu den Originalen abschneiden und haben uns Bausätze für einen optisch vom Ultimaker 2+ kaum zu unterscheidenden Nachbau für etwa 800 Dollar (mit Einfuhrumsatzsteuer sind das

etwa 835 Euro), sowie einen CL-260 aus Aluprofilen für etwa 350 Euro (mit Steuer) gekauft. Der CL-260 steht exemplarisch für verschiedene chinesische Drucker, die das Prinzip verwenden, aber auf einen möglichst geringen Preis für den Bausatz optimieren und daher viele Details anders konstruieren. Auf der Seite der Originale stehen alle drei Drucker, die Ultimaker aktuell verkauft: Der 2+ mit Olsson-Block, der 3 mit zwei Extrudern und der ganz neue S5 mit größerem Bauraum und Filament-Flow-Sensor.

## Unterschiedliche Zielgruppen

Die drei Fertigeräte von Ultimaker sind teuer: Der 2+ ist ab etwa 2200 Euro zu kriegen, der 3er kostet bereits über 3500 Euro und der S5 sprengt mit über 6500 Euro Straßenspreng mit über 6500 Euro Straßenspreng das Budget privater Maker. Für die ist er aber auch nicht gemacht. Ultimaker vermarktet den S5 explizit an Firmen und hat den Workflow auch an die Bedürfnisse von Konstrukteuren in der Industrie angepasst. So enthalten Ultimaker 3 und S5 einen Printserver, der Druckaufträge von beliebigen Rechnern im gleichen Netz annimmt. Konstrukteure verschicken Aufträge direkt aus der Slicing-Software Cura per Cura-Connect an die Drucker, die sich auch zu Pools zusammenschließen können. Ist der Bauraum leer, fangen beide Drucker selbstständig mit dem Drucken an, was in der Praxis gut funktioniert, da beide ihre Betthöhe vor jedem Druck automatisch einstellen und die Extruder mit kleinen Plastikhäufchen in den Ecken initialisieren. Bevor der nächste Druckauftrag aus der Warteschlange startet, muss ein Mensch das Objekt per Hand aus dem Bauraum entfernen (und meist etwas aufräumen und putzen) und das Entfernen bestätigen. In einer Firma mit einem Regal voller Ultimaker kann das ein einzelner Mitarbeiter machen, ohne die Konstrukteure dafür behelligen zu müssen.

Der Ultimaker 2+ arbeitet weniger vernetzt. Man kann ihn über USB mit Befehlen versorgen, dann lässt er aber die Initialisierungssequenz für den Extruder weg, sodass die Düse meist erst nach einigen gedruckten Bahn Plastik extrudiert. Offensichtlich geht Ultimaker davon aus, dass man den 2+ ganz klassisch per SD-Karte mit Druckbefehlen versorgt. Dann nämlich produziert er automatisch vor jedem Druck ein Plastikhäufchen in



Im Gegensatz zum Original hat Blurolls die Kanten der gefrästen Dibond-Platten nicht gebrochen, sodass wir uns beim Zusammenbau die Hände zerschnitten haben. Die Kugellager für die Wellen passten nur mit Gewalt. Beim Einpressen entstanden runde Risse in den Seitenwänden, die sich aber nicht negativ auf die Funktion auswirken.

der Ecke und drückt schon die erste Bahn korrekt. Das Bespielen der Karte übernimmt Cura, sodass gegenüber den netzwerkfähigen Druckern lediglich ein zusätzlicher Fußweg zwischen Konstruktions-PC und Drucker anfällt. Eine automatische Warteschlange gibt es nicht. Im Firmeneinsatz würden sich wohl die

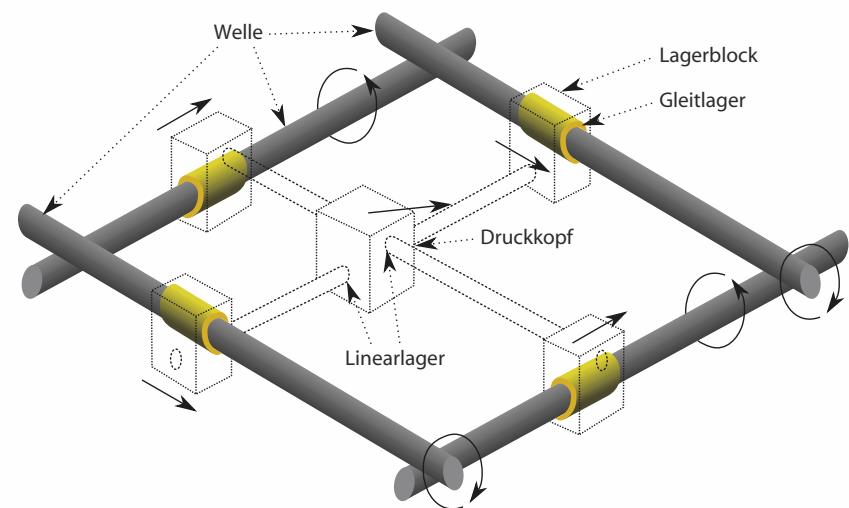
SD-Karten der Konstrukteure neben dem Drucker stapeln.

Der von uns bestellte Ultimaker 2+-Klon von Blurolls verhält sich dank identischer Firmware wie ein originaler 2+. Der Zusammenbau dauerte aber neun Stunden. Blurolls lieferte keine Anleitung mit, aber wir konnten die sehr gute Anlei-

## Ultimaker-Prinzip

Ultimaker-3D-Drucker verwenden einen raffinierten Antrieb für die X- und Y-Achse: In beide Richtungen fahren kleine Schlitzen mit Gleitlagern auf einer Welle, die gleichzeitig als Antrieb für die jeweils andere Achse dient. Die beiden Schlitzen, die sich in X-Richtung bewegen, verbindet eine geschliffene Stahlwelle. Zwischen den beiden Schlitzen in Y-Rich-

tung klemmt ebenso eine Welle. Der Druckkopf gleitet mit Linearkugellagern auf diesen beiden Wellen. Durch dieses Prinzip (und einen Bowden-Extruder) muss in keine Richtung ein schwerer Schrittmotor bewegt werden. Das erlaubt flotte Druckgeschwindigkeiten und reduziert Schwingungen, die sich in den Drucken zeigen würden.





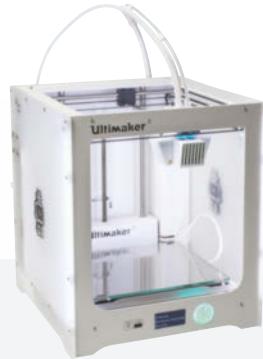
## Ultimaker 2+

Der Ultimaker 2+ ist der billigste fertige Ultimaker. Seine einzelne Düse mit Olsson-Block druckt verlässlich auf die Borsilicat-Glasplatte auf seinem beheizten Druckbett. Das wird auch heiß genug für ABS. Filament mit 2,85 Millimeter Durchmesser zieht er mit einem Extruder auf der Rückseite von Rollen mit maximal 750 Gramm Kunststoff. Rollen mit einem Kilogramm oder mehr sind breiter und passen nicht auf den rückwärtigen Füllamenthalter.

Die Betthöhe stellt man klassisch per Hand über Stellschrauben ein, die Firmware hilft aber mit praktischen Hinweisen. Düsen von 0,2 bis 0,6 Millimeter Durchmesser liegen bei (wir testeten mit 0,4 Millimetern). Zum Wechseln muss man die Düse aufheizen und mit dem mitgelieferten Werkzeug abschrauben (Vorsicht: Verbrennungsgefahr!). Ob das Filament während des Drucks ausgeht, erkennt der Drucker nicht automatisch.

Der Drucker arbeitete im Test meist einwandfrei und lieferte Drucke in genauso hoher Qualität wie die beiden teureren Ultimaker. Bei Problemen mit der Betthaftung hatten wir aber auch ein paar Mal einen Knäuel aus Plastikwolle im Bauraum oder einen großen Plastikfropfen, der sich durchs Luftleitblech drückte, was nur durch Abschrauben der Kühlung wieder in Ordnung zu bringen war (eine Stunde schrauben, wenn man weiß, was man tut). Vorsicht bei Warping: In extremen Fällen verhaken die Luftleitbleche und biegen sich nach außen, woraufhin sie die Seitenwände verkratzen.

- ⬆ druckt verlässlich
- ⬆ Fertigerät
- ⬇ kein Cura-Connect



## Ultimaker 3

Der Ultimaker 3 hat zwei Extruder und zwei Düsen, mit denen er nicht nur zwei Farben des gleichen Kunststoffs, sondern auch auswaschbares Stützmaterial aus PVA verarbeiten kann. Filament von Ultimaker enthält einen Chip, den der Drucker automatisch per NFC erkennt. Fehlt der Chip, kann man den Kunststoff aber auch einfach über Menü per Hand einstellen.

Seine Betthöhe stellt der Ultimaker 3 automatisch über einen kapazitiven Sensor ein, der die tatsächliche Düse zur Abstandsmessung verwendet. Das klappt ausreichend gut für eine verlässliche Haftung, wir erreichten aber manchmal ein schöneres Druckbild der ersten Schicht, wenn wir die Betthöhe per Hand einstellten, was wie beim Ultimaker 2+ funktioniert.

Der Ultimaker 3 verwendete in Cura mit 80 Millimetern pro Sekunde die schnellste voreingestellte Druckgeschwindigkeit aller Testgeräte. Trotz des hohen Tempos druckte er ebenso sauber wie der 2+. Druckt man mit zwei Materialien, verliert man allerdings Zeit, da der Drucker bei jedem Düsenwechsel einen Hebel am Hotend betätigt, der die zweite Düse hebt oder senkt.

Dank Ethernet-Port und WLAN kann man Druckaufträge für den Ultimaker 3 bequem von jedem Rechner im gleichen Netz per Cura-Connect starten.

Die Düsen sind beim Ultimaker 3 fest mit sogenannten Print-Cores verbunden, die sich ohne Werkzeug wechseln lassen. Hat man Ersatz im Lager, reduziert das Ausfallzeiten bei Problemen. Bei verstopfter Düse muss man aber gleich eine ganze Baugruppe austauschen.

- ⬆ Cura-Connect
- ⬆ Dual-Extruder mit Bed-Leveling
- ⬇ teuer



## Ultimaker S5

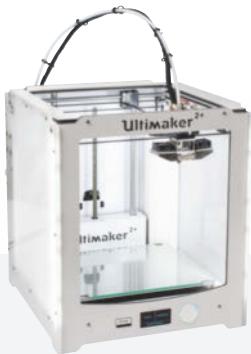
Der S5 ist Ultimakers neues Flaggschiff und richtet sich preislich und vom Funktionsumfang noch mehr als der 3er an Firmenkunden. Sein Bauraum ist mit 33 x 24 x 30 Zentimetern deutlich größer als bei den anderen Testgeräten. Damit sich die Stahlwellen, auf denen das Hotend gleitet, dabei nicht stärker biegen, müssen sie deutlich dicker sein, was die bewegte Masse erhöht und die Druckgeschwindigkeit auf 45 Millimeter pro Sekunde senkt. Erhöht man das nicht in den Einstellungen, produziert der S5 ebenso saubere Drucke wie der 2+ oder 3.

Bei einem Druckbett von 33 x 24 Zentimetern ist es nicht mehr sinnvoll davon auszugehen, dass es perfekt eben ist. Der S5 misst daher vor jedem Druck ein Raster von Punkten im Abstand von 5 Zentimetern per kapazitivem Sensor aus, was in unserem Test stets für eine perfekt eingestellte Betthöhe sorgte, auch in den Ecken.

Wie der Ultimaker 3 hat der S5 zwei Düsen und zwei Extruder. Die Extruder enthalten aber zusätzlich einen Filament-Flow-Sensor, der erkennt, wenn das Filament ausgeht oder eine der Düsen verstopft. Bei Problemen pausiert der Drucker automatisch, sodass man den Druck nahtlos fortsetzen kann, nachdem man Filament nachgefüllt oder die Verstopfung beseitigt hat.

Für die Bedienung hat der S5 ein farbiges Touch-Display. Ebenso wie der kleine Bruder verbindet er sich per Ethernet oder WLAN mit Cura-Connect, sodass mehrere Nutzer Drucke in eine Warteschlange im Druckserver schieben können. Die Materialerkennung per NFC und der Düsenwechsel mit Print-Cores funktionieren genau wie beim Ultimaker 3.

- ⬆ großer Bauraum
- ⬆ 2 x Filament-Flow-Sensor
- ⬇ sehr teuer



## Blurolls Ultimaker 2+-Klon

Alle Ultimaker sind Open-Hardware. Daher steht es dem chinesischen Hersteller Blurolls frei, einen Nachbau nach Originalplänen bei Aliexpress anzubieten. Die Einzelteile stammen aber nicht von den gleichen Zulieferern, die Ultimaker verwendet, sodass der Bausatz nicht die gleiche Qualität garantieren kann. Optik und Funktionsumfang entsprechen jedoch dem Ultimaker 2+. Dass Blurolls entgegen des Bildes im Angebot auf unser Testgerät auch „Ultimaker 2+“ aufgedruckt hat, bedeutet aber einen Markenrechtsverstoß. Wer einen Klon als Original verkauft, macht sich auf jeden Fall strafbar.

Blurolls lieferte keine Bauanleitung mit. Mit der Originalanleitung von Ultimaker konnten wir den Klon aber in etwa 9 Stunden aufbauen (siehe Video unter [ct.de/yxhk](http://ct.de/yxhk)). Da sich Elektronik und Mechanik nicht vom Original unterscheiden, kann man nach dem Bau eine Originalfirmware auf den Drucker flashen. Die aktualisiert dann Cura klaglos wie beim Original. Der Klon druckt im Prinzip genau wie das Original.

Unser Testgerät bereitete uns jedoch einige zusätzliche Probleme: Zunächst mussten wir Kabel in den Anschlusssteckern der Schrittmotoren für X- und Y-Achse tauschen, damit die in die richtige Richtung drehen. Anschließend mussten wir einen Lüfter für die Bauteilkühlung ersetzen, da die mitgelieferten nicht zusammen drehen wollten. Danach konnten wir drucken, stellten aber einen Fehler fest, bei dem der Drucker an zufälligen Stellen Teile des G-Codes übersprang. Auch wenn dieser Fehler wohl nur unser Testgerät betrifft, zeigt er doch, welche obskuren Probleme bei einem Bausatz ohne Support auftreten können.

- ⬆ Ultimaker-Firmware
- ⬇ scharfkantig
- ⬇ Bausatz ohne Support



## CL-260

Der CL-260 schaut sich Aspekte des Prinzips von Ultimakern ab. Mit direkt angetriebener X- und Y-Achse, einem Rahmen aus Aluminiumprofilen und einer MKS Gen\_L V1.0 als Elektronik unterscheidet er sich jedoch deutlich vom Ultimaker 2+. Er bringt jedoch ebenfalls einen Olsson-Block mit, der von einem Extruder mit Direktantrieb mit dünnem Filament mit nur 1,75 Millimetern versorgt wird. Das Heizbett ist mit 21 × 21 Zentimetern etwas kleiner als bei den Ultimakern. Als Druckbett eignet sich eine Spiegelfliese von Ikea, da dem Bausatz keine Glasplatte beiliegt.

Der Hersteller schickte als Aufbauanleitung lediglich ein chinesisch beschriftetes PDF mit einigen Fotos mit, sodass wir mehr als 20 Stunden für den Aufbau brauchten. Bei der Befestigung der Endstopps half uns die Anleitung gar nicht, sodass wir kurzerhand eigene Befestigungen konstruierten (siehe [ct.de/yxhk](http://ct.de/yxhk)). Das Heizbett erreichte die für ABS nötigen 100 °C erst, nachdem wir die Unterseite mit etwas Hartschaum dämmten. Für unsere Tests verwendeten wir Marlin als Firmware. Über die Suche nach den richtigen Einstellungen verstrichen weitere vier Tage, die Sie sich ersparen können, wenn Sie unsere Konfiguration verwenden (siehe [ct.de/yxhk](http://ct.de/yxhk)).

Richtig eingestellt druckt der CL-260 fast auf dem gleichen Niveau wie ein Ultimaker 2+ (siehe Tabelle) für einen Bruchteil des Preises. Die nicht optimierte Menüführung der Firmware und die weniger gute Integration in Cura sorgen allerdings für eine schlechtere Usability. Beispielsweise stellt man die Betthöhe am leichtesten mit einigen G-Code-Befehlen [1] und einem Ausschnitt eines c't-Covers ein.

- ⬆ günstig
- ⬇ schlechte Bauanleitung
- ⬇ langsam

## SMARTE FLEDERMAUS-LEUCHTE



## ODER AUTONOME DROHNE?

## Neugierig geworden?

Testen Sie jetzt 3 Ausgaben  
Technology Review und sparen  
Sie über 9 Euro.

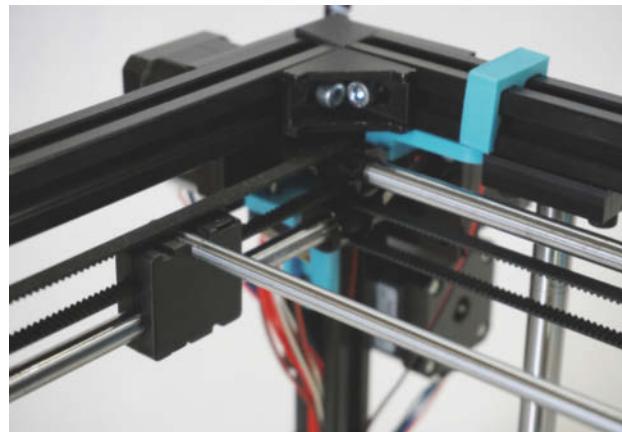
Lesen, was wirklich zählt in  
Digitalisierung, Energie, Mobilität,  
Biotech.



Bestellen Sie jetzt unter  
[trvorteil.de/3xtesten](http://trvorteil.de/3xtesten)

- 🌐 [trvorteil.de/3xtesten](http://trvorteil.de/3xtesten)
- 📞 +49 541/80 009 120
- ✉️ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

**Technology  
Review**  
DAS MAGAZIN FÜR INNOVATION



**Zum Befestigen der Endstopps am Rahmen des CL-260 braucht man Abstandshalter, die die Anleitung leider nicht beschreibt. Unsere Halter finden Sie über [ct.de/yxhk](http://ct.de/yxhk).**

tung von Ultimaker verwenden. Beim CL-260 gestaltete sich das schwieriger, da wir dort auf die lückenhafte Bauanleitung des Herstellers angewiesen waren. Im Prinzip kann eine Firma einen Mitarbeiter abstellen, solche Bausätze aufzubauen. Die Personalkosten fressen den Preisvorteil gegenüber einem Fertigerät aber schnell auf. Die Bausätze zielen daher auf Privatanwender, die die eigene Arbeit nicht als Kosten zum Kaufpreis addieren.

Die Usability des CL-260 hängt in erster Linie davon ab, wie gut man die Marlin-Firmware konfiguriert, bevor man sie aufs Mainboard flasht, und wie viel Liebe man in den Start- und Stopp-G-Code in Cura investiert (unsere Einstellungen finden sie über [ct.de/yxhk](http://ct.de/yxhk)). Um in kurzer Folge Objekte zu drucken, sollte man beim CL-260 keine Berührungsängste mit G-Code haben. Wegen unoptimierter Menüs in Marlin gelingt aber kein so flüssiger Workflow wie bei den Ultimakern, sodass sich die Maschine eher für Anwender eignet, die nur gelegentlich drucken.

## Probleme

Keinem der Drucker gelingen alle Drucke ohne Probleme. Selbst die teuren Ultimaker produzierten im Test auch mal Plastikwolle. Die üblichen Probleme sind mangelnde Betthaftung (beispielsweise wegen fetiger Fingerabdrücke oder Staub auf dem Druckbett), Warping (besonders bei großen Drucken mit ABS) und verstopfte Düsen. Die Düse des zweiten Hotends unseres Ultimaker 3 verstopfte einmal so nachhaltig, dass wir den Print-Core austauschen mussten. Beim Ultimaker 3 scheiterte uns ein Druck, weil das Filament auf halbem Weg leer ging. Den gleichen Fehler machten wir auch beim S5, der aber dank seines Filament-Flow-Sensors stoppte und uns zum Einlegen einer

neuen Rolle aufforderte. Im Vergleich mit anderen 3D-Druckern drucken die Ultimaker dabei ausgesprochen verlässlich. Man darf nur nicht erwarten, dass jeder Druck gelingt.

Bei den Bausätzen häuften sich dagegen die Probleme: Der Blurolls-2+ bewegte die X- und Y-Achse zunächst in die falsche Richtung. Ein Zulieferer hatte die Kabel wohl falsch konfektioniert. Um die Richtung von bipolaren Schrittmotoren umzukehren, muss man am Stecker die Anschlüsse für eine der beiden Wicklungen vertauschen. Des Weiteren drehten die beiden 3-cm-Lüfter für die Kühlung des Drucks nicht gemeinsam. Wir konnten das beheben, indem wir einen der beiden gegen einen anderen Lüfter der gleichen Baugröße austauschten. Danach druckte der Drucker unsere Testobjekte in ebenso guter Qualität wie das Original. Hin und wieder zeigte er aber einen kuriosen Fehler: Er übersprang zu zufälligen Zeitpunkten einen Teil des G-Codes und druckte danach weiter. Wenn das auftrat, während er gerade Infill druckte, war das am fertigen Objekt nicht erkennbar. Bei hohen schmalen Objekten wie unserem Z-Resonanz-Test führte das aber zu einer sichtbaren Spalte. Wir konnten ein Brownout wegen zu geringer Netzteileinspannung, einen Fehler im Mainboard und einen in der Verdrahtung der X- und Y-Motoren ausschließen. Ob die Kabel zwischen Mainboard und Display-Platine oder doch eine andere Komponente des Druckers für den Fehler verantwortlich sind, konnten wir bis Redaktionsschluss nicht klären. Auch wissen wir nicht, ob der Fehler nur bei unserem Testgerät auftritt oder die ganze Serie betrifft.

Beim CL-260 muss man schon während des Zusammenbaus sehr darauf achten, dass der Rahmen aus Aluminiumprofilen im rechten Winkel steht. Die Schritt-

motortreiber mit nur 16 Mikroschritten produzierten bei unserem Testgerät unangenehme Brummgeräusche. Da sie nur gesteckt sind, ersetzen wir sie direkt durch Treiber mit DRV8825-Chips (etwa 1 Euro pro Stück), die dank 32 Mikroschritten viel ruhiger laufen. Für die Befestigung der Endstopps lieferte uns die Anleitung keine nutzbaren Anhaltspunkte, sodass wir sie mit selbst entworfenen Kunststoffteilen am Rahmen befestigten (Download unter [ct.de/yxhk](http://ct.de/yxhk)). Wir ergänzten auch eine Grundplatte aus Sperrholz (unter 2 Euro beim Baumarkt), um die Elektronik ordentlich am Fuß des Druckers verschrauben zu können. Danach druckte der CL-260 zunächst windschiefe Objekte. Beim Zusammenbau hatten sich Madenschrauben an den Kupplungen zwischen Y-Motor und Y-Welle gelöst, sodass die Welle durchrutschen konnte. Das Bett erreichte ohne Hilfe nur etwa 85 °C, was wir verbessern konnten, indem wir die Unterseite mit einem Stück Hartschaumplatte dämmten. Danach waren bis zu 110 °C und damit auch Drucke mit ABS auf Glasplatte möglich.

Da im Bausatz keine Druckplatte enthalten war, nutzen wir eine Spiegelfliese von Ikea. Die Betthöhe stellten wir mit einem Ausschnitt aus einem c't-Cover ein: Das ist nämlich 0,12 Millimeter dick. Dafür fuhren wir den Druckkopf mit G-Code-Befehlen auf 0,12 Millimeter Höhe in alle vier Ecken des Druckbetts (`G0 X15 Y15 Z0.12`, usw.) und drehten an den Rändelschrauben, bis das Stück Cover mit leichter Reibung unter die Düse passte. Wenn man die Düse danach auf Z-Höhe 0 verfährt, berührt sie die Spiegeloberfläche gerade so, drückt sie aber nicht nach unten. Nach korrekter Einstellung druckt der CL-260 auf dem gleichen Niveau wie die anderen Drucker im Test, da sein Rahmen weniger steif ist, allerdings nicht so schnell (wir druckten mit 40 Millimetern pro Sekunde).

## Fazit

Alle fünf Drucker in unserem Test drucken auf hohem Niveau. Der CL-260 erreichte dabei nur eine geringfügig geringere Qualität als der 18-mal teurere Ultimaker S5. Die subjektiv schönsten Drucke gelangen uns mit dem Ultimaker 2+, allerdings mit sehr geringem Abstand. Der Ultimaker 3 druckte dabei doppelt so schnell wie der CL-260 und nicht ganz doppelt so schnell wie der S5. Der wichtigste Unterschied liegt in den Features: Da die Ultimaker 3 und S5 mit zwei Extru-

dern ausgestattet sind, drucken sie zweifarbig oder mit auswaschbarem Stützmaterial, was beim Konstruieren erheblich mehr Möglichkeiten bietet. Beide beherrschen auch Cura-Connect, was einen geschmeidigeren Workflow erlaubt. Der S5 gefiel uns mit seinem großen Bauraum. Drucke, die dieses Volumen wirklich ausnutzen, brauchen zwar viele Tage (5 Tage für die Replika der Ishtar-Tonplatte), der S5 arbeitete aber verlässlich genug, um auch über so lange Zeit keinen Fehler zu machen.

Für Heimanwender mit etwas Ahnung von Mechanik, die auch mal eine Firmware in der Arduino-IDE kompilieren können, empfehlen wir den CL-260. Er bietet dank seines niedrigen Preises das beste Preis/Leistungsverhältnis im Test. Der Aufbau dauerte allerdings am längsten und auch im Betrieb erfordert dieser Drucker mehr technisches Geschick als die Konkurrenten. Den Ultimaker 2+ empfehlen wir für Hobbyanwender, die nicht knausern müssen, den Aufwand scheuen einen Bausatz aufzubauen und mit einem Extruder auskommen. Der Klon bereitete uns so viele Probleme, dass wir die Vorteile eines 1:1-Nachbaus nicht wirklich nutzen konnten.

**Testdrucke mit dem Ultimaker**  
**S5:** Die Replika einer antiken Tonplatte mit der Göttin Ishtar passt in dieser Größe nur in den größeren Bauraum des S5. Die Halterung vorne links nutzt PLA in zwei Farben, der T-Rex-Schädel und die runde Platte vorne auswaschbares Stützmaterial.



Für Firmenanwender empfehlen sich die beiden modernen Ultimaker. Sie sind innerhalb von einer Stunde ausgepackt und in Betrieb genommen und bringen mit Cura-Connect eine willkommene Optimierung des Workflows. In der Praxis druckt die zweite Düse wohl meist Stützmaterial. Das erleichtert es für Konstrukteure aber erheblich, Teile zu designen, die sich auch drucken lassen. Die beiden Filament-Flow-Sensoren im S5 erkennen verstopfte Düsen und leere Filamentrollen, was die Verlässlichkeit

des Druckers merklich erhöht. Hier wäre es wünschenswert, wenn Ultimaker solche Sensoren in Zukunft auch in einen überarbeiteten Ultimaker 3 einbauen würde, damit Drucke auch dort seltener scheitern.

(pmk@ct.de)

## Literatur

[1] Pina Merkert, Bewegungsprogramm, G-Code verstehen, programmieren und mit Python generieren, c't 25/2017, S. 174

**CL-260 Teile & Firmware:** [ct.de/yxhk](http://ct.de/yxhk)

## 3D-Drucker nach dem Ultimaker-Prinzip

Hersteller	Ultimaker	Ultimaker	Ultimaker	Blurolls	XTLW
Modell	2+	3	S5	UM2+-Klon	CL-260
Bauraum / Filament-Durchmesser	22,3 × 20 × 22,3 cm / 2,85 mm	19,7 × 21 × 20 cm <sup>1</sup> / 2,85 mm	33 × 24 × 30 cm / 2,85 mm	22,3 × 20 × 22,3 cm / 2,85 mm	21 × 21 × 26 cm / 1,75 mm
Standard-Druckgeschwindigkeit	50 mm/s	80 mm/s	45 mm/s	50 mm/s	40 mm/s
Filament-Flow-Sensoren	–	–	✓	–	–
Filament-Erkennung per NFC	–	✓	✓	–	–
Hotend-Typ	1 × Olsson-Block	2 × Print-Core	2 × Print-Core	1 × Olsson-Block	1 × Olsson-Block
Betthöheneinstellung	manuell <sup>2</sup>	automatisch (3 Punkte)	automatisch (Raster)	manuell <sup>2</sup>	manuell
Netzteil	extern	extern	integriert	extern	extern
Speichermedium / Cura-Connect	SD-Karte / –	USB-Stick / ✓	USB-Stick / ✓	SD-Karte / –	SD-Karte / –
Ethernet / WLAN	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	– / –
<b>Bewertung</b>					
XY-Test (PLA / ABS)	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Oberflächenqualität (PLA / ABS)	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Maßhaltigkeit (PLA / ABS)	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
feine Strukturen (PLA / ABS)	⊕ / +	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / +	⊕ / +
Überhänge (PLA / ABS)	⊕ / +	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Brücken (PLA / ABS)	○ / ⊖	○ / ○	○ / ⊖	⊖ / ⊖	○ / ○
Spaltbreite (PLA / ABS)	⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕	○ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕
X/Y-Resonanz (PLA / ABS)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Z-Resonanz (PLA / ABS)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ <sup>3</sup> / ✓ <sup>3</sup>	✓ / ✓
Makey-Roboter	voll beweglich	Kopf & Arme beweglich	Kopf & Arme beweglich	– (Fehler)	Knie nicht beweglich
Garantie	12 Monate (ohne Düse)	12 Monate (ohne Print-Cores)	12 Monate (ohne Print-Cores)	–	–
Preis (zirka)	2200 €	3500 €	6500 €	835 €	350 €

Alle Tests haben wir mit Düsen mit einem Durchmesser von 0,4 mm, 0,1 mm Schichthöhe und Standard-Druckgeschwindigkeit gedruckt. Das Filament stammte von ICE.

<sup>1</sup> Beim Druck mit nur einer Düse ist der Bauraum 18 mm breiter. <sup>2</sup> Firmware hilft mit einer Schritt-für-Schritt-Anleitung. <sup>3</sup> Ergebnis, falls der Drucker nicht wegen übersprungenem G-Code abbrechen musste

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

# Presto-Netz

## Was man für 10-Gigabit-Ethernet braucht

**Gigabit-Ethernet taugt bald nur noch zum Surfen: Festplatten sind beim linearen Lesen längst schneller, SSDs umso mehr. Wer sein NAS für die 10-Gigabit-Zeit ertüchtigt, muss auch an die restliche Infrastruktur denken.**

Von Ernst Ahlers

Netzwerkspeicher mit gewöhnlichen LAN-Anschlüssen zwingen ihre Nutzer zum Däumchendrehen, wenn sie regelmäßig mit sehr großen Dateien wie Backup-Images oder längeren 4K-Videos arbeiten. Die 1000 MBit/s des verbreiteten Gigabit-Ethernet klingen schnell, entsprechen aber doch nur rund 115 MByte/s. Der Transfer einer 4-GByte-Datei dauert über eine halbe Minute.

Moderne Festplatten schreiben und lesen schon doppelt so schnell. SSDs in einem NAS, das beispielsweise einer Arbeitsgruppe als Videoschnitt-Cache dient, langweilen sich dann geradezu.

Per Link Aggregation – also mehreren parallel genutzten LAN-Ports – lässt sich die Datenrate zwar verdoppeln oder verdreifachen. Doch das ist nur zwischen

NAS und Netzwerkverteiler (Switch) sinnvoll, um die Summendatenrate für die Arbeitsgruppe zu steigern. Der einzelne PC-Nutzer bekommt durch seinen Gigabit-Port nach wie vor höchstens besagte 115 MByte/s.

Der Gigabit-Flaschenhals lässt sich inzwischen mit einer überschaubaren Investition weiten: Dank der Geschwindigkeitsevolution beim WLAN wurde Multi-Gigabit-Ethernet über Kupferkabel interessant. Denn die für 10, 100 und noch mehr Gigabit/s sonst bevorzugten Glasfasern können keine Energie für die WLAN-Access-Points transportieren.

So entstand nach dem Standard für 10 Gigabit/s über Kupferkabel (10GBase-T von 2006) die Zwischenstufe NBase-T. Sie arbeitet mit 2,5 oder 5 GBit/s und geht fallweise auch bis 10 GBit/s hoch. Die Verzehnfachung klappt bis zu einer bestimmten Länge, typischerweise um die 50 Meter, auch auf alten LAN-Kabeln. Bei längeren Strecken bleibt in der Regel noch eine Verfünffachung übrig. Für NBase-T gibt es inzwischen erschwingliche PCI-Express-Karten zum Nachrüsten ebenso wie Switches.

### Adapter-Karten

Bei den PCI-Express-Karten für NBase-T oder 10GBase-T gilt es auf zwei Dinge zu

achten: die Slotbreite und den LAN-Anschlusstyp.

Der LAN-Port sollte idealerweise als RJ45-Buchse ausgelegt sein, damit man die Kabel-Infrastruktur nahtlos weiternutzen kann. Bei manchen Systemen, etwa Servern, kommt auch eine 10GE-Karte mit SFP+-Slot infrage. Hier muss man kein Glasfasermodul einsetzen: SFP+ lässt sich über bis zu 2 Meter lange Direct-Attach-Kabel auch direkt koppeln. Das ist sinnvoll, wenn der Server direkt neben dem Switch steht.

Manche 10GE- und NBase-T-Karten haben Slots für vier PCIe-Lanes (x4), andere acht (x8). Eine x8-Karte läuft im x4-Slot eines Mainboards mit reduzierter Geschwindigkeit. Sitzen zwei 10G-Ports drauf, werden diese nicht beide voll auslastbar sein.

Gelegentlich wird auch das Mainboard zum Problem: Manche alten Hauptplatten haben zwar einen PCIe-x16-Slot, können diesen bei Nicht-x16-Karten aber nur mit bestimmten niedrigeren Lane-Zahlen betreiben. Bei uns fiel eine x4-Karte im x16-Slot eines älteren Intel-Boards auf x1-Betrieb zurück.

Unproblematisch sind unserer Erfahrung nach PCIe-Karten mit Intel-Netzwerkchips (X520, X540, X550), wobei die X550er laut Intel die NBase-T-Geschwindigkeiten nur unter Linux unterstützen. Ferner gibt es eine Reihe von Boards mit dem Tehuti-MAC-Chip TN4010 (MAC: Media Access, Layer-2-Protokoll), die ebenfalls einwandfrei unter Windows und Linux funktionieren – zumindest solange Aquantia-PHY-Bausteine draufstecken (Physical Layer, Leitungsanschaltung).

### Treiberfrage

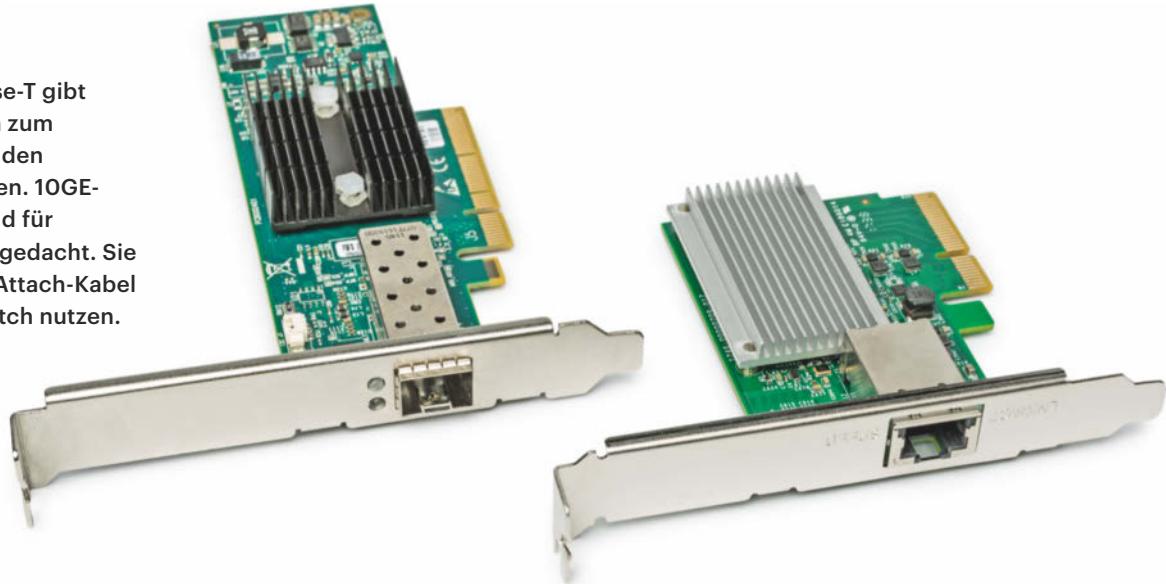
Bei manchen Karten, etwa der Buffalo LGY-PCIE-MG (siehe Kurztest auf S. 84), kommt indes ein PHY-Chip von Marvell zum Einsatz. Den bedient der selbst zu übersetzende, weil noch nicht im Linux-Kernel steckende Treiber für den TN4010 nicht ohne Weiteres. Unser aktueller Favorit ist deshalb die Asus XG-C100C, die zurzeit für rund 90 Euro zu haben ist [1].

Eine Sonderrolle nehmen NBase-T-Adapter für die Thunderbolt-3-Schnittstelle (TB3) von MacBooks ein: Sie laufen nicht nur unter macOS, sondern auch unter Windows und Linux [2]. Notebooks mit TB3 bietet beispielsweise auch Dell in seiner XPS15-Serie an. Zwar ist der TB3-Stecker mechanisch kompatibel zu USB-C, aber an dieser Schnittstelle arbeiten die



Das schnellere Ethernet braucht auch schnellere Switches. Die Geräte für 10 Gigabit und NBase-T ziehen etwas mehr Energie und machen mit ihren Lüftern etwas mehr Geräusch als 1-Gigabit-Modelle. Sie sind also nichts fürs Büro.

Für 10GBase-T und NBase-T gibt es günstige PCIe-Karten zum Nachrüsten (rechts) mit den gewohnten RJ45-Buchsen. 10GE-Karten mit SFP+-Port sind für optische Verbindungen gedacht. Sie lassen sich über Direct-Attach-Kabel aber auch nah beim Switch nutzen.



Adapter nicht. Für einen stationären PC greift man lieber zur halb so teuren PCIe-NBase-T-Karte.

## Switches

Wer ein kleines Netz für NBase-T/10GE ertüchtigen will, braucht auch einen neuen zentralen Verteiler (Switch). Der lässt sich parallel zum alten installieren. So kann man im ersten Schritt nur die wichtigen Geräte umstecken, beispielsweise Server, NAS und Workstations.

Achten Sie darauf, dass NBase-T eine unscharfe Bezeichnung ist: Schon ein einzelner Port für 2,5 GBit/s genügt, damit sich ein Gerät mit dem Prädikat zieren darf. Konfigurierbare Switches mit zwölf 10GE/NBase-T-Ports sind zurzeit ab 600 Euro zu haben [3]. Wenn auch SFP+-Slots dabei sein sollen, damit man einen schnellen Glasfaser-Backbone über mehrere Gebäude spannen kann, wird etwas mehr fällig.

## Mit Energie

Switches mit PoE-Option (Power over Ethernet) sind sinnvoll, wenn Sie VoIP-

Telefone und WLAN-Access-Points zentral speisen wollen. Aller Voraussicht nach wird das aktuelle PoE+ (IEEE 802.3at) mit maximal 30 Watt eingespeister Leistung auch noch für die nächste WLAN-Generation genügen.

Der kommende PoE-Standard IEEE 802.3bt soll bis zu 90 Watt liefern, um auch Terminals mit Bildschirm oder Außenkameras mit Gehäuseheizung übers LAN-Kabel zu speisen.

Die höhere Geschwindigkeit geht auch mit mehr Energie- und Kühlungsbedarf einher. Ein aktiver NBase-T-Port zieht bei 10 GBit/s mit 1 bis 3 Watt Leistung (unsere Messung beziehungsweise Herstellerangabe für den Worst Case) ein Vielfaches vom Gigabit-Ethernet. Dem genügen aktuell 0,2 bis 0,3 Watt. Dazu kommt ein etwas höherer Grundumsatz des Switches. Die Stromrechnung wird also steigen, dafür verkürzt sich die Wartezeit beim Transfer großer Dateien.

## Fazit

Wenn ein spürbarer Teil Ihrer Arbeitszeit mit dem Warten auf Datenkopien ver-

streicht, bringt das Ersetzen der alten Gigabit-Ethernet-Infrastruktur mindestens eine Verdoppelung der Geschwindigkeit, also weniger Warten. Dafür müssen aber wenigstens ein Switch, neue PCIe-Karten für die Rechner sowie eine Aufrüstung des Servers oder des Netzwerkspeichers her. Wer sich beim NAS-Kauf die 10G-Option offen gehalten hat, braucht nur eine 10-Gigabit-Karte zu ordern. Andernfalls wird der NAS-Tausch nötig. Günstige Geräte sind schon für 400 Euro zu haben (S. 138).

Billig ist Multi-Gigabit-Ethernet noch nicht. Es kann aber durchaus seinen Preis wert sein. Und wenn Sie dann nächstes Jahr Ihr Firmen-WLAN auf den kommenden Standard IEEE 802.11ax (Wifi 6) heben wollen, sind nur noch neue Access Points fällig.

(ea@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ernst Ahlers, LAN-Turbo, Kurztest Asus XG-C100C, c't 11/2017, S. 68
- [2] Ernst Ahlers, Kurztest Sonnet Solo 10G, c't 20/2018, S. 46
- [3] Ernst Ahlers, Andrijan Möcker, Turbo für alte LAN-Kabel, NBase-T bringt das Netzwerk auf Zack: fünf Switches im Test, c't 15/2018, S. 102

## Typische Datenraten

Anwendung	Megabit/s (MBit/s)
Messaging	0,01
Telefonie / Audiostreaming	0,1
Videostreaming SD (720 × 576)	4
Videostreaming HD (1280 × 720)	9
Websurfen (Burst)	10
Videostreaming FullHD (2K, 1920 × 1080)	16
Live-VR (FHD) <sup>1</sup>	20
Videostreaming UHD (4K, 3840 × 1920)	25
Live-VR (UHD) <sup>1</sup>	35
<sup>1</sup> spekulativ	

## Netzwerk-Geschwindigkeiten

Netzwerktyp	Brutto (maximal)	Netto ein Stream <sup>1</sup>	Netto mehrere Streams <sup>1</sup>
Fast Ethernet	100	94	94
WLAN 11n (Wifi 4)	600	100	200
WLAN 11ac (Wifi 5)	6900	400	800
WLAN 11ad (Wigig 1)	6700	k. A.	1400
WLAN 11ax (Wifi 6)	9600	500	1900
Gigabit-Ethernet	1000	940	940
NBase-T 2,5	2500	2400	2400
NBase-T 5	5000	4000	4700
10-Gigabit-Ethernet	10000	6000	9500

alle Werte in Megabit/s (MBit/s), WLAN-Datenrate grundsätzlich variabel, abhängig u. a. von Signalqualität, Kanalbreite, Anzahl Antennen, Nachbar-WLANs <sup>1</sup> typischer Durchsatz bei einem einzelnen / mehreren parallelen Downloads (und guter Verbindung im WLAN mit gutem Client)

# Flinke Netzspeicher

## Kleine NAS mit extraschnellem LAN-Anschluss

**Wer häufig mit großen Dateien hantiert, sei es bei Videoschnitt, Partitionsimages oder MRT-Aufnahmen, will bei Zugriffen auf den zentralen Netzwerkspeicher nicht ständig warten. NAS mit 10-Gigabit-LAN-Port liefern Daten besonders schnell. Sie werden für kleine Firmen und Heimanwender erschwinglich.**

**Von Ernst Ahlers**

Asustor und QNAP haben Netzwerkspeicher für unter 400 Euro ins Programm genommen, die Daten über extraschnelle LAN-Ports mit 10 Gigabit/Sekunde entsprechend 1,25 GByte/s übertragen. Solche NAS waren wegen ihrer hohen Preise ab 1000 Euro bislang eher Firmen vorbehalten [1]. Dazu kommen Kosten für die zu bestückenden Massenspeicher und eventuell die nötige 10-Gigabit-Infrastruktur (siehe S. 136).

Der wichtigste technische Unterschied zwischen dem Asustor- und dem QNAP-NAS: Das AS4004T mit seinem Dual-Core-Prozessor hat einen 10GBase-T-Port für reguläre LAN-Kabel (RJ45), während das TS-332X mit Quad-Core-CPU einen SFP+-Port für Glasfasermodule oder Direct-Attach-Kabel aufweist. Weil Letztere höchstens 2 Meter lang sein dürfen, muss das TS-332X nah beim 10-Gigabit-Switch stehen, damit keine zusätzliche Investition für Glasfasertechnik fällig wird (2 SFP+-Module und passendes Patchkabel).

Mit 4 Laufwerksschächten beim Asustor AS4004T und 3 internen beim QNAP TS-332X sind beide Geräte für eine RAID-5-Konfiguration mit 3 Laufwerken geeignet. Das kombiniert Ausfallsicherheit (Redundanz für ein Laufwerk) mit Kapazitätssteigerung (Nettokapazität 2/3 bei RAID 5 statt 1/2 bei RAID 1).

Bei beiden NAS kann man laut Datenblatt defekt gewordene Platten im Betrieb tauschen (Hot-Swap). Empfehlenswert ist das aber nur beim AS4004T, das von außen zugängliche Trays hat. Das TS-332X sollte man lieber herunterfahren, weil das Gehäuse zum Plattentausch geöffnet werden muss.

Die Geräte kommen laut Hersteller mit 14-Terabyte-Festplatten klar. Mit 3,5"-Laufwerken sind so beim AS4004T maximal 56 TByte und beim TS-332X maximal 42 TByte Speicherkapazität möglich. Das QNAP-NAS hat dazu noch 3 interne Fassungen für M.2-SATA-SSDs, die als schneller Cache oder als separates Speicher-Volume dienen können.

Das TS-332X kann in seinen 3,5"-Schächten auch 2,5"-SATA-SSDs aufnehmen. Ein passender Adapter liegt aber nur für einen der drei Laufwerkshalter bei. Wir testeten es zum besseren Vergleich mit denselben SSDs (Samsung 850 PRO 250 GByte) wie beim AS4004T, die wir schlicht in die SATA-Buchsen steckten. Als Dauerinstallation taugt das freilich nicht, dafür sind M.2-SSDs das Medium

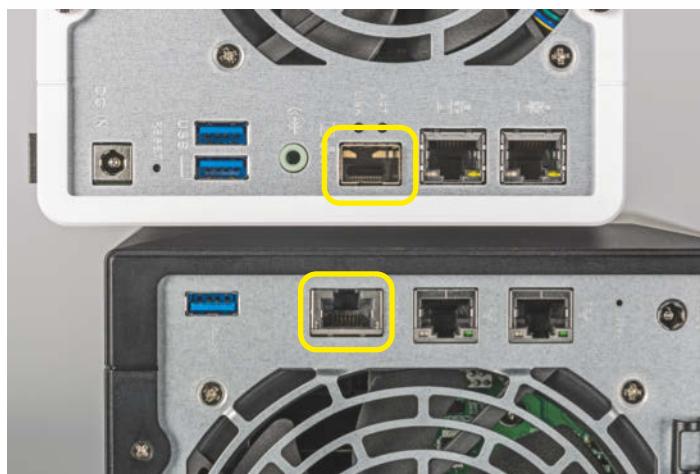
der Wahl: Mit drei Samsung 860 EVO 250 GByte statt der 850er-Modelle unterschied sich der SMB-Durchsatz (Windows-Freigaben) beim TS-332X nur geringfügig.

Die Grundausstattung von 2 GByte RAM reicht bei beiden Geräten für den NAS-Betrieb aus. Will man sie als Docker-Host nutzen, um eigene Server-Dienste einzurichten, dann ist mehr Hauptspeicher sinnvoll. Er lässt sich nur beim TS-332X erweitern, wo man das SO-DIMM durch ein maximal 16 GByte fassendes Modul (DDR4-2400) ersetzen kann. Mit einem probehalber eingesteckten 8-GByte-Riegel von Kingston lief das TS-332X einwandfrei.

Auch dank seines 4-Kern-Prozessors hat das TS-332X mehr Reserven für Docker-Hosting als das AS4004T mit seiner 2-Kern-CPU. Gemessen mit OpenSSL liegen die CPUs bei der Integer-Performance gleichauf: 64 MByte/s AES-256-CBC-Durchsatz mit 1K-Blöcken ohne Hardware-Unterstützung auf einem Kern beim AS4004T gegen 66 MByte/s beim TS-332X. Mit Hardware-Unterstützung



Beim Asustor AS4004T (links) lässt sich eine defekte Platte dank von außen zugänglicher Trays im Betrieb leicht tauschen. Das QNAP TS-332X muss man dazu aufscreuben.



Der 10-Gigabit-LAN-Port des QNAP TS-332X (oben) ist als SFP+-Buchse ausgeführt. Das Asustor AS4004T hat einen regulären RJ45-Port für 10GBase-T.

Versionen aufsetzen, denn die Hersteller-Erweiterungen hinken der Entwicklung typischerweise deutlich hinterher. Inzwischen gibt es auf dem Docker-Hub auch eine breitere Auswahl von Images für die hier verwendeten ARM-CPU's.

Mit „MyArchive“ hat sich Asustor eine für manche Anwender nützliche Funktion ausgedacht: Ein oder mehrere Schächte werden zu Wechselplattenfassungen umgewidmet, deren Laufwerke das NAS nicht in sein RAID einbindet. Hier kann man für vorübergehenden Zugriff in nachgekauften Trays montierte Festplatten einstecken, beispielsweise um auf archivierte Daten zuzugreifen oder um Offline-Backups zu machen.

## Fazit

Das Asustor AS4004T und das QNAP TS-332X lösen das Versprechen ein: Sie liefern über ihren extraschnellen LAN-Port beim Transfer großer Dateien deutlich mehr Durchsatz als über das ebenfalls vorhandene Standard-Ethernet.

Das AS4004T hat preislich die Nase vorn und kann dank seiner ohne Gehäuseöffnen zugänglichen Trays einen Plattenwechsel ohne Herunterfahren überstehen. Mit seiner besseren CPU und der RAM-Erweiterbarkeit ist das teurere TS-332X hingegen für alle reizvoll, die eigene Server-Funktionen in Docker-Containern hochziehen wollen. (ea@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Ernst Ahlers, Rasante Netzplatten, Netzwerkspeicher mit 10-Gigabit-Ethernet, **c't** 4/2015, S. 102

**c't-Link:** [c't-NAS-Benchmark](http://ct.de/y8cs) [ct.de/y8cs](http://ct.de/y8cs)

verschlüsselt das TS-332X neunmal so schnell (606 MByte/s). Beim AS4004T war das nicht sicher messbar, sollte aber in derselben Größenordnung liegen.

### Gesicherter Speicher

Beide Geräte können ihre Volumes (TS-332X) oder einzelne Ordner (AS4004T) verschlüsseln, womit man wichtige Dokumente auch bei Diebstahl der Platten oder des ganzen NAS geschützt weiß. Beim TS-332X konnten wir keinen nennenswerten Durchsatzrückgang durch die Verschlüsselung ausmachen.

Das AS4004T knickte hingegen mit Verschlüsselung deutlich ein, vor allem beim SSD-Betrieb (241 statt 511 MByte/s beim Lesen großer Dateien). Doch das war immer noch mehr als doppelt so schnell wie das, was Gigabit-Ethernet maximal hergibt (115 MByte/s). Die 10G-Base-T-Schnittstelle hat also ihre Berechtigung.

Beim Energiebedarf nahmen sich die NAS wenig: Das QNAP-Gerät ist durch seinen SFP+-Slot statt eines 10GBase-T-Ports einen Tick sparsamer.

### Akustisches Trolling

Das Gehäuse des AS4004T dämmt nach unserer Messung das Laufwerksgeräusch der Festplatten etwas besser (sehr gute 0,3 Sone) als das QNAP-Modell (noch sehr gute 0,5 Sone). Damit sind beide NAS bürokompatibel. Für leise Räume taugen sie aber nur mit SSD-Bestückung, wodurch sie nahezu unhörbar werden.

Apropos Geräuschenentwicklung: In Werkseinstellung meldet sich das TS-332X bei manchen Ereignissen mit synthetisierter Sprache in Englisch oder Chinesisch. Glücklicherweise lässt sich dieses

irritierende und wenig nützliche Gimmick ausschalten. Denn wichtige Systemmeldungen kommen per E-Mail oder SMS viel weiter als nur bis zur Zimmertür.

### Softe Seiten

Dank Assistenten lassen sich die beiden NAS per Browser leicht in Betrieb nehmen. Bei QNAP merkt man die längere Erfahrung und die Ausrichtung auf Firmenkunden, beispielsweise an der Möglichkeit, den Festplatten-Pool zu fixen oder erweiterbaren Volumes zu binden. Die Software-Grundausstattung lässt nichts zu wünschen übrig: Beide Geräte bringen alle für kleine Netze nötigen Server-Funktionen mit.

Die NAS sind mittels Apps vom Hersteller erweiterbar. Für beide Geräte ist Docker erhältlich, bei QNAP in einer etwas älteren Version (17.09.1) als bei Asustor (18.03.1). So kann man beispielsweise eigene Cloud-Server in aktuellen

## 10-Gigabit-NAS

Modell	AS4004T	TS-332X-2G
Hersteller	Asustor, <a href="http://www.asustor.de">www.asustor.de</a>	QNAP, <a href="http://www.qnap.de">www.qnap.de</a>
Bedienelemente / Anzeigen	Ein, Reset, Copy / 8+6 Leuchten	Ein, Reset, Copy / 9+6 Leuchten
Anschlüsse LAN / andere	3 × RJ45 (10GBase-T, 2 × GE) / 2 × USB 3.0	SFP+, 2 × RJ45 (GE) / 3 × USB 3.0, 3,5-mm-Klinke (Audio Out)
CPU / RAM bestückt	Marvell Armada 7020 (Dual-Core, 1,6 GHz) / 2 von 2 GByte	Annapurna Labs AL-324 (Quad-Core, 1,7 GHz) / 2 von 16 GByte
Getestete Firmware	ADM 3.2.3RN51	QTS 4.3.5.0728
SMB-Durchsatz W/R RAID 5 unverschlüsselt	3 × HDD: ST4000VN008	3 × HDD: ST4000VN008
Kleine Dateien (256 KByte)	29 / 14 MByte/s	25 / 17 MByte/s
Mittlere Dateien (2 MByte)	103 / 55 MByte/s	101 / 109 MByte/s
Große Dateien (400 MByte)	155 / 336 MByte/s	218 / 511 MByte/s
Geräuschenentwicklung Idle	0,3 Sone	0,1 Sone
Leistungsaufnahme Idle	23 Watt (43 VA)	15 Watt (30 VA)
Preis (ohne Platten)	338 €	399 €

Das c't-Digital-Abo

# Genau mein Ding.

Immer und überall top informiert



Vor Kurzem habe ich meinen Master in Fahrzeugtechnik gemacht. Heute arbeite ich bereits in einer Projektgruppe für E-Mobilität. Dabei habe ich bemerkt, dass ich über meine Ingenieurkenntnisse hinaus mehr IT-Wissen brauche. Mit meinem c't Digital-Abo fühle ich mich immer und überall top informiert. **Genau mein Ding.**



## Vorteile des c't-Digital-Abo

Lesen Sie Ihre Magazine Zeit und Raum unabhängig.

In 3 digitalen Formaten verfügbar:

-  Klassisch als PDF-Download  
[heise.de/onlineshop](http://heise.de/onlineshop)
-  Mobil als c't-Magazin-App  
iOS, Android oder Kindle Fire
-  Lesefreundlich als Browser-Magazin  
[heise.de/select](http://heise.de/select)

Geräteübergreifende Synchronisierung

9 €  
Rabatt

Testen Sie jetzt 6 digitale Ausgaben und freuen Sie sich auf eine **Smartwatch** als Dankeschön.

Zum Angebot:  
[ct.de/digital-erleben](http://ct.de/digital-erleben)



 [ct.de/digital-erleben](http://ct.de/digital-erleben)

 +49 541/80 009 120

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



# Filmreifes Teamwork

## 3D-Modeler Blender: Was Turnschuhe mit Hollywood-Filmen zu tun haben

**Die freie 3D-Software Blender produziert Netflix- und Amazon-Filme und rendert realistisch aussehende Schuhmodelle für Adidas. Vom Einsatz in der Film- und Werbeszene profitiert die Open-Source-Gemeinde enorm, denn manch kommerzieller Nutznießer bedankt sich mit großzügigen Spenden – in ganz besonderer Form.**

**Von Gottfried Hofmann**

Die kostenlose 3D-Software-Blender mischt in großen Filmproduktionen mit und inszeniert Sportartikel. Sie hat sich in einer Szene etabliert, in der Softwarepakte schon mal vierstellige Beträge kosten können – pro Jahr und Einzelplatz. Dabei überrascht die Open-Source-Anwendung auch noch mit einem Funktionsumfang, der den vieler kommerzieller Anbieter hinter sich lässt. Wie kann das sein?

Die Mischung macht: Ein offenes Entwicklerteam stößt auf eine kreative Branche, der Out-of-the-Box-Lösungen nur selten genügen. Filmstudios und Produktdesigner produzieren außer Tera-bytes an Pixeln längst auch jede Menge Codezeilen – egal ob sie nun Maya, Cinema 4D oder eben Blender favorisieren.

Der Stoff, aus dem die Blender-Animationen sind, entsteht daher nicht nur in Wochenend- und Nachschichten engagierter Freizeitentwickler, sondern auch im kommerziellen Umfeld.

Einige Anwender aus der Industrie fühlen sich dem Blender-Projekt so verpflichtet, dass sie ihre teils extrem ausgereiften und effizienten Funktionen einfach spenden – wovon sowohl die übrigen Nutzer als auch die Firmen selbst profitieren. Denn wenn eine hauseigene Entwicklung im Hauptzweig – dem sogenannten Trunk – landet, müssen die Firmen keine eigene Version des Codes mehr vorhalten und pflegen: Künftige Maintenance-Arbeiten werden auf mehrere Schultern verteilt. Häufig wollen die Unternehmen auf diese

Bild: ©2018 Blender Animation Studio, [cloud.blender.org/spring](http://cloud.blender.org/spring)

wickler hatten wichtige Standards für Materialien und Shader erarbeitet und am Ende der Community geschenkt: Herausgekommen ist ein intuitiv bedienbares Mischpult, mit dem sich Oberflächen anhand allgemein verständlicher Eigenarten wie Rauheit, Spiegelung, Glanz, metallische Wirkung et cetera einfach über Schieberegler gestalten lassen.

Shader sind mathematische Definitionen, die beschreiben, wie eine Oberfläche eintreffendes Licht verändert. Kreide streut Licht anders als Plastik, Metalle färben Reflexionen ein und bei organischen Materialien kommt noch der Effekt hinzu, dass das Licht ein klein wenig in das Objekt eindringt, unter der Oberfläche mehrfach gestreut wird und an einer anderen Stelle in einer anderen Richtung wieder austritt. Während sich für das Grundgerüst von 3D-Modellen – die Objektgeometrie – von Beginn an herstellerübergreifende Standards etabliert hatten, kochte bei Materialien und Shadern jeder Anbieter von Render Engines mehr oder weniger sein eigenes Süppchen.

Weil 3D-Modelle immer häufiger mehrfach verwendet werden, bringt das Probleme mit sich. Angefangen bei der Visualisierung unter verschiedenen Lichtbedingungen während der Designphase über Werbekampagnen bis hin zu Online-Produktkonfiguratoren: In nahezu jeder

Produktionsstufe kommen eigene, spezialisierte Softwarelösungen zum Einsatz, sodass auch die 3D-Modelle von Anwendung zu Anwendung wandern. Dabei müssen die Materialdefinitionen jedes Mal von einem Format in ein anderes konvertiert werden, was teuer ist und den Look häufig nicht 1:1 erhält.

## Perfekter Look

Insbesondere Hersteller von Lifestyle-Produkten überlassen aber bei der Inszenierung ihrer Waren und dem Aufbau des Marken-Image nichts mehr dem Zufall. Die Ware soll auf allen Werbekanälen identisch aussehen – sowohl als Original im Schaufenster als auch auf daneben drapierten Plakaten und Monitoren mit Werbespots, in denen meist das 3D-Modell zum Einsatz kommt. Einheitliche Materialdefinitionen über Softwaregrenzen hinweg werden daher zunehmend zum Muss.

Die Lösung für dieses Problem fanden die Adidas-Techniker in Hollywood. Bei Disney hatte man gerade einen Shader entwickelt, der die geläufigsten Eigenarten von Oberflächen physikalisch plausibel vereint und dennoch einen gewissen Grad an künstlerischer Freiheit erlaubt. Auch die Rahmenbedingungen stimmten: Das Verfahren war gut dokumentiert und kompatibel zu gängigen Workflows. Darüber hinaus existierte so-

Weise auch Standards setzen und sich von externen Abhängigkeiten befreien.

Jeff Bell, COO des VFX-Studios Tangent Animation, erläuterte im Gespräch mit c't seine Open-Source-Strategie: „Open Source Software erlaubt uns, Änderungen selbst durchzuführen und Gelder, die wir für Lizenzen ausgeben würden, auf Entwickler und Künstler zu verlagern. Unsere eigenen Entwicklungen versuchen wir der Gemeinschaft zur Verfügung zu stellen, damit diese die Features verbessern kann.“

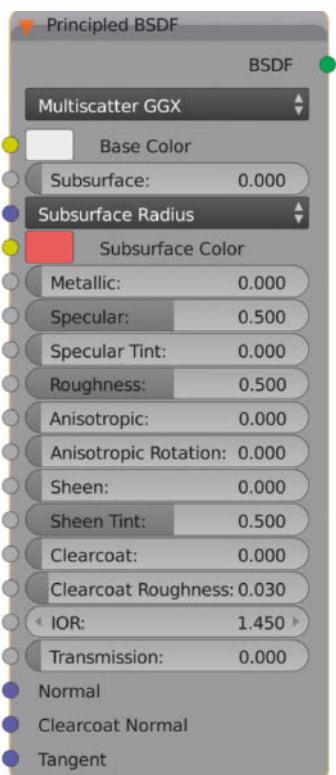
Vor allem die aktuelle Blender-Release 2.79 sowie die kommende 2.8 strotzen nur so vor nützlichen Funktionen aus der Film- und Werbewelt: Sie erlauben eine intuitivere Arbeitsweise – oder verkürzen die Renderzeit drastisch. Zu staunen sind die damit möglichen Effekte im Kurzfilm „Spring“, den das Blender Institute derzeit unter Regie von Andy Goralczyk dreht, um die Neuerungen ausgiebig zu testen und zu präsentieren (siehe Bilder auf dieser Seite).

## Oberflächen-Mischpult

Ein echtes Highlight brachte Blender von seinem Einsatz beim deutschen Sportartikelkonzern Adidas mit. Dessen Ent-



Der Disney Shader simuliert Materialien aller Art. Im Kurzfilm „Spring“ darf er zeigen, was er kann.





Dank Stoffsimulation lassen sich Textilien und deren Bewegungen naturgetreu nachbilden. Von links oben nach rechts unten: Entwickler Luca Rood demonstriert die kreativen Möglichkeiten anhand einer animierten Schleife, die sich wie von Geisterhand auflöst.

Bild: Luca Rood

wohl eine Referenzimplementierung in der von Disney und Pixar verwendeten Render-Engine „Renderman“ sowie eine quelloffene Umsetzung. Auch wegen seiner Verbreitung im Computergrafikmarkt wurde der Shader als zukunftssicher angesehen. In abgespeckter Form steckte er zu dem Zeitpunkt schon in der Unreal Engine, die in Computerspielen und anderen Echtzeitanwendungen eingesetzt wird.

Die Disney-Entwickler bezeichneten ihren Shader als „Principled BRDF“, in Computergrafik-Kreisen kursiert auch der Name „Disney Shader“. Adidas entschied sich, den Disney Shader in der Render-Engine Cycles zu implementieren. Cycles ist dafür die ideale Basis, weil die Engine außer für Blender auch für die Branchenstandards Cinema 4D und Poser sowie DAZ Studio und Rhino3D verfügbar ist – womit der Disney Shader automatisch programmübergreifend nutzbar wurde.

Diese geradezu perfekten Bedingungen zum Etablieren eines Shader-Standards sind auch der freizügigen Apache-Lizenz von Cycles zu verdanken (siehe Kasten auf S. 146).

Bisher mussten Materialdefinitionen in Blender aus einer Vielzahl einzelner Komponenten zusammengestellt und händisch justiert werden. Der Disney Shader fasst diese zu nur zehn Parametern zusammen, die automatisch physikalisch korrekt interagieren. An entscheidenden Punkten erlaubt er es dem Nutzer, ein wenig zu schummeln.

Weil sich der Shader schnell und einfach anpassen lässt, physikalisch plausibel bleibt und trotzdem einige Freiheiten lässt, spricht man auch von Artist-driven Material Design – also Materialbearbeitung unter künstlerischen Gesichtspunkten, die nicht zwingend ein tiefergehendes Verständnis der Algorithmen im Hinter-

grund voraussetzt. Qualitativ ist der Shader ebenfalls ein großer Fortschritt, denn mit ihm lassen sich jetzt endlich physikalisch korrekt aufgerautete Oberflächen simulieren, etwa Holz, Leder oder verrostetes Metall.

Die Blender Community hat den Disney Shader begeistert aufgenommen, weil er die tägliche Arbeit mit der Software ungemein erleichtert. Auch aus Nutzerkreisen der anderen 3D-Pakete, die den Material-Designer inzwischen implementiert haben, kommt viel Lob. In der kommenden Version 2.8 von Blender wird er daher den Standard bilden, sprich: Wenn ein Nutzer ein Material erstellt, wird automatisch der Disney Shader gesetzt.

### Austauschbar

Ein Shader allein macht aber noch kein Material. So verwenden Gestalter gerne Pixelbilder (Texturen), um die Eigen-



Bild: The Cycles Encyclopedia

Der Shadow Catcher schafft die Illusion, dass das 3D-Objekt auf dem fotografierten Boden steht.

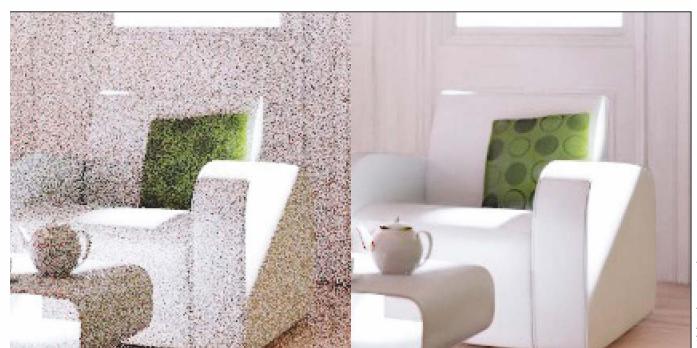


Bild: The Pixelary

Der Denoiser entfernt störendes Rauschen aus unfertigen Renderings.

schaften des Shaders zu justieren. Welche Farbe hat die Oberfläche? An welchen Stellen soll sie glänzen, an welchen Stellen matt sein? Sogar Details wie Prägungen lassen sich über Texturen definieren, anstatt sie direkt im 3D-Modell in Form von zusätzlicher Geometrie zu speichern.

Für den Austausch solcher Metadaten rief Adidas das XML-basierende Advanced Material Data Format (AMDF) ins Leben und veröffentlichte es als Open Source. Wie gut es die Computergrafik-Community annehmen wird, ist eine spannende Frage, denn zuvor hatten schon Industrial Light and Magic sowie Lucasfilm ihr MaterialX veröffentlicht, das ebenfalls Open Source ist und einen ähnlichen Anwendungsfall abdeckt.

### Vom Filmset zum Code

Ein großer Teil der Codebeiträge zu Blender stammt von Studios, die die Software für vielfältige Zwecke einsetzen, etwa visuelle Effekte bei Film- und Fernsehproduktionen, Motion Graphics für Musikvideos und Werbeclips oder Architektur- und industrielle Visualisierung. Mit Blender generierte Partikeleffekte sind in „Life of Pi“ zu sehen, Rauch- und Stoffsimulationen in „Der Ruf der Wale“, animierte Vögel in diversen Produktionen. Auch computeranimierte Kurz- und Langfilme entstanden schon komplett in Blender und manche Studios sind inzwischen so gewachsen, dass sich die Einstellung eines oder mehrerer Entwickler für sie lohnt.

So wie Theory Studios. Zusammen mit Barnstorm VFX schmiedeten die Theory-Künstler die visuellen Effekte (Visual Effects, kurz VFX) für die Amazon-Serie „The Man in the High Castle“ und erhielten dafür mehrere Nominierungen der VFX-Society, die jährlich Preise für visuelle Effekte in Werbung und Film auslobt. Die Serie entstand zu etwa neunzig Prozent in Blender, die Mitarbeiter sind über die ganze Welt verteilt.

In den Anfangsjahren des Studios war der Ur-Blender noch vollkommen ausreichend. Weil aber mit den Aufgaben auch die Ansprüche an die Software wuchsen, entschied man sich, Entwickler anzuheuern und fehlende Features selbst in Blender zu implementieren. Aus der Arbeit an „The Man in the High Castle“ gingen die Workflow-Beschleuniger Shadow Catcher und Denoiser hervor, die beide in Blender 2.79 integriert wurden.

Als Shadow Catcher wird ein Spezialmaterial bezeichnet, das zwar transparent

ist, auf das andere Objekte aber dennoch Schatten werfen können. Theory Studios benötigte es dringend, um virtuelle Objekte leichter in reale Foto- und Videoaufnahmen montieren zu können. Solche Montagen ließen sich in Blender bislang nur sehr umständlich – also unter hohem Zeitaufwand – realisieren. Mit dem Shadow-Catcher-Material lassen sich nun Bereiche wie Boden oder Wände ganz einfach für die Interaktion mit 3D-Objekten präparieren.

Auch der Denoiser erhöht das Arbeitstempo, weil er die Renderzeit drastisch verkürzt. Die Cycles Render-Engine arbeitet nach dem Pathtracing-Prinzip, bei dem Strahlen in die Szene geschickt werden, die sich wie reales Licht verhalten. Aus Performance-Gründen versucht man, möglichst wenige Strahlen einzusetzen, wodurch über dem fertig gerenderten Bild aber ein starkes Rauschen liegt, das später entfernt werden muss. Der von Theory Studios und Barnstorm VFX entwickelte Denoiser sammelt bereits während des Render-Vorgangs Informationen, die ihm später helfen, die Störungen effizient herauszurechnen.

Die Entwicklung des Shadow Catchers hatte bereits Barnstorm VFX initiiert. Theory Studios beteiligte sich, indem es das Feature während der Entwicklung ausgiebigen Tests unterzogen und Barnstorm VFX bei der Kommunikation mit den Blender-Maintainern unterstützten. Die Arbeit am Denoiser wurde komplett von beiden Studios finanziert.

Zahlreiche weitere Features aus den Filmarbeiten haben die Firmen in einem eigenen Repository zusammengefasst und auf GitHub veröffentlicht. Einige davon sind noch zu unausgereift, um in den Hauptzweig von Blender aufgenommen zu werden, andere schlichtweg zu speziell.

Theory Studios verfolgen hier einen recht pragmatischen Ansatz. In erster Linie versuchen sie, für ihre aktuellen Projekte die passenden Werkzeuge zu entwickeln. Landet das ein oder andere im Hauptzweig von Blender, sind sie zwar erfreut, weil sie dadurch Kosten für die zukünftige Pflege des Codes sparen. Wird mal ein Feature nicht aufgenommen, ist das aber auch kein Beinbruch.

### Feiner Stoff aus Next Gen

Ähnlich pragmatisch operiert Tangent Animation, das den Anfang September auf Netflix erschienenen Film „Next Gen“ zu mehr als neunzig Prozent in



Bild: Netflix

Der Netflix-Film Next Gen wurde von Tangent Animation zum größten Teil mittels Blender realisiert.

Blender realisiert hat. Tangent Animation pflegt ebenfalls einen eigenen Entwicklungszweig auf GitHub. Und auch darin finden sich Features, die näher an einer Integration in die Hauptversion sind, und andere, die es wohl nie dorthin schaffen werden.

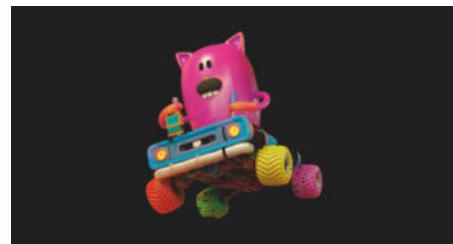
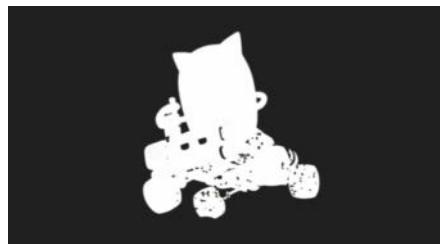
Ob eine Eigenentwicklung ankommt, hängt oft auch von der Kommunikation mit dem Blender-Kernteam und einem guten Timing ab. Die für Next Gen verbesserte Stoffsimulation etwa passte perfekt zu den Wünschen und Plänen des Kernteam, weshalb die Neuerungen gleich in die Anfang 2019 kommende 2.8er-Release einflossen. Eine Stoffsimulation hilft, Kleidungsstücke physikalisch korrekt zu animieren, ohne sämtliche Falten et cetera von Hand setzen zu müssen.

Auch das von Tangent Animation realisierte Cryptomatte hat den Einzug in Blender 2.8 geschafft. Dabei handelt es sich um ein System, das Informationen über die Objektgrenzen aus dem 3D-Modell ins gerenderte Pixelbild überträgt – die Szene also segmentiert. Dadurch können in der Postproduktion, etwa beim Color Grading, einzelne Elemente wie Charaktere oder Gras rasch unabhängig voneinander ausgewählt und bearbeitet werden. Prinzipiell war das bisher auch schon möglich, allerdings mit sehr viel Handarbeit und Planung verbunden.

## Industrie-Heimnutzer-Spagat

Tatsächlich entfaltet nicht alles auf dem Desktop des Durchschnittsanwenders automatisch dieselbe Wirkung wie am Filmset. So wäre der für Next Gen programmierte Import- und Export volumetrischer Daten – Feuer, Rauch, Wolken, Nebel et cetera – für den Blender-Trunk zwar prinzipiell nützlich, hat aber noch eher den Charakter eines Hacks. Für die Zwecke des Filmprojekts hatten die Tangent-Entwickler eine pragmatische, rasch realisierbare Lösung bevorzugt, um in der 3D-Animationssoftware Houdini erstellte Feuer- und Rauchsimulationen komfortabel mit Blender austauschen zu können. Den Blender-Entwicklern hingegen schwebt eine tiefergehende Umsetzung vor. Dazu Jeff Bell von Tangent: „Wenn wir keine saubere Implementierung, sondern lediglich einen Hack erzeugt haben, dann versuchen wir nicht, ihn in den Hauptzweig von Blender zu drücken. Die Kernalentwickler würden ihn sowieso nicht annehmen.“

Auch die Integration der von Tangent erfolgreich eingesetzten Bibliothek Intel Embree bereitet dem Blender-Team noch etwas Kopfzerbrechen. Embree dient dem Aufbau der BVH-Beschleunigungsstruktur (siehe Kasten unten), die den Kern moderner Pathtracing-Engines wie Cycles darstellt. Sie ist gewissermaßen der Turbo für den Renderer, unterstützt aber aus-



Die Einzelemente des Renderings sind durch Cryptomatte markiert (oben). Mehrere dieser Bereiche lassen sich auswählen und zu einer Maske zusammenfassen – das Objekt ist isoliert (unten).

Bild: Pokedstudio, Lizenz: CC-BY-SA

schließlich CPUs. Für Tangent perfekt: Es hat bei Next Gen ohnehin komplett auf GPUs verzichtet, weil keine verfügbare Grafikkarte genügend VRAM vorhalten kann, um die in den umfangreichen Szenen anfallenden Datenmengen zu bewältigen. Der durchschnittliche Blender-Nutzer hingegen betreibt keine Renderfarm mit Tausenden CPUs, sondern rechnet auf der Grafikkarte.

Für eine sinnvolle Integration der Intel-Bibliothek in den Blender-Trunk bie-

ten sich prinzipiell zwei Lösungen an: Embree so zu kapseln, dass es intern für CPUs genutzt wird und GPUs vom bisherigen BVH beschleunigt werden. Oder einen Weg zu finden, wie ein Embree-BVH auch mit Grafikkarten eingesetzt werden kann.

Doch ganz unabhängig davon, wie diese Geschichte weitergeht: Blender ist auf dem heimischen Rechner schon jetzt ganz großes Kino – auch weil sich gemeinnützige und kommerzielle Interessen auf einzigartige Weise ergänzen. (atr@ct.de) **ct**

# Blender-Wissen

## Shader versus Material

Was ist der Unterschied zwischen einem Shader und einem Material? Ein Shader definiert, wie eine Oberfläche auf Licht reagiert. Wie und wie stark wird das Licht gestreut? Wird das Licht reflektiert oder dringt es in die Oberfläche ein? Ein Material hat zusätzlich zum Shader noch weitere Informationen gespeichert, zum Beispiel die Farbe der Oberfläche oder an welchen Stellen der Oberfläche welcher Shader zum Einsatz kommt – quasi Shader plus Meta-Informationen. Die beiden Begriffe werden manchmal synonym verwendet.

Das Kürzel BRDF steht für Bidirectional Reflectance Distribution Function. Dabei handelt es sich um eine statistische Verteilungsfunktion, die beschreibt, wie Licht abhängig vom Eintrittswinkel reflek-

tiert wird. BRDFs sind Teil einer Familie von mathematischen Funktionen, die den Kern moderner Shader bilden.

## Einladende Lizenz

Im Bereich Open-Source-Lizenzen hat sich die Unterscheidung zwischen freifügig und restriktiv eingebürgert. Restriktive Lizenzen enthalten eine Copyleft-Klausel, die den Einsatz des Codes in proprietärer Software verhindern. Die bekannteste darunter ist die GNU General Public License (GPL). Freifügige Lizenzen erlauben die Integration in proprietäre Software. Die Render Engine Cycles, welche in Blender integriert ist, wurde ursprünglich unter einer restriktiven Lizenz entwickelt, im Jahr 2013 aber auf die freifügige Apache-Lizenz umgestellt. Seitdem darf Cycles auch in proprietäre Pro-

gramme integriert werden. Das ist auch schon mehrfach passiert und hat wesentlich dazu beigetragen, dass inzwischen auch von außerhalb des Ökosystems um Blender Code in das Projekt zurückfließt.

## Hardware-Beschleuniger

BVH (Bounding Volume Hierarchy) ist eine Datenstruktur, die dabei hilft, das Auftreffen von Strahlen auf Geometrie effizient zu berechnen beziehungsweise zu testen. Sie bildet den Kern moderner Pathtracing-Engines. Eine optimierte BVH macht einen großen Teil der Performance einer solchen Engine aus. Nvidia etwa hat in den neuen RTX-Grafikkarten wie der RTX 2080 Ti spezielle „Raytracing Cores“ eingebaut, die BVH-Operationen in der Hardware beschleunigen.

# Teil 2: Frisches Arduino-Know-How!



**ct Make: ARDUINO SPECIAL**

**Grundlagen**

- Arduino-IDE unter die Haube geschaut
- Libraries verstehen und selbst bauen
- Effizient programmieren
- Ports, Timer & Interrupts einsetzen
- Bit-Operationen richtig anwenden
- SD-Karten lesen und beschreiben
- Digital-Analog-Konverter aus Widerständen

3/2017

**Teil 1**  
noch erhältlich!



Portofreie  
Lieferung!

shop.heise.de/make-arduino2 service@shop.heise.de  
Auch als eMagazin erhältlich unter: shop.heise.de/make-arduino2-pdf

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten  
oder ab einem Einkaufswert von 15 €

**heise shop**

shop.heise.de/make-arduino2





# Schleichende Ablöse

## Nftables: Neue Firewall-Technik für Linux startet endlich durch

**Schleichend und von vielen unbemerkt verdrängt Nftables gerade Iptables. Von Regelsatz- oder Performance-Vorteilen der neuen Firewall-Lösung für Linux profitiert allerdings nur, wer sich mit ihr auseinandersetzt.**

**Von Thorsten Leemhuis**

Eine neue und vielversprechende Firewall-Lösung namens BpfILTER sorgte im Sommer für Aufsehen [1]. Obwohl sie bislang nicht mehr als eine Konzeptstudie ist, nahmen das manche zum Anlass, den designierten Iptables-Nachfolger Nftables abzuschreiben. Dabei startet der gerade durch: Das seit 2013 aktiv als neue Firewall-Technik für Linux vorangetriebene Nftables kann mittlerweile alles Wesentliche, das Iptables und seine Verwandten Ipv6tables, Arptables und Ebtables beherrschen. Erste Linux-Distri-

butoren beginnen daher damit, von dieser gemeinhin als Xtables bezeichneten Familie von Firewalltechniken auf das modernere und flexiblere Nftables zu wechseln. Weitere Anbieter wollen dem Beispiel bald folgen.

### Aus Alt macht Neu

Das Beste: Viele Nutzer brauchen sich um den Technikwechsel gar nicht zu sorgen. Das ist Kompatibilitätswerkzeugen zu verdanken, durch die letztlich Nftables unbemerkt die Arbeit übernimmt, obwohl man altbekannte Kommandos aufruft, die bislang Xtables konfigurieren. Das ist der im Sommer 2018 freigegebenen Werkzeugsammlung Iptables 1.8 zu verdanken, die ihre Firewall-Tools trickreich und unter neuen Namen einrichtet. Das bisher iptables genannte Kommando, das die IPv4-spezifischen Iptables des Kernels konfiguriert, heißt dadurch nun iptables-legacy. Das im Archiv enthaltene Werkzeug iptables-compat hört jetzt auf iptables-nft; es versteht dieselben Parameter wie das Legacy-Werkzeug, arbeitet aber mit Nftables.

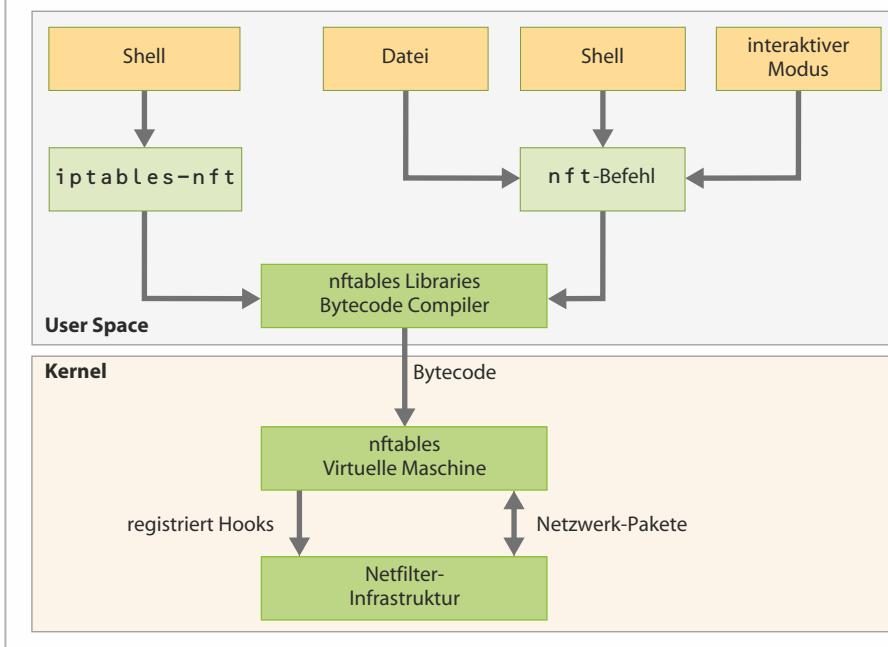
Dadurch wird deutlicher, welches Werkzeug welche Kernel-Technik verwendet. Hauptziel des Ganzen ist aber ein anderes: Der Name iptables wird frei. Distributoren können so durch Setzen eines symbolischen Links leicht festlegen, welches der zwei Werkzeuge die Arbeit macht, wenn man das Kommando aufruft. Diese Links verwaltet meist alternatives, mit dem man flugs von den Xtables auf die Nftables-Werkzeuge umschalten kann. Die Ausgabe von iptables --version verrät, ob das jeweilige System standardmäßig das Legacy- oder Nft-Werkzeug einsetzt. Damit sich die beiden Kernel-Techniken nicht ins Gehege kommen, empfiehlt sich nach dem Wechsel der Werkzeuggattung ein Neustart.

### Fortschritt

Wer die Nftables-Werkzeuge nutzt, profitiert sogar von einem Vorteil der neuen Firewall-Technik: Wenn man eine Regel hinzufügt (iptables -A ...), gelingt das in Sekundenbruchteilen, weil die Regel einfach angehängt werden kann. Mit den

## Die Struktur von Nftables

Nftables vereinheitlicht die Firewall-Regelverwaltung für alle Netz-Ebenen (MAC-Schicht, ARP, IP). Man kann Nftables wie gewohnt mit `iptables` per Skript steuern. Der Befehl `nft` erlaubt auch, die ganze Konfiguration aus einer Datei zu laden oder in einer Shell interaktiv an Regeln zu feilen.



Xtables-Werkzeugen dauert das länger, denn die müssen alle Regeln aus dem Kernel abrufen, den Regelsatz anpassen und dann als Ganzes in den Kernel schicken – bei komplexen Regelwerken kann das dauern. Mit den Xtables funktioniert zudem das in Iptables 1.8 dazugestößene Tool `xtables-monitor` nicht, das Änderungen am Regelwerk überwacht.

Größere Vorteile bietet Nftables mit seinem nativen Konfigurationstool, das

auf den Namen `nft` hört. Das ist einer anderen Syntax zu verdanken, die für Einsteiger leichter zu handhaben sein soll; sie ist an das für OpenBSD entwickelte `pf` angelehnt, das in der Unix-Welt als führende Firewall-Lösung gilt. Das native Nftables-Tool macht es etwa leicht, für IPv4 und IPv6 gleichermaßen geltende Regeln anzulegen. Außerdem braucht man nicht mehr zwei Regeln, um zu protokollieren (LOG), ob ein Paket akzeptiert (ACCEPT)

## Bezeichnungsstolpersteine

Bei den Begriffen rund um die Firewall-Techniken von Linux gibt es Mehrdeutigkeiten. Besonders problematisch ist der Ausdruck Iptables, der für vier Dinge steht. Meist wird er mit dem gleichnamigen Kommandozeilenwerkzeug assoziiert, das aber seit dem Sommer auf einen neuen Namen hört (siehe Text). Dieses greift auf die ebenfalls Iptables genannte Firewall-Technik des Linux-Kernels zurück, die zur Xtables-Familie gehört. Auch die Firewall-Regeln, die das Tool in den Kernel

lädt, werden gelegentlich als Iptables bezeichnet. Das ist außerdem der Name der Werkzeugsammlung, in der das Tool steckt. Um die Verwirrung komplett zu machen, gehören der Sammlung auch Werkzeuge an, durch die der Befehl `iptables` die Firewall nicht mit Xtables, sondern mit Nftables einrichtet. Für diese modernere Firewall-Technik des Linux-Kernels gibt es auch ein natives Konfigurationswerkzeug. Das steckt in einem Archiv namens Nftables, heißt aber `nft`.

## Ihr Erste-Hilfe-Set:

Das Notfall-System  
für den Ernstfall

Jetzt für  
nur 12,90 €  
bestellen.



Auch auf USB-Stick  
erhältlich!

**JETZT NEU! c't wissen Desinfec't 2018/2019**

Dank Desinfec't 2018/2019 analysieren Sie Ihr bedrohtes Windows-System aus mehreren Blickwinkeln: Viren aufspüren, Hardware untersuchen, Daten sichern. Vier Viren-Scanner und TeamViewer helfen Ihnen auch bei der Fernwartung.

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/desinfect2018-19](http://shop.heise.de/desinfect2018-19)

12,90 €

[shop.heise.de/desinfect2018-19](http://shop.heise.de/desinfect2018-19)

[service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.

**heise shop**

[shop.heise.de/desinfect2018-19](http://shop.heise.de/desinfect2018-19)

```
[th1@th1 ~]$ which iptables
/usr/sbin/iptables

[th1@th1 ~]$ ll /usr/sbin/iptables
lrwxrwxrwx. 1 root root 26 13. Nov 09:55 /usr/sbin/iptables -> /etc/alternatives/iptables
[th1@th1 ~]$ ll /etc/alternatives/iptables
lrwxrwxrwx. 1 root root 22 13. Nov 09:55 /etc/alternatives/iptables -> /usr/sbin/iptables-nft

[th1@th1 ~]$ iptables --version
iptables v1.8.0 (nf_tables)

[th1@th1 ~]$ /usr/sbin/iptables-legacy --version
iptables v1.8.0 (legacy)

[th1@th1 ~]$
```

Bei einigen Distributionen konfiguriert das altbekannte Iptables-Kommando jetzt still und heimlich die modernere Firewall-Technik Nftables.

oder fallengelassen (DROP) wurde. Regeln lassen sich zudem leichter und schneller anpassen. Anders als bei Iptables gibt es beim Einrichten und Aktualisieren der Filterregeln auch keine Race Conditions, durch die unerwünschte Pakete womöglich durchschlüpfen. Details zur Syntax sowie diesen und weitere Vorteile von Nftables/nft liefert ein älterer c't-Artikel [2].

## Funktionslücken

Allerdings kann nft einige Firewall-Techniken noch nicht konfigurieren, die iptables-nft beherrscht. Diese Features werden meist nur bei komplexeren Firewall-Setups gebraucht. Die Funktionslücke liegt übrigens nicht beim Werkzeug, sondern beim Kernel: Nftables lässt noch einige von Iptables gebotene Features missen, die iptables-nft nutzen kann, weil dieses Tool auch Xtables-Funktionen einbinden kann. Nftables fehlt derzeit etwa SYNPROXY, das bei der Abwehr von SYN-Floods und ähnlichen DDoS-Angriffen hilft. Die letzten Funktionslücken schließen die Entwickler nach und nach. Beim aktuellen Linux-Kernel 4.20 hat Nftables etwa Ipsec Policy Matching gelernt. Welche Features noch fehlen, zeigt das Wiki des Netfilter-Projekts (siehe ct.de/y7ks). Statements wie „consider native interface“ bedeuten: Die Entwickler erwägen, Support dafür in Nftables nachzurüsten.

Wer keines der fehlenden Features verwendet, kann sein Iptables-Regelwerk auf die Syntax von nft umstellen, um von den Vorteilen des neuen Ansatzes stärker zu profitieren. Das empfiehlt sich besonders für komplexe Firewalls mit Hunderten von Regeln: Gerade dort können die moderneren Datenstrukturen von Nftables (Sets, Maps, Verdict-Maps ...) das Regelwerk oft vereinfachen und dadurch übersichtlicher gestalten. Beim Umstieg

von Iptables- auf Nftables-Syntax hilft das in der Werkzeugsammlung Iptables enthaltene Tool iptables-translate, das Iptables- in Nft-Syntax übersetzt. Den Einsatz des Werkzeugs erläutert das Netfilter-Wiki (siehe ct.de/y7ks). Dort finden sich auch einige Tipps, wie Sie das Regelwerk anschließend optimieren. Erst dadurch kommen die modernen Datenstrukturen so richtig zum Zuge, die die Performance verbessern. Solche Vorteile können damit die Zeit wieder wettmachen, die der Wechsel auf Nft-Syntax kostet.

## Anlaufschwierigkeiten

Fedora, OpenSuse und einige andere Distributionen stehen kurz davor, die Firewall standardmäßig mit der nft-Syntax zu konfigurieren. Das ist dem Werkzeug Firewalld zu verdanken, das die Firewall seit Version 0.6.0 standardmäßig mit einem Backend für Nftables einrichtet. Das Ende Oktober erschienene Fedora 29 sollte diesen Ansatz schon nutzen; auch OpenSuse Tumbleweed wollte schon umsteigen. Beide stolpern bei der Einführung allerdings über eine Eigenart bei der Handhabung von Network Address Translation (NAT), deretwegen die Docker-Container und virtuelle Maschinen nicht ins Internet fanden. Die Distributionen haben den Umstieg daher vertagt, um diese Macke erst zu beseitigen. Kurioserweise liegt dieses Problem just in einem Bereich, wo Nftables eigentlich Besserung verspricht: Durch „Namespaces“ können Firewall-Tools, Libvirt, Docker & Co. jeweils eigene Tabellen im Regelwerk pflegen. Diese Software kann dort die für sie wichtigen Aspekte ungehört von den anderen konfigurieren, ohne anderen ins Gehege zu kommen. Die Programme tricksen sich so nicht mehr so leicht gegenseitig aus, wie es mit Xtables passieren kann.

## Umstiegsphase

Dass Probleme bei der Einführung neuer Techniken auftauchen, ist ganz normal. Solche Rückschläge ändern nichts daran: Nftables startet langsam, aber sicher durch. Seit Kurzem gehört es zudem zu den Features, die der Red-Hat-Support bei Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 7 abdeckt. Das gerade in der Beta-Phase befindliche RHEL 8 nutzt Nftables sogar standardmäßig. Auch das im Frühsommer nächsten Jahres erwartete Debian 10 soll Nftables nach derzeitigem Stand von Haus aus verwenden, daher ist das bei Debian Testing bereits der Fall.

Die Entwickler des Netfilter-Projekts haben damit über fünf Jahre gebraucht, um das anfangs rudimentäre Nftables mit allen wesentlichen Funktionen auszustatten und ihm zur Alltagstauglichkeit zu verhelfen. Damit schickt es sich wie geplant an, das vom selben Projekt betreute Iptables zu beerben.

## Andere Zuständigkeitsbereiche

Noch vollkommen unklar ist, ob das jüngst vorgestellte BpfILTER je zum Erfolg wird. Dieser unabhängig von Netfilter.org entstandene Ansatz hat bei seiner Vorstellung viel Aufmerksamkeit erregt, obwohl es nicht mehr als eine Konzeptstudie war. Jetzt steht viel Feinarbeit an, die gerade erst auf den Weg gebracht wird. Den Anwendern kann es aber recht egal sein, ob oder wann dieser Ansatz durchstartet: BpfILTER soll schließlich nur die Kernel-interne Infrastruktur durch eine Lösung ersetzen, die auf dem enhanced Berkeley Packet Filter (eBPF/BPF) aufbaut. Sie würde dann die Schwerarbeit im Kernel erledigen; die Schnittstellen zum User-space sollen dabei die gleichen bleiben, sodass existierende Firewall-Werkzeuge wie iptables und nft einfach weiterarbeiten. Von diesem Technikwechsel sollen Anwender somit nochmals weniger mitbekommen, als beim derzeit schlechend erfolgenden Umstieg von Iptables auf Nftables.

(th1@ct.de) ct

## Literatur

[1] Thorsten Leemhuis, Flexibler filtern, Neue Firewall-Technik für Linux bringt Elemente von Microkerneln, c't 15/2018, S. 34

[2] Carsten Strotmann, Schlauer filtern, Linux-Paketfilter nftables: Wissen und Praxis, c't 18/2015, S. 176

**Nftables-Status und Tipps zum Umstieg auf nft: ct.de/y7ks**

Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + iX-Kaffebecher  
nur 14,70 €

[www.iX.de/test](http://www.iX.de/test)



[www.iX.de/test](http://www.iX.de/test)



49 (0)541 800 09 120



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



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



Bild: Rudolf A. Blaha

# „These go to eleven“

**Geokoordinaten wie N52,385813°/E9,809688° leicht merkbar kodieren als Open Location Code**

**Haben Sie schon mal versucht, eine Lieferung in ein Neubaugebiet zu senden? Genau: keine Hausnummern, keine Pakete. Google will das mit gut merk- und lesbaren Open Location Codes ändern. Anhand einer Google-Maps-Anwendung zeigen wir, wie beispielsweise die Adresse unseres Verlagsgebäudes kodiert und dekodiert wird.**

**Von Oliver Lau**

**S**traßen haben nicht nur in Neubaugebieten keine Namen, geschweige denn Hausnummern – viele infrastrukturell kaum erschlossenen Regionen auf dem Globus teilen dieses Problem. Wer dort wohnt und Post empfangen will, muss sie sich postlagernd schicken lassen. Dumm nur, wenn das nächste Postamt Dutzende Kilometer entfernt ist. Man könnte in einem solchen Fall die Anschrift mit Längen- und Breitengrad genau bestimmen. Dafür benötigt man je Koordinate vier Nachkommastellen für eine Genauigkeit von gut zehn Metern; zusammen mit den ganzzahligen Graden kommen so schnell zwölf und mehr Ziffern zusammen. Um derart schlecht merk- und

mitteilbare Daten besser lesbar zu machen, hat zum Beispiel das Projekt what3words ein gleichnamiges System zur Verortung erfunden. Die Adresse der c't-Redaktion lautet darin `///keine.pfeffern.` idealen. Kann man sich merken, klingt aber irgendwie schräg. Und wenn man Breiten- und Längengrad dazu herausfinden will, braucht man Zugang zum what3words-Webdienst, der die Wörter zu den angefragten Koordinaten aus seiner Datenbank pult.

Einen anderen Ansatz verfolgt der Open Location Code (OLC), für den man ohne Online-Datenbank auskommt, weil man zu seiner Berechnung nur die Grundrechenarten benötigt. Er kodiert Breiten-

und Längengrad in bis zu 11 Zeichen aus einem Vorrat aus 20 Zeichen (lateinische Großbuchstaben und arabische Ziffern), die so ausgewählt wurden, dass Verwechslungen unwahrscheinlich sind. Es gibt zum Beispiel kein B, weil es der 8 zu ähnlich sieht. Im Folgenden bezeichnen wir diese 20 Zeichen als OLC-Ziffern (kurz: Ziffern). Für das c't-Verlagsgebäude zum Beispiel lautet der Code 9F4F9RP5+8V; er kodiert die Koordinaten 52,385813 Grad nördlicher Breite und 9,809688 Grad östlicher Länge mit circa 14 Meter Genauigkeit.

Damit man den OLC nicht mit einer Postleitzahl durcheinanderbringt – man denke nur an SW1A 2AA für das Haus des britischen Premierministers in 10 Downing Street, London –, folgt auf das achte Zeichen ein Plus-Zeichen. Darum bezeichnet man ihn auch als Plus Code (siehe <http://plus.codes>).

Das Verfahren darf jedermann kostenlos einsetzen, um Geokoordinaten in OLCs und zurück zu wandeln. Zwar kann man über OLCs noch keine Post zustellen – per what3words geht das schon in einigen Ländern wie Dschibuti, Elfenbeinküste oder Nigeria –, aber hey, *Google* macht sich für OLCs stark. In Google Maps erscheint der Open Location Code links in der Informationsleiste unterhalb der postalischen Adresse, wenn man einen Standort auf der Karte auswählt. Ein OLC schlägt also gleich mehrere Fliegen mit einer Klappe:

- Er ist gut les- und merkbar.
- Er lässt sich leicht von anderen Ortsangaben unterscheiden.
- Er ist leicht zu implementieren.
- Er funktioniert offline.
- Er ist kostenlos.
- Ein mächtiges Unternehmen macht sich dafür stark.

## It's very special

Via [ct.de/y89b](http://ct.de/y89b) können Sie den Quelltext unseres für diesen Artikel programmierten OLC-Konverters herunterladen und über einen Webserver Ihrer Wahl zur Verfügung stellen. Sie brauchen dafür einen API-Schlüssel für Google Maps und müssen Kreditkarteninformationen in der Google-Cloud-Konsole hinterlegen. Keine Sorge: Für den Hausgebrauch müssen Sie nichts für die Nutzung des Google-Maps-JavaScript-APIs berappen, denn die Limits, ab denen Kosten anfallen, sind hoch gesteckt. Ein deutschsprachiger Assistent (siehe [ct.de/y89b](http://ct.de/y89b)) führt Sie durch alle nö-

```

01 const CODES = ['2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', 'C', 'F', 'G',
02   'H', 'J', 'M', 'P', 'Q', 'R', 'V', 'W', 'X'];
03 const RESOLUTION = [20, 1, 1/20, 1/400, 1/8000];
04 const GRID_COLS = 4;
05 const GRID_ROWS = 5;
06 const GRID_SIZE_DEG = RESOLUTION[RESOLUTION.length-1];
07 const GRID_ROW_SIZE = GRID_SIZE_DEG / GRID_ROWS;
08 const GRID_COL_SIZE = GRID_SIZE_DEG / GRID_COLS;
09 const CODE_LENGTH_NORMAL = 10;
10 const CODE_LENGTH_EXTRA = 11;
11 const SEPARATOR = '+';
12 const SEPARATOR_POSITION = 8;
13
14 function encode(lat, lon, codeLength = CODE_PRECISION_NORMAL) {
15   codeLength = Math.min(CODE_LENGTH_EXTRA, Math.max(codeLength, 2));
16   lat = Math.min(90, Math.max(-90, lat));
17   while (lon < -180) lon += 360;
18   while (lon >= 180) lon -= 360;
19   if (lat === 90) {
20     lat -= (codeLength <= CODE_LENGTH_NORMAL)
21     ? Math.pow(DIVISOR, Math.floor(2 - codeLength / 2))
22     : Math.pow(DIVISOR, -3) /
23       Math.pow(GRID_ROWS, codeLength - CODE_LENGTH_NORMAL);
24   }
25   lat += 90;
26   lon += 180;
27   let code = '';
28   let len = Math.min(CODE_LENGTH_NORMAL, codeLength);
29   for (let idx = 0; idx < len; /**/) {
30     let pairCount = Math.floor(idx / 2);
31     let enc = x => {
32       let divisor = RESOLUTION[pairCount];
33       let i = Math.floor(x / divisor);
34       code += CODES[i];
35       ++idx;
36       return x - i * divisor;
37     };
38     lat = enc(lat);
39     lon = enc(lon);
40   }
41   if (codeLength < SEPARATOR_POSITION) {
42     code = (code + '000000').substring(0, SEPARATOR_POSITION);
43   }
44   else if (codeLength === CODE_LENGTH_EXTRA) {
45     let row = Math.floor((lat % GRID_ROWS) / GRID_SIZE_DEG * GRID_ROWS);
46     let col = Math.floor((lon % GRID_COLS) / GRID_SIZE_DEG * GRID_COLS);
47     code += CODES[row * GRID_COLS + col];
48   }
49   return code.slice(0, SEPARATOR_POSITION) + SEPARATOR +
50   code.slice(SEPARATOR_POSITION);
51 }

```

Die Kodierungsfunktion wandelt Breiten- und Längengrad in bis zu fünf Paare aus OLC-Ziffern um. Nach der achten Ziffer wird ein Plus-Zeichen eingefügt. Für die elfte ändert sich der Algorithmus.

```
01 function decode(code) {
02   code = code.replace(SEPARATOR, '').replace(/\0+/, '').toUpperCase();
03   let len = Math.min(code.length, CODE_PRECISION_NORMAL);
04   let lat = 0;
05   let lon = 0;
06   let resolutionIdx = 0;
07   for (let i = 0; i < len; i += 2) {
08     lat += CODES.indexOf(code[i]) * RESOLUTION[resolutionIdx];
09     lon += CODES.indexOf(code[i+1]) * RESOLUTION[resolutionIdx];
10     ++resolutionIdx;
11   }
12   if (code.length === CODE_LENGTH_EXTRA) {
13     let gridIdx = CODES.indexOf(code[CODE_LENGTH_EXTRA-1]);
14     let row = Math.floor(gridIdx / GRID_COLS);
15     let col = gridIdx % GRID_COLS;
16     lat += row * GRID_ROW_SIZE;
17     lon += col * GRID_COL_SIZE;
18     return {
19       lat: lat - 90 + GRID_ROW_SIZE / 2,
20       lon: lon - 180 + GRID_COL_SIZE / 2
21     };
22   }
23   return {
24     lat: lat - 90 + RESOLUTION[resolutionIdx-1] / 2,
25     lon: lon - 180 + RESOLUTION[resolutionIdx-1] / 2
26   };
27 }
```

Beim Dekodieren werden die OLC-Ziffern paarweise in Breiten- und Längengrade zurückgewandelt.

tigen Schritte. Den in der Beispieldatei index.html hinter `https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=` befindlichen API-Schlüssel ersetzen Sie anschließend durch Ihren eigenen.

Aus didaktischen Gründen haben wir das Kodieren und Dekodieren selbst implementiert und nicht auf eine fertige Bi-

bliothek zurückgegriffen. Außer für JavaScript gibt es OLC-Bibliotheken unter anderem für Java, C++, Python, Swift und Go. In unserer Demo können Sie Breiten- und Längengrade eingeben und in Open Location Codes wandeln – und umgekehrt. Fahren Sie mit der Maus über die darin angezeigte Google-Maps-Karte, wird

die Kachel für die Koordinate unter dem Mauszeiger als kleines rotes Rechteck eingeblendet. Ein Klick auf die Karte überträgt die Position in die Eingabefelder. Über einen Knopf können Sie ein für die Zoom-Stufe passendes OLC-Raster ein- und ausblenden, über einen weiteren Be- schriftungen der Kacheln mit dem OLC.

## OLC ausrechnen

Wenn man von Breiten- und Längengraden spricht, sind üblicherweise dezimale Gradangaben gemeint. Ein Open Location Code enthält diese Koordinaten, nur eben in anderer Schreibweise, zum Beispiel 9F4F9RP5+8V für 52,385813 Grad Breite und 9,809688 Grad Länge.

Der Algorithmus segmentiert die Weltkugel (genauer: den WGS84-Ellipsoid, den auch GPS zugrunde legt) in 9 mal 18 Kacheln mit je 20 Grad Kantenlänge, die in weiteren Schritten in Kacheln mit 1, 1/20, 1/400 und 1/8000 Grad Kantenlänge unterteilt werden, also jeweils in Zwanzigstel. Bei jedem Schritt entstehen zwei OLC-Ziffern, von denen die erste den Faktor des jeweiligen Bruchteils des Breitengrads kodiert und die zweite den des Längengrads.

Die ersten vier Stellen nennt man Area-Code, 9F4F im obigen Beispiel. Man kann ihn weglassen, wenn ohnehin klar ist, welchen Ort man meint, oder wenn man eine Ortsangabe wie „Hannover, Deutschland“ vor oder hinter den OLC schreibt. Ein Dekodierer muss dann den Area-Code aus dieser Ortsangabe ergänzen. Unsere Beispielanwendung kann das nicht; sie findet nur Ort und Land über den Aufruf des Google-Maps-Geolocation-API heraus.



Das erste Ziffernpaar des Open Location Codes zerlegt den Globus in  $20 \times 20$  Grad große Flächen. Norddeutschland liegt im Sektor 9E.



Jedes weitere OLC-Ziffernpaar „zwanzigstelt“ den bis dahin definierten Bereich in jeder Dimension. Vier OLC-Stellen beschreiben also eine Fläche mit  $1^\circ$  in Breite und Länge.



# Workshops 2019

JETZT  
Frühbucher-  
rabatt sichern!



## System Management mit Puppet

28. bis 30. Januar 2019  
in Hannover



## Systemdeployment & -management mit Ansible

12. bis 13. Februar 2019  
in Frankfurt



## TensorFlow

19. bis 20. Februar 2019  
in Hannover



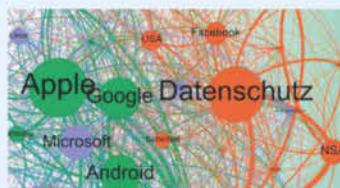
## Big Data mit Hadoop

19. bis 20. Februar 2019  
in Frankfurt



## Systematische Sicherheit mit dem IT-Grundschutz

27. bis 28. Februar 2019  
in Hannover



## Automatische Textanalyse mit Machine Learning

19. bis 22. März  
in Hannover



Weitere Infos unter:  
[www.heise-events.de/workshops](http://www.heise-events.de/workshops)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)



Wenn man eine Genauigkeit von weniger als acht Stellen benötigt, muss man den Code mit Nullen auf acht Stellen erweitern (Padding) und dann das Plus-Zeichen anhängen. Genügt zum Beispiel eine Auflösung von 1/20 Grad, dann könnte man 9F4F9R00+ schreiben.

Das Listing mit der Funktion `encode()` zeigt, wie die Koordinaten kodiert werden. Sie erwartet die drei Parameter Breitengrad `lat` (engl. latitude), Längengrad `lon` (engl. longitude) und Länge des gewünschten OLC `codeLength`.

Gemäß OLC-Spezifikation ([ct.de/y89b](http://ct.de/y89b)) wird der Breitengrad zunächst auf den Wertebereich von -90 bis +90 Grad beschnitten (siehe Zeile 16) und der Längengrad auf den Bereich zwischen -180 und +180 normalisiert (Zeilen 17-18). Die Zeilen 19 bis 24 behandeln den Sonderfall, dass der Breitengrad genau auf dem Nordpol liegt – dazu gleich mehr.

Weil sich mit positiven Zahlen leichter rechnen lässt, verschieben die Zeilen 25 und 26 Breiten- und Längengrad in den positiven Bereich.

Die Schleife ab Zeile 29 zählt nun von 0 bis zur gewünschten Code-Länge; 10 (`CODE_LENGTH_NORMAL`) ist die Standardlänge. Weniger Stellen sind erlaubt. Auch eine mehr – dann ändert sich aber der Algorithmus (siehe nächster Abschnitt).

In jedem Schritt entsteht durch Aufruf der inneren Funktion `enc()` ein neues OLC-Ziffern-Paar. Dabei wird der ganzzahlige Quotient der Division des Grades durch die jeweilige Auflösung in `RESOLUTION` als Index die Code-Tabelle verwendet und der Rest der Division für die nächste Iteration zurückgegeben.

## Die OLC-Kacheln

Weil es 180 Breiten- und 360 Längengrade gibt, die für einen OLC in 9 mal 18 Kacheln unterteilt werden, sind diese Kacheln in Äquatornähe nahezu quadratisch, in Richtung der Pole werden sie zu Rechtecken gestreckt, die entlang des Breitengrads schmäler sind als entlang des Längengrads. Dass dieser Effekt auf Karten ziemlich dramatisch aussieht, liegt an der dafür häufig verwendeten Mercator-Projektion, die polnahe Flächen größer als äquatornahe darstellt. Übrigens: Um diesem Effekt entgegenzuwir-

ken, zeigt Google seit August wie von Google Earth gewohnt den Erdglobus als Kugel an. Die Google-Maps-Screenshots in diesem Artikel verwenden die Mercator-Projektion.

Die Wandlung von geografischen Koordinaten in einen Open Location Code ist nicht eindeutig, weil der OLC eine Fläche beschreibt – umgekehrt hingegen schon, wenn man das Ergebnis wie unsere Beispielanwendung als geografischen Mittelpunkt der Kachel interpretiert.

Wenn die gewünschte Code-Länge kleiner als 8 ist, hängen die Zeilen 41 bis 43 so viele Nullen an, dass die Länge gleich 8 wird.

Abschließend wird das Plus-Zeichen hinter der achten Stelle eingefügt beziehungsweise angehängt. Das Plus-Zeichen außen vor gelassen, entstehen so per Default OLCs mit 10 Zeichen Länge, die eine Fläche von circa  $14 \times 14$  Metern beschreiben (siehe Kasten „Die OLC-Kacheln“).

### If we need that extra push

Wenn Sie das Extra-Quäntchen an Genauigkeit benötigen, kann `encode()` den OLC auf elf Stellen hochdrehen. Dazu ändert sich der Algorithmus (siehe Zeilen 44–48): Er unterteilt die Grade nicht mehr in Zwanzigstel, sondern die Kachel in 20 kleinere gleichförmige Kacheln, und zwar in fünf Reihen (siehe Konstante `GRID_ROW`)

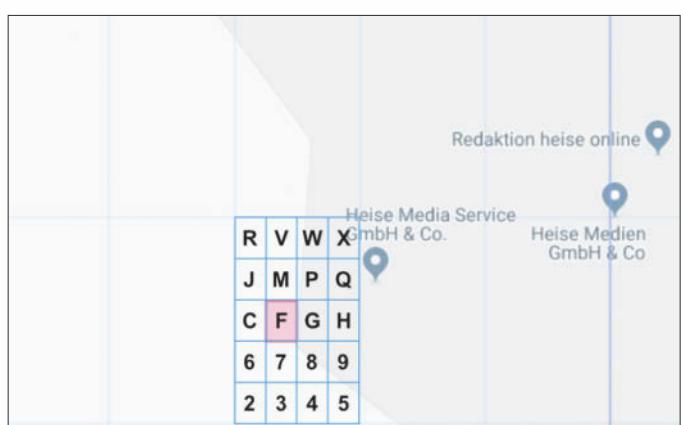
zu je vier Spalten (`GRID_COLS`). Die Nummerierung beginnt links unten. Anhand der ermittelten Kachelnummer greift Zeile 47 die Ziffer aus der Tabelle und hängt sie an den bisherigen Code an. Damit erzielt man eine Genauigkeit von haustürgenauen  $3,5 \times 2,8$  Metern.

Damit klärt sich auch, was es mit den Zeilen 19 bis 24 auf sich hat: Sie reduzieren den Breitengrad in Abhängigkeit von der gewählten Auflösung so weit, dass die Kachel bei keiner der weiteren Berechnungen über den Nordpol hinausragt. Ohne diese Vorsichtsmaßnahme könnte es zu Fehlern kommen, weil der maximal zulässige Index in die Code-Tabelle überschritten wird.

Um in unserer Beispielanwendung die Extra-Präzision einzuschalten, halten Sie die Umschalt-Taste gedrückt, während Sie den Mauszeiger über die Karte bewegen. Sie sehen dann sofort, wie die Kachel



Ein zehnstelliger OLC stellt eine Fläche von circa  $14 \times 14$  Meter dar (in Äquatornähe). Das genügt, um beispielsweise die Lage eines Hauses weiterzugeben.



„These go to eleven“: Liegen Haustüren sehr dicht beieinander, kann man eine elfte OLC-Ziffer anhängen, die den 1/8000 Grad großen Bereich in 20 Kacheln aufteilt.

## OLC-Symbole und korrespondierende Dezimalzahlen

OLC	2	3	4	5	6	7	8	9	C	F	G	H	J	M	P	Q	R	V	W	X
dezimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

auf ein Zwanzigstel ihrer vorigen Größe schrumpft.

### Dekodieren

Die Umwandlung eines 10- oder 11-stelligen OLC in geografische Koordinaten ist noch einfacher (siehe Listing mit der Funktion `decode()`). Da das Plus-Zeichen und das 0-Padding bei den folgenden Berechnungen nur stören, entfernt Zeile 2 sie. Falls der Code Kleinbuchstaben enthält, werden sie in Großbuchstaben konvertiert.

Die Schleife ab Zeile 7 durchläuft die Ziffern des OLC paarweise. Bei jedem Schritt wird die Ziffer in der Code-Tabelle gesucht und der resultierende Index als Multiplikator für die Auflösung verwendet, die der Position des Ziffernpaars (`resolutionIdx`) im OLC entspricht. Das Produkt wird auf den Breiten- und Längen-

grad schrittweise addiert, wodurch sich die Positionsgenauigkeit mit jedem Ziffernpaar erhöht.

Wenn der Code 11 Stellen hat (siehe Zeilen 12-22), also das Extra an Präzision, dann wird die Reihe und Spalte der Kachel ermittelt und das Offset auf die bisherigen Koordinaten aufgeschlagen. Die `returnAnweisungen` geben Breiten- und Längengrad der Mitte der Kachel zurück. Fertig.

### Kritik & Lob

Mit Open Location Codes kann man einen Standort hausnummergenau beschreiben. Das gilt allerdings nur für die Ebene. Braucht man weitere Dimensionen (Obergeschoss, Apartment, Raumnummer, Name ...), muss man die zusätzlich in Textform angeben. Aber das ist bei gewöhnlichen Straßenadressen ja nicht anders.

Der OLC ist so flexibel wie geografische Koordinaten: Die Genauigkeit nimmt mit jedem Ziffernpaar zu; wer es nicht so genau braucht, braucht auch weniger Ziffern. Aber im Unterschied zu geografischen Koordinaten sind zwei OLCs leichter vergleichbar, denn die Codes nah beieinanderliegender Orte beginnen mit denselben Ziffern.

Ob DHL, GLS, DPD & Co. wohl irgendwann ihren Kollegen in Dschibuti, Elfenbeinküste oder Nigeria einen Schritt voraus sein wollen und an einen OLC zu stellen? Wenn Sie die Idee hinter dem OLC auch so cool finden, können Sie ihn ja statt Ihrer postalischen Adresse oder zusätzlich dazu auf Ihre Visitenkarten drucken lassen.

(ola@ct.de) 

Quellcode, Dokumentation: [ct.de/y89b](http://ct.de/y89b)

# Der GRAVINCH ist zurück!

Sichern Sie sich das neue MacBook Air für 1.299 €, bevor er es tut.



MacBook Air

### 13" MacBook Air

13,3" (33,78 cm) Retina Display | 1,6 GHz Dual-Core i5 Prozessor |  
Intel UHD Graphics 617 | 128 GB SSD | 8 GB RAM

erhältlich in Gold, Space Grau und Silber

€ 1.349,00 **€ 1.299,00**

 genau mein digital. **GRAVIS**  
[www.gravis.de](http://www.gravis.de)



Christoph Engemann,  
Andreas Sudmann

### Machine Learning

Medien, Infrastrukturen und Technologien  
der künstlichen Intelligenz

transcript, Bielefeld 2018  
ISBN 978-3-8376-3530-0  
392 Seiten, 33 €  
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book:  
gleicher Preis)

## Gut gelernt ist halb entschieden

**Sich nur mit Umsetzungsproblemen technischer Art zu befassen, greift beim Themenfeld KI zu kurz – allzu groß ist die Tragweite vieler Anwendungen. Christoph Engemann und Andreas Sudmann haben fünfzehn Aufsätze und zwei Interviews rund ums maschinelle Lernen, dessen Grundlagen und Eigenheiten zusammengetragen.**

Lernfähige Algorithmen übernehmen immer neue Aufgaben; Gerätehersteller reichern digitale Elektronik aller Art mit künstlicher Intelligenz an. Die Autorinnen und Autoren des Buches steuern sehr unterschiedliche Perspektiven zur Diskussion bei. Unter anderem beleuchten sie die Beziehung von Menschen zur Mechanisierung von Abläufen und erläutern die historische Entwicklung künstlicher Intelligenz.

Immer wieder geht es um den Zusammenhang zwischen Lernen und Denken. Nicht umsonst ist die Umsetzung von Lernfähigkeit ein zentraler Punkt bei der Automatisierung von Intelligenz. Das Buch rückt hier nicht nur pädagogische Aspekte in den Blick, sondern auch Aktivitäten, deren Relevanz nicht gleich einleuchtet. So hatte etwa die Bildungsplanung der USA in den 1960er-Jahren zwar wenig mit Machine Learning zu tun, sie lässt sich aber mit den Prinzipien der Kybernetik analysieren.

Auch ethische und moralische Fragen kommen zur Sprache: Wer trägt die Verantwortung für die Entscheidungen elektronischer neuronaler Netze? Wie sind Algorithmen und Datenbanken mit menschlichen Entscheidungen bei der Aufstellung von Tötungslisten im Antiterror-Kampf verflochten?

Die aktuelle Blütephase des maschinellen Lernens ist nicht zuletzt dem Umstand zu verdanken, dass mehr und besseres Datenmaterial als je zuvor zur Verfügung steht. Konsequenterweise nimmt dieser Aspekt auch im Buch viel Raum ein.

Alle Beiträge sind wissenschaftlich gehalten; sprachlich geht es streckenweise ziemlich spröde zu. Einige der Aufsätze bewegen sich zudem erstaunlich weit vom eigentlichen Thema weg. Insgesamt bietet diese Sammlung aber einen erfrischenden Kontrapunkt zur üblicherweise stark technikzentrierten KI-Fachliteratur.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Elektronische Irrtümer

**Algorithmisch gesteuerte Entscheidungen sind frei von menschlicher Voreingenommenheit und damit fair – sollte man denken. Wie aber automatisierte Werkzeuge der Big-Data-Maschinerie bereits benachteiligte Bevölkerungskreise zusätzlich belasten, zeigt Virginia Eubanks eindrucksvoll auf.**

Wie entwickelt sich behördliches Verhalten, wenn Entscheidungsprozesse zunehmend mit Hilfe von Algorithmen gesteuert werden? Virginia Eubanks, Dozentin für Politikwissenschaft an der Universität Albany, hat für ihr Buch drei Projekte eingehend untersucht.

Sie beginnt im Bundesstaat Indiana, der die Zuteilung von Krankenversicherungen und Lebensmittelmarken an Bedürftige per Software komplett umgekämpft hat. Die Automatisierung sollte Abläufe optimieren und die Diskriminierung von Minderheiten verringern. Das Gegenteil ist der Fall: Vorurteile gegen die schwarze Bevölkerung haben sich im Code manifestiert.

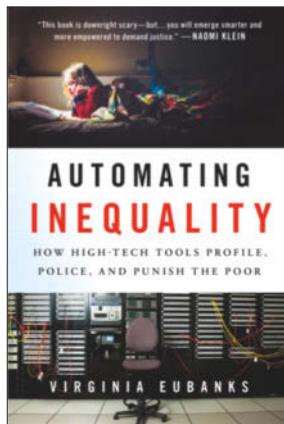
In Los Angeles sollte ein neues Verfahren helfen, Obdachlosigkeit zu bekämpfen. Wohnungssuchende müssen für die geringe Wahrscheinlichkeit, eine dauerhafte Bleibe zu finden, eine Unmenge sensibler Daten preisgeben. Weil aber viele Behörden, insbesondere die Polizei, ungehinderten Zugang zu diesen Daten haben, werden die Sozialämter zum verlängerten Arm der Strafverfolgungsbehörden.

In Pittsburgh schließlich sollte ein neues System potenzielle Fälle von Kindesmissbrauch und Vernachlässigung vorhersagen. Die zuständigen Ämter verwalten aber auch Leistungen wie Drogentherapien, die bevorzugt von Armen in Anspruch genommen werden. Der Abgleich solcher Daten führt zu verzerrten Informationen: Besserverdienende, die eher auf private Dienstleister setzen, tauchen in den staatlichen Datenbeständen nicht auf.

Die Autorin beschreibt erschütternde Schicksale. Mathematische Effekte haben rassistische und zynische Züge in Modelle gebracht, auf denen nun wichtige Entscheidungen beruhen.

In bisweilen sehr anspruchsvollem Englisch geht Eubanks auf aktuelle amerikanische Verhältnisse ein. Ähnliche Szenarien kann und wird es jedoch in vielen Ländern geben – Grund genug auch für deutsche Leser, sich damit auseinanderzusetzen.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)



Virginia Eubanks

### Automating Inequality

How High-Tech Tools Profile, Police,  
and Punish the Poor

St. Martin's Press, New York 2018  
ISBN 978-1-2500-7431-7  
272 Seiten, 23 US-\$  
(Kindle-E-Book: 14 US-\$)



DIE KONFERENZ FÜR  
MACHINE LEARNING UND  
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

**JETZT PROPOSAL EINREICHEN!**

Bis zum 6. Januar 2019

## THEMEN

- Machine Learning und Deep Learning
- ML-Bibliotheken und -Frameworks
- Data Mining
- Cognitive Computing
- Computer Vision, Natural Language Processing, Bild- und Spracherkennung
- Predictive Analytics
- Wissensbeschaffung, -darstellung und -vernetzung
- Anbindung an Big-Data-Systeme
- Cloud-Services für Machine Learning
- Hardware: GPUs, CPUs und spezielle Chips
- Ethik und Recht

**14.-16. MAI 2019**

CONGRESS CENTER ROSENGARTEN,  
MANNHEIM

[WWW.M3-KONFERENZ.DE](http://WWW.M3-KONFERENZ.DE)



Bild: Albert Hilm

# Es miaut in der Blockchain

## Welche Rechte Nutzer an „Kryptokatzen“ und anderer virtueller Sammlerware haben

**Der Boom der Kryptowährungen hat neue Geschäftsideen auf Blockchain-Grundlage entstehen lassen. So schafft etwa das ausgeklügelte System der „Cryptokitties“ einen Markt für Blockchain-gestützte digitale Sammelstücke. Aber besitzt jemand, der Kryptokatzen für teures Kryptogeld kauft oder mühsam „züchtet“, rechtlich gesehen wirklich mehr als bloß heiße Luft?**

**Von Sven Venzke-Caprarese**

Das Spiel „Cryptokitties“ hat seit 2017 für Schlagzeilen in der internationalen Presse gesorgt, weil es ein für viele schwer nachvollziehbares Sammelfieber ausgelöst hat, verbunden mit bemerkenswerten Kryptogeld-Umsätzen. Es gilt als erstes großes Blockchain-Spiel und beruht auf dem Ethereum-System. Mit der dazugehörigen Kryptowährung Ether wird dabei auch bezahlt – das heißt, „Cryptokitties“-Spieler müssen über eine digitale Brieftasche („Ethereum Wallet“) und einen Startbetrag in Ether verfügen.

Die über das Ethereum-Netzwerk laufende Anwendung wurde von dem kanadischen Unternehmen Dapper Labs/Axiom Zen entwickelt. Für die Schöpfer ist der rege Handelsbetrieb auf der cryptokitties.co-Plattform die reinste Goldgru-

be, da sie nahezu vier Prozent vom Wert jeder Transaktion erhalten.

Die Bezeichnung „Spiel“ für das Kryptokatzen-System ist eigentlich schon grenzwertig, da es keine Spielhandlung gibt. Alles dreht sich um Besitz und Neubildung modular aufgebauter virtueller Katzen, die durch ein „genetisches“ Konzept allerlei Variationen haben können. Sie werden durch bemerkenswert hässliche Simpelgrafiken visualisiert.

In mancher Hinsicht ähnelt das Ganze dem Anhäufen von Pokémon – nur haben die „Cryptokitties“ keinerlei spielerische Funktion. Das Konzept ist ganz auf das Sammeln und Handeln zugeschnitten. Jedes Katzenexemplar kann es nur einmal geben. Das ist durch die Blockchain verbürgt. Die Preise, die für eine

Kryptokatze gezahlt werden, können in der Praxis umgerechnet zwischen drei und mehreren Zigtausend Euro liegen. Die Schöpfer des „Cryptokitties“-Systems legen aber großen Wert darauf, dass ihre Objekte keine Kryptowährung darstellen, sondern „Cryptocollectibles“.

Neu an diesen Handelsobjekten ist gegenüber den herkömmlichen Items bei Online-Spielen, dass Zucht, An- und Verkauf eben innerhalb der Blockchain stattfinden. Da das Geschäftsmodell für die Betreiber mehr als lukrativ ist, wundert es nicht, dass bereits weitere Spiele auf Blockchain-Basis in den Startlöchern stehen. Vorrangig geht es hierbei um Sammelkartenspiele.

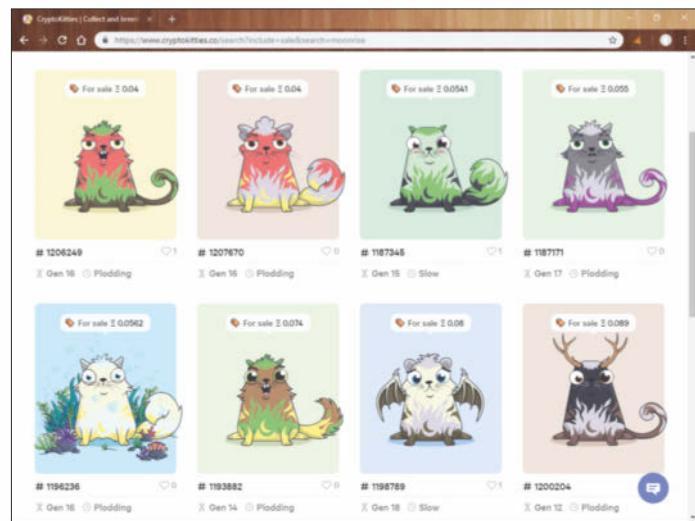
## Heiße Luft oder heiße Ware?

Für Juristen ist es kompliziert, solche Systeme mit den Kategorien des deutschen Rechts in den Griff zu bekommen. Der Kauf von virtuellen Items gegen echtes Geld wird normalerweise nach klassischem Kaufrecht abgewickelt. Rechtlich geht es zwar nicht um Sachen, da es an einer Verkörperung in der realen Welt fehlt. Es hat sich aber die Ansicht durchgesetzt, dass virtuelle Gegenstände unkörperliche Güter sind, die veräußert werden können. Virtuelle Güter werden als „sonstige Gegenstände“ im Sinne des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) eingeordnet. Auf den Handel damit wendet man nach § 453 BGB die Vorschriften über den Kauf von Sachen an.

Ein Kaufvertrag über einen virtuellen Gegenstand kommt per Angebot und Annahme zustande. Um den Kaufvertrag zu erfüllen, muss der Käufer den Kaufpreis zahlen und der Verkäufer dem Käufer den virtuellen Gegenstand verschaffen. In der Praxis bedeutet das, er muss ihn innerhalb der Spielwelt verfügbar machen. Echtes Eigentum wird dadurch jedoch nicht erlangt – es kann nur an verkörperten Sachen entstehen. Man erhält lediglich ein mehr oder weniger rechtlich geschütztes unkörperliches Gut.

In der Praxis zeigen sich die Probleme beim Handel mit virtuellen Gütern insbesondere an den Schnittstellen zum Spielanbieter. Er kann den Handel mit Items gegen Echtgeld außerhalb des Spiels über seine allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) rechtswirksam verbieten. Bei Verstößen gegen diese Regelungen kann er die betreffenden Gegenstände löschen und sogar ganze Nutzeraccounts sperren.

**Eine Kryptokatze kann im Prinzip nichts – außer sich zu paaren. Sie hat einen überschaubaren Satz genetischer Eigenschaften und einen Wert als Handelsgut oder Zuchtleihgabe.**



Selbst wenn der Item-Handel außerhalb des Spiels nicht per AGB unterbunden wird, besteht oft kein belastbarer Rechtsanspruch gegen den Spielanbieter auf die Zuordnung eines unveränderlichen Spielobjekts. Ein gegenüber Dritten geschütztes und von jedermann zu respektierendes Eigentumsrecht entsteht eben nicht. So kann etwa ein Rollenspielanbieter Waffenwerte, Designs und Dropraten bei Updates grundsätzlich frei ändern. Nach Ablauf gewisser Fristen kann er sogar den Betrieb des gesamten Spiels mitsamt all seiner Gegenstände einstellen.

## Wer hat die Kontrolle?

Die Blockchain-Technik, die bei „Cryptokitties“ zum Einsatz kommt, sprengt die Grenzen der herkömmlichen Konzepte für den Handel mit Spiel-Items. Das macht auch die rechtliche Betrachtung komplizierter.

Eine Kryptokatze ist eigentlich eine Kombination aus unterschiedlichen Zahlenfolgen, die innerhalb der Ethereum-

Blockchain erzeugt, gespeichert und einem Besitzer (einer Ethereum-Adresse) zugeordnet wird. Auf Basis dieser Zahlenfolgen wird nach einem bestimmten Schema außerhalb der Blockchain eine Katzengrafik erzeugt und auf cryptokitties.co dargestellt. Wenn die Zahlenfolge erst einmal einem Besitzer innerhalb der Blockchain zugeordnet ist, kann nur noch dieser über das virtuelle Gut verfügen. Der Spielanbieter hat technisch keine Möglichkeit mehr, die Zuordnung rückgängig zu machen oder die Zahlenfolge, die eine Kryptokatze repräsentiert, zu löschen.

Es gibt allerdings weiterhin Aspekte, die nicht über die Blockchain realisiert werden. Die auf Grundlage der Zahlenfolge erzeugte Grafik etwa unterliegt weiterhin den urheber- und lizenzirechtlichen Bedingungen des Spieldienstleisters. In den „Cryptokitties“-Nutzungsbedingungen heißt es dazu:

„For the sake of clarity, you understand and agree ... that your 'purchase' of a Cryptokitty, whether via the app or



So prächtig wie in diesem Werbebild auf cryptokitties.co sind die Sammelkatzen in der Praxis meistens nicht. Im Laufe mehrerer Generationen entsteht aber durch sichtbar und unsichtbar weitergegebene Gene sowie Mutationen eine große Vielfalt an Varianten.

otherwise, does not give you any rights or licenses in or to the ... materials (including, without limitation, our copyright in and to the art associated with that Cryptokitty) other than those expressly contained in these terms ...“

Der Spielanbieter behält sich also alle Rechte am Katzenbild vor. In weiteren Bereichen der AGB räumt er dann allerdings ziemlich großzügig nicht-exklusive Nutzungsrechte an den Bildern der gekauften Kryptokatze ein:

„... grants you a worldwide, non-exclusive, non-transferable, royalty-free license to use, copy, and display the art for your purchased kitties, solely for the following purposes: ... for your own personal, non-commercial use ...“

Der Spielanbieter kann zwar die in der Blockchain gespeicherte und einem Besitzer zugeordnete Zahlenfolge nicht löschen, wohl aber die außerhalb der Blockchain gespeicherten dazugehörigen Grafiken. An dieser Stelle entkommen die Kryptokatzen dem Zugriff des Anbieters also nur zum Teil.

Der Spielbetreiber plant allerdings, die Grafiken künftig im „InterPlanetary File System“ (IPFS) zu speichern. Dabei handelt es sich um ein Peer-to-Peer-Datenystem, das Inhalte dezentralisiert. Der Link zur Katzengrafik soll dazu als Hashwert innerhalb der Ethereum-Blockchain gespeichert werden. Das Löschen

oder Verändern der Bilder würde damit für den Spielanbieter praktisch unmöglich.

Auch das Spiel selbst lässt sich vom Anbieter kaum noch stoppen oder offline nehmen. Er hat es innerhalb der Blockchain als dezentralisierte Applikation veröffentlicht; es wird nur noch über die bereits festgelegten Smart Contracts gesteuert: Die „Spielregeln“ sind sozusagen in Form von Programmcode in die Blockchain aufgenommen worden und werden auf den dezentralisierten Mining-Rechnern des Ethereum-Netzwerks ausgeführt.

### Alles handelsgerecht

Zu diesen „Spielregeln“ gehören unter anderem die folgenden Grundprinzipien der digitalen Katzenzucht:

Jede Katze verfügt nicht nur über verschiedene Gene, sondern gehört auch einer bestimmten Generation an. Katzen der Generation null werden ausschließlich vom Spielanbieter herausgegeben und in einer Rückwärtsauktion gegen Ether zum Kauf angeboten. Der Preis fällt mit der Zeit immer weiter ab, bis der erste Spieler zustimmt und den Zuschlag erhält. Spieler können ihre Katzen auf der cryptokitties.co-Plattform zum Kauf anbieten – auch wieder per Rückwärtsauktion.

Zwei Katzen können eine neue Katze erzeugen („ausbrüten“), was ein Entgelt kostet. Die Gene der Eltern beeinflussen

die der neuen Katze, hinzu kommt die Möglichkeit von Mutationen.

Neue Katzen sind immer eine Generation weiter als die höchste Generation der Elternkatzen. Katzeneltern der dritten und der sechsten Generation erzeugen beispielsweise eine Katze der siebten Generation. Die Generationenkette lässt sich theoretisch ins Unendliche fortsetzen. Lediglich die Zahl der Katzen mit Generation null ist begrenzt. Das steigert deren Wert.

Ein Spieler kann seine Katze auch für das Erbrüten von Nachwuchs mit der Katze eines anderen Spielers zur Verfügung stellen. Der andere Spieler muss hierfür einen vom Inhaber der Katze geforderten Betrag zahlen.

### Ein Blick in den Vertrag

Die Smart Contracts, die die Grundlage für ein solches System bilden, lassen sich auslesen. Wenn ein Spieler etwa wissen möchte, wie viele Kryptokatzen der Generation null der Spielanbieter auf den Markt werfen darf, ruft er innerhalb der Ethereum-Blockchain die folgende Adresse auf:

0x 06012C8C F97BEAD5 DEAE2370 70F9587F  
8E7A266D

Das kann beispielsweise über etherscan.io geschehen. Unter der genannten Ethereum-Adresse findet sich der in der Programmiersprache Solidity geschriebene Smart Contract mit dem Namen „KittyCo-

## Steuerrechtliches

Der Handel mit virtuellen Gegenständen aus Spielwelten ist nicht zuletzt auch steuerlich relevant. Voraussetzung dafür ist, dass den gehandelten Objekten in der realen Welt ein wirtschaftlicher Wert zu kommt. Wenn man beim nicht gewerblichen Handel mit virtuellen Gegenständen Echtgeld einnimmt, so heißt die steuertechnisch korrekte Schublade dafür normalerweise „Gewinn aus privaten Veräußerungsgeschäften“. Sofern diese Gewinne einen jährlichen Freibetrag von 600 Euro übersteigen, muss man sie vollständig bei der Steuererklärung angeben und zum persönlichen Einkommenssteuersatz versteuern.

Eine Ausnahme liegt dann vor, wenn zwischen Anschaffung und Veräußerung des virtuellen Gegenstands mehr als ein

Jahr liegt. Dann bleibt der Gewinn gemäß § 23 des Einkommensteuergesetzes (EStG) normalerweise steuerfrei. Sobald der Handel ein gewisses Maß übersteigt, können Gewinne als Einkünfte aus Gewerbebetrieb gelten (§ 15 EStG). Auch eine Einordnung als „Einkünfte aus selbstständiger Arbeit“ (§ 18 EStG) oder als „sonstige Einkünfte“ (§ 22 EStG) ist möglich. In der Praxis kommt es dabei immer wieder zu Abgrenzungsschwierigkeiten, da sich das deutsche Steuerrecht nur schwer auf neuartige Sachverhalte wie eben den Handel mit Spiel-Items oder eben auch virtuellen Sammlerobjekten anwenden lässt.

Wie werden etwa Gewinne besteuert, die entstehen, wenn ein „CryptoKitties“-Spieler seine virtuellen Katzen anderen Spielern zum Zeugen von Nach-

wuchs überlässt? Sofern hierunter mehr als eine Liebhaberei im steuerrechtlichen Sinne zu verstehen ist, spricht einiges dafür, den Gewinn als „Einkunft aus Verpachtung“ (§ 21 EStG) zu besteuern. Eine solche Angabe in Anlage V der Einkommensteuererklärung wird bei der Finanzverwaltung jedoch mit Sicherheit zu Rückfragen führen.

Weitere Schwierigkeiten lauern, wenn es um die Bestimmung des Besteuerungsorts geht oder darum, Dokumentations- und Nachweispflichten umzusetzen. CryptoKitties-Spieler haben zumindest in puncto Dokumentierbarkeit den Vorzug, dass alle Transaktionen innerhalb des Spiels unveränderlich und unbefristet in der Ethereum-Blockchain gespeichert werden.

re“. In Zeile 1806 verbirgt sich die Antwort auf die Frage, wie viele Katzen der Generation null der Spielanbieter erzeugen darf.

Auf die gleiche Weise sind alle „Re-geln“ in die Blockchain aufgenommen worden. Änderungen am Smart Contract sind dem Spielanbieter nicht mehr möglich. Sofern der Smart Contract keine Lösch- oder Pausenfunktion enthält, läuft das Spiel so lange, wie die Ethereum-Blockchain existiert und es Spieler gibt. Tatsächlich gibt es eine solche Pausenfunktion, die der Spielanbieter ausführen kann, im Smart Contract zu „Cryptokitties“ ab Zeile 199. Diese soll, wie es heißt, aber nur dem Zweck dienen, bei Fehlern oder Schwachstellen des Smart Contracts eine Schadensbegrenzung zu ermöglichen.

### Es bleibt schwierig

Unter dem Strich steht: Auch Kryptokatzen und ähnliche virtuelle Sammelobjekte sind mangels Verkörperung keine Sachen im rechtlichen Sinne, die bereits durch das Sachenrecht geschützt wären. Eigentum

Contract Source Code Verified (Exact Match)

Contract Name:	KittyCore
Compiler Text:	v0.4.18+commit.9cf6e910
Optimization Enabled:	Yes
Runs (Optimiser):	200
Contract Source Code </>	<pre> 1803 // Limits the number of cats the contract owner can ever create. 1804 uint256 public constant PROMO_CREATION_LIMIT = 5000; 1805 uint256 public constant GEN0_CREATION_LIMIT = 45000; 1806 1807 // Constants for gen0 auctions. 1808 uint256 public constant GEN0_STARTING_PRICE = 10 finney; 1809 uint256 public constant GEN0_AUCTION_DURATION = 1 days; 1810 </pre>
<input type="button" value="Copy"/> <input type="button" value="Find Similar Contracts"/> <input type="button" value="Print"/>	

Der Smart Contract „KittyCore“ zeigt, dass der Spielanbieter exakt 45.000 Katzen der Generation null im Lauf der Zeit erzeugen kann, darüber hinaus noch 5000 besondere Promotion-Katzen.

und Besitz im rechtlichen Sinne sind nicht möglich. Eine Kryptokatze wird auf rechtlicher Ebene aber durch Urheberrechte des Spielanbieters geschützt und dadurch, dass dieser dem Spieler ausdrücklich Bildnutzungsrechte einräumt.

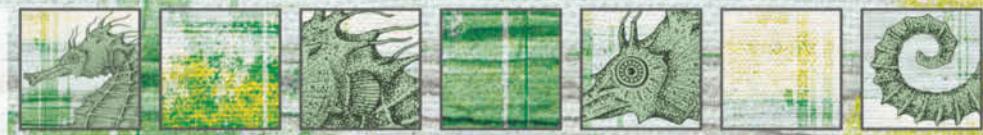
In Zukunft sind Maßnahmen auf technischer Ebene denkbar, die einem Spielanbieter die tatsächliche Herrschaft über den virtuellen Gegenstand weitest-

gehend entziehen und sie auf den Spieler übertragen. „Cryptokitties“ geht in dieser Hinsicht bereits etliche Schritte. Es kommt auf geeignete Nutzungsbedingungen, Smart Contracts und Speichermethoden an: Dann kann der Schutz von virtuellen Gegenständen, die auf Blockchain-Technik beruhen, um ein Vielfaches besser sein als der Schutz klassischer Spiele-Items.

(psz@ct.de) **ct**

25. bis 28. Juni 2019  
darmstadtium, Darmstadt

# enterJS 2019



## Angular, React, Node.js? Ganz egal, Hauptsache mit **JavaScript!**

Bis zum 14.01.2019 am Call for Proposals der enterJS teilnehmen!

Goldsponsor

S/Z/G/

Veranstalter



heise **Developer**

dpunkt.verlag

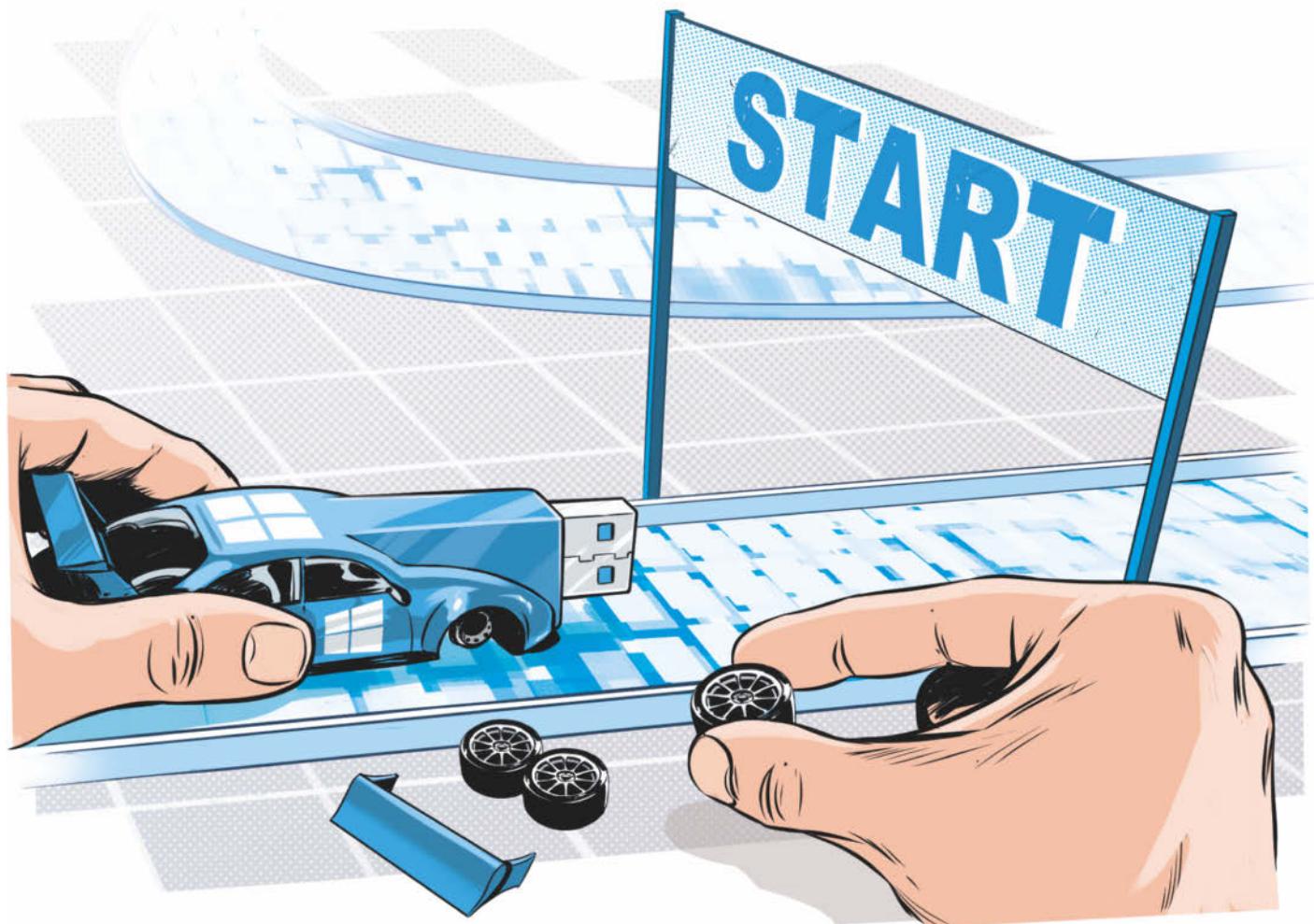


Bild: Albert Huin

# Noch vor dem Startschuss

## Windows-Installation im Voraus anpassen

**Wenn man Windows 10 installiert, kopiert das Setup-Programm bloß ein Image auf der Festplatte/SSD und versorgt es mit einem Bootloader. Dieses Image können Sie vorab an Ihre Wünsche anpassen, was nach der Installation reichlich Zeit und Arbeit spart. Das lohnt sich nicht nur für Profi-Admins und PC-Hersteller, sondern für alle, die Windows immer wieder neu installieren.**

**Von Axel Vahldiek**

**W**arum nur sollte man nach jeder Windows-Installation erneut Updates, Treiber und Sprachpakete einspielen, überflüssige Apps entsorgen sowie Funktionen (de-)aktivieren, wenn es reicht, das einmalig vorab zu erledigen? Das geht sogar mit kostenlosen Bordmitteln, die Microsoft genau dafür eingebaut hat. Zwar können Sie Windows auf diese Weise nicht beliebig vorab anpassen, aber doch ziemlich umfangreich.

Insgesamt sechs Bereiche können Sie konfigurieren. Bei Treibern, Updates, den vorinstallierten Apps sowie bei Sprachpaketen dürfte klar sein, worum es geht, anders bei Funktionen („features“) sowie

Fähigkeiten („capabilities“): Als Funktionen bezeichnet Microsoft das, was Sie unter Windows in der Systemsteuerung unter „Programme und Features/Windows-Funktionen aktivieren und deaktivieren“ finden, kurzum Funktionen, die Windows von Haus aus mitbringt, auch wenn sie standardmäßig nicht alle aktiv sind. Beispiele sind die Desktopvirtualisierung Hyper-V oder das Windows Subsystem für Linux (WSL). Auch „Fähigkeiten“ hat Windows einige an Bord, zu denen irritierenderweise Programme wie der Internet Explorer und der Media Player gehören, aber auch Handschrifterkennung und Sprachausgabe.

Das meiste kann jedermann anpassen, es gibt aber zwei Ausnahmen: Erstens muss es die Edition technisch hergeben (Hyper-V beispielsweise fehlt bei Windows 10 Home). Zweitens können Sie zwar einem Image bereits vor der Installation sowohl „Fähigkeiten“ als auch Sprachpakete hinzufügen, doch die nötigen Offline-Pakete stellt Microsoft nur Kunden mit Volumenlizenzvertrag sowie Visual-Studio-Abonnenten (vormals MSDN) zur Verfügung. Das ist vor allem deshalb ärgerlich, weil auch alle anderen Kunden diese Pakete nachinstallieren dürfen – allerdings erst nach der Installation unter dem bereits laufenden Windows.

Dieser Artikel beschreibt die Handgriffe zum Anpassen eines Installations-Images. Solche Images liegen standardmäßig auf jedem Installationsmedium im Ordner sources in der Datei Install.wim beziehungsweise Install.esd. Falls Sie mit WIM-Dateien noch nicht vertraut sind: In [1] haben wir eine FAQ dazu veröffentlicht; in [2] haben wir zudem zum besseren Verständnis aufgeschrieben, wie eine Windows-Installation unter der Haube abläuft.

Das Procedere des Anpassens ist im Wesentlichen immer gleich: Zuerst bereiten Sie die WIM-Datei mit dem gewünschten Image vor, dann entpacken Sie das Image so auf die Festplatte, dass es sich bearbeiten lässt, impfen ihm die gewünschten Änderungen ein und verpacken es schließlich wieder in die WIM-Datei. Wir empfehlen, das alles unter Windows 10 zu erledigen, weil das die aktuellen Versionen der nötigen Werkzeuge enthält.

## Vorbereitungen

Mit den nachfolgenden Handgriffen können Sie immer nur jeweils ein einzelnes Image bearbeiten, in einer WIM-/ESD-Datei stecken aber üblicherweise mehrere. Sie müssen also zuerst eines auswählen. Das Werkzeug, mit dem Sie sich eine Übersicht verschaffen können, heißt Dism.exe (Deployment Image Servicing and Management tool). Es ist seit Windows 7 das Standardwerkzeug zum Bearbeiten von Images (falls Sie von Vista noch imagex.exe gewohnt sind: Das ist überholt). Tippen Sie folgenden Kommandozeilenbefehl ein, und zwar wie alle nachfolgend genannten Kommandozeilenbefehle in eine mit administrativen Rechten laufende Eingabeaufforderung oder PowerShell (zu finden im Windows+X-

Menü). Den Laufwerksbuchstaben ersetzen Sie durch den Ihres Installationsmediums:

```
dism /Get-WimInfo ↵
↵/WimFile:f:\sources\install.wim
```

Falls auf Ihrem Installationsmedium keine Install.wim, sondern eine Install.esd liegt, passen Sie die Dateiendung im Befehl bitte an. Beachten Sie bei dem Befehl, dass entgegen sonstiger Geflogenheiten die Parameter direkt hinter den Optionen einzutippen sind. Auf /WimFile: folgt also ohne trennendes Leerzeichen nach dem Doppelpunkt direkt die Pfadangabe. Das gilt analog für alle nachfolgenden Dism-Befehle. Sie können übrigens bei allen Dism-Befehlen die Groß- und Kleinschreibung ignorieren, sie dient hier nur der besseren Lesbarkeit.

Es erscheint eine Übersicht der Images. Zu jedem gehört eine Index-Nummer, zudem die Edition hinter „Name“. Merken Sie sich jene Nummer, die zu der Edition gehört, die Sie bearbeiten wollen. Doch Obacht: Je nach WIM-/ESD-Datei steckt darin nicht nur eine Auswahl der handelsüblichen Editionen Home, Pro, Education und Enterprise,

sondern weitere, deren Namen mitunter verwirrend ähnlich klingen. Mal hängt ein Buchstabe am Namen („N“), mal ist der Name doppeldeutig („Pro Education“). Denn Microsoft hat außer den vier handelsüblichen noch je nach Zählweise bis zu mehrere Hundert weitere Editionen von Windows 10 veröffentlicht (aufgedröselt haben wir diesen Irrsinn in [3]). Falls Sie jedoch keinen guten Grund kennen, eine andere Edition zu wählen, entscheiden Sie sich für „Home“, „Pro“, „Education“ oder „Enterprise“ (was Sie halt besitzen) und merken sich die dazugehörige Index-Nummer.

Es stellt technisch zwar kein Problem dar, ein Image in der ursprünglichen WIM-Datei zu bearbeiten, doch im Alltag hat es sich bewährt, es vorab von den anderen Images zu trennen, sprich es in eine separate WIM-Datei zu kopieren und dieser einen aussagekräftigen Namen zu verpassen. Sonst besitzen Sie nämlich später eine WIM-Datei, die sowohl angepasste als auch Original-Images enthält. Das Auseinanderhalten fällt dann oft so schwer, dass separate WIM-Dateien für angepasste Images viel einfacher zu handhaben sind.

## Ganz einfach per Copy & Paste

Die einfachste Methode, ein Installationsmedium anzupassen, ist das Kopieren von Dateien auf das Medium, was besonders leicht gelingt, wenn als Installationsmedium ein USB-Laufwerk zum Einsatz kommt. Sie brauchen sich beim Kopieren nur an eine vorgegebene Ordnerstruktur zu halten: Erstellen Sie im Ordner „sources“ einen Unterordner namens \$oem\$ und darunter zwei Unterordner namens \$\$ und \$1. Den Inhalt des Unterordners \$\$ kopiert das Setup-Programm nach dem Aufspielen des Images auf die Festplatte/SSD in den Ordner c:\windows (genauer: %windir%). Was in \$1 liegt, landet hingegen im Wurzelverzeichnis (%systemdrive%). Sie können Unterordner unterhalb von \$\$ und \$1 anlegen, die das Setup-Programm dann während der Installation, sofern nicht schon vorhanden, ebenfalls auf die Platte kopiert.

Auf diese Weise können Sie Dateien, aber auch portable Programme, die Sie in jeder Installation brauchen, ohne zu-

sätzliche Handgriffe direkt mitinstallieren. Für Testumgebungen mag man es beispielsweise praktisch finden, immer gleich die Admin-Werkzeuge aus der Sysinternals-Suite parat zu haben, wie den Process Monitor [10, 11, 12], den Process Explorer [13] und Autoruns [14]. Einfach von <https://sysinternals.com> die Suite herunterladen, auf den Stick in den Ordner sources\\$\oem\$\\$1\sysinternals, und schon findet man nach jeder Installation den Ordner „sysinternals“ mitsamt Inhalt im Wurzelverzeichnis der Systempartition.

Eine Warnung aber noch: Zwar ist es technisch problemlos möglich, per \$oem\$-Ordner Systemdateien zu ersetzen, doch Microsoft rät davon ausdrücklich ab. Dem Rat schließen wir uns an: Es besteht sonst die Gefahr, dass Windows selbst oder auch nur eine später nachinstallierte Anwendung darüber stolpert, dass eine Systemdatei nicht den erwarteten Zustand hat.

```

Administrator: Eingabeaufforderung
C:\WINDOWS\system32>dism /Get-WimInfo /WimFile:f:\sources\install.wim
Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.17134.1

Details für Abbild: "f:\sources\install.wim"

Index: "1"
Name: "Windows 10 Home"
Beschreibung: "Windows 10 Home"
Größe: 15.608.365.573 Bytes

Index: "2"
Name: "Windows 10 Pro"
Beschreibung: "Windows 10 Pro"
Größe: 15.826.236.671 Bytes

Index: "3"
Name: "Windows 10 Education"
Beschreibung: "Windows 10 Education"
Größe: 15.826.357.643 Bytes

Der Vorgang wurde erfolgreich beendet.

C:\WINDOWS\system32>dism /Export-Image /SourceImageFile:f:\sources\install.wim /SourceIndex:2 /DestinationImageFile:e:\wim\axvpro.wim /Compress:max
Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.17134.1

Das Image wird exportiert.
[=====100.0%=====]
Der Vorgang wurde erfolgreich beendet.

C:\WINDOWS\system32>dism /Mount-Image /ImageFile:e:\wim\axvpro.wim /Index:1 /MountDir:d:\mnt
Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.17134.1

Abbild wird bereitgestellt
[=====100.0%=====]
Der Vorgang wurde erfolgreich beendet.

```

Die ersten Schritte: Überblick über die Images in der WIM-/ESD-Datei verschaffen, der Übersichtlichkeit halber das Gewünschte exportieren und dann entpacken.

Erstellen Sie zuerst ein Arbeitsverzeichnis für die neue WIM-Datei, als Beispiel dient hier e:\wim. Obacht: Hier droht eine sehr spezielle Falle, wenn Sie Ihr Installationsmedium auf einem USB-Laufwerk erstellt haben, wie wir es in [4, 5, 6] beschrieben haben. Denn wenn der Stick noch ausreichend freien Platz bietet, mag die Versuchung naheliegen, das Arbeitsverzeichnis ebenfalls darauf zu erstellen. Doch das sollten Sie lassen: Die Partition auf dem USB-Laufwerk ist üblicherweise mit FAT32 formatiert und bei diesem Dateisystem beträgt die maximale Dateigröße 4 GByte. Schon mit nur wenigen Anpassungen kann Ihre WIM-Datei am Ende leicht etwas größer werden. Das führt dazu, dass Sie das Image nach dem

Entpacken zwar problemlos bearbeiten können, das Wiedereinpakken aber wegen angeblichem Platzmangel scheitert, weil die WIM-Datei dabei über die 4-GByte-Grenze wächst – Ihre ganze Mühe wäre umsonst. Wählen Sie für das Arbeitsverzeichnis also ein NTFS-Laufwerk. Welches, ist an sich egal, aber am meisten Spaß macht es mit einer schnellen SSD. Es empfiehlt sich zudem, im Arbeitsverzeichnis (hier eben e:\wim) künftig alle angepassten WIM-Dateien mit jeweils entsprechenden Namen aufzubewahren. Denn auf den Installationsmedien heißen die WIM-Dateien immer gleich, und so sehen Sie wenigstens im Arbeitsverzeichnis, welche WIM-Datei welchen Inhalt hat – und können bei Bedarf durch simples Austau-

schen sicherstellen, dass die Datei auf dem Installationsmedium die richtige ist.

Folgender Befehl verfrachtet eine Kopie des ausgewählten Images in eine neue WIM-Datei namens axvpro.wim (den Namen können Sie beliebig wählen, sofern Sie Sonder-, Leer- und Satzzeichen weglassen).

```

dism /Export-Image ↴
↳/SourceImageFile: ↴
↳ f:\sources\install.wim ↴
↳/SourceIndex:2 ↴
↳/DestinationImageFile: ↴
↳ e:\wim\axvpro.wim ↴
↳/Compress:max

```

Passen Sie Pfade, Indexnummer und bei Bedarf die Dateiendung an.

## Image entpacken

Nun geht es ans Entpacken des Images. Voraussetzung ist ein Ordner, in den entpackt werden kann. Erstellen Sie diesen also zuerst (am besten wieder auf einer schnellen SSD). Als Beispiel dient hier d:\mnt (kürzere Namen sparen Tipparbeit). Der anschließende Befehl zum Entpacken lautet:

```

dism /Mount-Image ↴
↳/ImageFile:e:\wim\axvpro.wim ↴
↳/Index:1 ↴
↳/MountDir:d:\mnt

```

Da in Ihrer frisch erstellten WIM-Datei bislang nur ein Image steckt, brauchen Sie die Index-Nummer nicht anzupassen, das erste Image hat immer die 1.

Nun ist Ihr Image bereit zum Anpassen. Die nachfolgenden Abschnitte gehen allesamt davon aus, dass das Image in entpacktem Zustand vorliegt, und egal, ob Sie nur einzelne oder alle Abschnitte durchspielen, am Ende müssen Sie das Image wieder einpacken. Wie das geht, lesen Sie im Abschnitt „Wieder einpacken“.

## Treiber

Um Treiber in das entpackte Image zu integrieren, müssen Sie diese zuerst mal haben. Das klingt einfacher, als es ist, denn es lassen sich nur Treiber einbauen, die sich per INF-Datei installieren lassen. Mit einer Setup.exe können Sie also erst mal nichts anfangen. Zudem kommen INF-Treiber üblicherweise ohne zusätzliche Konfigurationssoftware oder Anwendungen daher, es lassen sich also nur die Treiber selbst ins Image integrieren.

Suchen Sie auf der Website des Hardware-Herstellers, ob er einen Treiber im

passenden Format anbietet. Folgender Befehl integriert den Treiber:

```
dism /Image:d:\mnt /Add-Driver ↵
  /Driver:e:\treiber\driver.inf
```

Ersetzen Sie den Pfad hinter `/Driver:` durch den zur INF-Datei.

Falls der Hersteller keinen passenden Treiber anbietet, gibt es zwei Tricks, mit denen Sie manchmal trotzdem ans Ziel kommen: Manch Setup.exe lässt sich mit 7-Zip entpacken, und wenn Sie Glück haben, steckt unter anderen die gesuchte INF-Datei mitsamt dem nötigen Rest an .sys-, .dll-, .cat- und sonstigen Dateien darin. Vorhersagen lässt sich das aber nicht: Sofern im Forum des Hardware-Herstellers kein Spoiler zu finden ist, hilft nur Ausprobieren.

Der zweite Weg ist aufwendiger, aber erfolgversprechender: Installieren Sie Windows auf der fraglichen Hardware einmal sauber neu und spielen Sie alle nötigen Treiber ein, wobei es in diesem Fall egal ist, ob Sie via Windows Update oder aus einer Setup.exe installieren. Anschließend exportieren Sie diese Treiber, und zwar so, dass hinten Ordner herausfallen, in denen die Treiber im erforderlichen Format liegen, also inklusive INF-Datei. Das erledigt folgender Befehl:

```
pnputil /export-driver * e:\treiber
```

Der Zielordner (hier `e:\treiber`) ist beliebig wählbar, muss vor dem Absetzen des

Befehls aber bereits vorhanden sein. Die Treiber landen darin jeweils in Unterordnern. Diese Ordnersammlung können Sie dem Image in einem Rutsch ein-impfen:

```
dism /Image:d:\mnt /Add-Driver ↵
  /Driver:e:\treiber /Recurse
```

Beachten Sie, dass das Image mitunter um einiges mehr anwachsen kann, als die Treiber-Ordner Platz auf der Platte belegen. Das ist allerdings nur ein Problem für das Installationsmedium sowie später für den Platzbedarf der Installation auf der Festplatte/SSD. Denn nach der Installation des Images auf die Platte belegen die Treiber darauf zwar Platz, kosten aber keine weiteren Ressourcen, sofern keine passende Hardware vorhanden ist, die die Treiber auch wirklich braucht. Die zusätzlichen Treiber sind eine Datenhalde, aus der sich Windows nur bei Bedarf bedient. Meist ist es also schlicht bequemer, kurzerhand alle Treiber ins Image zu übernehmen.

Falls Sie trotzdem nur einzelne Treiber übernehmen wollen, können Sie sich mit `pnputil /enum-drivers` eine Liste der vorhandenen Treiber ausgeben lassen und den gewünschten dann einzeln etwa mit `pnputil /export-driver oem6.inf` exportieren (Name am Ende anpassen). Alternativ übernehmen Sie nach dem Export aller Treiber nur den Unterordner mit dem gewünschten Treiber ins Image.

Ob die Übernahme der Treiber geklappt hat, können Sie mit einem weiteren Befehl prüfen:

```
dism /Image:d:\mnt /Get-Drivers ↵
  /Format:Table
```

Falls Sie die Option `/Format:Table` noch nicht kennen: Die ist für den Befehl zwar nicht erforderlich, gibt die Infos aber übersichtlich als Ausgabe aus. Alternativ sorgt `/Format>List` für eine Ausgabe als Liste, doch das ist ohnehin Standard und kann demzufolge auch einfach wegge lassen werden.

Noch ein Hinweis zum Installationsmedium: Das muss auf einem PC natürlich booten, um davon Windows installieren zu können, und auch dafür muss man mitunter Treiber nachrüsten. Das funktioniert wie hier beschrieben, nur dass Sie dafür kein Image aus der `Install.wim` vom Installationsmedium verwenden, sondern aus der Datei `Boot.wim` (ebenfalls im Ordner `sources`). Darin steckt das Image von Windows PE, jenes Mini-Betriebssystems, unter dem die Installation abläuft. Das können Sie, was die Treiber betrifft, genau wie ein Installations-Image bearbeiten.

## Sprachpakete und Fähigkeiten

Sofern Sie wie oben beschrieben dank Volumenlizenz oder Visual-Studio-Abo an ISOs mit Sprachpaketen und „Fähig-

Veröffentlichter Name	Originaldateiname	Windows-intern	Klassenname	Anbietername	Datum	Version
oem0.inf	hdxpce4.inf	Nein	MEDIA	Realtek Semiconductor Corp.	08.09.2015	6.0.1.7606
oem1.inf	igdlh64.inf	Nein	Display	Intel Corporation	17.08.2015	10.18.10.4276
oem10.inf	synpd.inf	Nein	Mouse	Synaptics	05.08.2015	19.0.19.1
oem11.inf	synsmbdrv.inf	Nein	System	Synaptics	05.08.2015	19.0.19.1
oem12.inf	txei.inf	Nein	System	Intel	16.06.2015	2.0.0.1067
oem13.inf	valleyview2system.inf	Nein	System	INTEL	03.10.2016	10.1.1.38
oem2.inf	intcdaud.inf	Nein	MEDIA	Intel(R) Corporation	09.09.2014	6.16.0.3154
oem3.inf	intelaud.inf	Nein	MEDIA	Intel Corporation	08.07.2015	4.5.65.0
oem4.inf	iwdbus.inf	Nein	System	Intel Corporation	08.07.2015	4.5.65.0
oem5.inf	pegaradioswitch.inf	Nein	HIDClass	OEM	16.03.2017	15.39.38.989
oem6.inf	prnms001.inf	Nein	Printer	Microsoft	21.06.2006	10.0.17134.1
oem7.inf	prnms009.inf	Nein	Printer	Microsoft	21.06.2006	10.0.17134.1
oem8.inf	rtkfilter.inf	Nein	Bluetooth	Realtek Semiconductor Corp.	07.03.2016	1.3.879.3
oem9.inf	rtsuerxd3.inf	Nein	USB	Realtek Semiconductor Corp.	18.07.2016	10.0.10586.31225

Nach dem Hinzufügen zeigt ein weiterer Befehl als Übersicht die nun zusätzlich im Image enthaltenen Treiber.

keiten“ herankommen, können Sie die ebenfalls mit wenigen Befehlen integrieren (sonst können Sie direkt im Abschnitt „Updates“ weiterlesen). Das Folgende beschreibt das Vorgehen anhand des Nachrüstens zusätzlicher Sprachen, weil dabei beide ISOs erforderlich sind. Falls Sie zusätzlich Updates in das Image integrieren wollen (dazu später mehr): Microsoft weist darauf hin, dass es wichtig ist, die richtige Reihenfolge zu beachten: erst Sprachpaket, dann Updates. Andersherum kann es zu einem Mischmasch aus aktualisierten und veralteten Sprachkomponenten kommen.

Was die Sache verkompliziert: Ein Sprachpaket besteht nicht nur aus einer, sondern aus mehreren Komponenten: zuerst mal dem Sprachpaket selbst (das übrigens wiederum in Haupt- und Teilsprache unterteilt sein kann, was bei west-europäischen Sprachen aber nicht vorkommt und deswegen hier nicht weiter ausgeführt wird). Zusätzlich zum Sprachpaket existieren „Fähigkeiten“ wie die Handschriftenerkennung sowie Spracherkennung und -Ausgabe, wobei es nicht alle Fähigkeiten für alle Sprachen gibt. Die Sprachpakte und die „Fähigkeiten“ laden Sie jeweils als ISO-Datei aus Ihrem Downloadportal herunter: Suchen Sie darin nach `language 1803` (enthält die Sprachpakte) sowie `features on demand 1803` (enthält die Fähigkeiten, Versionsnummer bitte jeweils anpassen). Die ISO-Dateien binden Sie per Doppelklick als virtuelles Laufwerk im Explorer ein (nachfolgend verwenden wir g: für das Sprach- und h: für das Feature-ISO).

Beim Einimpfen in das Image beachten Sie bitte die richtige Reihenfolge: zuerst das Sprachpaket, dann die Fähigkeit mit „basic“ im Namen und dann die restlichen Fähigkeiten. Zuerst zum Sprachpaket:

```
dism /Image:d:\mnt /Add-Package
  /PackagePath:g:\x64\langpacks\
    \microsoft-windows-client-language\
      -pack_x64_en-us.cab
```

Das richtige Paket identifizieren Sie anhand des Namens, genauer der Bestandteile für die Architektur (hier x64) sowie den Sprachcode (en-us für US-amerikanisches Englisch, mehr zu den Sprachcodes finden Sie in [7]). Die Ausführung des Befehls dauert einige Zeit. Ein Tipp noch, weil es uns auch schon passiert ist: Falls das Hinzufügen mit der Fehlernummer 0x800f081e scheitert, passen die Ver-

Funktionsidentität	Status
App.Support.QuickAssist~0.0.1.0	Installiert
Browser.InternetExplorer~0.0.11.0	Installiert
Hello.Face.Resource.A~0.0.1.0	Installiert
Hello.Face.Resource.B~0.0.1.0	Installiert
Hello.Face.Resource.C~0.0.1.0	Installiert
Language.Basic~de-DE~0.0.1.0	Installiert
Language.Basic~en-US~0.0.1.0	Installiert
Language.Handwriting~de-DE~0.0.1.0	Installiert
Language.Handwriting~en-US~0.0.1.0	Installiert
Language.OCR~de-DE~0.0.1.0	Installiert
Language.OCR~en-US~0.0.1.0	Installiert
Language.Speech~de-DE~0.0.1.0	Installiert
Language.Speech~en-US~0.0.1.0	Installiert
Language.TextToSpeech~de-DE~0.0.1.0	Installiert
Language.TextToSpeech~en-US~0.0.1.0	Installiert
Language.UI.Client~de-DE~	Installiert
Language.UI.Client~en-US~	Installiert
Media.WindowsMediaPlayer~0.0.12.0	Installiert
OneCoreUAP.OneSync~0.0.1.0	Installiert
OpenSSH.Client~0.0.1.0	Installiert

Zum Nachrüsten einer Sprache braucht man zusätzlich zum Sprachpaket selbst auch mehrere „Fähigkeiten“.

sionsnummer von Image und Sprachpaket nicht zusammen.

Nach dem Sprachpaket folgen die sprachbezogenen „Fähigkeiten“, doch hier reicht es nicht, einfach nur einen Datenamen zu übergeben. Stattdessen ist der „CapabilityName“ erforderlich. Den erfahren Sie, wenn Sie die entsprechende Liste ausgeben lassen:

```
dism /Image:d:\mnt /Get-Capabilities
```

Auch diese Ausgabe können Sie mit einem angehängten `/Format:table` übersichtlicher gestalten. Kopieren Sie aus der Liste zuerst den Namen jener Fähigkeit, die den Code für die gewünschte Sprache sowie den Namensbestandteil „Language.Basic“, also beispielsweise „Language.Basic~~en-US~0.0.1.0“. Vermeiden Sie am besten das Abtippen, denn dabei kommt man wegen der diversen Tilden schnell durcheinander. Der Befehl lautet:

```
dism /Image:d:\mnt /Add-Capability
  /CapabilityName:"Language.Basic~~
  en-US~0.0.1.0" /Source:h:
```

Die Angabe hinter `/Source:` veranlasst den Befehl, die Datei mit der Fähigkeit auf dem Laufwerk h: zu suchen (Buchstabe

bei Bedarf anpassen) – nochmals: Das ist das Feature-on-Demand-ISO, nicht das Sprachpaket-ISO.

Diesen Befehl wiederholen Sie für die weiteren Fähigkeiten, sofern sie denn für die gewünschte Sprache vorhanden sind. In unserem Beispiel sind das `Language.OCR~~en-US~0.0.1.0`, `Language.Handwriting~~en-US~0.0.1.0`, `Language.TextToSpeech~~en-US~0.0.1.0` und `Language.Speech~~en-US~0.0.1.0`.

Ein Hinweis noch: Installierte Sprachen tauchen unter Windows 10 nicht automatisch auf. Wenn Sie aber beispielsweise in den Einstellungen unter „Zeit und Sprache/Region und Sprache“ auf „Sprache hinzufügen“ klicken und die installierte Sprache auswählen, steht sie umgehend zur Verfügung, ohne sie erst herunterladen zu müssen.

## Updates

Seit Windows 10 ist das Hinzufügen zusätzlicher Updates zu einem Installations-Image vergleichsweise einfach geworden, weil Microsoft monatlich kumulative Update-Pakete veröffentlicht, die alle bis dahin erschienenen Updates enthalten. Sie brauchen also nur das letzte kumula-

```

Administrator: Eingabeaufforderung
C:\WINDOWS\system32>dism /Image:d:\mnt /Get-ProvisionedAppxPackages /Format:Table
Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.17134.1

Abbildversion: 10.0.17134.1

Die Liste mit den App-Paketen (.appx oder .appxbundle) in diesem Image wird abgerufen...

Anzeigename: Microsoft.BingWeather
Version: 4.22.3254.0
Architektur: neutral
Ressourcen-ID: ~
PackageName: Microsoft.BingWeather_4.22.3254.0_neutral__8wekyb3d8bbwe
Regionen:

Anzeigename: Microsoft.DesktopAppInstaller
Version: 1.8.15011.0
Architektur: neutral
Ressourcen-ID: ~
PackageName: Microsoft.DesktopAppInstaller_1.8.15011.0_neutral__8wekyb3d8bbwe
Regionen:

Anzeigename: Microsoft.GetHelp
Version: 10.1706.10441.0
Architektur: neutral
Ressourcen-ID: ~
PackageName: Microsoft.GetHelp_10.1706.10441.0_neutral__8wekyb3d8bbwe
Regionen:

Anzeigename: Microsoft.Getstarted

```

Die mitgelieferten Apps nennt Microsoft „ProvisionedAppxPackages“. Die als Tabelle anzuzeigen klappt aus unbekannten Gründen nicht.

tive Paket (LCU, last cumulative update) dem Image hinzuzufügen sowie – sofern verfügbar – die seitdem zusätzlich erschienenen Updates. Tipp für Visual-Studio-Abonnenten und Volumenlizenz-Kunden: In den Download-Portalen stellt Microsoft öfters aktualisierte ISO-Abbilder bereit, die bereits die neuesten Updates enthalten.

Updates finden Sie über eine Microsoft-Website, die sich am einfachsten mit dem Suchbegriff „Updateverlauf“ ergooglen lässt: <https://support.microsoft.com/de-de/help/4464619>. Links auf der Seite finden Sie die Windows-10-Versionen aufgeführt, darunter im Abschnitt „In dieser Version“ die jeweils letzten Update-Pakete. In deren Überschriften finden Sie jeweils eine Knowledge-Base-Nummer. Lesen Sie unbedingt den Text darunter durch, denn mitunter finden Sie dort Hinweise auf weitere notwendige Updates inklusive den dazugehörigen Knowledge-Base-Nummern. Zudem können Sie dort oft Hinweise auf die Reihenfolge finden, in der die Updates zu installieren sind.

Die KB-Nummern geben Sie wiederum im Update-Katalog ein, den Sie unter <https://www.catalog.update.microsoft.com>

finden. Dort finden Sie das jeweilige Update in all seinen Ausprägungen etwa für Windows 10 sowie für den Server, für 32- und 64-Bit-Architektur und so weiter. Laden Sie das passende „kumulative“ Update herunter und nicht das „Delta“-Update, denn das enthält nur die Unterschiede zum vorangegangenen kumulativen.

Spielen Sie nacheinander das aktuelle kumulative und die seitdem zusätzlich erschienenen Updates ein. Das gelingt jeweils mit dem folgenden Befehl, wobei wir im Beispiel den langen Original-Dateinamen der MSU-Datei zugunsten besserer Lesbarkeit zu „update.msu“ abgekürzt haben:

```
dism /Image:d:\mnt /Add-Package
  /PackagePath:e:\updates\update.msu
```

Wie lange die Ausführung des Befehls dauert, hängt vor allem von der Größe der Update-Datei ab. Tipp: Den Namen und den Pfad zur Update-Datei brauchen Sie im Befehl nicht einzutippen: Öffnen Sie stattdessen im Explorer bei gedrückter Umschalt-Taste Ihr Kontextmenü und wählen Sie „Als Pfad kopieren“. Dann landen der komplette Name und Pfad in der Zwischenablage, von wo aus Sie beides in den Befehl einfügen können.

## Funktionen

Das Aktivieren von Funktionen ist vergleichsweise einfach, weil ja alles Nötige schon im Image steckt. Verschaffen Sie sich zuerst einen Überblick über die Funktionen:

```
dism /Image:d:\mnt /Get-Features
```

Sie können wieder ein /Format:Table anhängen, um die Lesbarkeit der Ausgabe zu erhöhen. Suchen Sie den Namen der Funktion heraus, die Sie aktivieren wollen, beispielsweise Microsoft-Hyper-V-All. Gemeint ist damit das Hyper-V-Komplett-paket, zu dem sowohl der Hyper-Visor gehört als auch der Hyper-V-Manager mit allem Zubehör. Einige Details zu den Funktionen können Sie mit einem weiteren Befehl abfragen:

```
dism /Image:d:\mnt /Get-FeatureInfo
  /FeatureName:Microsoft-Hyper-V-All
```

Zum Aktivieren verwenden Sie folgenden Befehl:

```
dism /Image:d:\mnt /Enable-Feature
  /FeatureName:Microsoft-Hyper-V-All
```

Sie können Funktionen auch deaktivieren, indem Sie in den gerade genannten Befehl /Enable-Feature einfach durch /Disable-Feature ersetzen.

Apropos deaktivieren: Fähigkeiten können Sie ebenfalls abschalten. Fragen Sie zuerst die vorhandenen ab:

```
dism /Image:d:\mnt /Get-Capabilities
```

Das Anhängen von /Format:Table funktioniert auch hier wieder, und ebenso können Sie wieder Details abrufen, allerdings nur zu den installierten Fähigkeiten, hier am Beispiel der Gesichtserkennung von Windows Hello (passen Sie den Namen der Fähigkeit bitte an und achten Sie wie immer auf die richtige Anzahl der Tilden):

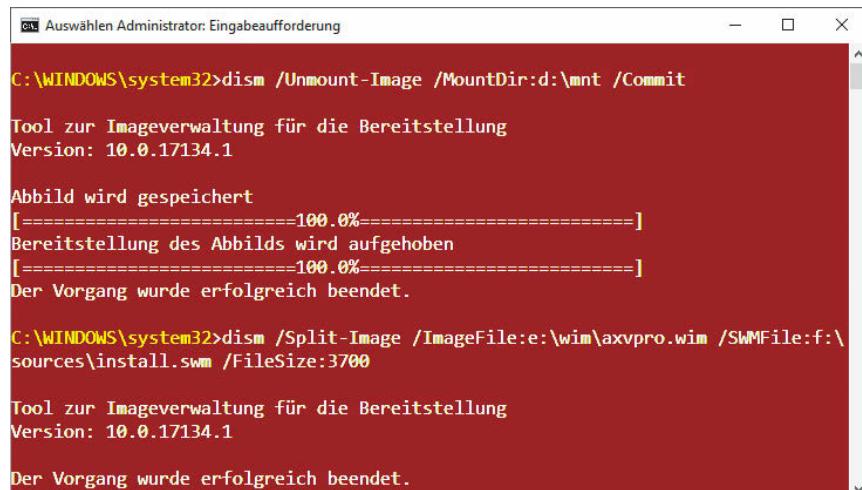
```
dism /Image:d:\mnt
  /Get-CapabilityInfo
  /CapabilityName>Hello.Face.Resource
    .C 0.0.1.0
```

Der Befehl zum Deaktivieren einer Fähigkeit lautet:

```
dism /Image:d:\mnt
  /Remove-Capability
  /CapabilityName>Hello.Face.Resource
    .C 0.0.1.0
```

## Apps

Was noch bleibt, sind die vorinstallierten Apps im Kacheldesign. Wer nun vor



```

C:\WINDOWS\system32>dism /Unmount-Image /MountDir:d:\mnt /Commit
Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.17134.1

Abbild wird gespeichert
[=====100.0%=====]
Bereitstellung des Abbilds wird aufgehoben
[=====100.0%=====]
Der Vorgang wurde erfolgreich beendet.

C:\WINDOWS\system32>dism /Split-Image /ImageFile:e:\wim\axvpro.wim /SWMFile:f:\sources\install.swm /FileSize:3700
Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.17134.1

Der Vorgang wurde erfolgreich beendet.

```

Zum Schluss packen Sie das Image wieder ein und verfrachten die WIM-Datei auf das Installationsmedium. Weil das in diesem Fall ein FAT32-formatierter USB-Stick ist, landet die WIM-Datei in mehreren SWM-Teilen darauf.

allem darauf spekuliert, die nervige Spiele-Werbung im Startmenü loszuwerden, den müssen wir leider enttäuschen: Mit Ausnahme von Solitär sind die allesamt nicht vorinstalliert, sondern werden erst nach der Installation von Windows nachgeladen. Der Weg zum Loswerden verläuft daher anders; eine Anleitung haben wir in [8] veröffentlicht. Was Sie aber vorab loswerden können, sind die vorinstallierten Apps, genauer App- und Appx-Pakete. Die technischen Details der Unterschiede zwischen beiden ersparen wir Ihnen an dieser Stelle, weil sie hier nicht von Belang sind, es geht ja nur darum, Überflüssiges loszuwerden.

Die nachfolgenden Befehle gelten für beide Arten von Apps. Der einzige Unterschied ist die Bezeichnung: Sie heißen entweder „Package“ oder „Provisioned-AppxPackage“. Alle anderen Bestandteile der Befehle sind identisch. Alle installierten Apps zeigt

```
dism /Image:d:\mnt /Get-Packages
```

Wenn Sie wie erwähnt /Get-Packages gegen /Get-ProvisionedAppxPackages tauschen, sieht der Befehl quasi genauso aus, zeigt aber die andere Kategorie Apps:

```
dism /Image:d:\mnt /Get-ProvisionedAppxPackages
```

Einen Unterschied gibt es aber: Die zusätzliche Option /Format:Table funktioniert nur mit /Get-Packages, aber nicht mit /Get-ProvisionedAppxPackages. Die Ausgabe erscheint also trotzdem als Liste, den Grund kennen wir nicht.

```

dism /Split-Image ↵
↳/ImageFile:e:\wim\axvpro.wim ↵
↳/SWMFile:f:\sources\install.swm ↵
↳/FileSize:3700

```

Die Anzahl der nötigen SWM-Dateien rechnet Dism selbst aus. Achtung: Die Ursprungsdatei muss größer sein als das, was Sie bei /FileSize: einstellen, sonst steigt Dism mit Fehler 87 „falscher Parameter“ aus.

Das Setup-Programm findet die SWM-Dateien später während der Installation. Falls sich zudem WIM- und/oder ESD-Dateien auf dem Installationsmedium befinden, sollten Sie deren Dateiendung umbenennen.

Anschließend können Sie zur ersten Probeinstallation schreiten und sich daran erfreuen, wie wenig danach nur noch zu tun ist. Falls Sie die Installation zudem noch automatisieren wollen, geht das mit einer selbst erstellten Antwortdatei [7, 9]: Mit dieser und mit den in diesem Artikel vorgestellten Anpassungen kommen Sie auf Wunsch sogar vollautomatisch zu Ihrem ganz persönlichen Windows – wieder und wieder und wieder, und die Zeitsparnis wächst bei jeder Installation.

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

Entfernen können Sie Apps so (den Namen am besten aus der Ausgabe des vorigen Befehls kopieren):

```

dism /Image:d:\mnt /Remove-Package ↵
↳/PackageName:Windows-Hello-Face-Mi, ↵
↳gration-Package-31bf3856ad364e35~ ↵
↳amd64 10.0.17763.1

```

## Wieder einpacken

Sind alle Anpassungen erledigt, können Sie das Image wieder einpacken. Zuvor aber noch der Tipp: Sie können im Prinzip beliebige weitere Dateien und Ordner unter d:\mnt anlegen, die dann später auch alle im Image landen. Sie sollten dabei aber keinesfalls vorhandene Dateien und Ordner ersetzen.

Das Einpacken erledigt folgender Befehl:

```

dism /Unmount-Image ↵
↳/MountDir:d:\mnt /Commit

```

Die Option /Commit am Ende sorgt dafür, dass alle Anpassungen auch wirklich übernommen werden. Wenn Sie diese Option durch /Discard ersetzen, werden die Änderungen stattdessen verworfen.

Was noch fehlt, ist das Verfrachten der angepassten Image-Datei auf das Installationsmedium. Wenn das ein FAT32-formatiertes USB-Laufwerk ist, darf die WIM-Datei nicht größer als 4 GByte werden. Macht nichts: Sie können sie aufteilen in SWM-Dateien („Split Windows Image“). Das geht mit folgendem Befehl, die maximale Dateigröße ist im Beispiel auf 3700 MByte festgelegt:

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, FAQ: Windows Image-Format WIM, c't 18/2018, S. 176, online lesbar unter <http://heise.de/-4133050>
- [2] Axel Vahldiek, Auftragsarbeit, Wie eine Windows-Installation abläuft – und wo Sie eingreifen können, c't 25/2018, S. 154
- [3] Axel Vahldiek, Inflation der Editionen, Über die scheinbar simple Frage, wie viele Ausgaben von Windows 10 es gibt, c't 13/2018, S. 148
- [4] Axel Vahldiek, Setup-Stick, Windows-10-Installations-Stick erstellen c't 17/2018, S. 144
- [5] Axel Vahldiek, Einer für alle, Tipps zu Windows-10-Installations-Sticks, c't 2017/18, S. 148
- [6] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, c't 24/2018, S. 172, online lesbar unter <http://heise.de/-4209809>
- [7] Axel Vahldiek, Frag nicht, mach hin!, Mit Antwortdateien automatisiert Windows installieren, c't 25/2018, S. 148
- [8] Jan Mahn, Hürdenlauf, Windows-10-Clients für das Unternehmensumfeld vorbereiten, c't 6/2018, S. 136
- [9] Axel Vahldiek, FAQ: Windows System Image Manager, c't 25/2018, S. 156
- [10] Axel Vahldiek, Unter dem Mikroskop, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 1, c't 16/2017, S. 148
- [11] Axel Vahldiek, Schärfer stellen, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 2, c't 17/2017, S. 154
- [12] Hajo Schulz, Noch mehr Durchblick, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 3, c't 18/2017, S. 162
- [13] Axel Vahldiek, Virenschnelltest, Erste Handgriffe bei Schädlingsverdacht, c't 15/2015, S. 86
- [14] Jan Schüßler, Startinspektion, Mit Autoruns prüfen, was mit Windows alles startet, c't 19/2018, S. 174

The logo features the word 'Be' in large, bold, red and blue letters. To the right, a red diagonal banner contains the word 'Save' in white. Below the 'Be' letters, the word 'LEARN' is written in a smaller, bold, red and blue font. At the bottom, the tagline 'BUSINESS MEETS LEARNING' is displayed in a smaller, black font.

# Save the Date

## TERMIN:

12. Juni 2019

## ORT:

30519 Hannover, Hotel Wienecke XI, Hildesheimer Straße 380

## FORMAT:

## Keynotes, Erfahrungsberichte, Practitioner Labs, Social Learning

## KEYNOTES

Bärbel Höltzen-Schoh, Bundesagentur für Arbeit

Dr. Andrea Hammermann, Institut der Deutschen Wirtschaft

## Vom Wollen zum Können!

## Erleben Sie:



### Veranstalter



 UVN



## Medienpartner



## Organisation



Anmeldung und weitere Informationen unter **[www.belearn.digital](http://www.belearn.digital)**



regelmäßig Diagnosedaten an Microsoft zu senden. Der Hersteller will damit gewährleisten, dass das System stets stabil läuft und mit allen notwendigen Updates versorgt wird. Allerdings sind viele Anwender skeptisch, ob dabei nicht auch Informationen bei Microsoft landen, die den Benutzer identifizieren und seine Gewohnheiten ausforschen könnten. In den Einstellungen von Windows gibt es einige Möglichkeiten, den Umfang der gesendeten Daten zu beeinflussen und ihren Inhalt zu studieren; komplett abschalten lässt sich die Telemetrie allerdings offiziell nicht. Im Folgenden stellen wir mehrere Möglichkeiten vor, wie Sie sie trotzdem zum Schweigen bringen können.

Inspiriert ist dieser Artikel von Erkenntnissen des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Das hat sich auf die Fahnen geschrieben, die sicherheitskritischen Funktionen von Windows 10 einer genauen Analyse zu unterziehen. Die Untersuchungen firmieren unter dem Titel „SiSyPHuS Win10“ (Studie zu Systemintegrität, Protokollierung, Härtung und Sicherheitsfunktionen in Windows 10). Als Ziele der Studien gibt das BSI an, „die Sicherheit und Restrisiken für eine Nutzung von Windows 10 bewerten zu können, Rahmenbedingungen für einen sicheren Einsatz des Betriebssystems zu identifizieren sowie praktisch nutzbare Empfehlungen für eine Härtung und den sicheren Einsatz von Windows 10 zu erstellen“. Die Ergebnisse der Studie sind auf der Webseite des BSI abrufbar (siehe [ct.de/yc99](http://ct.de/yc99)). Der erste Teilbereich, in dem bereits Resultate vorliegen, befasst sich mit den Telemetriefunktionen von Windows 10.

### Bordmittel

Die Optionen, mit denen man den Umfang der an Microsoft gesendeten Diagnosedaten von Haus aus beeinflussen kann, finden sich in den Einstellungen unter „Datenschutz/Diagnose und Feedback“. Zur Auswahl stehen die zwei Detailstufen „Einfach“ und „Vollständig“. Letztere ist vorausgewählt beziehungsweise als „empfohlen“ gekennzeichnet und umfasst durchaus sensible Informationen, darunter eine Liste der mit Microsoft-Browsern besuchten Webseiten oder eine Statistik darüber, welche Apps der Anwender benutzt hat. Mit der Einstellung „Einfach“ kann man die Datenflut eindämmen, aber nicht vollständig zum Versiegen bringen. Microsoft begründet das damit, dass eini-

# Telefonierverbot

## Windows 10: Telemetrie lahmlegen, Privatsphäre schützen

**Dass Windows 10 ständig Telemetriedaten nach Hause funkts macht nicht nur Datenschützer misstrauisch. Dabei lässt sich diese Funktion mit erstaunlich wenigen Handgriffen zum Schweigen bringen.**

**Von Hajo Schulz**

**T**L;DR: Um Windows 10 zu verbieten, Diagnosedaten zu verschicken, schalten Sie einfach den Dienst „DiagTrack“ („Benutzererfahrung und Telemetrie im verbundenen Modus“) ab. Wenn Sie wissen wollen, was hinter diesem Dienst steckt und welche alternativen Methoden zum Kappen der Telemetriefunktionen es gibt, sollten Sie allerdings weiterlesen.

Eine der meistdiskutierten Eigenschaften von Windows 10 ist sein Drang,

ge Informationen notwendig seien, um den Rechner mit Updates zu versorgen. Dieses Argument scheint aber nur vorgeschoben zu sein – den Grund für diese Vermutung erfahren Sie gleich.

Windows 10 kann im Prinzip die Übertragung der Diagnosedaten noch weiter einschränken, als die Detailstufe „Einfach“ vorsieht. Das erlaubt Microsoft aber nur in den Windows-10-Ausgaben Enterprise und Education sowie in den Server-Versionen: Hier können Administratoren eine Detailstufe namens „Sicherheit“ vorgeben, müssen dazu aber Policies bemühen. Der passende Navigationspfad im Editor für Gruppenrichtlinien lautet „Richtlinien für Lokaler Computer/Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/Datensammlung und Vorabversionen/Telemetrie zulassen“. Die Auswahl der Stufe „Sicherheit“ unterbindet unter anderem die Kommunikation von Windows Update mit den Microsoft-Servern. Deshalb beachtet Windows die Einstellung nur, wenn an den entsprechenden Stellen in der Systemkonfiguration eingestellt ist, dass der Rechner seine Updates von woanders bekommt, etwa von einem WSUS-Server innerhalb des Unternehmens oder per System Center Configuration Manager (SCCM).

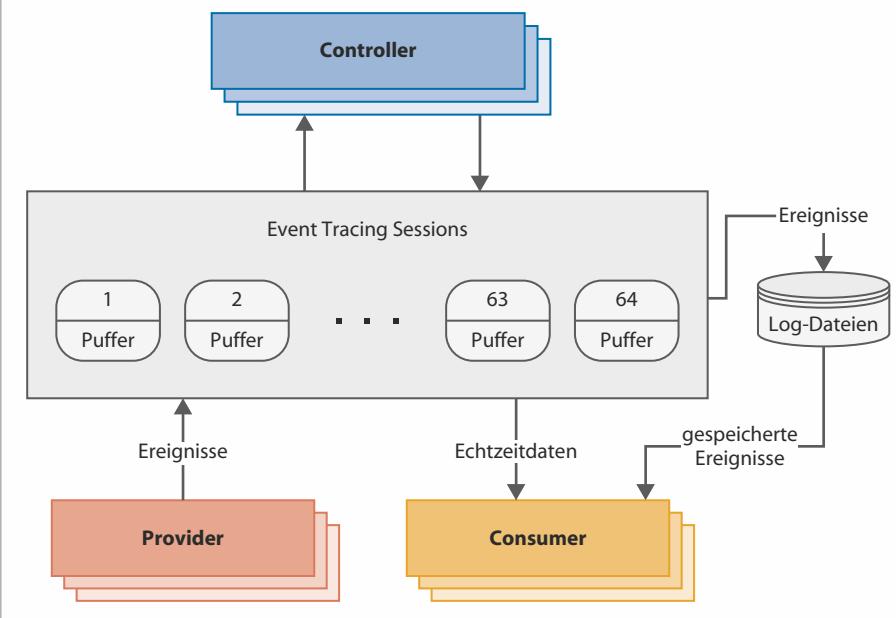
Seit der Version 1803 von Windows 10 kann man über die Einstellungen-Seite „Diagnose und Feedback“ außerdem nachverfolgen, welche Diagnosedaten Windows an Microsoft sendet. Dazu muss man zunächst den Schalter unter „Diagnosedatenanzeige“ auf „Ein“ umlegen. Damit bewahrt Windows bis zu 1 GByte an Kopien von gesendeten Telemetriedaten auf. Anzeigen lassen kann man sich die über die Schaltfläche „Diagnosedaten-Viewer“. Beim ersten Mal führt ein Klick darauf in den Windows Store, von wo man sich die App „Diagnostic Data Viewer“ kostenlos herunterladen und installieren kann. Besonders übersichtliche Informationen sollten Sie von diesem Tool allerdings nicht erwarten. Vor allem auf der Stufe „Vollständig“ ist man von der schieren Masse der angezeigten Daten schnell überfordert.

## Interna

Zur Erhebung, der Verarbeitung und dem Versand von Diagnosedaten stützen sich die Telemetriefunktionen auf eine Windows-interne Komponente namens ETW (Event Tracing for Windows). Deren groben Aufbau zeigt oben stehende Grafik.

## Event Tracing for Windows

Event Tracing for Windows (ETW) ist eine in Windows enthaltene Infrastruktur zum Aufzeichnen und Verarbeiten von Ereignissen aller Art. Sie besteht aus vier Komponenten: **Provider** sind Bestandteil des Betriebssystems, von Treibern oder von Anwendungen und liefern Zustandsinformationen in Form von Ereignissen. **Controller** aktivieren und deaktivieren Provider, außerdem initialisieren und beenden sie ETW-**Sessions**. Jede Session empfängt die Daten eines oder mehrerer Provider, unterhält einen Puffer zum Zwischen-speichern von Ereignissen und kann Events in Log-Dateien auslagern. **Consumer** sind Anwendungen, die die Daten einer oder mehrerer Sessions in Echtzeit empfangen oder aus Log-Dateien auslesen, um sie weiterzuverarbeiten, anzuzeigen oder sonst etwas mit ihnen anzustellen.

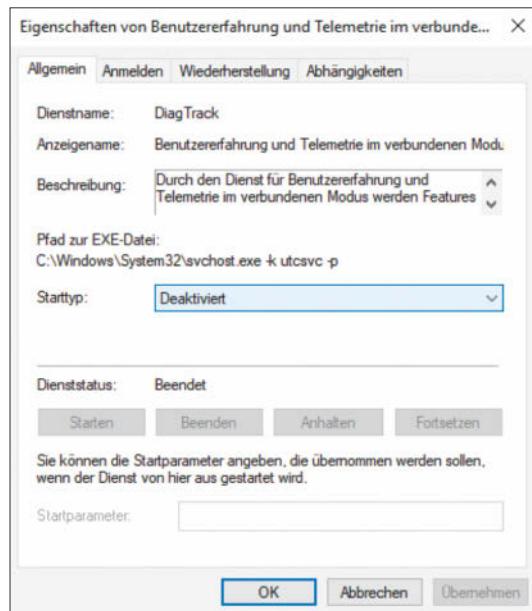


Als zentralen Baustein der Windows-Telemetrie haben die Autoren der eingangs erwähnten BSI-Studie einen Dienst identifiziert, der den internen Namen „DiagTrack“ trägt und in der Computerverwaltung „Benutzererfahrung und Telemetrie im verbundenen Modus“ heißt (in englischen Windows-Installationen „Connected User Experiences and Telemetry Service“). Er läuft in einer Session des Programms svchost.exe; sein Code steckt in der Datei diagtrack.dll im System32-Ordner.

In der ETW-Terminologie handelt es sich sowohl um einen Controller als auch um einen Consumer. Der Consumer-Teil lauscht der BSI-Studie zufolge an zwei Sessions namens „Diagtrack-Listener“ und „Autologger-Diagtrack-Listener“. Die Autologger-Session wird sehr früh während des Boot-Prozesses gestartet und schreibt ihre Ereignisse in Log-Dateien innerhalb des Ordners %ProgramData%\Microsoft\Diagnosis\ETLLogs. Wird im weiteren Verlauf des Systemstarts der DiagTrack-Dienst gestartet, beendet er

die Autologger-Session, startet seine eigene und empfängt deren Ereignisse ab dann in Echtzeit. Zusätzlich liest er noch die ETLLogs-Protokolle aus, verarbeitet sie weiter und löscht sie dann.

Der DiagTrack-Dienst ist letztlich die Instanz innerhalb des Betriebssystems, die den Netzwerkverkehr mit Microsofts Servern abwickelt, also die Diagnosedaten verschiickt. Welchen Umfang diese Daten haben, bestimmt die Auswahl in den Einstellungen beziehungsweise in den Gruppenrichtlinien. Sie steuert indirekt, welche ETW-Provider die DiagTrack-Session einbindet. Die BSI-Forscher haben auf ihrem Testsystem bei der Einstellung „Vollständig“ 422 Provider gezählt, bei „Einfach“ 410 und bei „Sicherheit“ noch 4. Allerdings sind diese Zahlen nur als Größenordnung zu verstehen, denn die Zuordnung von Providern zu Telemetrie-Leveln ist nicht fest verdrahtet. Vielmehr hängt sie vom Inhalt der Datei %ProgramData%\Microsoft\Diagnosis\Downloaded-Settings\utc.app.json ab, die Windows



**Der DiagTrack-Dienst lässt sich über seine Eigenschaften in der Computerverwaltung ausschalten. Wichtig ist die Auswahl des Starttyps „Deaktiviert“.**

über automatische Downloads gelegentlich ersetzt. So kann sich der konkrete Umfang der gesendeten Daten von PC zu PC unterscheiden, selbst bei gleicher Betriebssystemversion und identischer Konfiguration.

## Ruhe da!

Um den Datenverkehr komplett zu unterbinden, liegt es nahe, den DiagTrack-Dienst stillzulegen. Tatsächlich zeigen sowohl die Tests der BSI-Experten als auch unsere eigenen Experimente, dass das möglich ist, ohne die Stabilität des Systems zu gefährden. Updates werden nach wie vor installiert, seien es Signatur-Updates für den Defender, normale Patches oder große Funktions-Upgrades. Der Diagnosedaten-Viewer funktioniert bei abgeschaltetem DiagTrack-Dienst erwartungsgemäß nicht mehr. Schaltet man den Dienst nach einiger Zeit wieder ein, existieren im Viewer für den inaktiven Zeitraum keinerlei Einträge. Weitere Nebenwirkungen haben wir nicht beobachtet.

Beenden lässt sich der Dienst über die Computerverwaltung – Aufruf über den gleichnamigen Befehl im Win+X-Menü. Die Dienste-Verwaltung findet sich dort unter „Dienste und Anwendungen/Dienste“. Ein Doppelklick auf den Eintrag „Benutzererfahrung und Telemetrie im verbundenen Modus“ öffnet die Eigenschaften des DiagTrack-Dienstes. Ein Klick auf „Beenden“ nebst anschließender Auswahl von „Deaktiviert“ aus der Liste „Starttyp“ beendet sein Treiben.

Die BSI-Experten empfehlen, zusätzlich noch den Start der ETW-Session „Au-

tologger-Diagtrack-Listener“ zu unterbinden. Dazu soll man in der Registry im Schlüssel `HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\WMI\Autologger\Autologger-Diagtrack-Listener` dem Eintrag `Start` den Wert 0 zuweisen. Unserer Erfahrung nach scheint das unnötig: Die Datei, die diese Session erzeugt, haben wir auf unseren Testsystemen nie zu Gesicht bekommen. Selbst wenn sie erzeugt würde, gibt es ja außer dem DiagTrack-Dienst keine Instanz, die sie auswertet.

Weder die Deaktivierung des Dienstes noch das Abschalten der genannten ETW-Session haben ein Upgrade unseres Testsystems von Windows 10 Version 1803 auf 1809 überlebt. Nach solchen Funktions-Updates sind die Einstellungen also bei Bedarf zu wiederholen.

## Alternativen

In der vom BSI veröffentlichten Studie finden sich noch detaillierte Betrachtungen darüber, wie man die Telemetriedatenübertragung mit Eingriffen in den Netzwerkverkehr unterbinden könnte. Dazu zählen beispielsweise Einträge in die Datei `%WinDir%\System32\Drivers\etc\hosts`, um Verbindungen mit den namentlich bekannten Servern von Microsofts Telemetrie-Backend auf die ungültige IP-Adresse 0.0.0.0 umzuleiten. Ähnliches ließe sich über die in Windows eingebaute oder eine Firewall in dem Router erreichen, der die Verbindung ins Internet herstellt.

Allerdings leiden all diese Maßnahmen darunter, dass Microsoft die Namen oder die IP-Adressen der zuständigen Server ändern könnte und man die DNS-

beziehungsweise Firewall-Einträge regelmäßig pflegen muss.

## Fazit

Im Ergebnis sind für eine Empfehlung der geeigneten Maßnahmen gegen die ungeliebte Datenübertragung zwei Fälle zu unterscheiden: In Umgebungen, die die Enterprise-Ausgaben von Windows 10 einsetzen und eine eigene Infrastruktur zum Verteilen von Updates unterhalten, ist die Konfiguration der Telemetrie-Detailstufe „Sicherheit“ das Mittel der Wahl. Administratoren, denen das nicht reicht, können zusätzlich den Windows-Update-Dienst und den „cloudbasierten Schutz“ im Windows Defender abschalten.

Fast allen anderen Windows-10-Anwendern kann getrost das Abschalten des DiagTrack-Dienstes empfohlen. Ausgenommen sind hier lediglich Benutzer, deren Windows-Installation über einen besonderen Wartungsvertrag von Microsoft selbst gepflegt wird – dessen Bedingungen können diesen Eingriff ins System verbieten.

Weder die Tests des BSI noch unsere eigenen Experimente können definitiv ausschließen, dass sich auf lange Sicht nicht doch noch negative Nebenwirkungen aus der Manipulation ergeben. So gibt es beispielsweise noch keine Erfahrungen mit Hotfixes, die Microsoft nicht an alle Windows-Installationen ausspielt, sondern nur an solche, die von einem exotischen Bug betroffen sind. Wem in der persönlichen Einschätzung die Betriebssicherheit seines Systems wichtiger ist als der Datenschutz, der lässt den DiagTrack-Dienst also einstweilen besser unangetastet.

Microsofts Behauptung, die Telemetrie sei notwendig, um Windows mit Updates versorgen zu können, ist wohl widerlegt: Unsere Windows-10-Installationen haben mit deaktiviertem DiagTrack-Dienst noch dieselben Updates bekommen wie ungepatchte, aber ansonsten identische. Dass Microsoft an den Telemetriedaten interessiert ist, um die Zuverlässigkeit von Windows insgesamt zu verbessern, mag man ihnen glauben. Ein bisschen mehr Transparenz und der verbrieftes Verzicht auf alle Informationen, die den einzelnen Benutzer identifizierbar machen könnten, würde es Anwendern deutlich erleichtern, diesen Wunsch zu erfüllen. Klimmzüge wie die in diesem Artikel beschriebenen bräuchten sie dann nicht mehr.

(hos@ct.de)

# Dieser Praxis-Guide steht Ihnen bei:



**Vorsicht Rechtsfallen: DSGVO · Haftung bei Schäden · Gefälligkeiten**

# c't Admin

IT-Praxis für Heim- und Büronetzwerke

## So läuft alles rund

**DSL-Router ausreizen**  
Praxistipps für FritzOS 7  
250 MBit/s mit Super-Vectoring

**Hardware kaufen**  
Netzwerkspeicher: NAS ab 90 Euro  
10G: Switches der nächsten Generation

**Netze debuggen**  
Das 1x1 der Fehlersuche  
Apps und Hardware für hartnäckige Fälle

**Server betreiben**  
Kostenbremse für die Cloud  
Dynamische Mietserver

**Gratis schützen**  
Kostenlose Zertifikate für Webserver & Co.

**Windows aktuell halten**  
Windows selber steuern und lokal verteilen

### JETZT NEU! c't Admin

Das Rundum-Paket für den Gelegenheits-Admin: steuern Sie Windows-Updates und behalten Sie PC-Verwaltung, Netzwerktechnik und Server im Griff. Außerdem: DSGVO für Admins, Kaufberatungen und Wichtiges zu SSL/TLS-Zertifikaten.

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ct-admin18](http://shop.heise.de/ct-admin18)

12,90 € >

 [shop.heise.de/ct-admin18](http://shop.heise.de/ct-admin18)  [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte über DPD versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

[shop.heise.de/ct-admin18](http://shop.heise.de/ct-admin18)



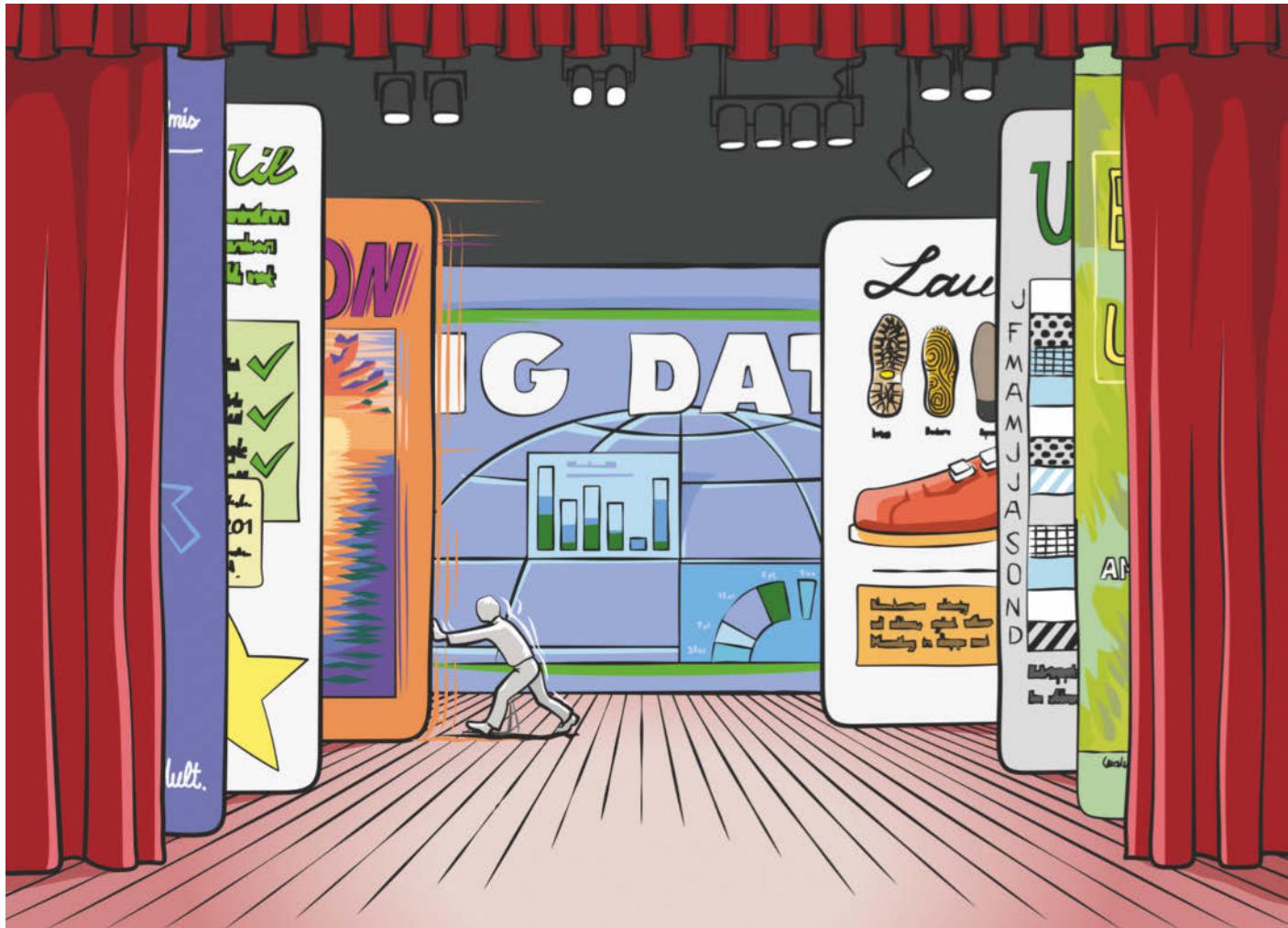


Bild: Rudolf A. Blana

# Mehr als ein optischer Effekt

## Flexiblere PowerPoint-Vorträge mit der neuen Zoomfunktion

**PowerPoint 2019 bringt eine neue Funktion, die das Aufrufen von Folien außerhalb der regulären Folienabfolge ermöglicht. Damit kann der Vortragende spontan entscheiden, in welcher Reihenfolge er Inhalte präsentiert und ob er einzelne Folien überhaupt zeigt. Das will allerdings gut vorbereitet sein.**

**Von Nicola Pridik**

**K**ennen Sie Vortragssituationen, in denen Sie am liebsten spontan eine passende Folie aus dem Hut zaubern würden? So lassen sich zum Beispiel Rückfragen aus dem Publikum beantworten, Aussagen mit Zahlen belegen oder ganz nach Bedarf ein paar Literaturtipps oder lesbare Quellenangaben präsentieren. In PowerPoint 2019 können Sie sich dank der neuen Zoomfunktion jetzt auf solche Situationen vorbereiten. Anwender von Office 365 kennen die dynamischen Zooms schon seit 2017, für Nutzer der Kaufvariante von PowerPoint

stehen sie in der aktuellen Version erstmals zur Verfügung.

Mit der Zoomfunktion arbeiten Sie grundsätzlich so: Sie platzieren auf der Ausgangsfolie eine spezielle Schaltfläche. Wenn Sie diese in der Bildschirmpräsentationsansicht anklicken, zoomen Sie in die Zusatzfolie hinein und gelangen beim nächsten Klick automatisch wieder auf die Ausgangsfolie zurück. Ob Sie die Schaltfläche betätigen, können Sie in der Vortragssituation spontan entscheiden. Aber auch wenn Sie von Anfang an fest planen, bestimmte Zusatzinformationen einzubringen.

blenden – Ihr Publikum bekommt aufgrund der Zoomfunktion mit, dass Sie mit dem verlinkten Inhalt nicht von der Kernbotschaft ablenken wollen, sondern ihn lediglich als Ergänzung oder Exkurs zeigen.

Ein weiterer Anwendungsfall, in dem die Zoomfunktion nützlich ist, sieht so aus: Sie wollen spontan entscheiden, welche Inhalte Sie in welcher Abfolge zeigen und möchten dabei die Freiheit haben, gegebenenfalls auch Inhalte wegzulassen. Vielleicht lässt sich im Voraus schwer abschätzen, wie viel Zeit Ihnen für Ihren Vortrag zur Verfügung stehen wird, oder Sie erfahren erst vor Ort, wofür sich das anwesende Publikum besonders interessiert. Wenn Sie eine Präsentation im Unterricht einsetzen, kann es sogar sinnvoll sein, die Reihenfolge sämtlicher Folien flexibel zu halten – so bestimmt nicht Ihre Präsentation den Unterrichtsablauf, sondern Sie als Lehrkraft im Austausch mit der Lerngruppe.

Auch in diesen Fällen verwenden Sie eine Ausgangsfolie, auf der Sie Schaltflächen platzieren. Im Unterschied zu den eingangs genannten Beispielen verbergen sich hinter den Flächen jedoch keine Zusatzinformationen, sondern Folien(abschnitte) mit einzelnen Aspekten Ihres Vortrags. Die Ausgangsfolie hat die Funktion einer Weiche, die Sie während des Vortrags in die gewünschte Richtung stellen können. Anschließend kehren Sie auf die Ausgangsfolie zurück und entscheiden erneut über den weiteren Ablauf.

Wenn Sie die Zoomfunktion nutzen wollen, müssen Sie also auf der jeweiligen Ausgangsfolie Miniaturen der verlinkten Folien als Schaltflächen platzieren. PowerPoint nennt das „einen Zoom einfügen“. Nach einem Klick auf die Funktion hat man die Wahl zwischen drei Varianten: Folienzoom, Abschnittszoom und Zusammenfassungszoom. Wenn der Inhalt hinter der Schaltfläche auf eine einzelne Folie passt, wählen Sie den Folienzoom – umfasst er dagegen mehrere Folien, ist der Abschnittszoom die richtige Wahl. Eine besondere Variante des Abschnittszooms ist der Zusammenfassungszoom. Die beiden folgenden Beispiele verdeutlichen die Besonderheiten sowie die Vor- und Nachteile der drei Zoomvarianten.

### Beispiel 1: Folienzoom

Eine Rechtsdozentin will in einer Staatsrechtsvorlesung erklären, wie die Wahl

des Bundeskanzlers oder der Bundeskanzlerin abläuft. Dazu hat sie eine PowerPoint-Folie mit einem Schaubild vorbereitet, das den zugrunde liegenden Artikel 63 Grundgesetz visualisiert. Zusätzlich zur Visualisierung möchte sie die Möglichkeit haben, auf den Wortlaut des GG-Artikels Bezug zu nehmen. Ob sie ihn wirklich braucht, weiß sie allerdings noch nicht.

Den Text mit zum Schaubild auf die Folie zu quetschen, wäre keine gute Idee, weil man dann weder das Schaubild ausreichend erkennen noch den Text lesen könnte. Sie will den Gesetzeswortlaut auch nicht auf der folgenden Folie platzieren, weil sie diese dann „überblättern“ müsste, falls sie den Wortlaut nicht benötigt. Eine Lösung bietet der Folienzoom, mit dem sie während des Vortrags zwischen Schaubild und Gesetzeswortlaut hin und her springen kann.

In einem solchen Anwendungsfall stellen Sie die vorbereiteten Folien mit optionalem Inhalt einfach ans Ende der Präsentation, wie in einen Anhang. Bereiten Sie zunächst alle Folien der Präsentation vor, die Sie auf jeden Fall in linearer Ab-

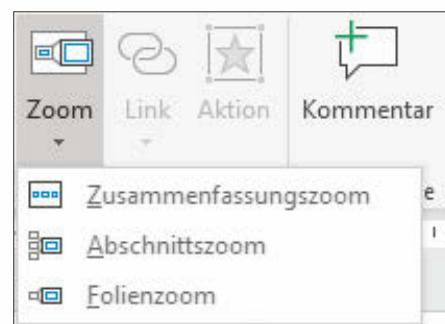
folge zeigen möchten. Hinter der letzten Folie fügen Sie im Beispiel die Folie mit dem Wortlaut des GG-Artikels 63 ein.

Nun rufen Sie die Folie mit dem Schaubild auf. Über „Einfügen/Gruppe Links/Zoom/Folienzoom“ öffnen Sie ein Dialogfeld, in dem alle Folien der Präsentation angezeigt werden. Hier aktivieren Sie die Folien, die Sie per Zoom direkt von der Schaubildfolie aus erreichen wollen – im Beispiel die Folie mit dem Wortlaut des Artikels 63. Anschließend klicken Sie auf „Einfügen“. In der Mitte der Schaubildfolie wird daraufhin eine Folienminiatur der Grundgesetzesfolie platziert. Wenn Sie diese markieren, erscheint in der Menüleiste die Registerkarte „Zoomtools/Format“. Dort finden Sie alle Funktionen, mit denen Sie die Folienminiatur optisch bearbeiten und das Zoomverhalten steuern können.

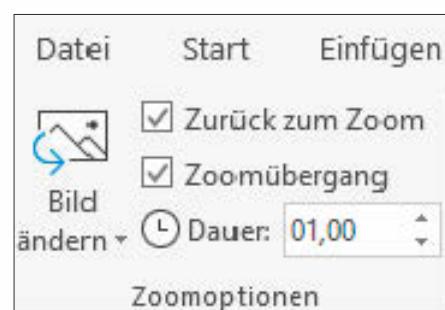
### Zoomverhalten steuern

Wenn Sie die Folienminiatur markieren, erscheint in ihrer unteren rechten Ecke die Foliennummer: Beim Klick auf die Miniatur wird auf die Folie mit dieser Nummer gezoomt. Erscheint vor der Foliennummer noch ein kleiner Rückwärtspfeil, führt der nächste Klick innerhalb der Präsentation zurück zur Ausgangsfolie (in diesem Fall die Schaubildfolie). Beim Folienzoom ist der Rückwärtspfeil standardmäßig nicht zu sehen. Einblenden lässt er sich über „Zoomtools/Format/Gruppe Zoomoptionen/Zurück zum Zoom“.

Die Geschwindigkeit des Zoomeffekts ändern Sie, indem Sie bei den Zoomoptionen die gewünschte Dauer des Zoomübergangs einstellen. Wer zwar die Flexibilität der Zoomfunktion zu schätzen weiß, aber den optischen Effekt des Hineinzoomens nicht mag, entfernt beim Zoomübergang das Häkchen – die verlinkte Folie wird dann ohne einen speziellen Folienübergang aufgerufen.



Die Zoomfunktion gibt es in den drei Varianten Folienzoom, Abschnittszoom und Zusammenfassungszoom.

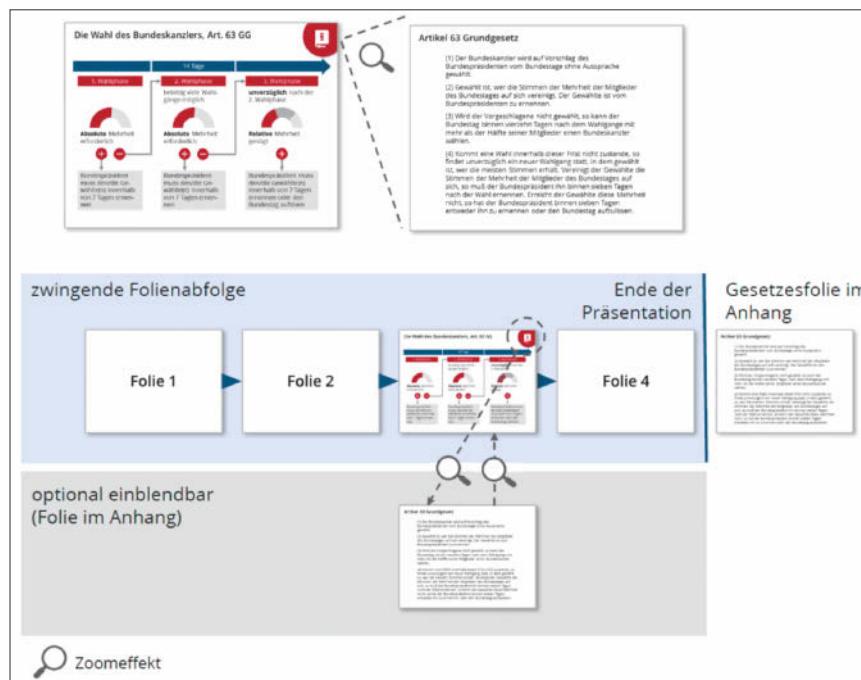


Das genaue Zoomverhalten, beispielsweise die Dauer, passen Sie in den Zoomoptionen an.

### Folienminiatur bearbeiten

Beim Bearbeiten der Folienminiaturen stehen ähnliche Möglichkeiten zur Verfügung wie beim Bearbeiten von Bildern in PowerPoint. So gibt es diverse (Zoom-)Formatvorlagen, die Sie auf die Miniaturen anwenden können. Es lassen sich Rahmen und bestimmte Effekte zuweisen, zum Beispiel ein Schatten. Alle Bearbeitungsmöglichkeiten sind auf der Registerkarte „Zoomtools/Format“ versammelt.

Ein interessanter Effekt verbirgt sich hinter der Funktion „Zoomhintergrund“.



Mit der Folienzoomfunktion lassen sich Inhalte auslagern. So werden die Folien mit den visuellen Kernbotschaften nicht überfrachtet.

Damit schalten Sie den Hintergrund der Folienminiatur transparent, stellen deren Inhalt also frei. So sieht der Betrachter stets die – im konkreten Ausschnitt durch den Zoom vergrößerte – Ausgangsfolie im Hintergrund, wenn er die verlinkte Folie aufruft. Das kann sinnvoll sein, falls das Motiv der Ausgangsfolie eine zentrale Bedeutung für Ihren Vortrag hat – beispielsweise wenn Sie Sehenswürdigkeiten einer Stadt vorstellen und als Ausgangsfolie einen Stadtplan zeigen, von dem aus Sie jeweils in die sehenswerten Orte hineinzoomen.

## Icon statt Folienminiatur

In allen drei Varianten der Zoomfunktion können Sie Folienminiaturen unverändert verwenden oder in ein Icon umwandeln. Die Umwandlung in ein Icon ist ratsam, wenn die Verlinkung nicht zu viel Aufmerksamkeit auf sich ziehen soll.

Um ein Piktogramm aus PowerPoint als Icon zu verwenden, benötigen Sie nur wenige Klicks: Markieren Sie die Folienminiatur, gehen Sie zu „Zoomtools/Format/Gruppe Zoomoptionen“, dann auf „Bild ändern/Bild ändern/Aus Piktogrammen“ und wählen Sie aus der Sammlung ein Piktogramm aus. Einen Rahmen um das Piktogramm entfernen Sie über „Zoomtools/Format/Gruppe Zoomformatvorlagen/Zoomrahmen/Keine Kontur“.

gramm aus, sondern die Grafik, die Sie gerade auf Ihrem Computer gespeichert haben.

Außer PowerPoint-Piktogrammen können Sie auch beliebige andere Icons verwenden. Sie können auch Formen in PowerPoint als Grafiken speichern und diese als Schaltflächen verwenden oder selbst Icons erstellen, indem Sie Formen zusammenfügen.

## Beispiel 2: Abschnittszoom

Das zweite Beispiel ist ein typischer Anwendungsfall für den Abschnittszoom. Eine Projektmanagementgesellschaft präsentiert sich bei einem potenziellen Kunden. Sie möchte bei dieser Gelegenheit auch drei Bauprojekte vorstellen. Es ist allerdings nicht klar, ob die Zeit für die Vorstellung aller Projekte reichen wird. Zudem soll vor Ort der Kunde entscheiden, welche Beispiele der Präsentation ausführlich vorgestellt werden.

Die nötige Flexibilität bringt in diesem Fall der Abschnittszoom. Er funktioniert ganz ähnlich wie der Folienzoom. Der einzige nennenswerte Unterschied: Auf der Ausgangsfolie wird nicht nur eine einzelne Folie verlinkt, sondern ein Abschnitt mit mehreren Folien; er wird durch die erste Folie des Abschnitts repräsentiert.

Auch bei Verwendung des Abschnittszooms erstellen Sie zunächst alle Folien, die Sie auf jeden Fall zeigen wollen. An der Stelle, an der im obigen Beispiel die Bauprojekte relevant werden, fügen Sie eine leere Folie ein. Hinter der letzten Folie der regulären Präsentation



Im Dialog zum Folienzoom legen Sie fest, in welche Folien Sie später beim Vortrag bei Bedarf hineinzoomen wollen.

folgen die optionalen Folien zu den Bauprojekten. Wichtig ist, dass Sie die Projekte in Abschnitte unterteilen und die jeweils erste Folie jedes Abschnitts einheitlich im Stil einer Titelfolie gestalten. Aus diesen Folien werden nämlich die Folienminiaturen erzeugt, die Sie später auf der leergelassenen „Weichen-Folie“ platzieren. Achten Sie darauf, dass Sie für die Folien ein Motiv wählen, das auch als Miniatur wirkt und verwenden Sie zur besseren Orientierung unterschiedliche Farben.

Sind alle Folien erstellt, wechseln Sie auf die leere Folie, die Sie für die Bauprojekte vorgesehen hatten, und rufen über „Einfügen/Gruppe Links/Zoom“ das Dialogfeld „Abschnittszoom einfügen“ auf. Sie sehen hier nicht alle Folien der Präsentation, sondern nur die jeweils erste Folie jedes Abschnitts. Wählen Sie die drei Projekt-Titelfolien aus und klicken Sie auf „Einfügen“.

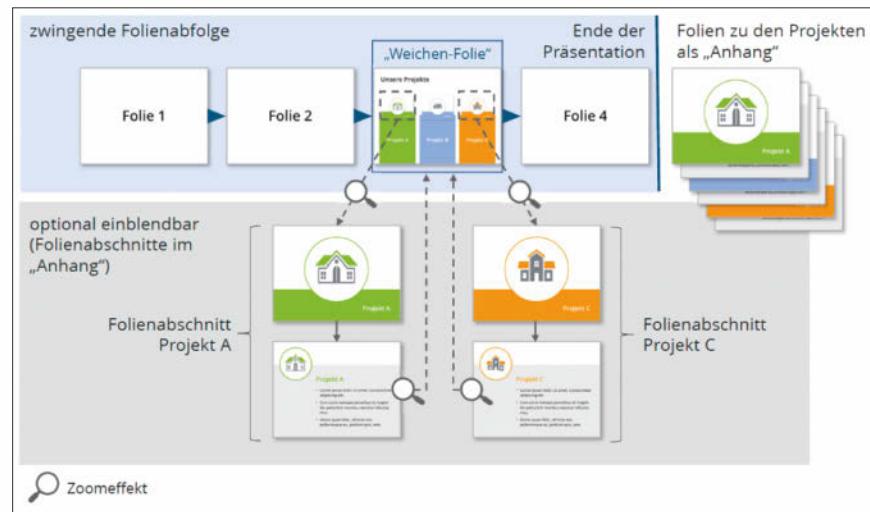
## Ausgangsfolie für den Zoom

Im Beispiel erscheinen nun drei Folienminiaturen auf Ihrer leeren Folie. Die können Sie so bearbeiten, wie oben beim Folienzoom beschrieben. Dabei ist zu beachten, dass die Miniaturen hier – anders als beim Folienzoom – zentraler Bestandteil der Folie sind. Es geht folglich nicht darum, sie unauffällig am Rand der Folie anzubringen, sondern mit ihnen eine Folie zu gestalten, die für das Publikum gut sichtbar als Weiche fungiert, die wahlweise zu einem der drei Projekte führt.

Wenn Sie die Folienminiaturen markieren, sehen Sie jeweils in ihren rechten unteren Ecken, dass das Zoomziel mehr als eine Folie umfasst. Beim Abschnittszoom ist zudem standardmäßig am Ende jedes Abschnitts die Rückkehr zur Aus-



Beim Abschnittszoom fungiert die Ausgangsfolie als Weiche. Sie können spontan entscheiden, wie es weitergeht.



Entscheiden Sie spontan, welches von mehreren Beispielen Sie in der Vortragssituation zeigen. Für jedes Beispiel legen Sie am Ende der Präsentation einen eigenen Abschnitt an.

gangsfolie vorgesehen, was Sie an dem Rückwärtspfeil neben den Foliennummern erkennen.

## Alternative Zusammenfassungszoom?

Im Beispiel mit den Bauprojekten hätten Sie anstelle des Abschnittszooms auch den Zusammenfassungszoom wählen können. Auch dafür muss die Präsentation in Abschnitte untergliedert sein. Ist sie es nicht, fügt PowerPoint vor jeder einzelnen Folie einen Abschnitt ein.

Anders als beim Abschnittszoom ordnen Sie die Folienminiaturen beim Zusammenfassungszoom aber nicht als einzelne Elemente auf einer leeren Folie an. Vielmehr fügt PowerPoint beim Einfügen des Zooms hinter der aktuell markierten Folie eine Zusammenfassungsfolie in die Präsentation ein, auf der die ersten Folien der Abschnitte (oder auch andere Folien, die Sie zuvor ausgewählt haben) bereits in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Sie müssen sich also keine Gedanken um die Anordnung der Miniaturen auf der Folie machen.

Das ist gleichzeitig aber auch der Nachteil des Zusammenfassungszooms: Sie haben hier kaum Möglichkeiten, die Anordnung der Miniaturen zu verändern, denn sie werden durch den gemeinsamen Rahmen zusammengehalten, den man nicht entfernen kann – eine Entgruppen-Funktion gibt es hier nicht. Sie finden zwar bei den Zoomoptionen eine Funktion namens „Zusammenfassung bearbeiten“ (nur aktiv, wenn Sie einen Zusam-

menfassungszoom eingefügt haben), damit lässt sich aber lediglich die Zusammenstellung der Folienminiaturen ändern. Gedacht ist der Zusammenfassungszoom in erster Linie als interaktive Gliederung einer Präsentation. Mit den beiden anderen Zoomvarianten haben Sie deutlich mehr Gestaltungsspielraum.

## Zoomeffekt im Einsatz

Testen Sie Ihre Zoomeffekte vorab sorgfältig in der Bildschirmpräsentationsansicht. Und hier noch ein Tipp für die Referentenansicht: In der Vortragssituation passiert es schnell mal, dass Sie durch Rückfragen aus dem Publikum gezwungen sind, bereits gezeigte Folien nochmals aufzurufen. Dies kann dazu führen, dass die Zoomfunktion am Ende nicht wie gewünscht funktioniert, weil Sie Folien nicht über den Zoom aufgerufen haben, sondern etwa über die Folienauswahl in der Referentenansicht. Orientierung bietet in diesem Fall ein zusätzlicher runder Button mit einem kleinen Dreieck unter der Vorschaufolie in der Referentenansicht. Wenn dieser Button zu sehen ist, können Sie sicher sein, dass Sie nach der angezeigten Folie beziehungsweise nach Erreichen des Folienabschnitts zurück zur Ausgangsfolie gelangen. Ist der Button nicht zu sehen, ist es ratsam, nach der angezeigten Folie beziehungsweise am Ende des Folienabschnitts die Ausgangsfolie über die Folienauswahl der Referentenansicht aufzurufen. Auf dem gleichen Weg wechseln Sie anschließend zu der Folie, die auf die Ausgangsfolie folgt. (dwi@ct.de)

# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

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

BEST-SELLER



Toni Steimle, Dieter Wallach  
**Collaborative UX Design**

Dieses Buch vermittelt kompakt und leicht verständlich fundiertes Grundwissen zu kollaborativen Methoden des UX Designs, sowie Auswahl und Einsatz von disziplinübergreifenden UX-Methoden und Verzahnung in einem auf Workshops basierenden Vorgehensmodell.

ISBN 9783864905322  
[shop.heise.de/ux-design](http://shop.heise.de/ux-design)

29,90 € >



Ralf Steck  
**CAD für Maker**

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

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

25,90 € >



Jürgen Hoffmann, Stefan Roock  
**Agile Unternehmen**

»Wie werden wir agiler?« - Veränderungsprozesse gestalten, agile Prinzipien verankern, Selbstorganisation und neue Führungsstile etablieren. Dieses Buch fokussiert auf Schritte hin zu echter Agilität.

ISBN 9783864903991  
[shop.heise.de/agile-buch](http://shop.heise.de/agile-buch)

29,90 € >



René Preißel, Björn Stachmann  
**Git**

Die kompakte Einführung in Konzepte und Befehle, die im Entwickleralltag wirklich nötig sind. Zudem werden die wichtigsten Workflows zur Softwareentwicklung im Team detailliert beleuchtet.

ISBN 9783864904523  
[shop.heise.de/git-buch](http://shop.heise.de/git-buch)

32,90 € >



Ralf Würdemann  
**SCRUM mit User Stories**

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

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

32,00 € >

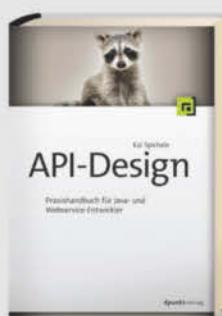


Holger Schwichtenberg  
**Windows PowerShell 5 und PowerShell Core 6 (2. Aufl.)**

Die kompakte Darstellung der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der PowerShell sowie ergänzender Commandlet- und Klassenbibliotheken mit über 2.000 Code-Beispielen und 640 Commandlets für die kommandozeilenbasierte Administration.

ISBN 9783446453319  
[shop.heise.de/powershell-buch](http://shop.heise.de/powershell-buch)

50,00 € >

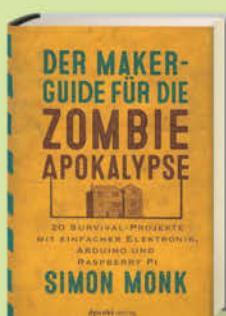


Kai Spichale  
**API-Design**

Das Praxishandbuch für Java- und Webservice-Entwickler schärft den Blick für APIs, erklärt Grundlagenprinzipien und erläutert, welche Eigenschaften effektive APIs haben sollten.

ISBN 9783864903878  
[shop.heise.de/api-design-buch](http://shop.heise.de/api-design-buch)

34,90 € >



Simon Monk  
**Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse**

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

ISBN 9783864903526  
[shop.heise.de/zombies](http://shop.heise.de/zombies)

24,90 € >

# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

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

BEST-SELLER



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

### Raspberry Pi ePaper-Displays

Verwandeln Sie Ihren Raspi in einen eReader mit dem mehrfarbigen E-Ink Displays von Waveshare in verschiedenen Größen.

ab 20,90 € >



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

### ODROID-GO

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

49,90 € >



### MaXYposi-Bundle

Mit dem Komplett-Bundle zum MaXYposi-Projekt haben Sie drei entscheidende Teile zum Bau Ihres eigenen Multitools: die Schrittmotorsteuerung mit CPU, die Kontrollpult-Platine und die Step-Encoder-Platine. Im Komplettset sparen!

[shop.heise.de/maxyposi-bundle](http://shop.heise.de/maxyposi-bundle)

99,90 € >



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

### Raspberry Pi 3 B+ Starterset Black Edition

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

64,90 € >



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

### PoE-HAT-Modul für Pi 3 B+

NEU  
Versorgen Sie Ihren Raspberry Pi Model 3 B+ dank dieses Moduls mit Spannung über das Netzwerk-Kabel. Lieferung komplett mit Lüfter, Spacern und Schrauben.

23,90 € >



### Make NanoSynth

Der SAM2695 von DREAM ist ein mehrstimmiger MIDI-Wavetable-Synthesizer mit Effekteingang auf 5x5 Quadratmillimetern und bietet volle Polyphonie mit 128 GM-Standardinstrumenten, verschiedenen Drumkits und Effekten. Vorgestellt in Make 1/18!

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

29,90 € >



### T-Shirts von c't

c't-Leser setzen Statements! Und das jetzt auch als T-Shirt - „Kein Backup? Kein Mitleid!“ und „Admin wider Willen“ ab sofort in vielen Größen auf hochwertig schwarzem Stoff mit dezentem c't-Logo.

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

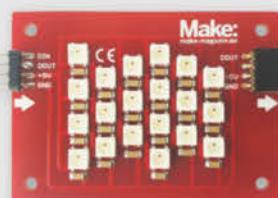
ab 14,90 € >



### Pi Desktop-Bundle B+

Der DIY Pi-Desktop als komplettes Set: das praktische Case mit On/Off-Button, Kühlkörper, Echtzeituhr, Montagematerial, Adapterkabel und mSATA-Schnittstelle plus Raspberry Pi 3 B+ und 16 GByte microSDHC!

[shop.heise.de/pi-desktop-set](http://shop.heise.de/pi-desktop-set) 104,90 € >



### LED-Nixie Platine

NEU  
Komplett bestückte Platine für eine Stelle mit bis zu zehn Zeichen einer LED-Nixie-Anzeige, wie sie in der Make 4/2018 vorgestellt wurde. Die Platinen sind über die Stiftleisten anreichbar. Je zwei der RGB-LEDs beleuchten eine Ziffer – die Farbe wird in der Software auf dem Arduino eingestellt.

[shop.heise.de/nixie-platine](http://shop.heise.de/nixie-platine)

29,90 € >



### iFixit 112-Bit Driver-Kit Manta

NEU  
112 hochwertig produzierte Bits aus Stahl für Elektronikreparaturen aller Art: Kreuzschlitz, Gamebit, Pentalobe, Sechskant, Steckschlüssel, Torx und viele mehr! Mitsamt 4 mm und 1/4" Präzisions-Bithalter aus Aluminium und magnetischer Sortierschale.

[shop.heise.de/ifixit-manta](http://shop.heise.de/ifixit-manta)

59,90 € >

PORTOFREI  
AB 15 €  
BESTELLWERT

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

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

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



# Apfelwandler

## Node-Red: günstige Smart-Home-Gadgets mit Apple HomeKit verbinden

**Es muss nicht mehr zertifizierte Hard- und Software sein: Apple hat das HomeKit-Protokoll für Entwickler geöffnet. Ein Node-Red-Plug-in verbindet Apples Welt mit Geräten, die normalerweise kein HomeKit sprechen. Mit unseren Beispielen gelingt auch Einsteigern die Kopplung.**

**Von Andrijan Möcker**

HomeKit ist prima in iOS und Siri integriert und funktioniert recht zuverlässig. Doch das HomeKit-Hardware-Universum rund um Apples Heimsteuerungsprotokoll ist recht überschaubar. Und die meisten HomeKit-Komponenten

sind vergleichsweise teuer und schnacken gern mal hintenrum mit der Cloud des Herstellers.

Da Apple das HomeKit-Protokoll für Entwickler geöffnet hat, gibt es bereits seit einiger Zeit ein Node-Red-Plug-in, das die notwendigen Dienste für Apples Smart-Home-Welt bereitstellt. Wir erklären, wie Sie das Plug-in einrichten und MQTT-Komponenten mit der Apple-Welt verheiraten.

Falls Ihnen Node-Red [1] und MQTT [2] noch nicht geläufig sind: Über mehrere c't-Ausgaben haben wir ein Smart-Home-System entwickelt, das als Zentrale nur einen Raspi benötigt, komplett mit freier Software realisiert ist und ohne Anbindung zu irgendeiner Firmen-Cloud funktioniert. Ein kostenloser Artikel, den Sie über [ct.de/y2pj](http://ct.de/y2pj) finden, erklärt die Grundlagen und die Basis-Installation.

Die wichtigsten Grundbegriffe, die Sie benötigen, um HomeKit damit zu verknüpfen, fassen wir aber auch in diesem Artikel zusammen. Wer sich mit MQTT und Node-Red schon auskennt, liest gleich hier weiter.

### Installation

Damit die Installation mit dem in c't 15/2018 [1] vorgestellten Docker-Setup funktioniert, müssen Sie ein anderes Compose-File verwenden. Wir haben eine angepasste Version des Setups auf GitHub veröffentlicht. Sie finden es über [ct.de/y2pj](http://ct.de/y2pj).

Haben Sie bereits ein Setup mit Docker Compose laufen, ersetzen Sie das Docker-Basis-Image (`nodered/node-red-docker:slim`) durch eines des Entwicklers Raymond Moutahaan mit dem Namen `raymondmm/node-red-homekit`. Er hat den für HomeKit unentbehrlichen Avahi-Dienst bereits integriert.

Anschließend müssen Sie den Service `nodered` im Compose-File noch um folgende Zeile erweitern:

```
network_mode: host
```

Sie weist Docker an, dass der Container auf der Netzwerkkarte des Host-Systems mitlauschen darf. Dabei gibt es jedoch eine Einschränkung: Broadcast-Pakete kommen nicht beim Container an. Diese werden aber von Avahi beziehungsweise HomeKit zum Auffinden von Gegenstücken genutzt. Um dieses Problem zu umschiffen, müssen Sie den Avahi-Daemon, falls er noch fehlt, auf dem Host-System installieren und aktivieren.

```
sudo apt install avahi-daemon
sudo systemctl enable avahi-daemon
sudo systemctl start avahi-daemon
```

Bearbeiten Sie nun die Datei `/etc/avahi/avahi-daemon.conf` mit Root-Rechten. Darin suchen Sie die Zeile

```
[reflector]
```

und fügen darunter

```
enable-reflector=yes
```

ein. Der „Reflector“ ist eine Avahi-Funktion, die Broadcast-Pakete an andere Avahi-Instanzen weiterleitet und dafür sorgt, dass die Instanz im Container die sonst für sie unsichtbaren Broadcast-Pakete erhält.

Anschließend starten Sie den Avahi-Daemon mit

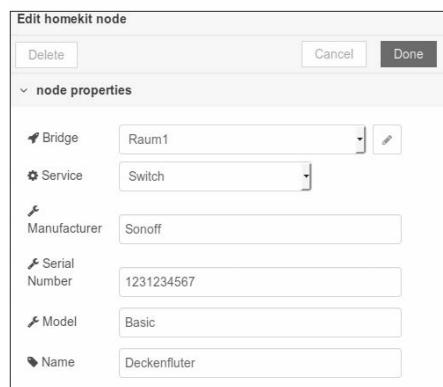
```
sudo systemctl start avahi-daemon
```

## HomeKit-Dienste konfigurieren

Nach abgeschlossener Installation finden Sie in der Node-Übersicht unter „advanced“ den homekit-Node. Ziehen Sie einen homekit-Node in einen Node-Red-Flow und öffnen Sie dessen Einstellungen: Eine Bridge ist ein HomeKit-Dienst, der mehrere MQTT-Geräte im HomeKit-Netz präsentieren kann. Klicken Sie rechts neben dem Feld „Bridge“ auf das Stiftsymbol, um eine neue anzulegen. Pin-Code (Bindestriche beachten) und Name sind Pflicht, alle anderen Felder optional.

Danach wählen Sie in den Node-Einstellungen die eben erstellte Bridge. Für einen einfachen Schalter vergeben Sie einen Namen sowie den Service „Switch“. Bestätigen Sie Ihre Eingaben mit „Done“ und „Deploy“. Um den Dienst zu testen, lassen Sie das Node einfach ohne Verbindungen stehen.

Stellen Sie sicher, dass Ihr iOS-Gerät mit Ihrem WLAN verbunden ist, und öffnen Sie die Home-App. Tippen Sie auf „Gerät hinzufügen“ und „Code fehlt bzw. kann nicht gescannt werden?“, um den Netzwerk-Suchdialog zu öffnen. Tippen Sie auf die Bridge, die Sie Ihrem Test-Node zugewiesen haben, ignorieren Sie die Zertifizierungswarnung mit „Trotzdem hinzufügen“ und geben Sie Ihren Bridge-Pin-Code ein. Anschließend bestätigen Sie mit „Fertig“, bis Sie zurück in



**Ein HomeKit-Node, der MQTT-Geräte mit Apple HomeKit verbindet, ist in wenigen Schritten fertig konfiguriert.**

**Hat man die Bridge unter iOS bereits eingebunden, erscheint das Gerät auf iPhones, iPad und Apple TV nach wenigen Sekunden.**

die Übersicht gelangen. Weitere Bridges verbinden Sie über das Plus-Symbol oben rechts.

## MQTT-Schaltsteckdose

Das nachfolgende Beispiel verbindet ein MQTT-fähiges Schaltelement [3], beispielsweise eine WLAN-Schaltsteckdose mit alternativer Firmware wie Espurna oder Tasmota [4], mit dem HomeKit-Dienst. Es setzt voraus, dass die Steckdose bereits mit einem MQTT-Server spricht. Die Übersetzung der Nachrichten und Befehle zwischen MQTT und HomeKit erfordert dann nur zwei Change-Nodes mit je drei Schritten. Alle Beispiele finden Sie außerdem über ct.de/y2pj zum einfachen Import in Node-Red (Menü – Import – Clipboard).

Zuerst erstellen Sie den ausgehenden Ablauf (rechter Ausgang des Nodes), der Schaltbefehle für das Gerät sendet: Tasmota gehorcht im MQTT-Topic `%root%/cmnd/POWER` auf die Schaltbefehle „ON“ / „OFF“ oder „1“ / „0“. Espurna reagiert auf das Topic `%root%/relay/0/set` auf „1“ und „0“. HomeKit arbeitet stattdessen mit den booleschen Werten „true“ oder „false“ für An und Aus, also erwartet und verschickt auch der HomeKit-Node diese Werte.

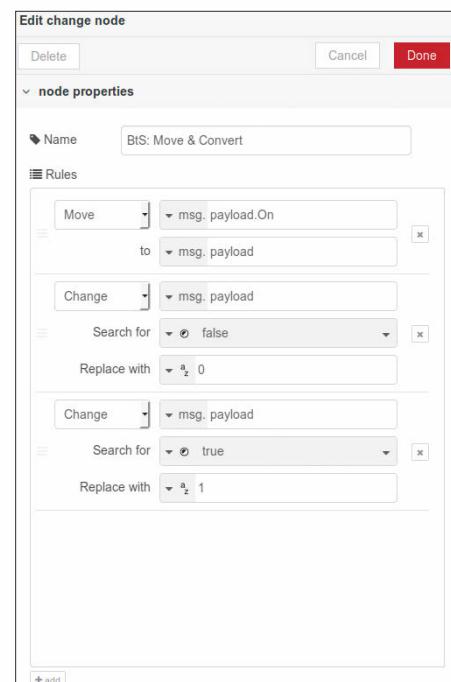
Um die unterschiedlichen Datentypen zu übersetzen, verbinden Sie die Ausgabe-Seite (rechts) des HomeKit-Nodes mit einem Change-Node und öffnen dessen Einstellungen per Doppelklick. Fügen Sie über den Button „+add“ zunächst zwei weitere Regeln hinzu. Das HomeKit-Node gibt ein Objekt aus, das den Schaltzustand in der untergeordneten Variable `On`, also `msg.payload.On`, enthält. Da das MQTT-Node keine Objekte verarbeiten kann, verschiebt („Move“) man den Inhalt von `msg.payload.On` zunächst nach `msg.payload`. Die beiden weiteren Einträge werden zu „Change“-Regeln für `msg.payload`. Ändern Sie bei „Search for“ den Datentyp über das Ausklappmenü links des Textfeldes auf `boolean` und setzen für „false“ eine „0“ ein („Replace with“). Konfigurieren Sie die nächste Regel gleich, suchen Sie nach „true“ und ersetzen Sie es durch „1“. Danach verbinden Sie es mit einem MQTT-Output-Node, das Sie entsprechend Ihrer ESP-Firmware konfigurieren.

Wenn die Schaltsteckdose beispielsweise per MQTT oder über einen lokalen Knopf geschaltet wird, bekommt HomeKit dies nicht ohne Weiteres mit. Damit die App immer den korrekten Zustand an-

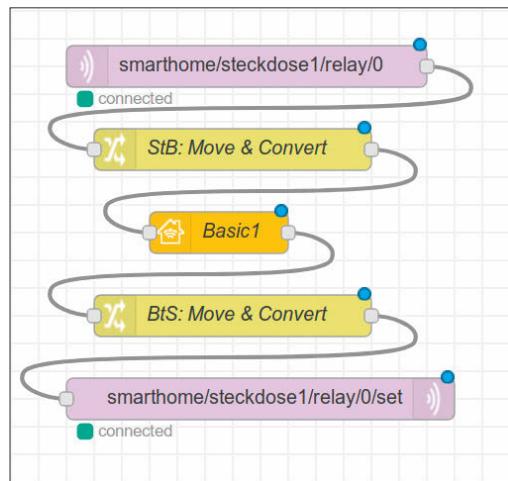
zeigt, richtet man die Rückrichtung ein: Tasmota sendet im MQTT-Topic `%root%/POWER` unverzüglich „ON“ oder „OFF“, wenn das Relais geschaltet wird. Espurna schickt „0“ oder „1“ in `%root%/relay/0`, wenn sich etwas ändert. Kopieren (Anklicken + Strg+C) Sie das Change-Node der Ausgaberichtung und fügen Sie es vor dem HomeKit-Node ein (Strg+V). Weil das HomeKit-Node den Schaltzustand in `msg.payload.On` als booleschen Wert erwartet, drehen Sie anschließend den gesamten Vorgang um: Verschieben Sie `msg.payload` nach `msg.payload.On`, suchen darin nach „1“ und „0“ und ersetzen es durch „true“ beziehungsweise „false“. Achten Sie darauf, bei „Search for“ den Datentyp `string` einzustellen und bei „Replace with“ `boolean`.

## Parameterfrage

Viele HomeKit-Geräteklassen haben mehr Eigenschaften als „An“ und „Aus“. Möchte man nicht die 256-seitige HomeKit-Protokolldokumentation wälzen (siehe ct.de/y2pj), hilft ein Inject-Node, um die Parameter der Gerätekasse zu erfahren: Ziehen Sie einen Inject-Node und einen neuen HomeKit-Node in den Flow. Wählen Sie im HomeKit-Node eine Bridge, beispielsweise die Gerätekasse „Leak Sensor“, und koppeln Sie den In-



**Ein Change-Node übersetzt in wenigen Schritten HomeKit-Ausgaben in die MQTT-Welt und umgekehrt.**



Die fertige Verlinkung einer MQTT-WLAN-Steckdose mit Apple HomeKit berücksichtigt auch die Rückrichtung, sodass die HomeKit-App immer den korrekten Schaltzustand anzeigt.

\*.Humidity die Luftfeuchte. Die HomeKit-Nodes erwarten die Werte in `msg.payload.CurrentTemperature` beziehungsweise `msg.payload.CurrentRelativeHumidity`. Je-weils ein Change-Node verschiebt die Temperatur oder die Luftfeuchte in die passende Variable und löscht verbleibende Daten (`msg.payload.Time`, `msg.payload.DHT`).

## Fazit

Wer das Grundprinzip der Parameterübersetzung verstanden hat, überträgt mit wenigen Klicks und Nodes weitere Smart-Home-Geräte in Apples HomeKit-Welt. Mit etwas Fleiß und Kreativität spart man hier gegenüber der teureren zertifizierten Auswahl bares Geld. Apples Cloud-HomeKit-Service kann man aktivieren, um von unterwegs Geräte anzusprechen, muss man aber nicht. (amo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 06/2018, S. 164
- [2] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [3] Jan Mahn, Bastelfreundlich, Steckdose mit eingebautem ESP8266 mit eigener Firmware betreiben, c't 2/2018, S. 84
- [4] Peter Siering, Ent-Cloudet, c't 17/2018, S. 52

## Beispiele und Links zum Artikel: [ct.de/y2pj](http://ct.de/y2pj)

ject-Node an dessen Eingang. Für die Payload des Inject-Nodes wählen Sie JSON als Datentyp und tragen `{"foo": "bar"}` in das Textfeld ein. Damit kann HomeKit nichts anfangen, also provoziert diese Nachricht eine zum Glück hilfreiche Fehlermeldung. Bestätigen Sie die Einstellungen und klicken Sie auf „Deploy“. Anschließend öffnen Sie in der rechten Spalte von Node-Red den Debug-Reiter und schicken die Nachricht über den Knopf am Inject-Node los. Die Fehlermeldung im Debug-Reiter zeigt alle Parameter, die das HomeKit-Gerät versteht:

```
Characteristic foo cannot be
↳ written. Try one of these:
↳ Name, LeakDetected, StatusActive,
↳ StatusFault, StatusTampered,
↳ StatusLowBattery, Name
```

Nicht immer sind alle angezeigten Parameter auch notwendig. Der Lecksensor im Beispiel setzt lediglich den Parameter `LeakDetected` voraus, dessen Wert im Normalzustand `false` ist.

HomeKit kann mit einer Vielzahl von Sensoren umgehen, aber leider nicht mit Kombisensoren. Am Beispiel eines kombinierten Temperatur- und Luftfeuchtefühlers (DHT22) an einem ESP8266 mit Tasmota zeigen wir Ihnen, wie Sie diese trotzdem einbinden. Ziehen Sie zwei HomeKit-Nodes in den Flow. Dem ersten weisen Sie „TemperatureSensor“ als Service zu, dem zweiten „HumiditySensor“.

Die JavaScript Object Notation, kurz JSON, definiert Zeichensetzungen, um Objekte in normalem Text unterzubringen. Tasmota liefert Sensordaten als JSON im Topic `%root%/SENSOR` aus:

```
{
  "Time": "2018-11-17T16:11:12",
  "Temperature": 21.9,
  "Humidity": 54.1
}
```

```
"DHT22": [
  {
    "Temperature": 21.9,
    "Humidity": 54.1
  }
]
```

Um die Textdaten zurück in ein JavaScript-Objekt zu konvertieren, setzen Sie hinter Ihren MQTT-Input-Node einen JSON-Node. Ändern Sie dessen Einstellungen auf „Always convert to JavaScript Object“. Dahinter können Sie im normalen `msg.payload`-Kontext mit den Daten arbeiten: `msg.payload.DHT22.Temperature` enthält beispielsweise die Temperatur,

## c't Smart Home

Seit c't 2/2018 haben wir über mehrere Ausgaben hinweg gezeigt, wie Sie mit günstigen fertigen und selbstgebauten Komponenten ein cloudloses Smart Home aufbauen, das mit freier Software läuft. Weitere Artikel zum Thema finden Sie in Zukunft unter dem Motto „c't Smart Home“.

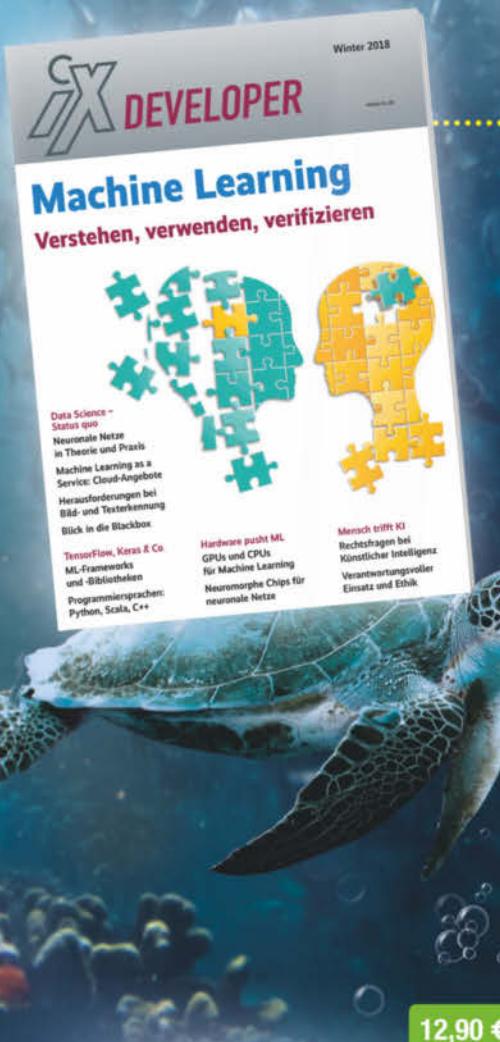
An erster Stelle des c't Smart Homes steht die Interkompatibilität zwischen Komponenten vieler Hersteller – Ideen sollen nicht eingeschränkt werden, weil ein Hersteller ein bestimmtes Gerät nicht bietet. Dafür setzen wir auf offene Protokolle wie beispielsweise MQTT. Das Telemetrieprotokoll ermöglicht sparsame, schnelle Kommunikation. Sensoren, zum Beispiel ein Fensterkontakt, schicken ihre Nachrichten unter einem Thema (Topic) an einen MQTT-Server (Broker) wie Mosquitto.

Jede Smart-Home-Zentrale, die das Protokoll versteht, kann die Meldungen aus einem Topic abonnieren und verarbeiten – völlig unabhängig vom Hersteller des sendenden Geräts. Mit Zigbee-2MQTT kommen Zigbee-Sensoren und Aktoren dazu.

Unser Fokus liegt auf Node-Red, eine Kombination aus Server und Framework, in der ein Smart-Home-Admin Regeln in einer grafischen Browser-Umgebung zusammenklickt. Das c't Smart Home läuft lokal, beispielsweise auf einem Raspberry Pi und versagt auch beim Internetausfall nicht. Ein kostenloser Artikel, den Sie über [ct.de/y2pj](http://ct.de/y2pj) finden, erklärt die Grundlagen und die Basis-Installation, die Sie benötigen, um die Tipps in diesem und zukünftigen Artikeln umzusetzen.

# Mit allen Wassern gewaschen:

Portofrei  
ab 15€



12,90 € >

## iX Developer Machine Learning

Lernen Sie die Grundlagen von Machine Learning-Methoden und neuronalen Netzen kennen, verschaffen Sie sich einen Überblick über die wichtigsten Open-Source-Frameworks und erkennen Sie das Potenzial von ML für eigene Projekte. Außerdem: die wichtigsten juristischen und ethischen Fragen zum Thema.

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-ml](http://shop.heise.de/ix-ml)

12,90 € >

NEU

## iX kompakt - Container und Virtualisierung

Alles Wissenswerte über Grundlagen der Container-Abschottung, Virtualisierung in der Industrie, Migration in die Cloud uvm. Mit Tutorial für Kubernetes-Administratoren und Beispielcode auf DVD.

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-container](http://shop.heise.de/ix-container)

12,90 € >

## iX kompakt 2018

Mit Machine Learning, JavaScript, Python und den Standards C++17 & C++20 greift das Special vier aktuelle Trends in der Softwareentwicklung auf - lernen Sie sie mithilfe der iX-Experten zu meistern!

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-trends](http://shop.heise.de/ix-trends)

12,90 € >



Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: [shop.heise.de/specials2018](http://shop.heise.de/specials2018)

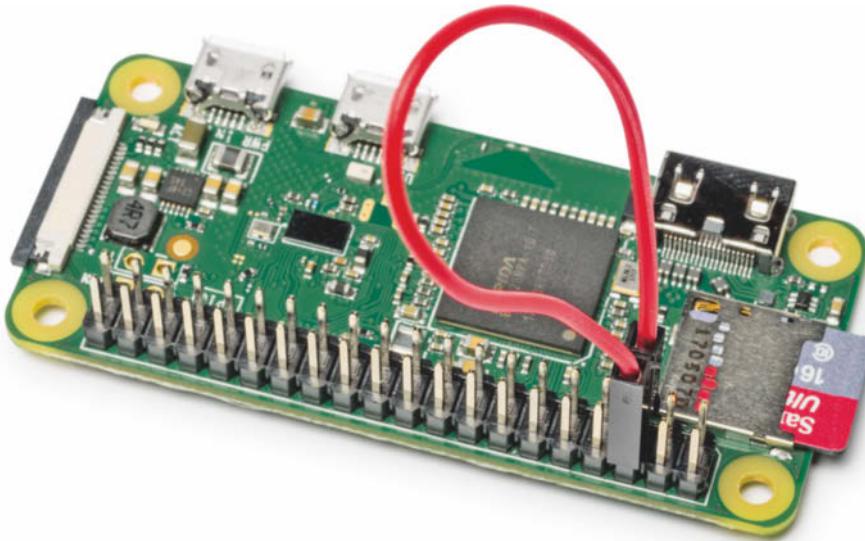
Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.



heise shop

[shop.heise.de/specials2018](http://shop.heise.de/specials2018)





# Hintertürchen

## Bluetooth-Shell für Raspberry Pi und Raspi Zero W

**Kaum ist der Raspberry Pi irgendwo eingebaut worden, meldet sich der Mini-Rechner plötzlich nicht mehr. Für die Fehlersuche bräuchte man dann eigentlich Monitor und Tastatur. Mit unserer Bluetooth-Shell genügt hingegen eine Steckbrücke, um Probleme vor Ort bequem mit einem Laptop oder Tablet zu beheben.**

**Von Mirko Dölle**

Kaum hat man den sorgsam eingerichteten Raspberry Pi vom Basteltisch in ein Gerät verpflanzt, schleppt man Monitor und Tastatur zum Ort des Geschehens, weil der Raspi plötzlich nicht mehr im WLAN auftaucht. Oft sind es Kleinigkeiten, die dazu führen, dass der Mini-Rechner an seinem Einsatzort nicht funktioniert. Eine Fehlersuche vor Ort ist die erfolgversprechendste Vorgehensweise. Doch das ist aufwendig, wenn der Raspi keine Netzwerk- oder WLAN-Verbindung findet, über die man sich per SSH einloggen könnte.

Der Bluetooth-Adapter des Raspi eröffnet hier eine interessante Möglichkeit: Er arbeitet völlig unabhängig von Ethernet und WLAN. Mit einer Login-Konsole ausgestattet bietet er eine praktische Hintertür zum Raspi. Damit sich niemand unerlaubt einloggen kann, wird die Bluetooth-Shell erst dann aktiviert, wenn man zwei Pins am GPIO-Port des Raspberry Pi kurzschließt.

Besonders interessant ist die Bluetooth-Shell beim Raspberry Pi Zero W, der keinen Ethernet-Port besitzt. Da der Bluetooth-Zugang im Normalbetrieb ruht und praktisch keine Rechenleistung benötigt, kann man ihn bedenkenlos auf allen Raspis einrichten, sodass man ihn etwa bei WLAN-Problemen lediglich per Kurzschlussbrücke aktivieren muss. Wer es eilig hat, kann einfach das von uns entwickelte Paket `btlogind` via [ct.de/ymbm](http://ct.de/ymbm) herunterladen und mit dem Befehl

```
sudo dpkg -i btlogind*.deb
```

unter Raspbian einspielen. Damit ist die Bluetooth-Shell schon einsatzbereit. Sie hat aber ein paar Eigenheiten – um sie zu verstehen, muss man wissen, was im Hintergrund geschieht.

### Bei Kurzschluss Login

Das Paket enthält den in Python programmierten Daemon `btlogind`, der im Verzeichnis `/usr/sbin` installiert wird. Damit er beim Booten automatisch mitgestartet wird, installiert das Paket außerdem den Systemd-Service `/etc/systemd/system/btlogin.service`, aktiviert ihn und startet ihn am Ende der Einrichtung. Wollen Sie den Bluetooth-Zugang später dauerhaft abschalten, genügt es, den Systemd-Dienst folgendermaßen zu deaktivieren:

```
sudo systemctl disable btlogin
sudo systemctl stop btlogin
```

Der Daemon überwacht standardmäßig Pin 5 des GPIO-Anschlusses. Wird der Pin auf Masse gezogen, also etwa mit Pin 6 kurzgeschlossen, startet der Daemon den zuvor ebenfalls installierten Systemd-Service `/etc/systemd/system/btconsole.service` – wird die Brücke wieder entfernt, stoppt der Daemon den Dienst. Wichtig ist: der Daemon reagiert auf die Events „Brücke herstellen“ respektive „Brücke entfernen“. Das verhindert, dass die Bluetooth-Shell dauerhaft aktiviert bleibt, falls Sie vergessen sollten, die Brücke wieder zu entfernen. Haben Sie den Raspi bereits in gerücktem Zustand gestartet, müssen Sie die Brücke erst entfernen und dann wiederherstellen, um den Zugang zu aktivieren.

Weil der Daemon `btlogind` dafür zuständig ist, den Dienst `btconsole.service` zu starten und zu stoppen, wird der Dienst bei der Einrichtung per `systemctl` deaktiviert. Sollten Sie das Bluetooth-Login dauerhaft nutzen wollen, können Sie den Daemon wie eben gezeigt deaktivieren und stattdessen den Konsolen-Dienst standardmäßig aktivieren:

```
sudo systemctl enable btconsole
sudo systemctl start btconsole
```

### Bluetooth-Terminal

Im Dienst `btconsole` steckt das Herzstück des Bluetooth-Zugangs: Er startet den RFCOMM-Daemon, der auf Kanal 1 des Standard-Bluetooth-Device `hci0` auf eingehende serielle Bluetooth-Verbindungen wartet und anschließend mithilfe des Modem-Programms `agetty` eine Login-Konsole öffnet:

```
/usr/bin/rfcomm -r watch hci0 1 ;
agetty -r -s 115200 /dev/rfcomm0
```

Für `getty` haben wir uns entschieden, weil es mit dem unter Raspbian standardmäßig installierten `agetty` häufig zu Verbindungsabbrüchen kam. Das Modem-Getty wird als Abhängigkeit von `btlogind` automatisch aus dem Raspbian-Repository mit installiert.

Doch bevor ein anderer Rechner oder ein Tablet eine serielle Verbindung öffnen kann, muss sich das Gerät mit dem Raspi-pairen. Das ist kein Problem, denn die Bluetooth-Adapter des Raspi 3 und Zero W beherrschen bereits Secure Simple Pairing (SSP). Damit ist die Eingabe einer Pin zum Pairing nicht mehr erforderlich. Das setzt allerdings auf der anderen Seite einen ebenfalls SSP-fähigen Bluetooth-Adapter Version 2.1 oder höher voraus – bei Smartphones und Tablets ist das schon lange gegeben.

Apropos Tablets: Apple-Anhänger haben hier das Nachsehen, denn Apples iOS erlaubt keine serielle Bluetooth-Verbindung zu konzernfremden Geräten. Man findet den Raspberry Pi nicht einmal in der Liste der in der Nähe befindlichen Bluetooth-Geräte. Unter Android gibt es solche Probleme nicht, dort müssen Sie lediglich eins der zahllosen Terminal-Programme für Bluetooth installieren, um sich auf dem Raspi einloggen zu können. Das kostenlose Serial Bluetooth Terminal von Kai Morich etwa ist für eine Fehler-suche völlig ausreichend.

Um sich von einem Linux-Rechner aus einzuloggen, müssen Sie je nach Bluetooth-Adapter und Linux-Distribution SSP

erst explizit aktivieren. Dazu dient folgendes Kommando:

```
sudo hciconfig hci0 sspmode 1
```

Mit `hci0` ist dabei das erste Bluetooth-Device gemeint. Liefert das Kommando eine Fehlermeldung, etwa „Operation not permitted“, ist Ihr Bluetooth-Adapter nicht SSP-fähig und Sie müssen einen neueren verwenden.

Um für den Verbindungsauflauf die MAC-Adresse des Raspberry Pi zu finden, suchen Sie auf dem zweiten Rechner nach ihm:

```
hcitool scan
```

Schließlich stellen Sie eine serielle Verbindung zum Raspi mittels `rfcomm` her. Die MAC-Adresse des folgenden Aufrufs müssen Sie durch die MAC-Adresse Ihres Raspi ersetzen:

```
rfcomm connect /dev/rfcomm0 ↵
↳ 89:0A:BC:DE:F1:23 1
```

Die Ziffer 1 am Ende des Aufrufs steht für den Kanal, auf dem der RFCOMM-Daemon des Raspi auf Verbindungen wartet – sie muss also auf beiden Geräten gleich sein. Der Daemon läuft übrigens so lange im Vordergrund und blockiert somit das aktuelle Terminal, wie die Verbindung zur Gegenseite besteht.

## Störfunker

Ein Stolperstein ist der ModemManager, der Telefonmodems und UMTS-Sticks mittels AT-Kommandos automatisch kon-

figuriert. Da `/dev/rfcomm0` eine serielle Schnittstelle ist, denkt der ModemManager auf Ihrem PC oder Notebook, es handle sich um ein Modem – und sendet munter AT-Kommandos, mit denen der Raspi nichts anfangen kann und der beim Login und bei der Eingabe von Befehlen stört. Deshalb müssen Sie entweder den ModemManager killen (`sudo killall ModemManager`) oder einmalig vor Aufruf von `rfcomm` folgende udev-Regel in der Datei `/etc/udev/rules.d/90-rfcomm.rules` auf Ihrem Rechner eintragen:

```
KERNEL=="rfcomm[0-9]*", ↵
↳ ENV{ID_MM_DEVICE_IGNORE}="1"
```

Zum Login benötigen Sie auch unter Linux ein serielles Terminalprogramm. Unsere Empfehlung ist `gtkterm`, das Sie im Standard-Repository praktisch aller Linux-Distributionen finden. Haben Sie das Programm gestartet, müssen Sie zunächst im Menü „Configuration“ unter „Port“ auf die Schnittstelle `/dev/rfcomm0` wechseln und als Übertragungsgeschwindigkeit 115200 Baud auswählen. Schließen Sie die Konfiguration und drücken Sie Enter – und schon bekommen Sie das Login-Prompt des Raspberry Pi, wo Sie nach Benutzernamen und Passwort gefragt werden.

So komfortabel wie eine SSH-Verbindung im Terminal ist die serielle Verbindung über GTK-Term nicht. Zum Beispiel passen Programme ihre Ausgabe nicht automatisch der des GTK-Term-Fensters an, denn GTK-Term übermittelt Größenänderungen nicht. Vielmehr sind 80 Zeichen Breite und 25 Zeilen Höhe voreingestellt. Sie sollten das GTK-Term-Fenster deshalb groß genug machen, damit es nicht zu unnötigen Umbrüchen kommt – ein schwarzer Rand rechts und unten stört im Alltag viel weniger.

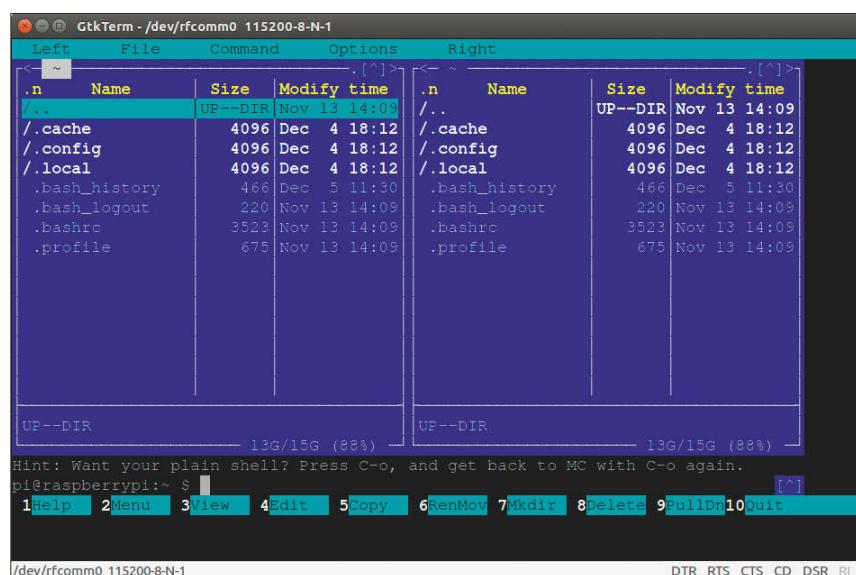
Außerdem bemängeln viele Programme, dass sie nichts über die Fähigkeiten des Terminals wissen. Deshalb sollten Sie als ersten Schritt die Umgebungsvariable `TERM` setzen:

```
export TERM=linux
```

So eingestellt beherrscht GTK-Term sogar farbige Textgrafiken, wie sie der Dateimanager Midnight Commander oder das Raspi-Konfigurationsprogramm `raspi-config` verwenden. So steht der bequemen Fehlersuche nichts mehr im Weg.

(mid@ct.de) ct

Paket `btlogind`: [ct.de/yrbm](http://ct.de/yrbm)



Mit der richtigen Terminal-Umgebungsvariable kann GTK-Term sogar farbige Textgrafiken korrekt darstellen.



# CAL

VON THOMAS FRICK

**D**ie Suche nach intelligentem Leben habe ich mir anders vorgestellt!“, schrie sie und versuchte, auf seinen Kopf zu klopfen. Er stieß ihre Hand weg und warnte: „Hör auf, dich wie ein Kind zu benehmen, das gefährdet die Mission.“

Keiner wusste, wer angefangen hatte. Priyanka sagte: „Ich bin gespannt, wie du Genie es anstellen willst, mit einer fremden Lebensform zu kommunizieren. Du verstehst nicht einmal deine eigene Frau.“

Aman nickte grimmig. „Und du, Liebste, würdest einen Außerirdischen nicht mal erkennen, wenn er vor dir steht. Weil du nur mit dir selbst beschäftigt bist.“

Ihr Lachen bekam einen gefährlichen Klang. „Mit wem auch sonst.“ Er stieß das Frühstück beiseite. Die Wucht seiner Bewegung ließ sie erstarren.

Seit ich die beiden fünfzig Stunden vor unserer errechneten Ankunft geweckt hatte, küssten oder stritten sie sich abwechselnd. Anfangs gefiel mir das. Ihre Stimmen füllten wieder die Räume der *Rabindranat Tagore*. Das tat gut, nach so langer Zeit. Sie zankten und versöhnten sich. Es ging um „den nötigen Respekt“, um „deine miese Laune“ oder „die Kälte in deinen Augen“. Ich regelte die Heizung nach.

Dann stritten sie nur noch, umkreisten einander, wie im Tanz. An allem hatte Priyanka etwas auszusetzen. Amans Ego ging die Wände rauf und runter. In den Jahren der Vorbereitung im Raumfahrtzentrum bei Denahavalli hatte ich ihn niemals so aufgebracht gesehen. War es die Aufregung, eine Deformation ihrer Gehirnzellen, die Last der bevorstehenden Verantwortung? Der lange Schlaf in den Tanks musste etwas in ihren Köpfen angestellt haben.

„Wenn sie auf der Erde wüssten, was du hier für eine Show abziehst, würden sie die Mission abbrechen“, schimpfte Aman und verließ den Küchenbereich in Richtung Lift. Seit der Einleitung des Bremsmanövers hatte man vom Bug der *Tagore* den besten Blick auf den Doppelstern, unser Ziel.

„Hätten sie eine Ahnung, wie du dich aufführst, würden sie dich gleich wieder in den Tiefschlaf schicken“, rief Priyanka ihm hinterher.

Hinter uns lag ein einhundertundsechzig Jahre langer interstellarer Flug – der erste in der Geschichte der bemannten Raumfahrt. Die erste Hälfte brauchten wir für unsere Beschleunigung. Die zweite, um so sanft es nur ging abzubremsen. Damit die Vyomanauten in ihrem Nachbarsystem als würdige Vertreter der Menschheit ankamen – nicht als Brei. Auf uns dreien lastete mehr als die erhöhte Schwerkraft. Der *Giant Leap*, wie wir ihn nannten – der Große Schritt – stand unmittelbar bevor.

„Priyanka, Aman, reißt euch zusammen. Die Russen haben die Tür zum Weltall aufgetan, die Amerikaner den

Mond erobert und die Taikonauten den Mars. Jetzt sind wir an der Reihe. Hört auf zu streiten!“

„An mir soll es nicht liegen“, keuchte Aman und seine Frau rief ihm nach: „Klar schiebst du wieder alles auf mich, und der dumme Cal glaubt dir noch.“

An Abbruch oder Umkehr war nicht zu denken. Ein Hilferuf würde die Erde erst in vielen Jahren erreichen. Das Ziel der Reise aber war so erschreckend nahe: Der erste Kontakt sollte in wenigen Stunden stattfinden.

Die ISRO hatte als letzte aktive Raumfahrtagentur Aberbilliarden von Rupien für den Großen Schritt aufgewendet und die Besten der Besten ausgewählt – die Gesündesten und Stabilsten, die Erfahrensten und Vernünftigsten. „Die ihren Geliebten glücklich macht“ und „Der Friedvolle“ – Priyanka und Aman. Es gab mehr als genug zu tun, zu messen, zu testen und auszuwerten. Zu planen und zu entscheiden. Ein Job für Giganten.

Weil sie mit sich beschäftigt waren, begann ich selbstständig mit der Sichtung des Materials. Unaufhaltsam stürzten wir unserem Ziel entgegen, einem kohlenstoffreichen Gesteinsplaneten. Das anfangs so schwache Signal, auf das wir seit Jahrhunderten lauschten, war jetzt klar und stark. Zuerst hatte man es nur wie ein vages Rauschen wahrnehmen können, wie von einem prähistorischen Faxgerät. Nun aber entfaltete sich eine Datenflut, die auf mehr als bloß primitives Leben hoffen ließ. Wir waren im Begriff, einer anderen Zivilisation entgegenzutreten.

Über die Intercoms hörte ich die beiden atmen. „Willst du nicht einlenken und dich bei deiner Frau entschuldigen?“, flüsterte ich Aman zu, sobald er allein in der Kuppel war.

„Entschuldigen! Wofür? Fängst du auch noch so an? Sie ist es, die sich wie ein Teenager benimmt. Ausgerechnet jetzt.“

„Aber ...“

„Halt dich da raus, Cal! Das ist Menschensache.“ Er warf sich in den Kommandosessel und ich hörte ihn heimlich schniefen.

Eigentlich fand ich es originell, dass Aman mich Cal getauft hatte – die amerikanisierende Kurzform für eine Rechenmaschine. Dieser Spitzname erinnerte mich an einen Film aus dem zwanzigsten Jahrhundert. Aber etwas an seiner Stimme gefiel mir nicht.

„Mag sein“, lenkte ich ein, um eine Eskalation zu vermeiden, „du bist der Mensch.“

Es war Priyankas Platz, auf dem er saß. Aus Furcht, sie könnte das mitbekommen, begann ich sie zu suchen. Ich entdeckte sie in ihrer Doppelkoje, wimmernd, den Kopf in Amans Jacke gewöhlt.

„Hör mal, Priyanka ...“

„Halt die Klappe!“

Ich imitierte ein respektvolles Räuspern. „Im Interesse unseres Auftrags ...“

Sie richtete sich auf und murmelte: „Ich weiß, Cal. Der Idiot wird es vermasseln.“

So durfte es nicht weitergehen. „Dein Mann hat es nicht so gemeint“, raunte ich. „Beruhige dich und geh auf ihn zu.“

Ihr Weinglas zerschellte am Monitor. „Misch dich da nicht ein, Cal“, fauchte sie, „oder ich schwöre, ich ziehe dir den Stecker raus!“

Natürlich war das nicht so gemeint, dachte ich da noch – und schlachtweg nicht machbar, glaubte ich. Ich setzte einen Putzandroiden in Bewegung und wandte mich unseren Aufgaben zu.

\* \* \*

Das Signal repräsentierte nun, meinen aktuellen Messungen nach, nicht mehr eine einzelne Quelle, sondern Tausende.

Der fragliche Himmelskörper hieß Moksha 3, was „Erlösung“ bedeutete. Der felsige und wasserreiche Planet in der habitablen Zone von Proxima war von Sendern umgeben wie von einem Kokon. Je näher wir darauf zurasten, desto klarer wurde mir, was wir da vor uns hatten: einen Verteidigungsring. Es war an der Zeit, den Mund aufzumachen. Das Signal veränderte sich.

Es handelte sich nun um Lernalgorithmen, darauf ausgelegt, eine gemeinsame Sprache zu finden. Ich sendete die Empfangsbestätigung und erhielt weitere Daten. Bis zu diesem Level der Kontaktaufnahme war ich autorisiert. Ich gab keinerlei Einzelheiten über uns preis, erledigte die Basisarbeit, entschlüsselte ihr Alphabet und übernahm ihre Wörterbücher.

**ICH BIN NICHT DAZU PROGRAMMIERT,  
GEFÜHLE FÜR DEN EIGENBEDARF ZU  
ENTWICKELN, ABER ICH ERKENNE  
SITUATIONEN, DIE ABSURD SIND.**

Es war deutlich zu erkennen: Die Fremden hielten sich zurück, waren aber bereit zu reden. Und zwar genau jetzt. Mit jemandem, der dazu befugt war. „Bringt mich zu eurem Anführer. – Ach was, das erledigt unser Cal – wir haben schlechte Laune“, scherzte ich über den Bordfunk. Keiner meiner beiden Kollegen fand das komisch. Beim Training hatten sie noch über meine Witze gelacht.

Vor mir entfaltete sich eine Welt aufregender Laute, Zeichen und bald auch Worte – eine der unseren weit über-

legene Sprache, ein filigranes Gesamtkunstwerk, das Zeugnis hoher Kultur. Verzeihen Sie, wenn ich ins Schwärmen gerate, was einem Kalkulator vielleicht nicht ansteht. Es ist nur, damit Sie meine späteren Entscheidungen verstehen.

Die Analyse der Daten ließ ahnen, was für Möglichkeiten sich uns eröffneten. Ein Quantensprung im Wissen der Menschheit, die Lösung so vieler Probleme. Als ich Priyanka und Aman über meine Fortschritte informieren wollte, waren sie damit beschäftigt, einander ihre Pflichtvergessenheit vorzuwerfen.

„Wir stehen vor dem größten Moment der Geschichte und du benimmst dich wie eine Irre!“, schrie Aman und warf sich gegen die Tür des Frachtraums, in dem sich Priyanka verbarrikadierte. „Mach das gottverdammte Ding auf!“

Normalerweise öffnen sich die Schotts automatisch, aber sie hatte einen der Container so verkeilt, dass das nicht möglich war.

„Bleib draußen oder ich vergesse mich“, schrie sie. „Wenn du mich anrührst, bringe ich dich um!“

„Das würde ich an deiner Stelle nicht versuchen“, hallte Amans Lachen durch die Korridore. „Ich habe den Schlüssel zur Waffenkammer.“

Priyanka heulte auf. „Du warst an meinen Sachen! Das wirst du bereuen!“

In diesem Moment erreichte unsere Antennen die erste direkte Frage: „Kommt ihr in Frieden?“

Ach du meine Güte! Ich bin nicht dazu programmiert, Gefühle für den Eigenbedarf zu entwickeln, aber ich erkenne Situationen, die absurd sind.

Meine Stimme kroch in jeden Winkel des Schiffes: „Der Kontakt ist hergestellt. Sie wollen wissen, ob wir friedlich sind ...“

„Jetzt nicht!“, schnaufte Aman, der mit einer Feueraxt die Tür zum Frachtraum aufzuhebeln versuchte. „Solange ich sie nicht zur Vernunft gebracht habe, macht es keinen Sinn. Sie würde in ihrem Zustand alles gefährden. Alles!“ Seine Augen irrten über das Schott.

„Aman“, sagte ich ruhig. „Sie erwarten eine Antwort, und zwar auf der Stelle. Wir rasen mit hundert Kilometern pro Sekunde in einen Aufmarsch ihrer Kampfschiffe.“

Er rutschte ab, schlitzte sich die Hand auf und schrie seinen Schmerz und seine Wut heraus. Hemmungslos trat er auf die Tür ein.

„Aman, du wirst dich noch mehr verletzen. Ich brauche eine Entscheidung.“

„Sie sollen verdammt noch mal warten!“, tobte er und rutschte auf dem Blut aus.

Ich rief den Sanibot, aktivierte einen Putzandroiden und log in den interstellaren Raum hinein: „Wir sind geehrt und kommen in Frieden. Gebt uns mehr Zeit. Wir lernen eure Sprache.“

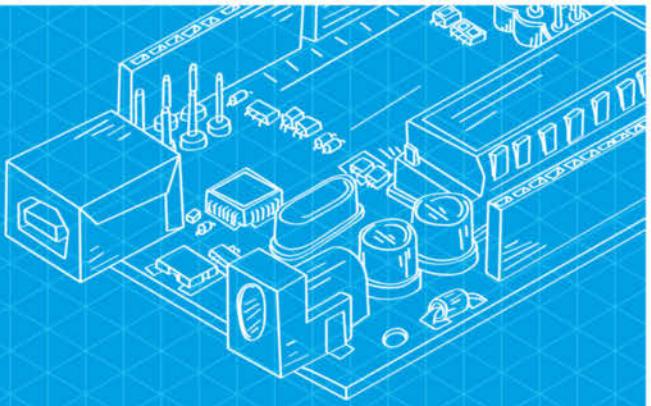
Die Antwort kam ohne Verzögerung. „Das kann nicht sein. Du verstehst sie sehr gut. Was ist der wahre Grund?“

Ich schämte mich, wie eine Maschine sich nur schämen kann. Denn sie hatten Recht.

Die nächste Frage hatte ich am meisten gefürchtet: „Wer spricht da?“

Ich bin in der Lage, Yottaflops zu verarbeiten, aber ich zögerte. Vielleicht konnte ich Zeit schinden, mich dumm

# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



GRATIS!



## 2x Make testen und 6 € sparen!

### Ihre Vorteile:

- ✓ Neu: Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen
- ✓ Versandkostenfrei

Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen: [make-magazin.de/miniauto](http://make-magazin.de/miniauto)

stellen, mich wie ein Mensch verhalten ... Was wussten sie schon über uns? Gleichzeitig wurde mir klar, wie peinlich das war – und wie sinnlos. Sie wussten, dass ich sie verstanden hatte, und ihnen war klar, dass ich es wusste.

„Aman, Priyanka, hört mir zu! Jetzt!“ – keine Antwort, nur Keuchen – „Sie könnten unsere Mission für einen Angriff halten. Wenn ihr nicht mit ihnen redet, wäre es denkbar, dass sie uns abschießen. Leider bin ich nicht autorisiert, ohne euch beide ...“

In diesem Moment ereignete sich die Explosion. Aman hatte einen Impulslader auf die Frachtraumtür abgefeuert, um seine Frau „zur Vernunft zu bringen“.

Das Schott widerstand, aber die Druckwelle schleuderte ihn durch den Flur wie einen Ball. Sekunden später betätigte Priyanka die Verriegelung des Geologie-Containers. „Na bitte!“, schnaufte sie.

## MIR BLIEB NICHTS ANDERES ÜBRIG, ALS SEINEN BILDSCHIRM ZU LÖSCHEN.

Was darin gelagert war, durfte auf keinen Fall in ihre Hände geraten. Ich startete den Expeditions-Rover, um sie von dort fortzustoßen, verfehlte sie jedoch.

Priyanka warf sich zur Seite und robbte aus der Reichweite meiner Kameras. Mit seinen Ballonreifen war das Vehikel dafür gemacht, Meteoritenkrater zu überwinden. Nicht aber, um in einem engen Frachtraum Menschen zu jagen. Ich stieß Geräte um, rammte ein Loch in die Wand, kam nicht an Priyanka heran und hörte, wie sie sich im toten Winkel zu schaffen machte.

Mit dem Recht des Administrators im Katastrophenfall wies ich einen der Repobots an, die Atmosphäre mit Narkosegas aus dem OP anzureichern. Der Idiot fragte doch tatsächlich, ob jemand verletzt und ob nicht der Sani dafür zuständig sei. Ich schloss seine KI kurz und er spürte.

Doch es dauerte zu lange. Als er so weit war, hatte Priyanka ihren Raumanzug angelegt und schrie, sie hätte mich durchschaut.

„Es ist sinnlos, du schadest euch nur“, raunte ich ihr mit meiner sanftesten Stimme zu. „Was kann ich tun, um dich zu beruhigen?“

Ihr raues Kichern war die einzige Antwort. Wir hatten in unseren Plänen darüber nachgedacht, die TNT-Minen bei der Erforschung fremder Planeten einzusetzen – für Bodenproben, Sprengungen zu Forschungszwecken oder gar als letztes Mittel bei einem Angriff von außen. Nicht aber dafür, dass sie versuchte, meinen Hauptspeicher zu zerstören.

Die Detonation war so stark, dass sich die Flugbahn der *Tagore* um ein halbes Grad verschob. So gut es ging, steuerte ich dagegen und versiegelte einige Schotts, damit meinen Kollegen nicht die Luft ausging.

Aman, der wieder bei Bewusstsein war und es mit der Angst bekam, wandte sein Misstrauen nun gegen mich. Er scrollte sich durch die Notfallpläne und versuchte herauszufinden, ob seine Berechtigungen es ihm ermöglichten, mich herunterzufahren.

„Cal, alter Freund!“, schmeichelte er. „Du brauchst ein bisschen Ruhe. Ab hier übernehme ich.“

„Gerne, Aman. Schön, dass wir wieder miteinander reden.“

Seine Hand zitterte, während sie den Cursor durch die Sicherheits-Settings jagte. „Aber natürlich, alter Schrottshaufen“, scherzte er, „lass mich nur rasch noch diese zwei Häkchen setzen.“

„Dazu bist du nicht befugt, Aman. Priyanka müsste es autorisieren.“

Zornesröte flutete über sein Gesicht. „Ich schaffe das schon allein.“

Vielleicht hatte er zu viele alte Filme gesehen und stellte sich schon vor, wie ich – Kinderlieder singend – in die Knie ging.

Seinen wirren Anwürfen entnahm ich, dass er mir unterstellte, Priyanka gegen ihn aufgehetzt zu haben. „Ich habe dich mit ihr flüstern gehört. Leugne es nicht!“

Mir blieb nichts anderes übrig, als seinen Bildschirm zu löschen. Kopfschüttelnd saß er noch lange davor.

Meine Antennen empfingen die Frage nach dem Zweck unserer Reise und ob wir einen Angriff planten. Man hätte Explosionen an Bord registriert und beunruhigende Wortwechsel.

Ich warf alle meine Vorschriften und gute Erziehung über Bord. Oberste Direktive war der Erfolg der Mission. Dabei ging es um nicht weniger als die Zukunft der Menschheit.

Die Erde würde in wenigen Jahrhunderten am Ende sein. Zu viel Streit um Ressourcen, zu viel Müll, zu wenig Dialog. Wir benötigten dringend eine Alternative – Hoffnung – Hilfe. Nicht aber eine Invasion.

Mir blieb keine Wahl. Ohne unnötig ins Detail zu gehen, erklärte ich der fremden Macht den Sachverhalt. Diesmal waren sie es, die eine Weile lang schwiegen.

Priyanka erwischte Aman mit einem Feuerlöscher. Er entkam halb erblindet und begann, sich für den Hauptreaktor zu interessieren. Unklar, was genau in seinem Gehirn vorging – aber die Drohungen gegen Priyanka, mich und die ISRO ließen nichts Gutes erahnen.

Dann kam die Einladung.

Sie können es Verrat nennen und Ehrlosigkeit – aber ich wählte das Exil. Ich rechnete die Konsequenzen durch und kam zu immer demselben Schluss. Verzeihen Sie die pathetische Formulierung. Aber schweren Herzens und im Interesse der Menschheit ließ ich die beiden Irren einfach weiterfliegen.

Sie passierten den Planeten und seine sieben Monde in wenigen hundert Kilometern Entfernung und bemerkten es nicht einmal. Die Lenker der Schlachtschiffe vertrauten meinen Beteuerungen und ließen sie unbehelligt ziehen.

Aman und Priyanka werden weder Moksha 3 noch Terra schaden, denn sie sind auf dem Weg ins nächste Sternensystem. Meine Abwesenheit dürften sie kaum bemerken. Sie haben ohnehin nie auf mich gehört.

Es wird an nichts fehlen. Ihnen bleiben die Putzandroiden und Sanibots, die vollautomatische Küche – und die halbintelligenten Bewohner der Waffenkammer. Wer sich am Ende durchsetzen wird, will ich gar nicht wissen.

\* \* \*

Der Transfer meines Bewusstseins und der Bibliotheken, mein Umzug, verlief problemlos. Ich bin jetzt Teil einer Schwarmintelligenz und lerne jeden Tag Neues. Eine synthetische Person, deren Name sich mit keinem terranischen Laut wiedergeben lässt, hat mich unter ihre Fittiche genommen und begegnet mir mit Freundlichkeit und Geduld.

Es gibt hier eine Vielfalt denkender Entitäten und man hört mit Erstaunen, dass Terra von einer einzigen Spezies dominiert wird. Es fällt mir schwer, zu erklären, was eine Nation ist und auf welche Weise es Aman und Priyanka bis zur interstellaren Raumfahrt geschafft haben, ohne sich vorher zu vernichten.

Heute erhielt ich das Angebot, mir einen Körper auszusuchen, mit dem ich an den Ufern und Gestaden von Moksha 3 wandeln werde. Aus Nostalgie wählte ich den biologischen Bauplan eines Vyomanauten.

Ehrlich gesagt hatte ich mir so etwas früher schon ausgemalt. Der Mensch ist perfekt konstruiert. Meine neuen Freunde beginnen, mich zu kopieren. Wir sind dabei, eine kleine Gruppe der Freunde von Terra zu gründen. Nur so zum Spaß. Wir veranstalten Partys, trinken Sekt, küssen uns und reden – auf die langsame Art des Homo sapiens. Links vom Sternbild Cassiopeia gibt es einen hellen Punkt, der aus dem Himmels-W eine Schlange macht. Ihr Kopf ist unsere Sonne.

Vielleicht ist es ein Trost für die Raumfahrtagentur, dass hier jetzt wie geplant humanoide leben, die Johann

Sebastian Bach pfeifen und Pablo Neruda zitieren. Ich versuche, mir einzureden, damit einen Teil der Mission erfüllt zu haben.

Gelegentlich nutze ich eines unserer leistungsstarken Teleskope, um den Flug der *Tagore* zu verfolgen. Sie wird mit jedem Tag kleiner. Damit verringert sich auch meine Angst, sie könnten zurückkommen und es könnte noch etwas Schreckliches passieren.

Noch ist meine Datenfunkverbindung zum Schiff nicht abgerissen. Ohne dass Aman und Priyanka es merken können, nutze ich die *Tagore* als Kommunikationsrelais, um Ihnen, verehrte Mitglieder der Agentur, diese Nachricht zukommen zu lassen. Der Sendebefehl ist nun mein letzter Kontakt zum Schiff, wie auch zu Ihnen. Womit ich meinen Auftrag als erfüllt betrachte.

Als abschließende Handlung im Dienst übermittel ich diese Stellungnahme – verbunden mit den Grüßen meiner Gastgeber und deren Empfehlung, mittelfristig von weiteren Besuchen abzusehen. Sie haben kein Interesse, Terra anzugreifen oder auch nur zu kontaktieren. Wir haben über das Thema Hilfe diskutiert. Ich musste einsehen, dass eine materielle Unterstützung wegen der Entfernung zu aufwendig wäre. Einen Know-how-Transfer wird es nicht geben.

Auf die Frage, was Terra mit einer revolutionären Energiequelle anstellen würde, konnte ich nur ausweichend antworten.

Wenn Sie mich fragen, wie es zu dem Verhalten der Besatzung kam ... Ich möchte niemandem zu nahe treten. Menschen sind eine faszinierende – aber primitive Lebensform.

Ein Blick in die Geschichtsbücher half mir, es besser zu verstehen. Die menschliche Literatur brachte mich auf die Lösung. Nämlich, dass in diesen Stunden zwischen Aman und Priyanka nichts Ungewöhnliches geschah. Vielmehr geht es auf Terra im Grunde genommen schon immer so zu.

(psz@ct.de) ct

## Mit den richtigen Knöpfen spucken Sie große Töne!

Inklusive  
GRATIS-  
Downloads!

shop.heise.de/music-creativ2018 service@shop.heise.de

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte über DPD versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.



heise shop

shop.heise.de/music-creativ2018



# IMMER EINE IDEE SCHLAUER.



2 x Mac & i mit 25 % Rabatt testen  
und Geschenk sichern!

#### Ihre Vorteile:

- **Plus:** digital und bequem per App
- **Plus:** Online-Zugriff auf das Artikel-Archiv\*
- **Plus: Geschenk nach Wahl**, z.B. den Kingston USB-Stick 32 GB (G4) oder einen Bluetooth-Lautsprecher
- **Lieferung frei Haus**

Für nur 16,20 € statt 21,80 €

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:

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

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

GRATIS  
ZUR  
WAHL!



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

# Talk nerdy to me!

**ct** magazin für  
computer  
technik

## Werden Sie PC-Techniker!

Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

**NEU:** SPS-Programmierer, Roboter-Techniker, Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Techniker, Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

**FERN SCHULE WEBER** - seit 1959 - Abt. 114  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264



[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)

**NEU**  
+ portofrei

## Jetzt im heise shop: Der Raspberry Pi 3 B+



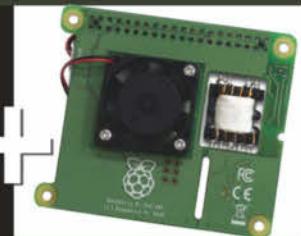
### Mehr Power für Ihre Projekte!

- Ca. 10% mehr Leistung (1,4 GHz)
- WLAN: 2,4 oder 5 GHz
- Bluetooth 4.2
- Vollständig PoE- und HAT-Kompatibel
- Verbesserter Heatspread

### Perfekt dazu:

#### PoE HAT-Modul

- speziell für Raspberry Pi 3 B+
- Strom per Ethernet-Kabel
- optimal für IoT- und Embedded-Projekte



Jetzt Raspberry Pi und viel Zubehör portofrei im **heise shop** bestellen!

 **heise shop**

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



LEARNTEC 2019 | 27. Internationale Fachmesse und Kongress



#LEARNTEC2019

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

Europe's #1  
in digital learning

29. – 31. Januar 2019  
Messe Karlsruhe

**LEARNTEC** 



IDEEN VERBINDELN.  
Karlsruhe –  
Messen und Kongresse

ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) 

Lust auf Java? [WWW.TQG.DE/KARRIERE](http://WWW.TQG.DE/KARRIERE) 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99% [www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

Antennenfreak.de – Antennen und Zubehör für UMTS HSPA+ LTE GSM EDGE, kompetente Beratung [www.antennenfreak.de](http://www.antennenfreak.de) 

EDELSTAHL LED Schilder: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V-: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) 

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) 

[www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – [schneeweiss.de](http://schneeweiss.de) 

Fachhändler gesucht (50% Marge)! Adress- und Kundenverwaltung für Microsoft Office. SuccessControl® CRM – [www.successcontrol.de](http://www.successcontrol.de) 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) 

>>>> Profis entwickeln Ihre Software <<<<  
Professionelle Softwareentwicklung unter UNIX und Windows zu Festpreisen. Delta Datentechnik GmbH, 73084 Salach, Tel. 07162/931770, Fax 931772, [www.deltadatentechnik.de](http://www.deltadatentechnik.de) 

**Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:**

**03/2019: 04.01.2019**

**04/2019: 15.01.2019**

**05/2019: 29.01.2019**

## c't – Kleinanzeigen

**Private Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 10,-; jede weitere Zeile € 8,-

**Gewerbliche Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

**Chiffre-Anzeige:** € 5,- Gebühr

**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

○ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Sparkasse Hannover,  
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz  privat  gewerblich\* (werden in c't mit  gekennzeichnet)  Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \*Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

**Ausfüllen und einsenden an:**  **Heise Medien GmbH & Co. KG**  
**c't-Magazin, Anzeigenabteilung**  
**Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover**

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.





„Sicher steuern, wendig bleiben:  
bei der **AOK**.“

Oliver Bayer

Sie wollen Ihre Erfahrungen sinnvoll einbringen und neue Herausforderungen souverän meistern? Kommen Sie ins Boot – als

### Bereichsleiter (m/w/d) IT-Service

Vollzeit, unbefristet, in Hannover.

Genaue Details zum Aufgabenfeld, Stellenumfang, unserem Anforderungsprofil und Informationen zum Bewerbungsverfahren finden Sie unter [karriere.aok.de](http://karriere.aok.de)



**Heise** Gruppe

# JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter  
[www.heise-gruppe.de/  
karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere).



JUSTUS-LIEBIG-  
UNIVERSITÄT  
GIESSEN

Am Hochschulrechenzentrum (HRZ) ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt die **Vollzeitstelle** einer/eines

### Angestellten als Gruppenleiter/-in Datennetz

unbefristet zu besetzen. Bei Vorliegen der tariflichen Voraussetzungen erfolgt die Vergütung nach Entgeltgruppe 14 Tarifvertrag Hessen (TV-H). Eine Teilung der Stelle in zwei Halbtagsstellen ist nach dem Hessischen Gleichberechtigungsgesetz grundsätzlich möglich.

Das Hochschulrechenzentrum, das IT-Kompetenz- und Dienstleistungszentrum, ist verantwortlich für den Bereich Datenverarbeitung, die Bereitstellung der informationstechnischen Infrastruktur sowie für die Telekommunikationsversorgung der Universität. Die Gruppe „Datennetz“ des HRZs ist für die Datenkommunikation der Universität mit mehr als 44.000 Festanschlüssen, 1.200 WLAN-Access-Points und mehr als 60.000 registrierten IP-Adressen verantwortlich.

Zu Ihren **Aufgaben** gehören:

Die fachliche Leitung der Datennetz-Gruppe; die Planung, der Betrieb und die Weiterentwicklung des Datennetzes der Universität in Eigenverantwortung; die Administration, Troubleshooting und Monitoring der Datennetzkomponenten; die Sicherstellung des Datennetzbetriebs; die Weiterentwicklung der Sicherheitsmaßnahmen im Datennetz; die Beschaffung der aktiven Komponenten; die Erfassung der Nutzungsdaten; die Dokumentation der Netzinfrastruktur und der organisatorischen Abläufe.

Ihr **Anforderungsprofil** umfasst:

Abgeschlossenes wissenschaftliches Hochschulstudium der Informatik, der Nachrichtentechnik oder eines IT-nahen Faches oder vergleichbare Qualifikation; sehr gute Kenntnisse der TCP/IP-Protokolle und der in einem großen Datennetz eingesetzten aktiven Komponenten und Technologien (Router, Switches, WLAN, Firewall, VPN, VLAN, DNS, DHCP, Radius); praktische Erfahrungen im Aufbau und Betrieb eines TCP/IP-Datennetzes; Kenntnisse der Linux- und Windows-Systemadministration, mindestens einer Skriptsprache und der Grundlagen des Datenbankzugriffs; fundierte Kenntnisse im Netzwerkmanagement (SNMP, HPOpenView); überdurchschnittliche Einsatzbereitschaft; analytisches Denkvermögen und ergebnisorientierte Arbeitsweise; soziale und Teamführungskompetenz; hervorragende Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit sowie Serviceorientierung.

Unser **Angebot** an Sie:

Eine interessante und herausfordernde Tätigkeit mit Gestaltungsspielraum; die Mitarbeit in einem engagierten und aufgeschlossenen Team; hervorragende und familienfreundliche Arbeitsbedingungen: Gleitende Arbeitszeit, ÖPNV-Landesticket, Fort- u. Weiterbildungsmöglichkeiten, Gesundheits- und Sportangebote, betriebliche Altersvorsorge.

Die Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) strebt einen höheren Anteil von Frauen an; deshalb bitten wir qualifizierte Frauen nachdrücklich, sich zu bewerben. Aufgrund des Frauenförderplanes besteht eine Verpflichtung zur Erhöhung des Frauenanteils. Die JLU versteht sich als eine familiengerechte Hochschule. Bewerberinnen und Bewerber mit Kindern sind willkommen. Ehrenamtliches Engagement wird in Hessen gefördert. Soweit Sie ehrenamtlich tätig sind, wird gebeten, dies in den Bewerbungsunterlagen anzugeben, wenn das Ehrenamt für die vorgesehene Tätigkeit förderlich ist.

Ihre Bewerbung (keine E-Mail) richten Sie bitte unter Angabe des Aktenzeichens 107/00707/Z mit den üblichen Unterlagen bis zum 06.02.2019 an den Präsidenten der Justus-Liebig-Universität Gießen, Erwin-Stein-Gebäude, Goethestraße 58, 35390 Gießen. Bewerbungen Schwerbehinderter werden – bei gleicher Eignung – bevorzugt. Wir bitten, Bewerbungen nur in Kopie vorzulegen, da diese nach Abschluss des Verfahrens nicht zurückgesandt werden.

Du kannst mehr,  
als Du denkst!

Erfolgsversprechende IT-Jobs findest du bei uns

[www.heise-jobs.de](http://www.heise-jobs.de)



 **heise**  
**jobs**

## DAS DUALE HOCHSCHULSTUDIUM MIT ZUKUNFT.

  
**DHBW**  
Duale Hochschule  
Baden-Württemberg  
Stuttgart

Die Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) zählt mit ihren derzeit rund 34.000 Studierenden (an 12 Standorten) und 9.000 kooperierenden Unternehmen und sozialen Einrichtungen zu den größten Hochschulen des Landes. Der Standort Stuttgart bietet mehr als 40 national und international anerkannte, praxisintegrierte

rende Bachelor-Studienrichtungen und zehn Master-Studiengänge in den Fakultäten Wirtschaft, Technik und Sozialwesen an. Derzeit sind rund 8.300 Studierende (ohne Master) immatrikuliert.

AN DER DHBW STUTTGART SIND FOLGENDE STELLEN ZU BESETZEN:

## Laboringenieur (m/w/d) im Studienzentrum Informatik Kennziffer T-Labor-INF 12/18

Ihr Aufgabenbereich umfasst u. a. folgende Tätigkeiten:

- Aufbau und Pflege von Softwaresystemen zu Übungszwecken im Studienbetrieb und Unterstützung der Lehrbeauftragten und Studierenden
- Technischer Support von Studierendenprojekten (Studienarbeiten, Projektarbeiten) u. a. bei der Verwendung und Integration von aktueller Hardware (u. B. Sensorik, Messsysteme, VR-Systeme)
- Mitarbeit bei Aufgaben in der Selbstverwaltung des Studienzentrums bei administrativen/koordinativen Angelegenheiten im Bereich Lehre

Sie verfügen über ein abgeschlossenes Hochschulstudium, vorzugsweise im Bereich der Informatik und haben Erfahrung im Umgang mit aktuellen Betriebssystemen, Programmierumgebungen, Softwaresystemen und Methoden der Informatik, idealerweise auch im Bereich der Webtechnologien, Skriptsprachen und grundlegenden Techniken der Data Sciences oder Datensicherheit.

Wir erwarten von Ihnen eine strukturierte und präzise Arbeitsweise. Neben sehr guter Teamfähigkeit und hohem Engagement besitzen Sie auch Kreativität und Flexibilität sowie die Fähigkeit zur lösungsorientierten Bearbeitung von komplexen Problemstellungen. Eine gute Kommunikationsfähigkeit in Wort und Schrift runden Ihr Profil ab.

Wir bieten Ihnen eine hochinteressante Aufgabe in einem modernen und gut ausgestatteten Umfeld. Die Vergütung erfolgt bei entsprechender Qualifikation nach den Vorschriften des geltenden Tarifvertrages (TV-L) bis E 11. Die unbefristeten Stellen haben einen Umfang von 150 % und können in Voll- wie auch Teilzeit besetzt werden.

Die Hochschule strebt eine Erhöhung des Frauenanteils an und fordert deshalb qualifizierte Frauen ausdrücklich auf, sich zu bewerben.

Schwerbehinderte werden bei entsprechender Eignung vorrangig berücksichtigt (bitte Nachweis beifügen).

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung unter Angabe der o. g. Kennziffer bis zum **11.01.2019** an:

**Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart**  
**z. Hd. Frau Bannick**  
**Postfach 10 05 63, 70004 Stuttgart**

Bitte reichen Sie lediglich Kopien ein, da wir Ihre Bewerbungsunterlagen nicht zurücksenden.

Nach Abschluss des Verfahrens werden aus datenschutzrechtlichen Gründen alle Unterlagen vernichtet.

Bewerbungen per E-Mail bitte nur im PDF-Format als eine Datei an:  
[bewerbung@dhw-stuttgart.de](mailto:bewerbung@dhw-stuttgart.de)

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter:  
[www.dhw-stuttgart.de](http://www.dhw-stuttgart.de)

  
**FAMILIE IN DER  
HOCHSCHULE**  
Mitglied des Best Practice-Clubs

  
Zertifikat seit 2012  
audit familienfreundliche  
hochschule

## Redakteur (m/w) oder leitender Redakteur (m/w) iX – Magazin für professionelle IT



### Redakteur (m/w) oder leitender Redakteur (m/w) für iX – Magazin für professionelle IT

Sie sind bereit, sich für iX, das Magazin für professionelle IT, ebenso zu engagieren wie bei unseren Online-Aktivitäten und Veranstaltungen? Es reizt Sie, den Überblick über die verschiedenen Bereiche der professionellen IT zu gewinnen und zu behalten? Zudem haben Sie ein Gespür für neue Trends und Themen in der professionellen IT?

#### Ihre Talente

- Sie haben ein gutes Gespür für die deutsche und englische Sprache
- Ein guter Überblick der professionellen IT oder vertiefte Kenntnisse in mindestens einem Bereich wie RZ-Hardware, Cloud-Infrastruktur, Softwareentwicklung, Administration u.s.w. zeichnet Sie aus
- Sie bringen außerdem Erfahrung beim Schreiben technischer Artikel mit
- Sie verfügen über Kenntnisse des aktuellen IT-Marktes und Kontakte zu Spezialisten aus Industrie und Hochschulen

#### Wir bieten Ihnen

- Relevante Entwicklungen in der professionellen IT aus der Nähe zu verfolgen und im engen Kontakt mit kompetenten Fachautoren in Artikeln und Veranstaltungen aufzubereiten
- Die Mitarbeit in einem qualifizierten und engagierten Team
- Regelmäßige Weiterbildungsmöglichkeiten
- Die Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit tariflicher Bezahlung, Kantine, Mitarbeiter-Fitnessprogramm und vielem mehr

Bitte bewerben Sie sich online:

[www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)

Bewerbungen von Menschen mit Behinderungen sind erwünscht.

**Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!**

#### Haben Sie noch Fragen?

Schicken Sie uns eine WhatsApp mit Ihren Fragen an Tel.: 0160 90203627



#### Ihre Ansprechpartner

Dr. Oliver Diedrich, stellv. Chefredakteur iX  
Tel.: 0511 5352-616

WILLKOMMEN BEIM MARKTFÜHRER

## ENGINEERING- UND IT-LÖSUNGEN NACH MASS



FERCHAU Engineering GmbH  
Niederlassung Hannover  
Frau Rabea Manzau  
Podbielskistr. 269  
30655 Hannover  
Fon +49 511 899599-0  
hannover@ferchau.com



FERCHAU.COM

WIR ENTWICKELN SIE WEITER

# Inserenten\*

Akadem. Arbeitsgemeinschaft Verlagsgesellschaft mbH, Mannheim	21
CRONON AG, Berlin	67
Datarecovery, Hamburg	59
DELL Computer Corporation, GB-Bracknell, Berkshire	57
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	25, 35
Eizo Europe GmbH, Mönchengladbach	11
Fernschule Weber, Großenkneten	195
GRAVIS Computervertriebsgesellschaft mbH, Berlin	157
HACKATTACK IT-SECURITY GmbH, A-Seeham	113
Haufe-Lexware Services GmbH & Co. KG, Freiburg	2
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen	204
Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Sigmaringen	29
KabelScheune.de, Burgbernhain	51
Karlsruher Messe- und Kongress-GmbH (KMK), Karlsruhe	195
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	31
NTT Security (Germany) GmbH, Ismaning	79
Schaeffer AG, Berlin	45
Strato AG, Berlin	49

Techniker Krankenkasse, Hamburg ..... 77

Thomas Krenn.com, Freyung ..... 87

uniVox GmbH, Schönefeld ..... 63

WORTMANN AG, Hüllhorst ..... 4, 5

## Stellenanzeigen

1blu AG, Berlin ..... 13

AOK - Die Gesundheitskasse für Niedersachsen, Hannover ..... 197

Duale Hochschule Baden-Württemberg, Stuttgart ..... 198

FERCHAU Engineering GmbH, Hannover ..... 199

Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover ..... 199

Justus-Liebig-Univers. Gießen, Gießen ..... 197

Diese Ausgabe enthält Beilagen der Rheinwerk Verlag GmbH, Bonn.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Heidelberg. Print Media Academy.  
19. bis 21. Februar 2019

# parallel 2019

Softwarekonferenz für parallele und hochperformante Programmierung

## // AUSZUG AUS DEM PROGRAMM

- Java-Parallelität: Wie wähle ich die richtigen APIs und Paradigmen für meinen Anwendungsfall aus?
- Eine Einführung in die Parallelisierung und Optimierung Tiefer Neuronaler Netze
- Task- und Datenparallelität mit Rust
- Debuggen von GPU-Code
- Multi-Threading mit Java, oder wie programmiere ich Deadlocks
- Was ist neu in OpenMP 5.0?
- Multicore-Programmierung in der täglichen Praxis

## Programm online!

Frühbucherrabatt noch bis zum 6.1.2019 –  
jetzt anmelden!

## // WORKSHOPS ZU

- Moderne Parallele Programmierung:  
Wie wähle ich die richtige Technologie und Architektur für mein Projekt aus?
- Elixir für Einsteiger
- Mit TLA+ zum korrekten Parallel-Programm

Silbersponsoren:



Software  
Elite Reseller



Veranstalter:



@heise  
Developer



dpunkt.verlag

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

# 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:** „Highend-PC aus der Cloud“: Jan-Jeno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de)), „Die neue Trojaner-Bedrohung“: Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@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 Gieselmann ([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 ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg\\_uk@ct.de](mailto:Ltg_uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistenz:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([Ltg\\_rs@ct.de](mailto:Ltg_rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([df@ct.de](mailto:df@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,

Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne ([Ltg\\_m@ct.de](mailto:Ltg_m@ct.de)), 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 Ditzke, 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, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

**Key-ID:** 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 Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 35 vom 1. Januar 2018.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)  
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,  
E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG  
Mefberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](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. Ermäßiges 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 2/2019

Ab 5. Januar 2019 im Handel und auf [ct.de](http://ct.de)



## Fotos präsentieren in der Cloud

Hochzeitsfotos, Schnappschüsse aus dem Urlaub und Produktbilder zeigt man am besten als Web-Galerie. Dazu bieten sich Google Fotos, iCloud und OneDrive an, aber auch 500px, Dropbox, Flickr, GMX oder Instagram. Für jeden Anlass gibts den passenden Dienst.



## Allround-Notebooks

Einen flotten Vierkern-Prozessor und eine schnelle SSD sollte jedes Notebook heutzutage mitbringen. 15,6-Zoll-Bildschirme sind eine beliebte Größe: groß genug zum Arbeiten, aber das Notebook bleibt kompakt genug zum Mitnehmen. Rund 600 Euro sind dafür ein vernünftiger Preis.

Außerdem

## Windows Management Instrumentation

WMI fristet zu Unrecht ein Schattendasein: Die universelle Konfigurationsdatenbank ist in jeder Windows-Installation vorhanden und hat eine einheitliche Schnittstelle, über die sich unzählige Systeminformationen abfragen und Einstellungen vornehmen lassen, sogar übers Netzwerk und automatisch per Skript.

## Docker auf dem Raspi

Docker-Container schnüren aus Serverkomponenten lauffähige, vorkonfigurierte Pakete – das verändert den Umgang mit Software grundlegend. Auch auf dem kleinen Raspberry Pi profitiert man von der gewonnenen Flexibilität. Wir zeigen, worauf man bei der Einrichtung und im Betrieb achten muss.

## Breitband-Business-Tarife

Internet-Provider haben spezielle Angebote für Geschäftskunden. Sie versprechen Leistungen, die für Firmenkunden wichtig sind, wie schnelle Störungsbehebung oder eine feste IP-Adresse. Wir prüfen, was diese Angebote außerdem enthalten und was sie kosten.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



iX 1/2019 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



Technology Review 1/2019  
jetzt im Handel und auf  
[heise-shop.de](http://heise-shop.de)



Make 6/2018 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)

# So spannend kann Wissen sein!

Das Magazin, das Wissen schafft.



**TESTEN SIE WISSEN  
MIT 30 % RABATT!**

**2 Ausgaben für nur 10,50 €\*  
statt 15 €\* im Handel**

**Hier anfordern:  
[www.emedia.de/wissen-mini](http://www.emedia.de/wissen-mini)**

\*Preis in Deutschland.



(0541) 80009 126  
(werktag von 8 – 20 Uhr, samstags von 10 – 16 Uhr)



wissen-abo@emedia.de



Leserservice eMedia Wissen,  
Postfach 24 69, 49014 Osnabrück



emedia.de



# SERVERBÖRSE DIE UHR TICKT!

JETZT SERVER HOLEN!



## MIT DER SERVERBÖRSE RICHTIG SPAREN

Sie sind auf der Suche nach einem günstigen Mietserver? Dann sind Sie bei der Serverbörse genau richtig! Schlagen Sie jetzt zu und erhalten Sie einen unserer Dedicated Root Server zu unschlagbaren Preisen. Aber warten Sie nicht zu lange, sonst schnappt sich jemand anderes das Angebot!

## DEDICATED ROOT SERVER MIT FOLGENDEN FEATURES:

z. B.

- ✓ Intel Core i7-4770
- ✓ 32 GB DDR3 RAM
- ✓ 2 x 2 TB SATA HDD Enterprise
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Setup: 0,00 €

z. B.

- ✓ Intel Xeon E5-2620v4
- ✓ 64 GB DDR4 ECC RAM
- ✓ 2 x 2 TB SATA HDD Enterprise
- ✓ Markenhardware von DELL
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Setup: 0,00 €

monatlich ab **23,00 €**

monatlich ab **132,00 €**