



EU untergräbt  
Grundrechte

Über 50 Prozent mehr Leistung als Core i-9000

# Ryzen 3000: So hängt AMD Intel ab

AM4-Plattform im Test: Radeon RX 5700 & SSD mit PCIe 4.0

IM  
TEST

- MicroSD-Karten bis 1 TByte
- Smarte Überwachungskameras
- Infotainment-Systeme in Autos
- GeForce RTX 2060 & 2070 Super

LTE, Telefon-Flat, Datenpaket bis 20 GByte

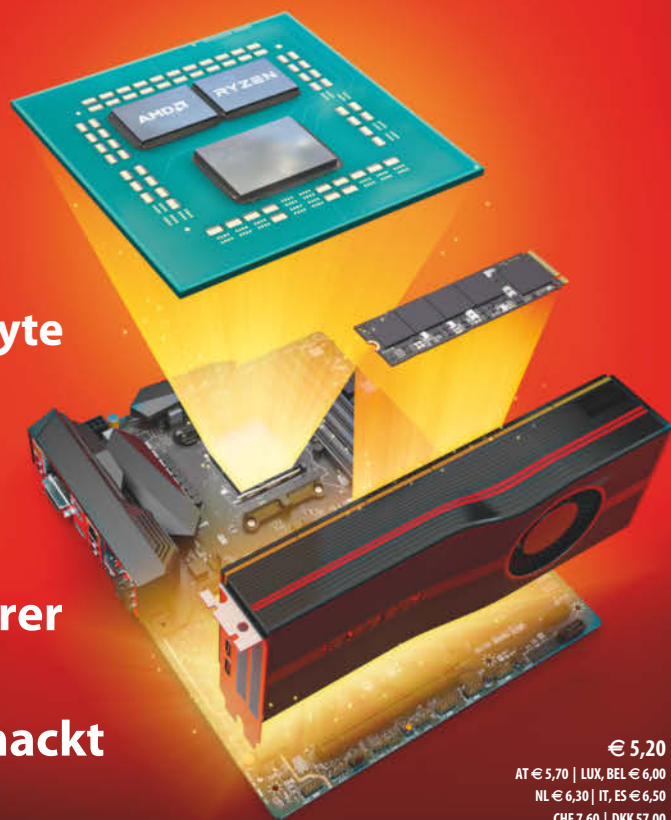
## Günstige Mobilfunktarife

3D-Druck mit Mondstaub

Windows-Diagnose mit Process Explorer

KI: Monet-Gemälde aus Ihren Fotos

c't deckt auf: Logitech-Tastaturen gehackt



€ 5,20

AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00

NL € 6,30 | IT, ES € 6,50

CHF 7,60 | DKK 57,00

Samsung S10+, OnePlus 7 Pro, Huawei P30 Pro & Co.

# Die besten Foto-Handys

Perfekte Allrounder: Nachtmodus, Mega-Zoom, Weitwinkel



# Leistungsstarke V-Server

## All Flash SSD Power mit HPE 3PAR

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

  
**Hewlett Packard  
Enterprise**



### 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 Monate,  
danach 15 €/Monat,  
Laufzeit 12 Monate.



## DRM: Digitale Enteignung

Stellen Sie sich vor, der Buchladen um die Ecke macht zu. Einen Tag später kommt der Besitzer bei Ihnen vorbei und nimmt alle Bücher mit, die Sie dort in den vergangenen Jahren gekauft haben. Was in der analogen Welt völlig absurd klingt, ist in der digitalen normal: Vor einigen Tagen hat Microsoft seinen E-Book-Store geschlossen - dort gekaufte Bücher mit DRM-Kopierschutz sind seitdem nicht mehr lesbar. Immerhin hat Microsoft die Buchpreise erstattet. Es ist nicht das erste, aber sicher eines der drastischsten Beispiele, dass verschlüsselnde Kopierschutzmechanismen eine reine Nutzer-gängelei sind und man davon ausgehen muss: Wenns ohne Nutzerkonto und Cloud-Verbindung nicht funktioniert, gehört es mir auch nicht.

Bei Filmen und Musik haben uns Mediatheken und Spotify-Netflix-Flats schon dazu erzogen, dass wir Bond und Beatles nur noch dann genießen können, wenn Anbieter und Labels das für angebracht halten. Google, Adobe, Microsoft und Steam übertragen dieses Prinzip auf Spiele und Software.

Das hätte nicht mal Marx zu alpträumen gewagt: In der digitalen Welt gehören uns weder die Produktionsmittel, noch die Produkte. Und selbst unsere Daten kann man uns jederzeit wegnehmen! Wenn die Office-Cloud zumacht, Evernote seinen Notizendienst einstellt oder ein Kalender nicht mehr ins Konzept von Google

passt, dann ist auch der Content futsch. Man kann dann hoffen, dass der Hersteller gnädigerweise ein Exportformat anbietet. Bei den E-Books von Microsoft hat das nicht geklappt: Anwender, die Notizen in Ihre Bücher geschrieben haben, bekommen stattdessen 25 US-Dollar angeboten - ein toller Trostpreis für alle, die dort wissenschaftliche Anmerkungen oder einzigartige Gedankengänge gesammelt haben.

Wahrscheinlich können wir noch einigermaßen damit leben, dass Amazon uns die E-Book-Versorgung jederzeit abschalten kann. Mit der Powerpoint-Präsentation für das nächste Kundengespräch, der Urlaubsfotosammlung oder dem persönlichen Notizbuch sieht das schon anders aus. Und wie wird das erst, wenn unser autonomer Golf nur noch per VW-Cloud die Straße findet oder der Notarzt leider einen Defibrillator dabei hat, dessen Hersteller nach der Pleite gerade seine Server abgeschaltet hat?



*Achim Barczok*

Achim Barczok





**WIR MACHEN  
KEINE WERBUNG.  
WIR MACHEN EUCH  
EIN ANGEBOT.**





ct.de/angebot

## ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER SIE.

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen. Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

**Als Willkommensgeschenk erhalte ich eine Prämie nach Wahl, z. B. eine c't-Tasse und einen Conrad-Gutschein im Wert von 10 €.**

### Jetzt gleich bestellen:

 [ct.de/angebot](https://ct.de/angebot)  
 +49 541/80 009 120  
 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



# Inhalt 16/2019

## Trends & News

- 14** 5G: Telekom startet den Vorverkauf von Geräten und Tarifen
- 30** 5G-Campusnetze vor dem Durchbruch
- 32** Raspi 4: Fehler, Korrekturen und andere Neuigkeiten
- 34** Netze: Fahrrad-Ortung per Satellit und SigFox, IoT-Modem mit GPS
- 35** Hardware: Fehler im Zufallszahlengenerator von Ryzen, Ryzen-Kombiprozessor mit höherem Takt
- 36** Bit-Rauschen: Ryzen schlägt Core i, neue EUV-Lithografie
- 37** Server & Storage: Enterprise-SSD mit PCIe 4.0, Rackserver für Ruler-SSDs
- 38** Anwendungen: Corel Painter 2020, Adobe Spark auf Deutsch
- 40** Kryptowährung: So viel Bitcoin steckt in Facebooks Libra
- 42** Forschung: Enttäuschende Gentests, Mondlande-Start-up in Geldnot, Gedruckte OLEDs
- 44** Mondlandung vor 50 Jahren: Technische Glanzleistungen, die den Fortschritt beflügelten
- 46** Apple: MacBooks aufgefrischt, günstigere SSD-Upgrades, Range-Extender für HomeKit
- 47** Nintendo Switch Lite soll im September kommen
- 48** Linux und Open Source: GitHub-Konto von Canonical gehackt, Ubuntu-32-Bit-Bibliotheken bis 2025
- 50 c't deckt auf: Logitech-Tastaturen gehackt**
- 54** CEO-Betrug: Wie sich Gauner Millionen von Euro erschleichen
- 60** Web-Tipps: Fake-News-Spiel, Plastikatlas, Klangsynthese

## Test & Kaufberatung

- 16 Ryzen 3000: So hängt AMD Intel ab**
- 22** Erste PCIe-4.0-SSD: Aorus NVMe Gen4 SSD
- 24** AMD Ryzen 9 3900X und Ryzen 7 3800X mit bis zu 12 Kernen
- 26** Grafikkarten für Gamer: AMD Radeon RX 5700 und 5700 XT
- 70 Die besten Foto-Handys**

- 80** Kamera oder Smartphone: Pros und Contras
- 82** Smarter LED-Beamer mit Akku und Bluetooth-Lautsprecher: BenQ GV 1
- 83** Smartwatch mit Wear OS: LG Watch W7
- 84** Gaming-Headset mit eingebauter Kühlung: HP Omen Mindframe
- 85** SDN-Controller UniFi Cloud Key Gen2
- 86** Passwortmanager Password Safe
- 87** Konsolenfenster für cmd, PowerShell und bash: Windows Terminal
- 88** Werbe-Tracker ausgetrickst mit Track This
- 90** Foto-Effekte mit Nik Collection 2.0
- 92** App zum Sonnenstand: Sun Locator Pro
- 92** Software-Synthesizer Native Instruments MassiveX
- 94 MicroSD-Karten bis 1 TByte**
- 98 Infotainment-Systeme in Autos**
- 104 Smarte Überwachungskameras**
- 110 Günstige Mobilfunktarife**
- 124** Spiel: The Sinking City
- 178** Bücher: Agile Entwicklung, Data Science

## Wissen

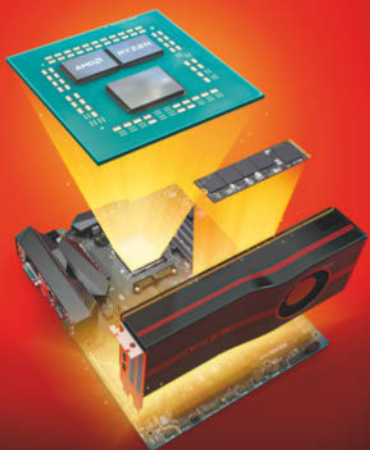
- 58** Vorsicht, Kunde: Asus wirbt mit Cashback-Aktion, zahlt aber nicht aus



### Die besten Foto-Handys

Nachtmodus, Mega-Zoom, Weitwinkel: Fotografieren mit dem Smartphone wird immer vielseitiger. Wir haben getestet, welches der Top-Handys von Apple, Huawei, OnePlus, Samsung & Co. die besten Fotos schießt – und dazu auch Auflösung, Rauschverhalten und Dynamikumfang gemessen.

16



## Ryzen 3000: So hängt AMD Intel ab

Die Ryzen-3000-CPU's sind schneller und effizienter als Intel Core i-9000 und setzen damit neue Maßstäbe bei Desktop-PC-Prozessoren. Zugleich bekommt die AM4-Plattform PCI Express 4.0 für superschnelle SSDs und Gaming-Grafikkarten der Serie Radeon RX 5700.

### 62 GeForce RTX 2060 & 2070 Super

### 64 3D-Druck mit Mondstaub

68 Filmrestaurierung: Dokumentarfilm „They Shall Not Grow Old“

116 Benchmarks: Aussagekräftigere Ergebnisse dank einem bisschen Mathematik

118 Web-Authentifizierung mit JSON Web Tokens statt Sessions

122 Wireshark: Was auf einem SharkFest passiert

### 166 EU untergräbt Grundrechte

180 Die Autovernetzung kommt nicht voran

182 Autovernetzung: 802.11p gegen C-V2X

186 BigInt in JavaScript: Rechnen mit beliebig großen ganzen Zahlen

## Praxis & Tipps

126 Schlösser knacken leicht gemacht

130 Androids eingebaute VoIP-Funktionen wieder aktivieren

132 Node-Red: Schimmelfreies Bad dank IoT

136 Monochrom-Fotos auf Smartphone und Tablet bearbeiten

138 openSUSE Leap 15.1 auf dem Raspberry Pi

### 140 Windows-Diagnose mit Process Explorer

146 Effizient lernen und Lernkarten erstellen mit Anki

### 152 KI: Monet-Gemälde aus Ihren Fotos

158 Datenbanken bearbeiten mit DBeaver

170 Tipps & Tricks

174 FAQ: Basics zum Linux-Kernel, Teil 4

## Rubriken

3 Editorial: Digitale Enteignung per DRM

8 Leserforum

13 Schlagseite

188 Story: Score! von Barbara Schwarz

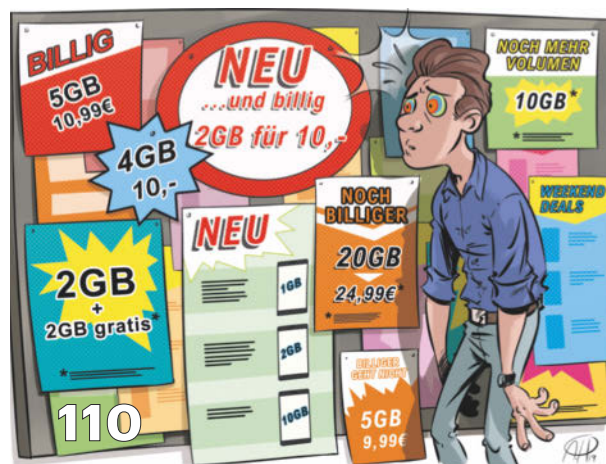
197 Seminare

198 Stellenmarkt

200 Inserentenverzeichnis

201 Impressum

202 Vorschau



## Günstige Mobilfunktarife

In Deutschland buhlen drei Mobilfunknetzbetreiber und unzählige Service-Provider um Kunden. Unsere Übersicht mit 30 günstigen Laufzeittarifen bis 20 GByte Datenvolumen hilft Ihnen bei der Auswahl. Dazu geben wir Tipps, worauf Sie vor dem Vertragsabschluss achten sollten.



c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.



# Leserforum

## Falsche Entscheidung

Editorial zu DAB+, c't 15/2019, S. 3

In den Anfangstagen von DAB (ich spreche von den 90er-Jahren) war viel die Rede vom „Henne-Ei-Problem“. Das hat sich denke ich überholt – ich kann in den Elektronik-Markt gehen und dort stehen gleich viele Radiogeräte mit wie ohne DAB-Empfang. Die empfangsmäßige Abdeckung mit Programmen ist ausgezeichnet.

Nachbarländer, die sich bisher sehr zurückgehalten haben mit DAB (wie z. B. Frankreich und Österreich), sind seit letztem Jahr voll auf den DAB-Zug aufgesprungen. Und in Niedersachsen möchte das Parlament das stoppen? Dort baut dann VW (teils im Landesbesitz) demnächst Autos, deren Radios entsprechend EU-Vorgabe mit DAB-Empfang ausgeliefert werden und dafür soll dann in Niedersachsen nicht mehr gesendet werden? Tollhaus.

Der Aspekt „Emergency Broadcasting“, der von Ihnen angeführt wird, ist ebenfalls richtig. Überall wurden die Sirenen abgebaut mit der Begründung, im Alarmierungsfall solle die Bevölkerung den Rundfunk einschalten. Im Sinne geringer Komplexität und großer Reichweite schon mit einem Sender hätte es übrigens auch Sinn gemacht, die Mittelwellensender weiter laufen zu lassen. Zusätzlich natürlich. „Redundancy is not a bad word in engineering.“

Klaus Huber ✓

## Richtige Entscheidung

Das Einstellen der Förderung von DAB+ ist die richtige Entscheidung. Für die Information im Katastrophenfall reicht ein geringer Frequenzbereich für wenige UKW-Sender. Für hochwertige Tonübertragung sollten die Mittel besser in die Internet-Infrastruktur eingebracht werden. DAB+ ist kein Gesprächsthema – ich kenne niemand, den es interessiert. Die Anmerkung, dass bei 5G nach zwei Stunden aus ist, sehe ich als tatsächliches Sicherheitsrisiko an. Katastrophen sind selten nach zwei Stunden erledigt.

Michael Zelger ✓

## Demokratieverlust

Ein wichtiger Aspekt wurde hier nicht erwähnt: der normale Zugang zum Medium Radio. Der öffentliche Rundfunk hat in einer Demokratie eine besondere Bedeutung. Dazu muss jeder Bürger einen leichten Zugang haben. Schaut man sich die momentane Situation beim Mobilfunk an, wo es für viele LTE nur gegen Aufpreis gibt und UMTS abgebaut wird, dann wage ich die Prognose, dass man beim endgültigen 5G-Ausbau deutlich mehr für seinen Internet-Zugang wird bezahlen müssen. Damit werden sich viele Leute einen Radiozugang nicht mehr leisten können oder wollen. Für die Demokratie eine Katastrophe.

Enno Hammes ✓

## Katzenklappe – mit App!

Schlagseite, c't 15/2019, S. 15

Vor einigen Wochen gab es in unserem Keller sehr unangenehme olfaktorische Belastungen: Es stank bestialisch. Nachdem mein technikaffiner Göttergatte auch im Keller eine Kamera (es ist nicht die erste im Haus, die Hunde werden bei unserer Abwesenheit auch gestalked) installiert hatte, wurde bei der Kontrolle nach einigen Tagen schnell klar: Es war der rotgetigerte Nachbarskater, der uns heimgesucht hatte.

Nach sorgfältigen Überlegungen, wie wir dem Einhalt gebieten könnten, beschloss mein Göttergatte die Investition in eine neue Katzenklappe. Das keifende Eheweib im Hintergrund (ich) warf ein leichtfertiges, aber ironisches „Aber nur eine mit App!“ in den Raum. Nun habe ich



Bild: Ritsch & Renn

Eine nicht repräsentative Auswertung der Leserbriefе zu c't 15/2019 ergab: Katzenklappen mit RFID und WLAN sind der wichtigste Bestandteil des Smart Home.

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

ein neues Portal mit exklusivem Zugang für unseren Prinz Pauli in unserer Kellertür. Schön. Groß. Teuer. Mit App!

Ich krieg die Motten! Jede Bewegung der Klappe quittiert das iPad mit einem „Miau!“. Ich kann ein Bewegungsprofil erstellen oder eine Statistik. Pauli darf nicht mehr durch die Haustür rein, denn dann würde er ja anschließend rausgehen, ohne drinnen zu sein. Statistisch gesehen. Heimlich lasse ich ihn dann zum Fenster raus, damit die Quote stimmt. Die Versuche des roten Teufels, bei uns einzudringen, sind signifikant zurückgegangen (ja, auch das erfasst die App). Grüße an den Abonnenten in Babenhausen!

Monika Eichler ✓

## Eine Katze, neun Kater

Sie ahnen nicht, was jede Nacht an unseren beiden RFID-gesteuerten Katzenklappen los ist. Ländlicher Raum, neun unkastrierte Kater – und die einzige Katze weit und breit wohnt bei uns. Den windigen Typen aus dem Cartoon haben wir, glaube ich, auch schon mal gesehen.

Christoph Steinbeck ✓

## Feilarbeiten beim Raspi-Gehäuse

Raspberry Pi 4: 4 GByte RAM, USB 3.0, 4K-Auflösung, mehr Rechenleistung, c't 15/2019, S. 16

Bei den Berichten und Videos der c't zum Thema Raspi 4 ist eines, so viel ich weiß, bisher noch nicht zur Sprache gekommen: Die vorderen Anschlüsse wurden nicht nur vertauscht, sondern stehen auf der Platine ca. 1–2 mm weiter nach vorne als beim Pi 3. Das hat mir bei der Anpassung meines „Desktop Computer Kit für Raspberry Pi 3 Modell B+“ große Schwierigkeiten bereitet.

Wir rocken den  
Sommer!!!



Gratis-  
Kopfhörer zu  
vielen Homepage-  
Paketen dazu!\*



# Homepage-Paket + Bluetooth-Kopfhörer

## 1blu-Homepage A

- > 1 .de-Domain inklusive
- > 3 externe Domains
- > 30 GB Webspace
- > Unbegrenzter Traffic
- > 100 E-Mail-Postfächer (20 GB Speicher)
- > 6 SSD-MySQL-Datenbanken, PHP 7.3
- > Über 100 1-Klick-Apps

**3,29**  
€/Monat\*

**Aktion bis 31.07.2019!**

## + Bluetooth-Kopfhörer

Federleichte und bequeme Bluetooth-Kopfhörer TT-BH026 von TaoTronics!

- > 8 Stunden Spielzeit mit iOS-Akkuanzeige
- > Nanobeschichtung zum Schutz vor Regen
- > Federleicht & bequem durch elastische Silikonbeschichtung
- > Geräuschunterdrückung & MEMS Mikrofon minimieren Hintergrundlärm
- > Sicherer Sitz mit magnetischem Design

\* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Einrichtungsgebühr für 1blu-Homepage A jeweils einmalig 4,90 €. Vertragslaufzeit jeweils 12 Monate; alle Verträge jeweils jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Ende der Vertragslaufzeit. Angebot für Bluetooth-Kopfhörer gilt bis 31.07.2019 und nur solange Vorrat reicht.

030 - 20 18 10 00 | **www.1blu.de**

Neben umfangreicher Feilarbeiten war auch die Vergrößerung der Schraubenlöcher auf der Platine angesagt mit all den vorhandenen Risiken. Für alle, die Ähnliches vorhaben: Booten von der SSD konnte ich nicht mehr, der Ein-/Ausschaltknopf auf der Zusatzplatine funktioniert, allerdings schaltet sich das Gerät nur selbstständig aus beim Befehl „Neu starten“. Warum? Keine Ahnung.

Helmut Hinterthür

## Naiv

Das Geheimnis des chinesischen Erfolges, c't 15/2019, S. 62

Dass Michael Link schreibt, Chinesen störe die permanente Überwachung wohl nicht, da man sie immer noch auf öffentlichen Plätzen sehe, finde ich reichlich naiv: Diejenigen, die nicht überwacht werden wollen, meiden solche Plätze freilich, wenn sie nicht sowieso schon wegen Kritik Repressalien erfahren oder sogar im Gefängnis sitzen.

Stephan Schleim

## Schwachstellen auch bei Quantenkommunikation

Europa baut Quantenkommunikation auf, c't 15/2019, S. 72

Bei aller Euphorie sollte man etwaige Schwachstellen auf den Clients nicht vergessen – genauso wie auf anderen PCs, Smartphones, Routern (vor und nach der Quantenkommunikationsstrecke) etc., die damit in Verbindung stehen könnten.

Die Kommunikation spielt sich nicht im luftleeren Raum ab. Es gibt ja einen Grund für die Kommunikation, einen Auslöser. Und die Kommunikation hat Auswirkungen, Reaktionen. Das sind Schnittstellen nach außen, die mehr oder weniger sichtbar sein könnten.

tau-ceti

## SMS-Tan war gut

Was sich ab September beim elektronischen Bezahlen ändert, c't 15/2019, S. 122

Der Wegfall der SMS-Tan wird gern mit PSD2 begründet, aber eigentlich stimmt das gar nicht. Und bisher konnte mir noch niemand nachvollziehbar begründen, warum die SMS-Tan unsicherer sein sollte als eine App! Im Gegenteil: Die SMS kann ich mit einem Dumm-Phone empfangen. Für die App braucht es ein (oftmals Tracking-verwandtes) Smartphone.

M76

## Linux bessere Alternative

Windows 10 das 7er-Styling verpassen, c't 15/2019, S. 152

Wer nicht von Windows 7 auf Windows 10 umsteigen will, sollte über den Wechsel zu Linux nachdenken. Kein Scherz. Distributionen wie Ubuntu oder Mint – zur Zeit mein Favorit – machens leicht. Ein wenig Umdenken muss man zwar, wird dafür aber mit einem flinken und stabilen Betriebssystem belohnt.

Wer den inneren Schweinehund überwindet, wird sich ärgern, dass er es nicht schon früher getan hat. Ich habs vor 10 Jahren getan und bin froh darüber.

Michael Kistinger

## Internet ist kaputt

So bringen Sie Ordnung ins Passwort-Chaos, c't 15/2019, S. 172

Ich verwende KeePass schon seit dem Erscheinen der ersten Versionen und schätze das Programm sehr. Anfangs war die Anzahl der Einträge sehr übersichtlich, denn da waren nur die heiklen Zugangsdaten für Online-Banking und dergleichen drin. Heutzutage sind da einige hundert Einträge und es wird langsam, trotz klarer Struktur, unübersichtlich.

Das hat aber nichts mit KeePass, sondern mit dem Unsinn, der im Internet ab-

## Wir freuen uns über Post

redaktion@ct.de

c't Forum

c't magazin

@ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend. Antworten sind kursiv gesetzt.

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

läuft, zu tun. Da sind die Sammelwut für Benutzerdaten vieler Internetanbieter, die Vorschläge von „Experten“ über den Aufbau von Passwörtern (niemals das gleiche, möglichst nicht ableitbar, möglichst viele Zeichen) und so weiter, die einen Direktaufruf einer Seite im Browser verunmöglichen. Daher muss fast bei jedem Inter- netzugriff KeePass laufen.

mia taugt

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Raspi-4-Messwerte

Raspberry Pi 4: 4 GByte RAM, USB 3.0, 4K-Auflösung, mehr Rechenleistung, c't 15/2019, S. 16

Die Messwerte in der Tabelle mit den Benchmarkergebnissen zum Raspberry Pi 4 sind korrekt, aber die obere Beschreibungszeile ist um eine Spalte nach rechts verschoben und ein Vertipper ist auch noch drin. Hier nun die korrekte Tabelle.

## Raspberry Pi: Leistungsvergleich Modelle 4 B und 3 B+

Raspberry-Version	7-zip 4 Kerne Zip / Unzip	EEMBC CoreMark 1 / 8 Threads	openssl speed aes-256-cbc	Gig. Ethernet senden / empfangen	USB schreiben / lesen	Leistungsaufnahme Soft-off / Leerlauf <sup>2</sup>	Leistungsaufnahme Volllast 8 Threads <sup>1</sup>
	[MIPS] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[MByte/s] besser ▶	[MBit/s] besser ▶	[MByte/s] besser ▶	[W] ◀ besser	[W] ◀ besser
Model 4 B, 4 GByte	3666/7703	8247/32427	64264	924/926	115/205	0,3/3,7	6,1
Model 3 B+, 1 GByte	2130/4998	4554/15167	41551	235/315	23/31	0,8/2,7	5,8

gemessen unter Raspbian „Buster“ 2019-6-20

<sup>1</sup> mit Gigabit Ethernet, Dongle für Funktastatur, Full-HD-Monitor angeschlossen, USB-C-Netzteil von der Raspberry Pi Foundation

<sup>2</sup> mit Gigabit Ethernet, Dongle für Funktastatur, ohne Monitor, USB-C-Netzteil von der Raspberry Pi Foundation





## B1 Managed Service & Support individuell – umfassend – kundenorientiert

Neue oder bestehende Systemlandschaften stellen hohe Anforderungen an Ihr IT-Personal. Mit einem individuellen Support- und Betriebsvertrag von B1 Systems ergänzen Sie Ihr Team um die Erfahrung und das Wissen unserer über 100 festangestellten Linux- und Open-Source-Experten.

Unsere Kernthemen:

**Linux Server & Desktop · Private Cloud (OpenStack & Ceph) · Containerization (Docker) ·  
Orchestration (Kubernetes) · Monitoring (Icinga, Nagios & ELK) · Patch Management ·  
Automatisierung (Ansible, Salt, Puppet, Chef)**

Wir sind für Sie da – mit qualifizierten Reaktionszeiten ab 10 Minuten und  
Supportzeiten von 8x5 bis 24x7!



**B1 Systems GmbH - Ihr Linux-Partner**

Linux/Open Source Consulting, Training, Development & Support

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN

[www.b1-systems.de](http://www.b1-systems.de) · [info@b1-systems.de](mailto:info@b1-systems.de)



VOICE  
ENTSCHEIDERFORUM

# Mesokosmos IT

## Zwischen Erkenntnis und Umsetzung

18. – 20. September 2019, Berlin

Betrachten Sie die Digitalisierung aus vier Blickwinkeln  
Anwender + Anbieter + Politik + Wissenschaft

Verleihung des VOICE High Potential Award – nur für Anwenderunternehmen  
jetzt bewerben unter [entscheiderforum@voice-ev.org](mailto:entscheiderforum@voice-ev.org)!

Sprecher sind unter anderem



Arne Schönbohm  
Bundesamt für Sicherheit in der  
Informationstechnik



Stefan Muhle  
Nds. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr,  
Arbeit und Digitalisierung



Prof. Dr. Daniel Cremers  
Technische Universität München

Jetzt anmelden unter [www.voice-entscheiderforum.org](http://www.voice-entscheiderforum.org)

Partner



Eine Veranstaltung von



In Kooperation mit











Bild: Deutsche Telekom

# Frühstart fürs schnellste Netz

## Die Telekom startet den Vorverkauf von 5G-Geräten und -Tarifen

**Die Telekom hat als erster deutscher Netzbetreiber mit dem Verkauf von 5G-Tarifen und passenden Geräten begonnen. Der Netzausbau wird allerdings noch ein wenig auf sich warten lassen.**

**Von Urs Mansmann**

**F**achleute hatten eigentlich erst 2020 mit dem Start des ersten deutschen 5G-Netzes gerechnet. Die Telekom ist nun vorgeprescht und hat zwei Tarife für das neue Funknetz vorgestellt. Wer zum Start von 5G dabei sein will, muss tief in die Tasche greifen, denn die Telekom verkauft den Tarif „MagentaMobil XL Special“ für 85 Euro im Monat. Ohne 5G ist die vergleichbare LTE-Flat nur 5 Euro im Monat billiger. Alternativ kann der Kunde einen reinen Datentarif wählen, der im Monat dann rund 75 Euro kostet.

Die Telekom steigt mit zwei Smartphones und einem mobilen Hotspot in das

5G-Geschäft ein. Die Oberklasse-Smartphones Samsung Galaxy S10 5G und Huawei Mate 20 X 5G kosten einmalig 800 beziehungsweise 700 Euro, wenn man sie zusammen mit dem Abschluss eines Zweijahresvertrags erwirbt. In den ersten zwei Jahren müssen Kunden also insgesamt rund 2800 Euro auf den Tisch legen. Etwas günstiger wird es mit der Hotspot-Variante, hier kommt man inklusive Hardware mit 2400 Euro in den ersten zwei Jahren weg.

Die neue 5G-Funktechnik wird erst einmal Geräten der Oberklasse vorbehalten sein. Auch der LTE-Standard war zunächst nur in der Oberklasse zu finden und gelangte dann nach und nach auch in Geräte erst der oberen und dann der unteren Mittelklasse und ist heute bereits in günstigen Einstiegsgeräten Standard. Ähnlich wird es höchstwahrscheinlich auch bei 5G ablaufen. Wer jetzt die Neubeschaffung eines Mittelklasse-Smartphones für die Nutzung in den kommenden zwei bis drei Jahren plant, darf davon ausgehen, dass es das letzte Gerät ohne 5G sein wird.

Das 5G-Netz lässt sich bei der Telekom vorerst nur mit einem der neuen Special-Tarife nutzen. Alle anderen Nutzer bleiben zunächst außen vor, auch wenn sie bereits ein 5G-fähiges Gerät besitzen. Voraussichtlich zur IFA in Berlin Anfang September wird die Telekom weitere Tarife und detailliertere Ausbaupläne vorstellen. Nach den Erfahrungen mit dem 4G-Netzstart steht zu erwarten, dass nach und nach immer mehr Kunden Zugriff auf das 5G-Netz erhalten. Dieser Prozess wird aber möglicherweise sehr lange dauern: Derzeit gibt es immer noch zahlreiche Kunden, die mit ihrem Mobilfunktarif trotz passender Hardware noch nicht einmal das 4G-Netz nutzen können und mit dem schlecht ausgebauten und langsamen 3G-Netz abgespeist werden.

### Mehr Tempo

5G verspricht deutlich mehr Tempo als LTE. Die Latenzen sollen niedriger sein, die erzielbaren Datenraten knacken schon in den Testnetzen die 1-GBit/s-Marke, wie die Telekom der Presse stolz vorführte. In der Leistungsbeschreibung ist zwar noch von LTE-typischen 300 MBit/s die Rede, allerdings sichert die Telekom den Kunden auch zu, dass der maximale Durchsatz des Netzes nicht begrenzt wird. Technisch ist es kein Problem, mit 5G in einer Funkzelle mehr als 1 GBit/s zu übertragen.

Für den schnellen Datentransfer sorgt ein ganzes Bündel innovativer Techniken.

Eine davon ist das sogenannte Beamforming. An der Basisstation sind dazu Gruppen von Antennen zusammengeschaltet, im Frequenzbereich um 3,5 GHz typischerweise 64, bei künftigen höheren Frequenzen können es dann auch einige hundert bis über tausend Antennen sein, die einzeln oder in Gruppen angesteuert werden. Durch Phasenverschiebung werden dabei eine oder mehrere Richtkeulen erzeugt, die das Signal für einzelne Nutzer oder Nutzergruppen mit sehr geringer Verzögerung gezielt anheben können, beispielsweise wenn sie an einem schlechten Empfangsort sind. Durch ständige Messung wird eine solche Richtkeule bei Bedarf auch nachgeführt, etwa wenn der Nutzer in einem schnellen Fahrzeug sitzt.

In der Praxis werden 5G-Nutzer in den ersten Wochen und Monaten sehr schnell im Internet unterwegs sein, wenn sie das Glück haben, gerade in Reichweite einer 5G-Basisstation zu sein, denn im 5G-Netz wird zu Beginn mangels Geräten wenig los sein. Wer das Glück hat, eine Zelle gerade alleine zu nutzen, darf sich dann über extrem hohe Datenraten freuen. Mit der Zeit wird die Zahl der Nutzer allerdings zunehmen. Dann ist damit zu rechnen, dass es zwar im Vergleich zu 4G und ganz besonders 3G immer noch flott vorangeht, dass aber die Spitzendatenraten nur noch im Ausnahmefall erreicht werden.

Die niedrige Latenz wird vor allem komplexe Abfragen erleichtern. Das Herunterladen neuer E-Mails von einem IMAP-Server oder das Laden komplexer Webseiten hängt eben nicht nur an der Datenrate, sondern auch daran, wie schnell einzelne Abfragen des Clients vom Server beantwortet werden können. Die künftige Erweiterung Edge-Computing, also die Platzierung von Servern in der Basisstation und damit extrem geringe Latenzzeiten, wird ganz neue Anwendungen möglich machen, beispielsweise bei der Steuerung von Industrierobotern, in der Telemedizin, aber auch für mobiles Gaming.

## Der Netzausbau beginnt

Die ersten 5G-Zellen sollen in Berlin und Bonn an den Start gehen. Bei der Vorstellung der Tarife war offenbar noch keine einzige öffentliche 5G-Zelle am Netz, das soll aber in den nächsten Wochen erfolgen. Nach Angaben der Telekom steht die Technik bereits bereit, es fehlt aber noch die formelle Zuweisung der gerade erstiegenen Frequenzen durch die Bundesnetzagentur. Bis Ende des Jahres will die Tele-



Michael Hagspihl, Geschäftsführer Privatkunden der Telekom, stellte in Berlin die neuen 5G-Tarife vor. Rechts im Bild ist eine offene Massive-Mimo-Antenne zu sehen.

kom rund 300 5G-Funkzellen an mehr als 100 Standorten in Betrieb nehmen. Bis Jahresende soll der Ausbau auch in Darmstadt, Hamburg, Leipzig und München starten. Nächstes Jahr sollen weitere Städte dazukommen, ehe der Ausbau peu à peu auch ländlichere Gebiete und eines fernen Tages dann auch die eine oder andere Milchkanne erreicht. Auf's Gesamt-netz gerechnet sind 100 Standorte zunächst nur ein Tropfen auf den heißen Stein. Insgesamt betreibt die Telekom derzeit 29.000 Standorte und will diese Zahl bis 2021 auf 36.000 erhöhen.

Die neue Mobilfunktechnik zeigt auch die Grenzen der bisherigen Infrastruktur auf. Die Anbindung einer 5G-Funkzelle muss zwingend per Glasfaser erfolgen, denn die bisher für 2G, 3G und 4G vielerorts eingesetzten Richtfunkstrecken geben die erforderlichen Datenraten von mehreren GBit/s pro 5G-Standort technisch nicht her. Die Telekom hat aber erst rund drei Viertel ihrer Standorte per Glasfaser erschlossen. Bei Baukosten von 10 bis 100 Euro pro Meter Strecke wird die Telekom hier nochmals erhebliche Mittel in den Tiefbau investieren müssen. Positiver Nebeneffekt könnte sein, dass neue Glasfaserstrecken in ländliche Gebiete dort auch die Festnetzversorgung verbessern. Wenn Glasfaser erst einmal liegt, lassen sich je nach Standort darüber dann auch Festnetzanschlüsse mit hohen Datenraten versorgen.

Schon 2017 kündigte die Telekom an, das 3G-Netz außer Betrieb zu nehmen. Aus frequenzökonomischer Sicht ist das durchaus sinnvoll, denn mit 5G lassen sich bei gleicher Bandbreite erheblich höhere

Datenraten in einem viel lastfesteren Netz bei besserer Übertragungsqualität erzielen. GSM (2G), das bereits seit 27 Jahren in Betrieb ist, wird noch etliche Jahre weiter betrieben werden, denn es dient unter anderem als Rückfallebene für die Telefonie von 4G-Geräten, wenn diese kein VoLTE beherrschen.

## Geplantes Aus für 3G

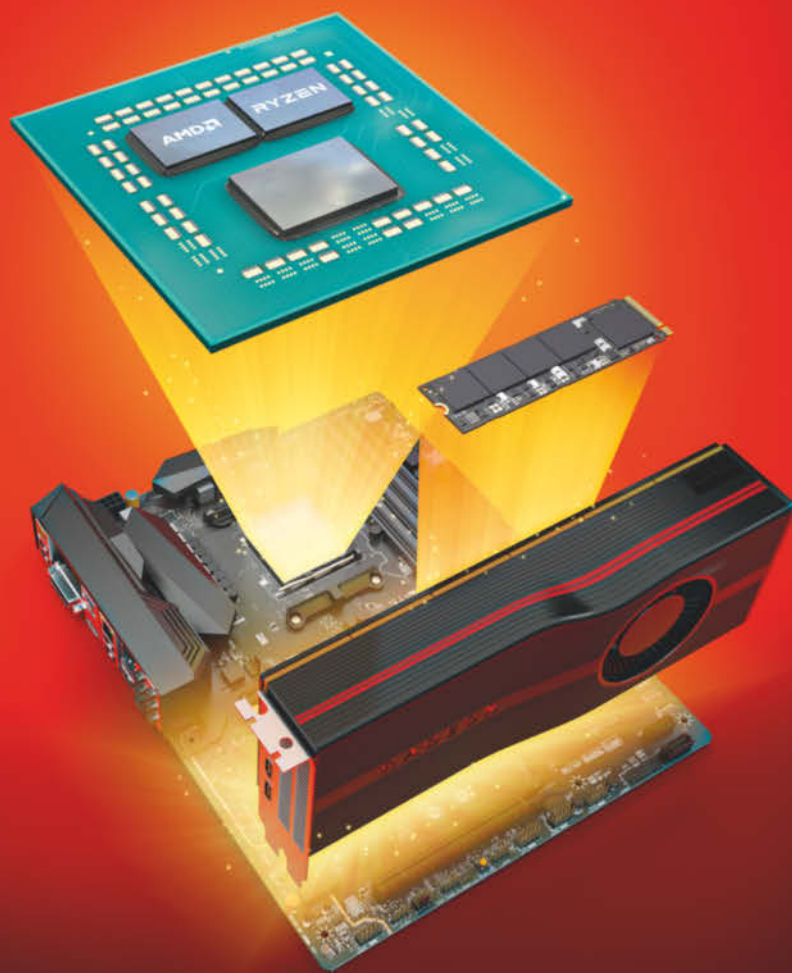
Für viele Kunden würde der Wegfall von UMTS eine erhebliche Einschränkung bedeuten. Ältere Geräte, die noch kein LTE beherrschen, fallen dann auf GSM zurück. Bei Datenraten von maximal 200 kBit/s ist damit aber keine vernünftige Nutzung mehr möglich. Spätestens wenn die 3G-Netze außer Betrieb gehen, müssen die betroffenen Anwender neue Hardware kaufen. Auch gibt es noch viele Tarife von Discountern, die keinen Zugriff aufs LTE-Netz ermöglichen. Das immerhin wäre mit einem Federstrich lösbar, wenn die Zugangsbeschränkungen für LTE endlich für alle Provider und deren Tarife aufgehoben würden.

Noch zögern die Provider mit der Abschaltung, aber mit dem Start von 5G und der stetig steigenden Nachfrage nach schnellen Datendiensten werden sie bald unter Druck geraten, ihre Netze zu modernisieren. Vodafone und die Telekom peilen einem Bericht des Spiegel zufolge für die Abschaltung 2021 an, auch wenn eine Sprecherin der Telekom aktuell versicherte, dass die Abschaltung noch nicht terminiert sei. Wenn die Nachfrage nach 5G kräftig ausfällt, könnte das die Abschaltung der alten Netztechnik womöglich forcieren.

(uma@ct.de) **ct**

# Voll auf die Zwölf

Ryzen 9 3900X und Ryzen 7 3700X mit  
PCI Express 4.0



<b>Ryzen 3000: Architektur und Performance .....</b>	<b>Seite 16</b>
<b>PCIe-4.0-SSD im Test .....</b>	<b>Seite 22</b>
<b>Spieleleistung von Ryzen 3000 .....</b>	<b>Seite 24</b>
<b>PCIe-4.0-Grafikkarten Radeon RX 5700 und RX 5700 XT .....</b>	<b>Seite 26</b>



## Mit bis zu 12 Kernen und Zen-2-Architektur übertrumpfen die 7-nm-Prozessoren AMD Ryzen 3000 Intels Core-i-9000-Serie. Zusammen mit dem neuen X570-Chipsatz liefern die neuen CPUs PCI Express 4.0, wovon rasend schnelle SSDs und Grafikkarten profitieren.

Von Christian Hirsch

**M**it der dritten Generation der Ryzen-Prozessoren will AMD nicht nur die Performance-Krone zurückholen, sondern auch die Technologie-Führerschaft von Intel übernehmen. Überarbeitete Rechenwerke, größere Caches sowie ein heterogenes Chipdesign sollen die bisherigen Schwachstellen ausmerzen, sodass die Ryzen 3000 Intels Core-i-9000-Prozessoren nun auch bei der Singlethread-Leistung hinter sich lassen. Ob das bei 3D-Spielen geklappt hat, lesen Sie auf Seite 24.

Zudem hält mit Ryzen 3000 erstmals PCI Express 4.0 in Desktop-PCs Einzug, was das Schnittstellentempo von Grafikkarten und SSD verdoppelt. Die erste SSD sowie die Gaming-Grafikkarten Radeon 5700 und 5700 XT mit PCIe 4.0 haben wir auf Seite 22 und 26 getestet.

Die von uns getesteten Prozessoren Ryzen 9 3900X mit 12 und Ryzen 7 3700X mit 8 Kernen eignen sich für professionelle Anwendungen wie Rendering und Videoschnitt. Preiswerter sind die Ryzen 5 mit sechs Kernen, welche für Allround-PCs und Gaming-Rechner ausreichen.

### Mehr Chips für mehr Kerne

Bei den AM4-Prozessoren Ryzen 3000 „Matisse“ hat AMD den Aufbau fundamental geändert und verwendet nun ein sogenanntes Chiplet-Design: Unter dem Heatspreader sitzen ein I/O-Die sowie je nach Kernanzahl des Prozessors ein oder zwei CPU Core Die(s) (CCD) mit jeweils acht Kernen. Letztere bestehen wiederum aus je zwei CPU Core Complexes (CCX) à vier Kernen. Die CCDs stammen vom taiwanischen Auftragsfertiger TSMC, der sie in 7-nm-Technik fertigt. Mit 74 mm<sup>2</sup> Fläche sind sie deutlich kleiner als die bisherigen Ryzen-Achtkern-Dies (213 mm<sup>2</sup>).

Die Zahl der Transistoren hat von 4,8 auf 3,9 Milliarden abgenommen, weil ein Teil der Funktionen ins I/O-Die gewandert ist.

Die Größe des Level-2-Caches bleibt unverändert, jedem Kern stehen 512 KByte zur Verfügung. AMD hat den Level-3-Cache pro CCX auf 16 MByte verdoppelt, der als Opfer-(Victim)-Cache Daten aufnimmt, die aus dem L2 verdrängt wurden.

Die CCXes kommunizieren per Infinity Fabric mit dem I/O-Die. Diese Hochgeschwindigkeitsschnittstelle kommt bereits seit den ersten Ryzen-CPU und den Server-Prozessoren Epyc zum Einsatz. Der Datenaustausch zwischen den CCXes läuft immer über das I/O-Die, selbst wenn diese auf dem gleichen CCD liegen. Das hat den Vorteil, dass die Latenzen beim Speicherzugriff und bei der Inter-Kern-Kommunikation identisch sind.

Alle übrigen Prozessorfunktionen stecken im I/O-Die, das bei GlobalFoundries in 12-nm-Strukturgröße vom Band läuft. Es besteht unter anderem aus einem DDR4-Speicher-Controller mit zwei Kanälen, einem PCI-Express-Root-Hub mit 24 PCIe-4.0-Lanes sowie einem Control-

ler für vier USB-3.2-Gen-2-Ports (10 GBit/s). Zwei der PCIe-Lanes können für M.2-SSDs oder SATA-Anschlüsse als SATA-6G-Leitungen arbeiten.

Sofern nur ein Modul im Speicherkanal steckt, erlaubt AMD bei Ryzen 3000 DDR4-3200. Erste DIMMs, die dieses Tempo mit JEDEC-konformen Timings bei 1,2 Volt Spannung schaffen, gibt es seit April von Crucial zu kaufen. Höhere Geschwindigkeiten fallen unter Overclocking.

Beim X570-Chipsatz hat AMD Entwicklungsressourcen gespart und verwendet dafür einfach eine 14-nm-Version des I/O-Dies mit stillgelegtem Speicher-Controller. Er kommuniziert über vier PCIe-4.0-Lanes mit dem Prozessor. Er stellt für Erweiterungssteckplätze und PCI-Express-Chips acht PCIe-4.0-Lanes, für SSDs und Festplatten vier SATA-Ports und für Peripheriegeräte acht USB-3.2-Gen-2 (10 GBit/s) sowie vier USB-2.0-Ports bereit. Darüber hinaus gibt es acht Leitungen, die die Board-Hersteller flexibel für PCIe 4.0 oder SATA 6G nutzen können, beispielsweise um damit beide Typen von M.2-SSDs anzubinden.

### Architektureinblick

AMD verspricht für die Zen-2-Architektur von Ryzen 3000 im Vergleich zu Zen 1 ein Leistungsplus von 15 Prozent, wenn man die Instructions pro Zyklus (Instructions per Clock, IPC) vergleicht. Dies erreicht der Chiphersteller durch den bereits angesprochenen größeren L3-Cache sowie durch Änderungen innerhalb der Kerne.

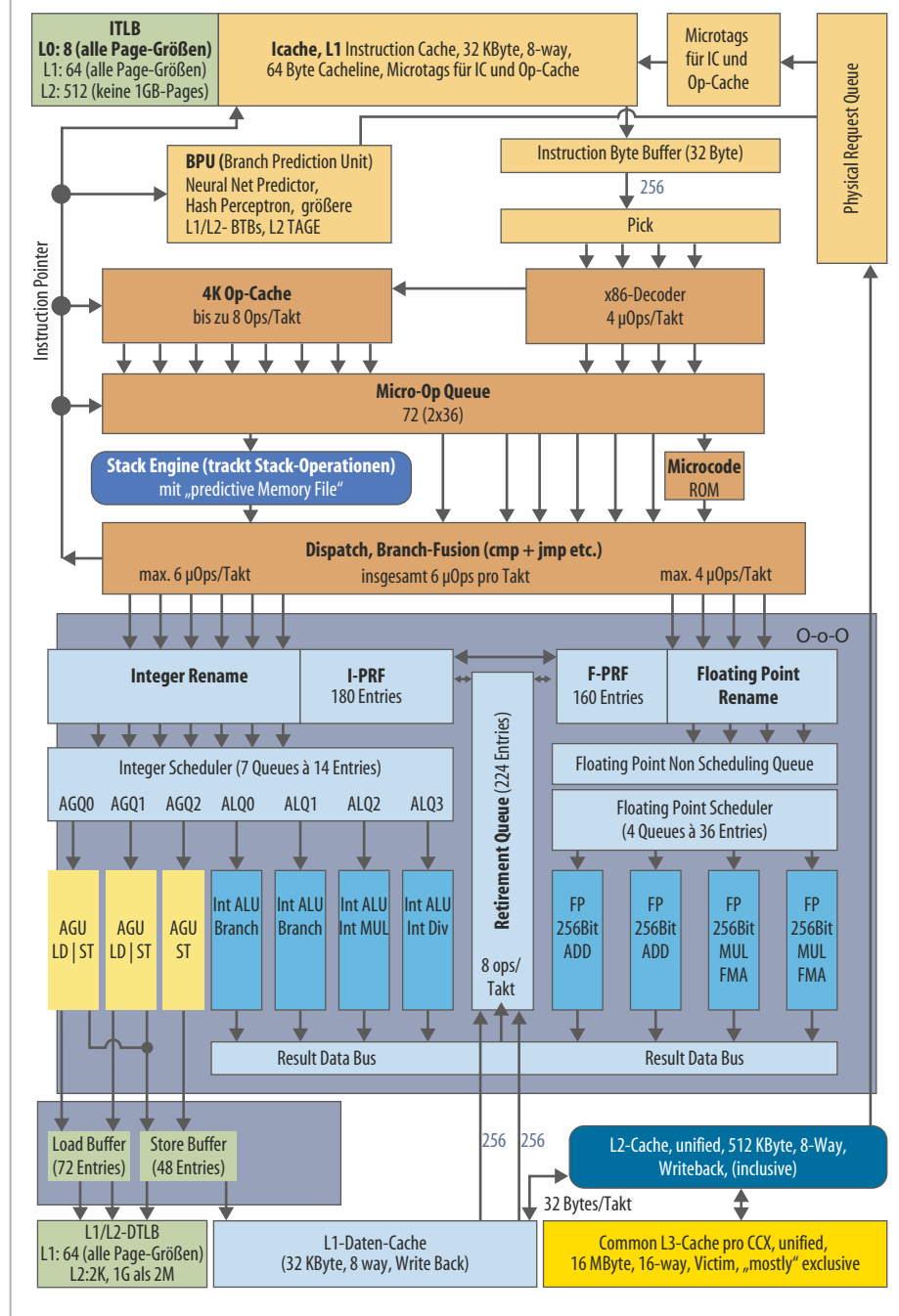
Bereits bei Zen 1 hatte AMD den Op-Cache recht großzügig ausgelegt [1]. Er



Für die neuen Mainboards mit X570-Chipsatz und PCI Express 4.0 muss man mindestens 170 Euro ausgeben.

## Zen-2-Mikroarchitektur

Einer von vier Kernen eines Compute Cluster Complex (CCX) von Ryzen 3000



puffert bereits übersetzte (dekodierte) Mikrooperationen ( $\mu$ Ops), allerdings in einem Zwischen-Code, der zum Teil – etwa bei AVX – mehrere  $\mu$ Ops umfasst. Das ist an dieser Stelle effizienter als ein reiner  $\mu$ OP-Cache. AMD nutzt dazu sogenannte Microtags, die die x86-Befehlsadressen und -längen schon ganz früh im Instruktionsstrom markieren. Anstelle von 2000 (Zen 1) kann der Zen-2-Op-Cache doppelt so viele solcher Zwischen-Ops speichern. Diese Caches steigern

nicht nur die Performance, sondern sparen vor allem reichlich Energie; mitunter lässt sich der vordere Teil des Frontends komplett abschalten.

Der Level-1-Instruktions-Cache ist nunmehr acht- statt vierfach assoziativ ausgelegt. Es gibt jetzt acht Möglichkeiten, eine Speicheradresse in einem Cache-Block abzubilden, was die Wahrscheinlichkeit für einen Cache Miss reduziert. Um den gestiegenen Hardware-Aufwand dafür zu kompensieren, hat AMD die

Größe des Caches von 64 auf 32 KByte halbiert.

Die Sprungvorhersage arbeitet mit zwei Branch Target Buffern (BTB) in zwei Stufen. Level 1 (L1) verwendet weiterhin die Vorhersagestrategie Hashed Perception, eine Art neuronales Netz. Trifft die „Recent Prediction“ zu, soll sie ohne zusätzlichen Takt auskommen. In Stufe 2 (L2) übernimmt eine neu entwickelte Tagged-Geometric-Sprungvorhersage (TAGE). Diese kann durch zusätzliches Tagging mehrere und längere Sprungverläufe auswerten und deshalb genauere Vorhersagen treffen. Zugleich hat AMD die BTBs von 256 auf 512 (L1) beziehungsweise von 4000 auf 7000 Einträge (L2) vergrößert. Das alles zusammen führt nach Angaben des Chipherstellers zu ungefähr 30 Prozent weniger falschen Vorhersagen.

Den größten messbaren Zuwachs gibt es bei der Gleitkommaleistung, die sich bei Ryzen 3000 pro Kern verdoppelt. Die vier Floating-Point-Einheiten (FP) können nun wie bei Intel Core i-9000 jeweils 256 Bit breite AVX2-Befehle abarbeiten. Zen 1 teilte AVX2-Befehle auf zwei  $\mu$ Ops auf, die dann separat von den bisherigen 128-Bit-Funktionseinheiten ausgeführt wurden. Die breiteren Busse belegen mehr wertvollen Platz auf dem Halbleiter-Die, weshalb AMD diesen Schritt erst jetzt mit dem Wechsel von 12- auf 7-nm-Fertigung ging. Die Latenzen bei Gleitkomma-Multiplikationen sinken bei Zen 2 von vier auf drei Zyklen.

Auch bei den Integer-Einheiten hat sich etwas getan: Es ist eine dritte Address Generator Unit (AGU) hinzugekommen, womit die Ryzen mit Intels Core-i-Prozessoren gleichziehen. Die Breite der AGUs verdoppelt sich von 128 auf 256 Bit, da sie auch für Floating-Point-Operationen zum Einsatz kommen.

Die neue Einheit kann jedoch nur einen Store, aber keinen Load in Auftrag geben. Und damit der zusätzlichen Einheit nicht der Nachschub ausgeht, können die physischen Register Files (PRF) im Integer-Block nun 180 statt 168 Befehle aufnehmen. Damit beim Zurückschreiben der Ergebnisse über die Retirement Unit kein Stau entsteht, gibt es für die zwei Threads pro Kern einen Puffer von 112 Einträgen. Bei Zen 1 waren es 96 Einträge.

Mit der Zen-2-Architektur erhalten die Ryzen-Prozessoren zudem die ersten Hardware-Anpassungen für die seit Anfang 2018 bekannt gewordenen Sicherheitslücken. Dazu zählen unter anderem

# Ab € 49,00

Do IT  
right!

**Alle dedizierten Server in der Serverbörse haben:**

- Prozessoren der Intel Xeon Baureihe
- Duale, redundante Netzteile
- Betrieb in unserem ISO 27001 RZ in Deutschland

# Die Serverbörse



## MANAGED SERVER

First Class Service. Wir übernehmen Betrieb, Updates und Konfigurationen.

DEDICATED

VIRTUAL



## MANAGED CLOUD

Skalierbarkeit mit Private- oder Hybrid Cloud Strukturen.

MANAGED

SCALABLE

[www.centron.de/serverboerse](http://www.centron.de/serverboerse)

# centron

Ihr Rechenzentrum in 

 cloud  
services  
MADE IN GERMANY

**Datenhaltung ausschließlich im centron Rechenzentrum in Deutschland**





Spectre V1 (Bounds Check Bypass), Spectre V2 (Branch Target Injection) und Spectre NG/V4 (Speculative Store Bypass Disable). Von den übrigen Lücken will AMD nicht betroffen sein, auch wenn Sicherheitsforscher bereits erfolgreich Angriffe über den eng mit Spectre V1 verwandten Meltdown-BR (Bounds Check Bypass) durchführen konnten [2].

## Leistung im Überfluss

Für die Tests haben wir die Prozessoren jeweils mit 16 GByte Arbeitsspeicher und einer SATA-6G-SSD getestet. Die Geschwindigkeit des RAM betrug jeweils das Maximum, das die CPU-Hersteller laut Spezifikation erlauben: Die Ryzen 3000-Systeme bestückten wir mit DDR4-3200, Ryzen 2000 mit DDR4-2933 und die Intel-CPU's paarten wir mit DDR4-2666.

Die Benchmarks führten wir soweit nicht anders angegeben mit Windows 10 1903, allen Updates und neuestem BIOS durch, sodass alle bis dato erhältlichen Patches und Anpassungen für die Sicher-

heitslücken Spectre/Meltdown aktiv waren. Zudem haben wir die Power Limits beim Core i5-9600K und Core i9-9900K korrekt auf die Intel-Vorgaben (PL1: 95 Watt, PL2: 118 Watt, PL2Tau: 8 Sekunden) eingestellt [3].

Die Paradedisziplin von Ryzen 3000 sind Anwendungen, die von vielen Kernen und Threads profitieren. Dazu zählen beispielsweise das Komprimieren von Dateien mit 7-Zip und Rendering-Programme wie Blender und Cinema 4D. Bei letzteren holt der Ryzen 9 3900 dank der vier zusätzlichen Kerne einen Vorsprung von über 60 Prozent auf den Core i9-9900 heraus. Selbst der 65-Watt-Prozessor Ryzen 7 3700X schneidet in dieser Disziplin um 8 bis 11 Prozent besser ab als Intels schnellster LGA1151v2-Prozessor mit ebenfalls acht Kernen, der zudem ein höheres thermisches Budget von 95 Watt hat. Das Komprimieren erledigt der Ryzen 7 um 27 Prozent schneller als der Core i9.

Der große Vorsprung geht hauptsächlich aufs Konto der mit 64 beziehungswei-

se 32 MByte für Desktop-PC-Prozessoren riesigen Level-3-Caches der Ryzen 3000, während der Core i9-9900K mit 16 MByte auskommen muss. Bei Blender und dem von Cinema 4D abstammenden Rendering-Benchmark Cinebench R20 spielen zudem die doppelt so leistungsstarken Gleitkommaeinheiten eine Rolle. Die Programme verwenden Intels Raytracing-Bibliothek Embree, die verstärkt von AVX-Befehlen Gebrauch macht.

Dass sich die Floating-Point-Rohleistung tatsächlich verdoppelt und AMD damit eine bisherige Ryzen-Schwäche ausbügelt, konnten wir mit dem Tool Flops bestätigen: Während das Vorgängertopmodell Ryzen 7 2700X bei doppelter Rechengenauigkeit lediglich 258 GFLOPs schafft, liegt der Achtkerner Ryzen 3700X nun gleichauf mit dem Core i9-9900K bei rund 540 GFLOPs.

Doch nicht nur bei Multithread-tauglicher Software oder Anwendungen, die hochoptimierten Code verwenden, verschafft Ryzen 3000 ein Leistungsplus: Bei gleichem Takt rechnet ein einzelner Kern rund 15 Prozent schneller als bei Ryzen 2000. Die gestiegene Singlethread-Performance kommt vor allem Büroanwendungen zugute. Im Office-Benchmark Sysmark 2018 schneiden die Ryzen-CPU's der dritten Generation besser als ihre Vorgänger ab, müssen sich dem in dieser Disziplin schnellsten Intel-Prozessor Core i9-9900K jedoch weiterhin geschlagen geben.

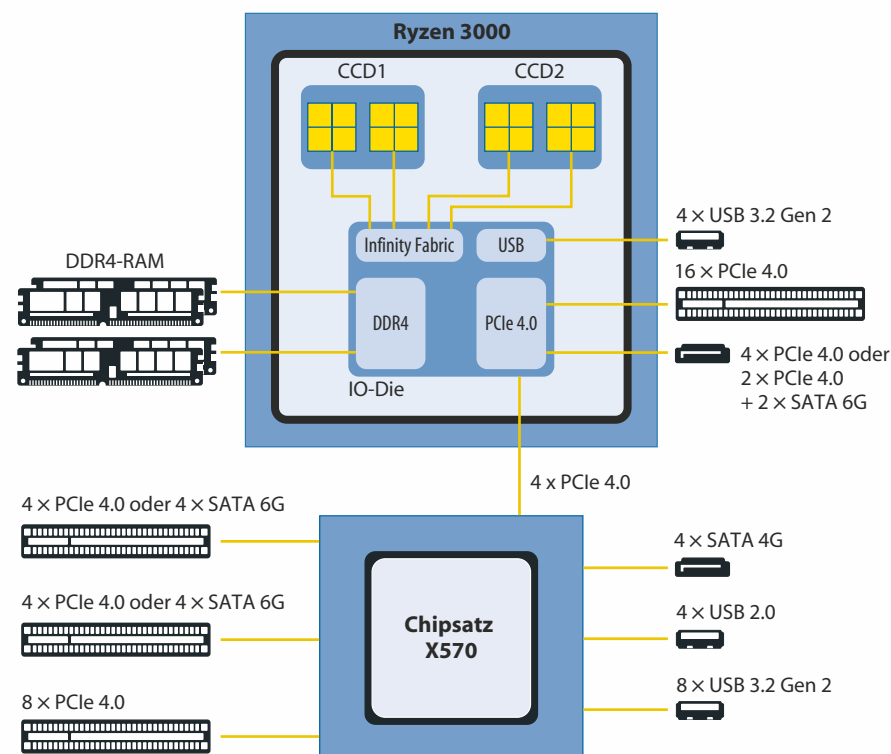
## Schnelleres Schalten

Das liegt vermutlich an den längeren Latenzen der Ryzen-CPU's beim RAM-Zugriff und bei der Kern-zu-Kern-Kommunikation mit anderen CCXes über das I/O-Die. Dank des größeren L3-Caches sinkt zwar die Speicherlatenz von 79 (Ryzen 7 2700X) auf 62 Nanosekunden (Ryzen 9 3900X). Intels Core i9-9900K mit seinem monolithischen Chip, bei dem die einzelnen CPU-Kerne durch einen Ring-Bus miteinander verbunden sind, benötigt dafür jedoch lediglich 49 Nanosekunden.

Zudem hat AMD bei der Software Änderungen vorgenommen, um die Performance der Ryzen-Prozessoren besser auf die Straße zu bringen. Die Ryzen 3000 wechseln zwischen den verschiedenen Taktstufen nun nicht mehr vom Betriebssystem veranlasst über die klassischen Performance States (P-State), sondern überlassen dies der prozessoreigenen Firmware. Dazu nutzt AMD die in der

## Ryzen-3000-Plattform

Mit der dritten Generation hat AMD die AM4-Plattform general-überholt. Alle PCI-Express-Lanes des X570-Chipsatzes und der Ryzen-3000-CPU arbeiten nun im PCIe-4.0-Modus. Einige der Leitungen lassen sich wahlweise als SATA 6G oder PCIe 4.0 betreiben, beispielsweise für M.2-Steckplätze.



ACPI-Spezifikation beschriebene Collaborative Processor Performance Control (CPPC), wodurch die CPU innerhalb von 1 bis 2 statt bisher rund 30 Millisekunden ihre Taktfrequenz ändern kann. Intel nutzt CPPC bereits seit Core i-6000 „Skylake“.

Für diese Funktion muss unter Windows 10 der aktuelle AMD-Chipsatz-Treiber mit Version 1.07.07.0725 installiert sein. Für veraltete Windows-Versionen wie 7 oder 8.1 leistet AMD keinen Support. In der Praxis konnten wir beim Zwölfkerner in der Single-Thread-Wertung des Cinebench R20 einen Geschwindigkeitsvorteil von 4 Prozent mit aktiviertem CPPC messen.

Gemeinsam mit Microsoft hat AMD den Scheduler von Windows 10 überarbeitet. Dieser wurde besser an die Architektur der Ryzen-Prozessoren angepasst, bei der die CPU-Kerne im Viererpack in CCXes angeordnet sind und auf verschiedenen Chips sitzen können. Ab Windows 10 1903 alloziert der Scheduler die Threads einer Anwendung zunächst gezielt auf einem einzelnen CCX, damit die Latenzen bei der Kommunikation der einzelnen Threads möglichst gering ausfallen. Im Vergleich zwischen Windows 10 1809 und 1903 komprimiert der Ryzen 9 3900X dadurch mit 7-Zip 11 Prozent schneller. Beim Videokodieren mit Handbrake beträgt der Vorteil 3 Prozent. Auch der Ryzen 7 2700X rechnete mit der aktuellen Windows-Version 1903 um 7 beziehungsweise 5 Prozent schneller – vom neuen Scheduler profitieren also auch Ryzen 1000 und 2000.

## Hungriger Chipsatz

Dank 7-nm-Fertigung überholen die Ryzen 3000 die Core-i-9000-CPU's auch in puncto Effizienz. Im Cinebench R20 liefern die beiden getesteten Ryzen-3000-CPU's ungefähr 35 Cinebench-Punkte pro Watt, während der Core i9-

## Ryzen-3000-Prozessoren, AM4, 7 nm

Prozessor	Basis- / Boost-Takt	Kerne / Threads	L3-Cache	TDP	Preis
Ryzen 9 3950X	3,5 / 4,7 GHz	16 / 32	64 MByte	105 W	749 € <sup>1</sup>
Ryzen 9 3900X	3,8 / 4,6 GHz	12 / 24	64 MByte	105 W	529 €
Ryzen 7 3800X	3,9 / 4,5 GHz	8 / 16	32 MByte	95 W	429 €
Ryzen 7 3700X	3,6 / 4,4 GHz	8 / 16	32 MByte	65 W	349 €
Ryzen 5 3600X	3,8 / 4,4 GHz	6 / 12	32 MByte	95 W	265 €
Ryzen 5 3600	3,6 / 4,2 GHz	6 / 12	32 MByte	65 W	209 €
TDP: Thermal Design Power <sup>1</sup> ab September					

9900K nur 31 Punkte pro Watt erreicht. Die Vorgänger Ryzen 7 2700X und Ryzen 7 2700 liegen bei 20 beziehungsweise 30 Punkten pro Watt.

Die Ryzen-CPU's dürfen ihre Thermal Design Power (TDP) überschreiten, sofern der verwendete Kühler genug Reserven mitbringt und die Temperatur im grünen Bereich bleibt. AMD erlaubt beim Ryzen 9 3900X mit 105 Watt TDP eine maximale Package Power von 142 Watt und bei der 65-Watt-CPU Ryzen 7 3700X 88 Watt, die beide Prozessoren in der Praxis auch ausschöpfen.

Bei ruhendem Windows-Desktop schluckt die neue Plattform mit X570-Chipsatz 45 Watt. Das sind rund 10 Watt mehr als bisher, weil der X570-Chipsatz wegen PCI Express 4.0 energiehungriger ist. Aus diesem Grund sitzt auf nahezu allen Mainboards ein Chipsatzlüfter. Dieser ist meist nicht zu hören. Steckt jedoch eine High-End-Grafikkarte im System, verdeckt diese bei vielen Boards den Lüfter, weshalb er die warme Abluft ansaugt und entsprechend lauter wird.

Auf dem MSI B450M Mortar mit B450-Chipsatz vom Bauvorschlagn für einen Office-PC aus c't 4/2019 lief der Ryzen 7 3700X nach einem BIOS-Update problemlos mit gleicher Performance. Das notwendige Update klappte per Flashback-Funktion auch ohne Prozessor. Lediglich auf die höheren Transferraten von PCIe 4.0 muss man bei Serie-300- und Serie-400-Boards verzichten.

## Fazit

AMD hatte über die letzten Monate große Erwartungen für Ryzen 3000 geweckt und kann diese in der Praxis tatsächlich einhalten. Was Multithread-Leistung, Effizienz und Plattform-Schnittstellen wie PCIe 4.0 und USB 3.2 Gen 2 betrifft, überholt AMD eindeutig Intels Core-i-9000-Serie. Den bisherigen Rückstand der Ryzen-CPU's bei Gleitkomma- und Singlethread-Performance hat der Chiphersteller wettgemacht, auch wenn der Core i-9900K in einigen Office-Anwendungen weiterhin die Nase vorn hat.

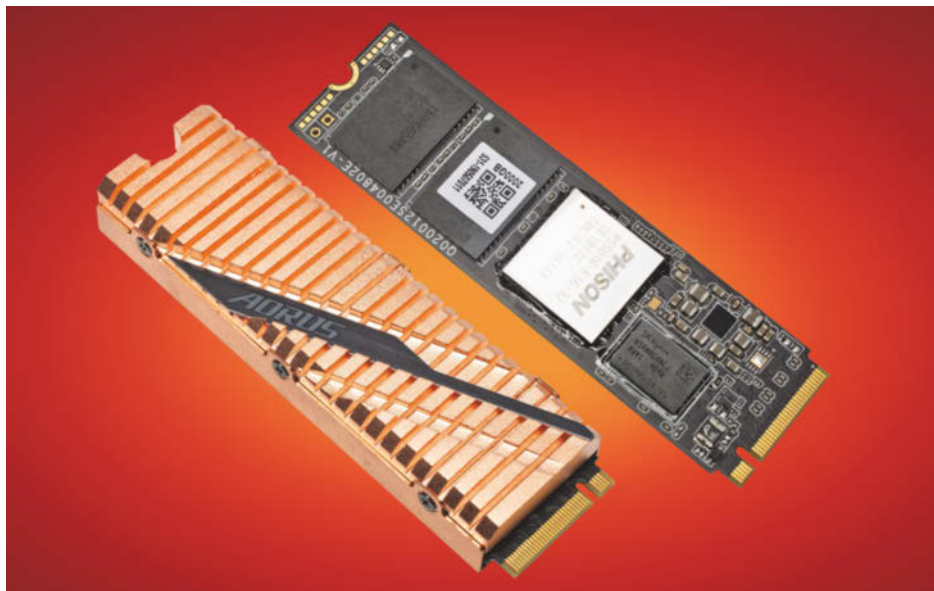
Intel wird in den nächsten 12 Monaten im Mainstream-Bereich der Desktop-PC-Prozessoren wohl nichts gegen Ryzen 3000 ausrichten können. Stattdessen macht sich AMD in gewisser Weise sogar selbst Konkurrenz: Der 12-Kerner Ryzen 9 3900X rückt den eigenen High-End-CPU's der Serie Ryzen Threadripper auf die Pelle und im September soll der 16-Kerner Ryzen 9 3950X die Performance-Krone noch eine Armlänge weiter auf Abstand von Intel halten. (chh@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Andreas Stiller, Von Grund auf neu, Die Zen-Mikroarchitektur von AMD, c't 6/2017, S. 72
- [2] Christof Windeck, Der Spectre-Schock, Ein Jahr nach Spectre und Meltdown: AMD und Intel immer noch im Halbschlaf, c't 3/2019, S. 54
- [3] Christian Hirsch, Kernschmelze, Wie Mainboard-Hersteller bei der CPU-Performance tricksen, c't 3/2019 S. 184

## Performance und Leistungsaufnahme

Prozessor	Cinebench R15 Single-Thread	Cinebench R15 Multi-Thread	Blender 2.79b BMW [s]	Handbrake Fast 1080p30 [fps]	Flops DP [GFLOPS]	Sysmark 2018	Leistungsaufnahme Leerlauf/Last [W]
	besser ►	besser ►	◄ besser	besser ►	besser ►	besser ►	◄ besser
Ryzen 9 3900X	519	7185	157	71	788	1896	46/201
Ryzen 7 3700X	510	4821	231	61	547	1841	45/132
Ryzen 7 2700X	434	4056	267	57	258	1545	33/197
Ryzen 7 2700	403	3445	308	51	220	1400	33/113
Core i9-9900K	512	4313	250	56	542	2106	19/148
Core i9-9600K	477	2605	435	43	412	1788	19/137



# Mehr Speed für SSDs

## Die erste PCIe-4.0-SSD im Test

**Zusammen mit den Ryzen-3000-Prozessoren erreichte uns auch die Gigabyte Aorus NVMe Gen4 SSD – die erste verfügbare SSD mit PCI Express 4.0. Bei Benchmarks profitiert sie jedoch nur in wenigen Fällen von der neuen schnellen Schnittstelle.**

Von Lutz Labs

**P**CIe 4.0 und die noch kommenden Versionen 5.0 und 6.0 sind vor allem für Betreiber von Servern interessant, die damit den Datendurchsatz von Netzwerkkarten und SSDs erhöhen können. Pro Lane erreicht PCIe 4.0 2 GByte/s in beide Richtungen, bei vier Lanes sind also maximal 8 GByte/s möglich, das doppelte der bisherigen Version. Doch die ersten, auf der Computex im Juni vorgestellten SSDs mit PCIe 4.0, sollen kaum schneller sein als ihre Pendanten mit Version 3.0: Bis zu 5 GByte/s beim Lesen und etwas mehr als 4 GByte/s beim Schreiben versprechen die Hersteller.

Im c't-Labor traf nun die erste PCIe-4.0-SSD ein: die M.2-SSD Aorus NVMe Gen4 SSD. Wie die anderen bislang vorge-

stellten Modelle arbeitet sie mit dem SSD-Controller Phison PS5016-E16, dazu gesellen sich bei unserem Testmodell 2 TByte 3D-TLC-Flash von Toshiba und 2 GByte DRAM-Cache. Die SSD verschwindet in einem riesigen 93 Gramm schweren Kupfer-Kühlkörper, der die Hitze von Flash-Bausteinen und Controller abführen soll. Das SSD-Tool, von Gigabyte SSD Toolbox genannt, zeigt SMART-Informationen an und unterstützt das sichere Löschen der SSD.

### Test im alten Testsystem

Da die SSD laut Hersteller nur wenig schneller sein soll als 3.0er SSDs, haben wir sie zunächst in unser altes Testsystem eingebaut. Mit dem 8-Kern-Intel-Prozessor Core i7-6900K erreichten wir Geschwindigkeiten von rund 3,4 GByte beim sequenziellen Schreiben und Lesen – da sind etwa die 970er Modelle von Samsung noch einen Tick schneller. Im Mischbetrieb mit 80 Prozent Lesen und 20 Prozent Schreiben jedoch schaffte die Aorus knapp über 4 GByte/s, mehr als jede andere SSD mit vier PCIe-3.0-Lanes.

Interessant war erneut der Test beim Zugriff auf zufällige Adressen: Hier erreichte die Aorus sowohl beim Lesen als auch beim Schreiben sehr gute 730.000 IOPS. Die CPU war dabei zu 100 Prozent ausgelastet.

### Test mit PCIe 4.0

Zum Test mit einem X570-Mainboard standen uns zwei CPUs zur Verfügung: der 8-Kerner Ryzen 7 3700X und der 12-Kerner Ryzen 9 3900X. Mit dem Octa-Core erreichte die SSD erneut die versprochenen Geschwindigkeiten bei sequenziellen Zugriffen. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen und hohen Anfragetiefen aber drosselte die CPU die SSD; bei 100 Prozent CPU-Last konnten wir beim Schreiben nur noch 633.000 IOPS verbuchen. Die hohe CPU-Last bei starker IO-Belastung haben wir auch bei früheren Ryzen-Systemen schon beobachten können, dies liegt nach unserer Einschätzung an der Prozessorarchitektur (siehe S. 16).

Mit dem schnelleren Ryzen-Prozessor erreichte die Aorus rund 750.000 IOPS, etwas mehr als mit dem Intel-System. Aber auch der Ryzen 9 war komplett ausgelastet.

Der fette Kühlkörper ist nach unserer Ansicht nicht unbedingt notwendig. Im Test erwärmte sich die SSD nach 10 Minuten Dauerschreiben mit Kühlkörper auf 57 °C, ohne lag die Temperatur bei immer noch unkritischen 78 °C. Die hohe Schreibgeschwindigkeit von mehr als 4,2 GByte/s konnte die SSD auch ohne Kühlkörper halten.

### Fazit

Die Aorus NVMe Gen4 SSD liegt bei sequenziellen Zugriffen rund 40 Prozent über SSDs mit PCIe 3.0, bei Zugriffen auf zufällige Adressen jedoch macht sich keine nennenswerte Steigerung bemerkbar. Noch also lohnt sich die Anschaffung einer PCIe-4.0-SSD nur in wenigen Ausnahmefällen.

Deutsche Preise lagen zum Redaktionsschluss noch nicht vor, aber erste US-Preise: 480 US-Dollar setzt etwa der Online-Händler Newegg an – mit Steuer liegt dies deutlich über dem der beliebten Samsung 970 Evo Plus, die für rund 440 Euro über den Ladentisch geht. (ll@ct.de) **ct**

### SSD mit PCIe 4.0

Modell	Aorus NVMe Gen4 SSD
Hersteller	Gigabyte, <a href="http://www.gigabyte.com">www.gigabyte.com</a>
Bezeichnung	GP-ASM2NE6200TTD
Kapazität laut Hersteller	2 TByte
von Windows erkannte Kapazität	1863 GByte
Endurance	k. A.
Garantie	k. A.
Straßenpreis	ca. 480 US-Dollar



Die Konferenz für Frontend-Entwicklung | Komed, Köln | 5. – 6. Februar 2020  
Tages-Workshops am 4. Februar 2019

## >>> CALL FOR PRESENTATIONS <<<

Die c't <webdev> geht in die zweite Runde. Die Redaktion der c't lädt aus diesem Anlass interessierte Frontend-Entwickler und -Designer herzlich dazu ein, sich bis zum **31. August 2019** mit Session-Vorschlägen zu bewerben. Für Vorträge sind unter anderem folgende Themen interessant:

### Programmierung und Gestaltung

- > HTML, CSS, JavaScript
- > Responsive, Progressive und Single Page Web Apps
- > Animationen
- > Assistenten, Bots, KI und VR

### UX

- > UX-Grundlagen
- > Usability
- > Accessibility
- > Tests
- > Authentifizierung

### Tools

- > Frameworks und Bibliotheken
- > Präprozessoren, Build Tools
- > Docker und andere Container-Werkzeuge
- > APIs

### Sonstiges

- > Erfahrungsberichte und Post Mortems
- > Performance (u.a. Accelerated Mobile Pages)
- > Sicherheit, Datenschutz
- > Agiles Arbeiten
- > Strategische Aspekte der Frontend-Umsetzung

Für **Vorträge** sollten Sie eine Dauer von 45 Minuten inklusive Fragerunde einplanen, **Workshops** sind mit 7 Stunden veranschlagt.

Weitere Informationen und Formular unter: [www.ctwebdev.de](http://www.ctwebdev.de)

```
15 $( '.inp
16 $(@).p
17 .focus
18 if $(@
19 $(@)
20
21
22
23
24 return
25
26 $.fn.nmd
27 placem
28 onShow
29 plac
30
31 #default m
32 window.def
33 $modal =
34 $modal.f
35 $modal.f
36 $modal.a
37 closeO
38 if redir
39 $(' .de
40 loca
41
```

Vorschläge  
bis zum  
**31. August 2019**  
einreichen!

Line 37, Column



# Spielfreudig

## Gaming-Leistung von Ryzen 9 3900X und Ryzen 7 3800X

**In hochparallelen Anwendungen zu glänzen ist das eine, aber in PC-Spielen lagen die AMD-Prozessoren vergangener Jahre noch hinten. Der neue Ryzen 3000 wirft hohen Takt und hohe Pro-MHz-Leistung in die Waagschale, um Intels Core-i-9000 Paroli zu bieten.**

Von Carsten Spille

Anwendungen lagen AMD-Prozessoren schon lange besser als Spiele. Gut parallelisierte Programme etwa fürs Rendering oder zur Videobearbeitung reizten schon die bisherigen Ryzen-Generationen gut aus und Intel hatte Mühe, mit hastig nachgeschobenen, teuren Achtkern-CPU's für die LGA1151v2-Plattform mitzuhalten. Mit Ryzen 2000 zog AMD in der Anwendungsleistung praktisch gleich. Der Ryzen 7 2700X erreicht in Benchmarks wie dem Rendering-Programm Blender oder dem Video-Transcoder Handbrake

dieselbe Performance wie Intels 500 Euro teure Mittelklasse-CPU Core i9-9900K und ist dabei knapp 200 Euro günstiger.

Nur Anwendungen, die wie Office-Programme noch stark von der Single-threading-Leistung abhängen, waren Intels Bastion. Und auch wenn Spiele zum Teil von mehr als vier Kernen profitieren, zählten auch diese zur Domäne von Intel.

Beim Ryzen 3000 hat AMD an einigen Stellschrauben gedreht, um auch die Leistung bei Last auf wenigen oder einzelnen Kernen zu optimieren.

### Gut ist nicht gut genug

Bereits die alten Ryzen-Generationen hatten keine Schwierigkeiten damit, die meisten Spiele mit 60 Bildern pro Sekunde (fps) zu berechnen. In Benchmarks, bei denen es stets auf die höchste fps-Zahl ankommt, blieben Ryzen 1000 und 2000 jedoch hinter den Rekordwerten von Intels Core-i-Prozessoren zurück. Das deutete auf geringere Reserven für künftige Anforderungen hin. Ganz konkret waren die Ryzen-Prozessoren nur zweite Wahl für Spieler, die latenzarm und Tearing-frei ihre 120-, 144- oder gar 240-Hertz-Displays mit entsprechender Bildrate betreiben wollten und dabei auch Grafikdetails zurückschraubten. Denn auch wenn viele Benchmarks zukunftssträchtig die Multi-threading-Leistung abbilden, kann die Mehrzahl der Anwendungen noch immer nicht optimal mit vielen CPU-Kernen umgehen. Dazu gehören auch die meisten PC-Spiele, denen in der Regel vier bis sechs Prozessorkerne für optimale Leistung ausreichen. Nicht nur, dass AMDs Ryzen hier also nicht durch die höhere Kernzahl punkten konnten, die wenigsten Spiele profitieren bei dieser Kernzahl noch von virtuellen Zusatzkernen via Simultaneous Multithreading, was das Intel-Marketing Hyper-Threading nennt. Einige Titel laufen mit SMT sogar langsamer als ohne.

### Mehr pro Megahertz

Anstelle vieler Kerne bevorzugen viele Spiele-Engines hohe Taktfrequenzen für eine niedrige Latenz und eine hohe Leistung pro Megahertz. Den Ryzen 3000 hat AMD genau an diesen Punkten verbessert. Die Fertigung in feinen 7-Nanometer-Strukturen ermöglicht höhere Taktraten auch bei Last auf mehreren Kernen. Im Vergleich zum Ryzen 7 2700X halbiert der Ryzen 9 3900X mit einem



maximalen Turbotakt von 4,6 GHz die MHz-Lücke zu Intels Spitzenmodellen. Unter Last auf allen Kernen überholen die beiden Ryzen-3000-Prozessoren im Test Intels Achtkerner Core i9-9900K, der sich auf 4 GHz heruntertaktet, um seine TDP einhalten zu können. Hier haben AMDs Ryzen-3000-CPU's mehr Spielraum, die sie zum Teil ebenfalls der 7-nm-Fertigung verdanken.

Um die überarbeiteten Rechenwerke adäquat mit Daten zu versorgen, hat AMD auch das Cache-System überarbeitet und nennt die Summe der einzelnen Level-2- und Level-3-Caches nun „Game Cache“. Dabei haben die Ingenieure vor allem den Level-3-Cache vergrößert. Jedes CCD-Chiplet hat nun 32 MByte des schnellen Zwischenspeichers, ergo kommt der Zwölfkerner Ryzen 9 3900X auf satte 64 MByte. Das hilft, Zugriffe auf den Hauptspeicher einzusparen. Der hat nämlich trotz abermals erhöhten Taktes immer noch eine höhere Latenz – Zugriffe dauern länger – als das Intel-Pendant. Dasselbe gilt auch für die Kommunikation zwischen den Kernen verschiedener Compute-Complexe, die immer über das I/O-Die laufen.

## In Spielen gleichauf

AMDs Anstrengungen bei Architektur und Fertigung zahlen sich auch für die spielende Kundschaft aus. Zwar messen wir in den getesteten Spielen noch immer einen kleinen Vorsprung der Intel-Core-CPU's, doch der ist mit Ryzen 3000 auf ein vernachlässigbar geringes Maß geschrumpft. Im (für AMD) schlimmsten Falle, dem Metro-Exodus-Benchmark,

## Leistung im 3DMark

Prozessor	3DMark FireStrike (DX11) 1920 × 1080	3DMark Time Spy (DX12) 2560 × 1440
	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶
<b>Gesamtpunkte</b>		
AMD Ryzen 9 3900X (12c/24t)	27364	14021
AMD Ryzen 7 3800X (8c/16t)	26999	13551
<b>Zum Vergleich</b>		
Intel Core i9-9900K (8c/16t)	27107	13585
AMD Ryzen 7 2700X (8c/16t)	25398	13247
<b>CPU-Wertung</b>		
AMD Ryzen 9 3900X (12c/24t)	29450	12203
AMD Ryzen 7 3800X (8c/16t)	24656	10107
<b>Zum Vergleich</b>		
Intel Core i9-9900K (8c/16t)	23090	10013
AMD Ryzen 7 2700X (8c/16t)	21489	8923
gemessen unter Windows 10 (1903, 64 Bit) mit Asus Rog Strix GeForce RTX 2080 Ti OC, 16 GByte RAM, VSync aus; Treiber: Nvidia: 430.86		

beträgt der Unterschied in Full-HD-Auflösung knapp 5 Prozent oder 99,6 zu 94,9 fps. Dort ist der Ryzen-7-Achtkerner 3800X sogar noch ein wenig schneller als das 12-Kern-Modell und liegt nur 4 Prozent hinter dem Core i9-9900K.

Im besten Falle – GTA 5 – hat die Intel-CPU nicht einmal 1 Prozent Vorsprung. Der alte Ryzen 7 2700X hingegen hatte in GTA 5 noch 22 Prozent Rückstand und kam nur auf 81 fps.

Im AMD-internen Achtkern-Duell liegt der Ryzen 7 3800X im Mittel knapp 14 Prozent vor dem 2700X. Der Zwölfkerner Ryzen 9 schafft nur noch knappe 2 Prozent höhere Spieleleistung – und auch dieser Vorsprung geht eher auf das Konto des größeren Caches und höheren Takts. Die zusätzlichen Kerne nutzen vielleicht Streamern, die ihre Gaming-Sessions als Video aufzeichnen, von der CPU in einen

H.265-Stream encoden lassen und ihn direkt auf Plattformen wie Twitch.tv hochladen.

Ein Vergleich zwischen PCI Express 4.0 und 3.0, das wir im UEFI des Gigabyte X570 Aorus Master bei gesteckter Radeon RX 5700 XT umschalteten, ergab keine erkennbaren Vorteile in GTA 5 und Metro Exodus.

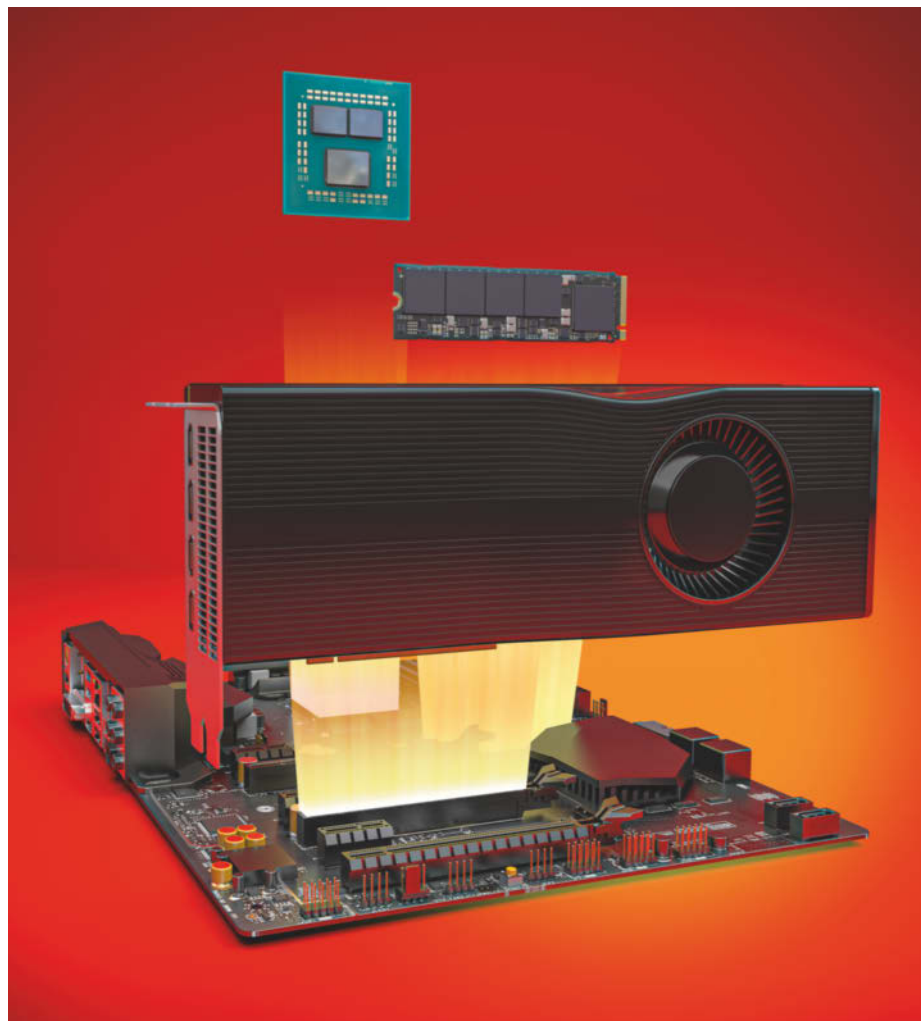
## Fazit

Auch Spieler machen mit den getesteten Ryzen-3000-Prozessoren nichts falsch. Die Lücke zu Intels Core-i-CPU's ist zwar noch messbar, aber ohne eingblendete fps-Anzeige nicht spürbar – anders als noch bei der Ryzen-2000-Generation. PCI Express 4.0 ist aktuell noch kein relevanter Vorteil, eröffnet aber für künftige Grafikkarten oder SSDs zusätzliche Optionen. (csp@ct.de) **ct**

## Spieleleistung

Prozessor	Shadow of the Tomb Raider (DX12)	GTA 5 (DX11)	Metro Exodus (DX12)	Assassin's Creed Odyssey (DX11)
	Preset Ultra / SMAA	„Maximum“ / 4xMSAA	Preset Ultra	Preset Ultrahoch
	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶
<b>1920 × 1080 (Full HD)</b>				
AMD Ryzen 9 3900X (12c/24t)	134	103,1	94,9	84
AMD Ryzen 7 3800X (8c/16t)	132	99,1	95,6	83
<b>Zum Vergleich</b>				
Intel Core i9-9900K (8c/16t)	137	103,7	99,6	87
AMD Ryzen 7 2700X (8c/16t)	114	81,2	87,7	77
<b>2560 × 1440 (WQHD)</b>				
AMD Ryzen 9 3900X (12c/24t)	108	97,2	75,9	71
AMD Ryzen 7 3800X (8c/16t)	109	95,7	75,9	72
<b>Zum Vergleich</b>				
Intel Core i9-9900K (8c/16t)	111	98,1	78,8	77
AMD Ryzen 7 2700X (8c/16t)	102	80,8	75,3	68
gemessen unter Windows 10 (1903, 64 Bit) mit Asus Rog Strix GeForce RTX 2080 Ti OC, 16 GByte RAM, VSync aus; Treiber: Nvidia: 430.86, MSAA/SMAA: Kantenglättungsverfahren				





# Gaming im Blut

## AMDs Spielergrafikkarten Radeon RX 5700 und 5700 XT

**Flüssige Spiele in WQHD-Auflösung sollen AMDs neue RX-5700-Grafikkarten ermöglichen. Für 369, 419 und 469 Euro fährt AMD dazu die neue Architektur „Radeon-DNA“, 7-nm-Fertigung, hohe Taktraten, 8 GByte schnellen GDDR6-Speicher und PCIe-4.0-Anbindung auf.**

Von Carsten Spille

**A**MD reitet nicht nur mit dem Ryzen 3000 eine Attacke auf Intel, auch bei den Grafikkarten geht man mit einer Neuentwicklung den dortigen Marktführer Nvidia an. Die GPU-Baureihe Radeon RX 5700 kombiniert hohe Spieleleistung sowie moderne Video- und Display-Einheiten mit schneller PCI-Express-4.0-Anbindung an Ryzen-3000-Systeme. Spezialisierte Raytracing-Hardware wie in Nvidias GeForce-RTX-Reihe bringt AMD erst in der nächsten Radeon-Generation.

Seit dem 7. Juli sind die 7-nm-GPUs auf AMD-Referenzkarten verfügbar. Sie

blockieren zwei Steckplätze, sind rund 26,7 Zentimeter lang und haben einen Radiallüfter, der die heiße Abluft durch das Slotblech aus dem Rechner bläst. Modelle der Partner mit eigenen Kühlern und höherem Takt kommen ab August.

### Rundum erneuert

Die Radeon RX 5700 und 5700 XT sowie die in Deutschland nur über die AMD-Website erhältliche RX 5700XT Anniversary Edition für 469 Euro haben den neuen Grafikchip Navi 10. Er integriert dank Fertigung in 7-Nanometer-Technik 10,3 Milliarden Transistoren auf 251 mm<sup>2</sup>. Nvidias Grafikchip TU-104 der GeForce RTX 2060/2070 belegt 445 mm<sup>2</sup> bei nur 500 Millionen Transistoren mehr.

Für die RX 5700 gibt AMD drei Taktfrequenzen an: Der Basistakt, der nur durch Stressprogramme wie Furmark unterschritten wird. Die sogenannte Game Clock, die bei Spielen meist erreicht wird und die Boost-Clock, der höchste Takt ohne Overclocking. Bei der Radeon RX 5700 ist sie auf 1725 MHz festgesetzt, die XT-Version ist nach oben nicht begrenzt. Abhängig von Auslastung, Temperatur und der individuellen Chipgüte kann der Maximaltakt auch höher als die von AMD genannten 1905 MHz sein. Im Test sahen wir bis zu 1968 MHz. Die zur XT technisch identische, aber vier Prozent höher taktende Anniversary Edition stand nicht zum Test zur Verfügung.

Der Grafikchip hat 2560 Shader-Rechenwerke, organisiert in 40 Compute Units (CUs). Die RX 5700 muss mit vier CUs weniger auskommen, hat also 2304 Shader-Einheiten. Auf allen Karten verlötet AMD 8 GByte GDDR6-Grafikspeicher, die über 256 Datenleitungen verbunden 448 GByte/s pro Sekunde schaffen – ebenso viel wie Nvidias GeForce RTX 2070 und 2080.

### Schneller als RTX 2070

Dank hoher Taktraten rechnet die RX 5700 XT knapp 24 Prozent schneller als die GeForce RTX 2070. Doch schiere Rechenleistung war bei AMD nie das Problem. Dank mehr Kontrolllogik, flexiblerer Ansteuerung und besserer Auslastung der Shader-Rechenwerke gelingt es AMD mit der neuen Mikroarchitektur namens Radeon-DNA (RDNA) besser als zuvor, die theoretischen Durchsatzwerte in hohe Spieleleistung umzusetzen. Für die angepeilte Monitораuflösung von 2560 × 1440 Bildpunkten liefert schon die Radeon RX

5700 ohne XT-Zusatz in den meisten Fällen flüssige 60 Bilder pro Sekunde. Die XT-Version hat mehr Reserven, die für E-Sportler interessant sind. In niedrigerer Auflösung lassen sich so leichter Bildraten von 120 oder 144 fps erzielen. Und auch wenn der Mittelklasse-Grafikchip Navi eigentlich der Nachfolger für die RX-400/500-Reihe mit Polaris-GPU sein sollte, sind RX 5700XT und RX 5700 in Spielen sogar schneller als die High-End-Modelle mit Vega64-Chip von 2017. Allerdings sind 369 Euro auch beinahe das Preis-Niveau des ehemaligen High-End.

Die hohen Takte wählte AMD nicht ohne Grund: Die Radeon schlug auch Nvidias GeForce RTX 2070 in unseren Spiele-Benchmarks ab der WQHD-Auflösung knapp – mit Ausnahme des älteren Actionspiels GTA 5, das aber auch auf der Radeon flüssig lief.

Der DX11-Shooter Far Cry 5 scheint besser optimiert und lief trotz modernerer Optik flotter. In 2560 × 1440 lieferten fast alle Karten im Test Bildraten über 80 fps – und sogar die alte RX 580 schaffte noch 53 fps. Selbst in Ultra HD blieb der Shooter mit 47 respektive 54 fps auf Radeon 5700 und 5700 XT spielbar. Besitzer einer GeForce RTX 2070 müssen mit 50 fps, RTX-2060-Spieler mit 40 vorliebnehmen. Auch die DX12-Spiele Shadow of the Tomb Raider und Metro Exodus liefen auf den neuen Radeon-Karten schneller als auf den GeForce-Pendants, die RX 5700 war teils 20 Prozent schneller als die RTX 2060 Founders Edition.

Synthetische Benchmarks schaufeln auf einem Ryzen-3000-System bis zu 26,1 GByte/s zwischen CPU und Grafikkarte hin und her. Spiele sind jedoch darauf optimiert, Daten im lokalen Speicher zu halten. Der ist bei den RX-5700-Karten mit 8 GByte angemessen groß und in normalen Auflösungen und Kantenglättungseinstellungen kein Flaschenhals. PCI Express 4.0 bringt Spielern daher zurzeit keinen Vorteil.

## Lautheit und Leistungsaufnahme

Im Leerlauf zeigten sich die Radeon-5700-Modelle von ihrer angenehmen Seite. Im schallarmen Raum maßen wir bei stets langsam drehendem Grafikkartenlüfter weniger als 0,1 Sone Lautheit – das ist selbst in sehr stiller Umgebung kaum zu hören. Die Leistungsaufnahme blieb bei der Radeon RX 5700 mit 11 Watt gering, auch wenn einige GeForce-GTX-

Karten noch weniger verbrauchen. Die XT benötigte 1 Watt mehr. Beim Multimonitor-Betrieb mit vier Displays war die Leistungsaufnahme mit 40 Watt jedoch zu hoch – das schaffen andere (Radeon-)Karten sparsamer.

Unter Last bekleckern sich beide Karten nicht mit Ruhm und rauschen deutlich hörbar, das nervige Pfeifen früherer Radeon-Referenzkarten hat AMD jedoch in den Griff bekommen. Mit 1,9 Sone reicht es bei der Radeon RX 5700 noch für ein „ausreichend“, die RX 5700 XT ist mit 2,1 Sone noch lauter. Die Leistungsaufnahme unter Last bleibt bei beiden Karten im Rahmen ihrer angegebenen TDP: 180 Watt für die RX 5700 und 218 Watt bei der Radeon RX 5700 XT. Einzelne Spitzenwerte im Millisekundenbereich gehen, wie bei modernen Spielergrafikkarten üblich, darüber hinaus.

## 8K-Displays, HDR und Video

Die DisplayPorts 1.4a beherrschen nun Dynamic Stream Compression 1.2 und steuern auch 8K-Monitore über ein einzel-

nes Kabel mit ergonomischen 60 Hertz an. Alternativ sind auch 4K bei 144 Hz in Hochkontrastdarstellung (HDR10) möglich – ohne HDR sogar rasante 240 Hz. Lediglich HDMI 2.1 fehlt. In Kombination mit einem passenden Monitor sorgt AMDs variable Refresh-Rate FreeSync 2 HDR auch mit der Radeon RX 5700 für geschmeidigere Darstellung bei niedrigen fps.

Die eingebaute Videoeinheit entlastet die CPU bei H.264- und H.265-kodierten Videos und bei YouTubes VP9. Das stemmt Navi in 4K bis 90 fps und in 8K mit 30 fps. Dasselbe gilt bei H.264/265 fürs Encoding, VP9-Encoding beherrscht sie nicht und bei AV1 muss der Hauptprozessor sogar die Wiedergabe allein schultern.

## Treibertechnik

Mit Radeon Anti-Lag und Radeon Image Sharpening gibt es zwei Treiber-Neuerungen, von denen nicht nur Radeon-5700-Käufer profitieren.

Anti-Lag reduziert die Eingabeverzögerung für schnellere Reaktionen in Shoo-

## Technische Daten

Grafikkarte	Radeon RX 5700	Radeon RX 5700 XT <sup>1</sup>	AMD Radeon RX Vega 64	Nvidia GeForce RTX 2070 Founders Edition
GPU / Fertigung / Transistoren	Navi 10 XL / 7 nm / 10,3 Mrd.	Navi 10 XT / 7 nm / 10,3 Mrd.	Vega 10 / 14 nm / 12,5 Mrd.	TU106 / 12 nm / 10,8 Mrd.
APIs: Direct3D / OpenGL / OpenCL / Vulkan / Sonstige	12 (FL 12_1) / 4.6 / 2.1 / 1.1 / RocM	12 (FL 12_1) / 4.6 / 2.1 / 1.1 / RocM	12 (FL 12_1) / 4.6 / 2.1 / 1.1 / RocM	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / CUDA 10
Shader / TMU / ROP / Tensor / RT	2304 / 144 / 64 / n. v. / n. v.	2560 / 160 / 64 / n. v. / n. v.	4096 / 256 / 64 / n. v. / n. v.	2304 / 144 / 64 / 288 / 36
Taktfrequenzen: Basis / Game / max. Boost <sup>2</sup>	1465 / 1625 / 1725 MHz	1605 / 1755 / 1905 MHz (AE: 1680 / 1830 / 1980 MHz)	1247 / k. A. / 1580 MHz	1410 / 1710 / k. A. MHz
Rechenleistung <sup>3</sup> SP / HP / DP / Tensor	7,95 / 15,9 / 0,50 / n. v. TFlops	9,75 / 19,51 / 0,61 / n. v. TFlops (AE: 10,1 / 20,3 / 0,63 / n. v. TFlops)	12,9 / 25,9 / 0,81 / n. v. TFlops	7,88 / 15,8 / 0,25 / 63,0 TFlops
Grafikspeicher: Menge, Typ (Übertragungsrate)	8 GByte GDDR6 (448 GByte/s)	8 GByte GDDR6 (448 GByte/s)	8 GByte HBM2 (84 GByte/s)	8 GByte GDDR6 (448 GByte/s)
Displayanschlüsse	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.0b	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.0b	3 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.0b	2 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.0b, 1 × VirtualLink, 1 × Dual-Link DVI-D
Max. Auflösung <sup>4</sup> (Refresh)	7680 × 4320 (60 Hz)	7680 × 4320 (60 Hz)	7680 × 4320 (60 Hz, mit 2 Kabeln)	7680 × 4320 (60 Hz, mit DSC) / 4
Anbindung / Bauform / Kühlung	PCIe 4.0 x16 / Dual-Slot / Aktiv (1 × Radiallüfter)	PCIe 4.0 x16 / Dual-Slot / Aktiv (1 × Radiallüfter)	PCIe 3.0 x16 / Dual-Slot / Aktiv (1 × Radiallüfter)	PCIe 3.0 x16 / Dual-Slot / Aktiv (2 × Axiallüfter)
TDP / Stromversorgung	185 Watt / 1 × 6 + 1 × 8 Pin	225 Watt / 1 × 6 + 1 × 8 Pin	230 Watt / 2 × 8 Pin	185 Watt / 1 × 8 Pin
Preis (Straße)	369 €	419 €, AE: 469 € (nur via amd.com)	499 € Launch-UPP (320 €)	629 € Launch-UPP (450 €, Partnermodelle)
Technische Prüfungen				
Leistungsaufnahme 2D / Multimonitor / 3D / Furmark / Peak <sup>5</sup>	11 / 40 / 186 / 185 / 294 Watt	12 / 41 / 218 / 217 / 377 Watt	13 / 29 / 280 / 295 / 440 Watt	10 / 39 / 183 / 185 / 290 Watt
Lautheit Leerlauf / Last (Bewertung)	<0,1 / 1,9 Sone (⊕⊕ / ⊖)	<0,1 / 2,1 Sone (⊕⊕ / ⊖⊖)	<0,1 / 2,4 Sone (⊕⊕ / ⊖⊖)	0,3 / 1,1 Sone (⊕⊕ / ⊖)

<sup>1</sup> abweichend für Anniversary Edition in Klammern

<sup>2</sup> AMDs Game-Clock-Angabe entspricht Nvidias Boost-Takt

<sup>3</sup> Spitzenleistung auf Basis der Turbo-Taktraten, SP = Single Precision (FP32), HP = Half-Precision (FP16), DP = Double Precision (FP64)

<sup>4</sup> mit Dynamic Stream Compression

<sup>5</sup> kurzzeitig auftretende Spitzenwerte

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht n. v. nicht vorhanden k. A. Keine Angabe

tern oder E-Sports-Titeln um 20 bis 30 Prozent. Anti-Lag läuft unter Windows 7 und 10 mit DX-11-Spielen auf allen modernen Radeon-Karten und Navi-exklusiv auch mit DX-9-Titeln.

Image Sharpening ist exklusiv für Grafikkarten mit Navi-Grafikchip. Es schärft Bereiche mit niedrigen Kontrasten nach und verleiht dem Bild einen besseren Detaileindruck. Auf Objekt-, aber auch an Geometriekanten soll die Technik nicht wirken, damit keine Halos entstehen.

## Fazit

Mit der Radeon RX 5700 und 5700XT ist AMD zwar kein vergleichbar großer Wurf gelungen wie beim Ryzen 3000. Dank der sehr kleinen 7-nm-Chips ist AMD aber in einer komfortablen Position: Einerseits kann man die Preise weiter senken, andererseits sind größere Chips mit zusätzlichen Rechenwerken denkbar. Die RX-

Die AMD-Referenz-karten der Radeon RX 5700 und 5700 XT unterscheiden sich physisch nur in der Kühlerabdeckung und der GPU-Spannungsversorgung.



5700-Karten lösen die ältere High-End-Generation von RX Vega 56 und 64 ab und sind auch schneller als Nvidias GeForce RTX 2060 und 2070 – deren Refresh mit dem Suffix „Super“ dreht den Spieß allerdings wieder um. Treiber-Goodies wie Radeon Image Sharpening können die im Vergleich zu GeForce-RTX-Karten fehlende Raytracing-Funktionalität jedoch nicht

ersetzen. PCI Express 4.0 bringt derzeit keinen entscheidenden Vorteil für Gamer. Für Spieler, die bisher noch eine ältere Grafikkarte bis zum Leistungsniveau einer Radeon RX 580/590 oder GeForce GTX 1060 im Rechner stecken haben und mit deren Leistung nicht mehr zufrieden sind, lohnt sich ein Blick auf AMDs Radeon RX 5700 und 5700 XT. (csp@ct.de) **ct**

## Spieleleistung

Grafikkarte	GTA V (DX11)	Far Cry 5 (DX11)	Shadow of the Tomb Raider (DX12)	Metro Exodus (DX12)
	Sehr hoch / 4xMSAA	Preset Ultra / SMAA / HD-Texturen	Preset Highest / SMAA / 16xAF	Preset Ultra / 16xAF
	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[P95] besser ▶	[Min-fps] besser ▶
<b>1920 × 1080 (Full HD)</b>				
AMD Radeon RX 5700 XT	93	115	98/117	37/67
AMD Radeon RX 5700	91	111	75/101	33/61
<b>Zum Vergleich</b>				
Nvidia RTX 2080 Gainward Phoenix	101	126	105/130	42/78
Nvidia RTX 2070 FE	100	124	89/107	35/63
AMD Radeon VII	95	118	98/121	37/68
Nvidia RTX 2060 FE	95	109	71/89	31/54
AMD Radeon RX Vega 64 Referenz	82	111	81/97	31/57
Sapphire Nitro+ AMD Radeon RX 580	55	75	65/66	20/35
<b>2560 × 1440 (WQHD)</b>				
AMD Radeon RX 5700 XT	78	100	65/78	32/54
AMD Radeon RX 5700	71	91	59/70	29/49
<b>Zum Vergleich</b>				
Nvidia RTX 2080 Gainward Phoenix	92	109	76/89	36/61
Nvidia RTX 2070 FE	86	95	61/72	30/49
AMD Radeon VII	80	105	70/84	32/56
Nvidia RTX 2060 FE	73	81	49/59	26/42
AMD Radeon RX Vega 64 Referenz	61	87	55/64	27/46
Sapphire Nitro+ AMD Radeon RX 580	38	53	37/44	17/28
<b>3840 × 2160 (Ultra HD)</b>				
AMD Radeon RX 5700 XT	43	54	34/40	22/32
AMD Radeon RX 5700	40	47	31/36	21/30
<b>Zum Vergleich</b>				
Nvidia RTX 2080 Gainward Phoenix	55	61	41/47	25/39
AMD Radeon VII	47	61	38/46	24/37
Nvidia RTX 2070 FE	48	50	33/38	21/31
Nvidia RTX 2060 FE	38	40	26/30	17/26
AMD Radeon RX Vega 64 Referenz	33	46	29/34	19/30
AMD Radeon RX 580 (Sapphire Nitro+)	20	27	19/22	12/18

gemessen unter Windows 10 (1903, 64 Bit) auf Intel Core i7-8700K (OC 4,7 GHz), 32 GByte RAM, VSync aus; Treiber: AMD: Adrenalin Edition 19.7.1, Nvidia: 430.86, MSAA/SMAA: Kantenglättungsverfahren





# BLOCKCHANCE

## CONFERENCE

### H A M B U R G

16-17 August

#### Blockchain - die Brücke in eine neue Welt

**Wir leben in einer Zeit, in der die Verfügbarkeit von Daten im wirtschaftlichen, politischen und privaten Leben zu einem wichtigen Faktor geworden ist. Die Kontrolle über die Daten sollte bei denen liegen, die sie betreffen. Es geht um nicht mehr und nicht weniger, als um Gerechtigkeit und Schutz der Privatsphäre für jeden Einzelnen.**

Wir haben einen einzigartigen Moment in der Geschichte. Die Blockchain-Technologie ist eine neue Antwort auf eine Vielzahl von Problemen unserer Zeit: Die Integrität, Verfügbarkeit und Authentizität von Daten - dank der Blockchain-Technologie bekommen die Menschen sie zurück in ihre Hand - unabhängig von Mittelsmännern und Plattformbetreibern.

#### Datenschutz, Privatsphäre, Souveränität - für jedermann

Wenn eine vernetzte Technologie Menschen zusammenbringt, wird vieles möglich. Wenn eine dezentrale Datenbank Vertrauen stiftet, kann alles passieren: Soziale Netzwerke ohne zentrale Server, Internet ohne Service-Provider, digitales Bargeld ohne Zentralbanken. Es geht um Datenschutz und um Souveränität.

#### Eine Idee wird Realität. Und Technologie macht es möglich

Die Konferenz 2019 unter dem Titel "Die Zukunft der Gesellschaft und die Zukunft der Wirtschaft" beschäftigt sich mit den wirtschaftlichen Möglichkeiten und den gesellschaftlichen Perspektiven. Und schafft in der Wirtschaftsmetropole Deutschlands eine Vision für die Welt von morgen. Die Zeit ist reif, neue Brücken zu bauen - gemeinsam.

#### Hamburg wird zum Tor - für eine digital-vernetzte Welt

BLOCKCHANCE 2019 ist eine Plattform für First Mover und Early Adopter, für Techis und Wissenschaftler, Unternehmer, Politiker und Medienvertreter - für jeden, der Lust hat, das Neue zu gestalten.

Gewinne jeden Montag zwei #BC19 Tickets  
im Wert von 720€: [www.blockchance.eu/raffle](http://www.blockchance.eu/raffle)



# Inselwachstum

## 5G-Campusnetze vor dem Durchbruch

**Die Bundesnetzagentur hat die Unternehmen erhört und will bald Funkfrequenzen für den Betrieb auf Werksgeländen freigeben. Das bringt Bewegung in die Mobilfunkbranche, denn Firmen können so ihre Netze selbst bauen – ohne die Deutsche Telekom, Telefónica und Vodafone.**

Von Dušan Živadinović

Firmen, die ihre Produktion per Funk optimieren wollen, sind nicht mehr ausschließlich auf Angebote von Mobilfunkunternehmen angewiesen, sondern können solche Netze auf ihrem Gelände bald selbst aufbauen. Dafür hat die Bundesnetzagentur (BNetzA) Frequenzen von 3,7 bis 3,8 GHz reserviert (z. B. für LTE oder 5G). Sie teilt auf Antrag je 10 MHz zu; in begründeten Fällen auch mehr. Die Blöcke sind etwa zur Maschinenvernetzung gedacht, nicht aber für öffentliche Telekommunikationsdienste.

Die BNetzA hat einen Entwurf der Rahmenbedingungen veröffentlicht (siehe [ct.de/y7sy](https://www.ct.de/y7sy)). Definitive Richtlinien inklusive Gebührenregelung sollen zum Start der Vergabe im zweiten Halbjahr 2019 folgen.

Damit kommt die Agentur Unternehmen entgegen, die in der Verzahnung von Produktionsprozessen Optimierungspotenzial sehen. Die Netzbetreiber Telekom, Telefónica und Vodafone waren bisher nicht immer flink genug, um solche Nachfragen attraktiv zu beantworten. So lohnte die Funkversorgung in vielen Werkshallen nicht und blieb zu schwach für Produktionszwecke. Mit 5G kommt hinzu, dass damit auch sehr kurze Latenzen und zuverlässige Übertragungen möglich werden. So können sich Firmen mit separaten Frequenzen und Hardware eindecken und ihre Funkabdeckung für die erforderliche Dienstgüte im Prinzip selbst maßschneidern. Weil sie gesonderte Frequenzen nutzen, werden ihre

Dienste nicht durch den öffentlichen Mobilfunkbetrieb ausgebremst.

Das kann freilich längst nicht jede Firma einfach so – Mobilfunk-Know-how ist selten. Deshalb will das Land Niedersachsen den Aufbau von Campusnetzen fördern. Laut Stefan Muhle, Staatssekretär für Digitalisierung, hat das Wirtschaftsministerium dafür 50 Millionen Euro zur Verfügung gestellt. Muhle hat dazu niedersächsische Unternehmen und Mobilfunkfachleute Anfang Juli im Rahmen der schon zweiten 5G-Anwenderkonferenz auf dem Messegelände in Hannover zusammengebracht.

„Die Fördermittelabwicklung soll die NBank übernehmen. Dort werden auch die Anträge gestellt“, erklärte Melhem Daoud, Referent beim niedersächsischen Wirtschaftsministerium, auf Anfrage. Über Einzelheiten will das Ministerium spätestens ab dem Start der Frequenzvergabe durch die BNetzA informieren. Der Bundesverband Breitbandkommunikation (Breko) drängt derweil schon und fordert die BNetzA auf, Frequenzen für lokale Nutzungen zeitnah zuzuteilen.

Campus-Netze kann man allerdings auch mit öffentlichen Mobilfunkfrequenzen betreiben. Das geht, wenn Netzbetreiber schlüsselfertige Lösungen bei den Firmen installieren. Sie setzen dafür eigene Spektrum-Segmente ein, reservieren aber auf dem Werksgelände per Network-Slicing Ressourcen für den Bedarf der Firma. So wird das Werksnetz nicht durch öffentliche Surfer gebremst.

Auf der 5G-Anwenderkonferenz stellen Vertreter vom Breitbandbüro des Bundes, von Nokia, der Telekom und der Messe AG den rund 100 Industrievertretern Anwendungsmöglichkeiten auf Basis der aktuellen 4G- und kommenden 5G-Technik vor. „Zu den Unternehmen, für die die Technik nützlich sein kann, zählen beispielsweise große Lagerhäuser oder Gelände mit vielen Sensoren oder Datengebern“, erklärte Christian Zieske, stellvertretender Geschäftsführer, Breitbandbüro des Bundes.

Und wenn eine Firma ihren kompletten Warenfluss ab dem Wareneingang bis zum Abtransport des fertigen Produkts mittels ihres Campusnetzes erfasst, kann sie voneinander abhängige Abläufe besser abstimmen und zeitliche Lücken schließen – also kostengünstiger oder mehr in der gleichen Zeit produzieren.

Weitere Beispiele betreffen Produktionen, in denen Steuersignale verzugs- und fehlerfrei übermittelt werden müssen, also etwa die Roboter- und Maschinensteuerung. Auch lässt sich Aufwand sparen, wenn die Fertigung für neue Produkte angepasst werden muss – Kabel müssten dafür anders als die Funkversorgung oft neu verlegt werden, was Zeit kostet.

5G-Geräte für die Industrie fehlen jedoch noch; erste Exemplare, darunter Modems oder Gateways, kann man ab 2022 erwarten. Als Ersatz für „Industrial Ethernet“ versprechen sie zum Beispiel besonders zuverlässige Übertragung oder sehr kurze Latenzen (1 bis 2 Millisekunden).

### Befristete Lizenzen

Man kann allerdings schon jetzt mit 4G starten und später die Sendeteile auf 5G aufrüsten. Das kostet zwar mehr, kann sich aber je nach Ausgangslage einer Firma rentieren. Denn in die Kalkulation sollte man auch einbeziehen, dass die BNetzA Nutzungsrechte für Frequenzen nur befristet vergibt und so auch im Falle der Campus-Frequenzen – je später man anfängt, desto weniger hat man möglicherweise davon.

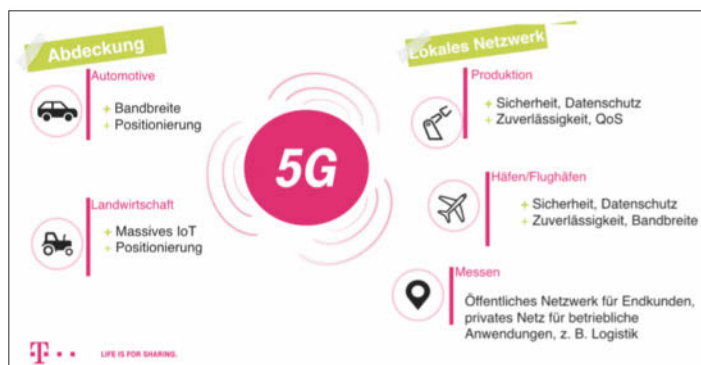
Die Frist soll vermutlich auf 10 Jahre beschränkt sein, vorerst aber maximal bis zum 31. Dezember 2040. Prinzipiell können die Nutzungsrechte bei erwiesenem Bedarf immer wieder verlängert werden.

Konkrete Preise nannten die Referenten nicht. Für eine Minimalkonfiguration von Nokia, bestehend aus einer Basis und einer einzigen Antenne, müssten Firmen aktuell die Kosten für ein Mittelklasseauto veranschlagen.

### Zulieferer in Startposition

Mit einer einzigen Antenne wird freilich kaum ein Unternehmen auskommen. Beispielsweise hat Vodafone beim Elektroautohersteller e.Go eine 8500 Quadratmeter große Produktionshalle mit sechs Mobilfunkzellen und 36 Sendern abgedeckt. Hinzu kommen Kosten für die Netzplanung, den Aufbau der Infrastruktur und die Wartung. Firmen, die das Know-how nicht aufbauen möchten, können von Netz-





Beim Einsatz der 5G-Technik in der Industrie bildet die funkgestützte Datenerfassung den Ausgangspunkt für viele Optimierungen.

Sommer 2020 zunächst Ausstellern zugute kommen. Weil die rund 30 Hallen und das etwa 10 Kilometer lange Straßennetz einem Stadtviertel ähneln, will es die Messe AG zusätzlich für 5G-Feldversuche aus Industrie, Mobilität, Logistik, Smart City oder Gesundheit öffnen.

Die Messe AG stellt sich etwa Verkehrsleitsysteme und vernetzte Versorgungskonzepte vor. Auch an Tests mit „intelligenten“ Mülltonnen habe man gedacht, also an Sensoren, die dem Leitstand volle Mülleimer melden, erklärte Wolfram Feuerhake, Projektleitung und Leitung Finanzen, Deutsche Messe AG.

Einen Vorgeschmack auf 5G will die Messe AG mit dem Kongress „5G CMM Expo“ im Oktober 2019 geben. Diesen möchte das Unternehmen ab 2020 zur jährlichen „Leitveranstaltung rund um die Schlüsseltechnologie 5G“ aufbauen. CMM steht für Connected Mobile Machines.

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

Entwurf der BNetzA: [ct.de/y7sy](http://ct.de/y7sy)

betreiben und Zulieferern wie Ericsson oder Nokia schlüsselfertige Lösungen beziehen.

Zu den Anbietern gehören aber auch kleinere Spezialisten wie MECShare. Die Firma hat einen eigenen Mobile Edge Cloud Server (MECS) für den schnellen Aufbau von Campusnetzen entwickelt und beliefert nach eigenen Angaben Industrieunternehmen, Systemintegratoren und Netzbetreiber. Weitere Anbieter dürften

bald hinzukommen; laut dem Breko auch viele in dem Verband organisierte Festnetzbetreiber.

### 5G-Schaukasten

Wie 5G-Anwendungen konkret aussehen könnten, will die Messe AG bald einem breiten Publikum demonstrieren. Als erste Messegesellschaft der Welt will das Unternehmen sein Ausstellungsgelände flächendeckend mit 5G abdecken. Das soll ab dem

**MITT WALD**  
Webhosting. Einfach intelligent.

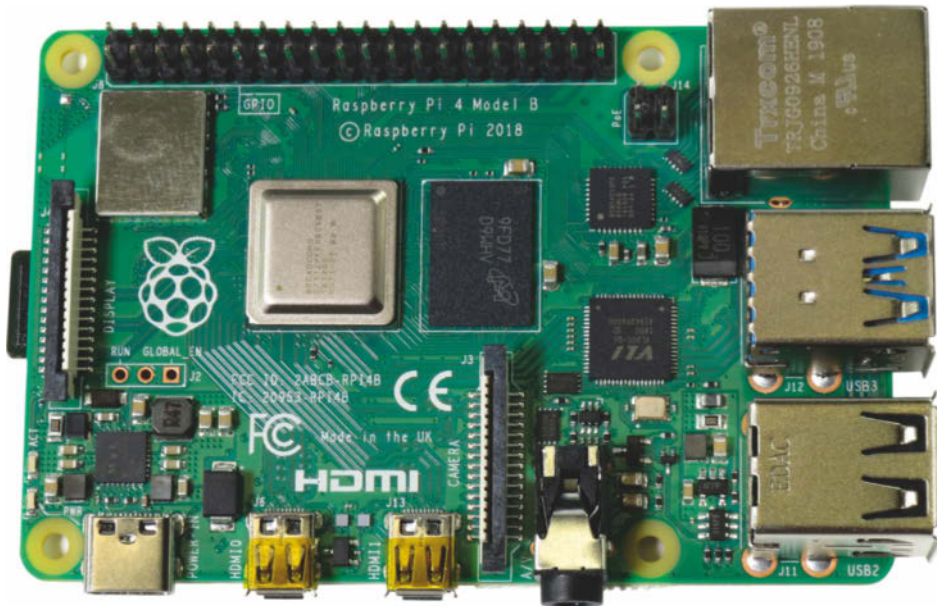
## Managed vServer

Der richtige Server  
für deine Webprojekte.

- ✓ Experten-Service –  
persönlich und kompetent
- ✓ umfangreiches  
Softwareangebot
- ✓ **AKTION** Agentur-Toolbox  
für 1 Jahr kostenlos

**JETZT BESTELLEN**  
auf [www.mittwald.de](http://www.mittwald.de)





# Kurz nach vier

## Fehler, Korrekturen und Neues rund um den Raspi 4

**Der Raspberry Pi 4 kam ziemlich überraschend. Die neue Hardware hat viel Lob bekommen; was fehlt, ist passende Software. Nebenbei sind noch USB-C-Probleme aufgefallen und der SD-Karten-Slot ist nicht viel schneller als zuvor.**

Von Merlin Schumacher

Nur wenige Auserwählte haben von der Raspberry-Pi-Foundation Vorabexemplare des Raspi 4 bekommen. Darunter aber auch Entwickler bekannter Projekte wie LibreELEC oder RetroPie. Die Zeit hat dennoch nicht gereicht, um zum Verkaufsstart fertige Software zu liefern. Am schnellsten war das LibreELEC-Projekt, auf dessen Homepage man ein erstes an dem Raspi 4 angepasstes Image der Kodi-Distro herunterladen kann. Das hat laut der Entwickler zwar noch Alpha-Qualität, aber funktionierte in einem kurzen Test einwandfrei. Auch der Hardware-Decoder für HEVC läuft bereits. HEVC kodierte 4K-Material wird erwartungsge-

mäß flüssig und ohne nennenswerte CPU-Belastung abgespielt.

Das RetroPie-Projekt hat noch keine funktionierende Software für den Raspi 4 vorzuweisen. Der Open-Source-Grafiktreiber des Raspi 4 bringt wohl das grafische Frontend EmulationStation zu Fall, sodass man gar nicht erst dazu kommt, Spiele zu starten. Auch die kürzlich erschienene Version 4.5 von RetroPie bringt keinen Support für den Raspi 4, dafür aber für den Raspberry Pi 3 A+. Wann die Entwickler eine Raspi-4-compatible Version veröffentlichen, bleibt abzuwarten.

Wer Emulatoren auf Raspbian Buster nutzen will, findet in dessen Repositories die Pakete `retroarch` und mehrere, die mit `libretro` beginnen. Die `libretro`-Pakete enthalten die RetroArch-Cores, also die eigentlichen Emulatoren für PlayStation 1, (S)NES und verschiedene Nintendo-Handhelds. Im Vergleich zu RetroPie ist die Anzahl der Plattformen mickrig.

Ein Nightly Build der zu RetroArch gehörenden Distribution Lakka läuft ebenfalls auf dem Raspberry Pi 4. Sie

bringt zahlreiche Cores mit, von denen aber die für PlayStation 1, Dreamcast und N64 nicht funktionieren.

Mit reichlich Gebastel konnten die Kollegen von heise online die Emulatoren dennoch zur Mitarbeit auf dem Raspi bewegen und stellten in einem kurzen Test fest, dass er mitunter die doppelte Leistung des Vorgängers liefert. Besonders wählerische PlayStation-Spiele wie Tekken oder Ridge Racer liefen mit konstanter, zufriedenstellender Geschwindigkeit. Auf dem Raspi 3 B+ brach die Bildrate immer mal wieder ein.

### Schneller Lesen

Die Hoffnung auf eine signifikant schnellere Anbindung der SD-Karten am Raspi hat sich ebenfalls zerschlagen: mehr als 50 MByte/s sind nicht einmal theoretisch drin. Der MMC-Controller hat eine UHS-I-Schnittstelle und beherrscht maximal den DDR50-Modus, der nicht mehr als 50 MByte/s überträgt. Im Vergleichstest ließen wir zwei unterschiedliche SanDisk-SD-Karten gegeneinander antreten: eine wenige Jahre alte „Mobile Ultra“-Karte mit 16 GByte und eine neue „Extreme Pro“ mit 64 GByte nach A2-Spezifikation. Die ältere Karte schaffte im Raspi 36 MByte/s, die schnellere etwa 40 MByte/s. Die für die Reaktionszeiten von Software relevanten IOPS stiegen von 1600 auf 2000 mit der schnelleren Karte. Subjektiv startet beim direkten Vergleich zweier Raspi 4 der mit der fixeren Karte minimal schneller. Im Betrieb bemerkt man keinen Unterschied.

Das Wake-on-LAN-Feature des Raspberry Pi 4 liegt übrigens noch brach. Zwar meldet das Programm Ethtool, dass der verwendete Ethernet-Controller Wake-on-LAN per Magic Packet beherrscht, jedoch schlägt dessen Aktivierung fehl. Ob das Feature irgendwann kommt, bleibt abzuwarten.

### Cabelsalat

Wer seinen Raspberry Pi mit einem aktiven USB-C-Kabel versorgen will, wird scheitern. Kabel mit integriertem Controller, wie sie etwa

Apple-Netzteile beiliegen, wählen den falschen USB-Betriebsmodus. Schuld ist der Aufbau der USB-C-Buchse des Raspis. Die Raspberry-Pi-Foundation hat nicht wie im USB-Standard vorgeschrieben das Anschlussdesign der Buchse kopiert, son-



dem Modifikationen daran vorgenommen. Im Detail hat man einen Widerstand gespart und so die Aushandlung des USB-C-Betriebsmodus sabotiert. Die Änderung führt dazu, dass der Chip in den aktiven Kabeln den Raspi als Audio-Gerät erkennt und dann keinen Strom liefert.

Die Foundation hat das Problem bereits eingeräumt und zukünftige Board-Versionen bekommen einen zweiten Widerstand. Wer bereits einen Raspi 4 besitzt, braucht ihn aber nicht zurückzuschicken: Ein „dummes“ USB-Kabel mit Typ-C-Stecker und ohne Controller schert sich nicht um Widerstände und Steuerleitungen, sodass der Raspberry Pi damit auf jeden Fall läuft – ein ausreichend dimensioniertes Netzteil vorausgesetzt.

## Container mit Hindernissen

Freunde von Docker werden mit dem Raspi 4 nur über Umwege glücklich. Die in Raspbian enthaltene Fassung der Container-Runtime Containerd ist nämlich kaputt. Der Docker-Daemon läuft zwar, aber der Start eines Containers bricht mit einer Fehlermeldung ab. Grund dafür ist eine nicht gesetzte Kernel-Option. Alternativ hätte Raspbian auch eine neuere Fassung von Containerd einspielen können, die ohne die Kernel-Option auskommt. Es ist zwar ohnehin ratsam, die meist aktuelleren Pa-

**Der Widerstand R79 ist beim Raspi 4 fälschlicherweise mit beiden CC-Leitungen des USB-C-Ports verbunden (grüner Kreis). Das führt zu Aushandlungsproblemen mit aktiven Kabeln.**

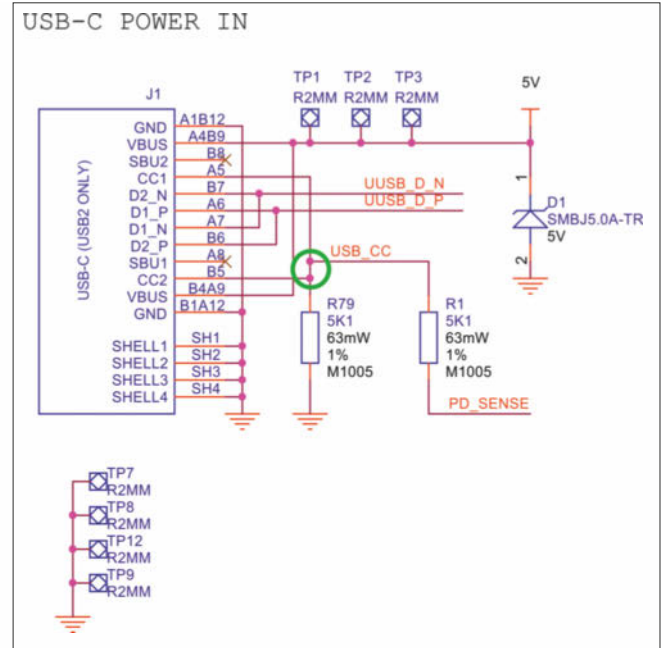


Bild: Raspberry Pi Foundation

kete von Docker Inc. zu verwenden, aber bislang gibt es diese Docker-CE-Pakete für Raspbian nur als Nightly-Build. Wer risikofreudig ist, kann auch die für Debian gedachten armhf-Pakete verwenden. Dazu muss man nur das Convenience-Skript zur Docker-Installation ausführen und scheitern lassen. Anschließend ändert man die Datei /etc/apt/sources.list.d/docker.list ab. Dort tauschen Sie dann raspbian gegen debian und die 10 gegen buster aus. Nach einem Update der

Paketquellen spielen Sie das Docker-Paket wie folgt ein:

```
sudo apt install \
--no-install-recommends docker-ce
```

Die Option no-install-recommends verhindert, dass Apt optionale Abhängigkeiten installiert, die auf Raspbian nicht funktionieren. Die Lösung ist natürlich nur ein temporärer Workaround. Sobald stabile Pakete für Raspbian auf download.docker.com verfügbar sind, sollten Sie die Änderungen an docker.list unbedingt rückgängig machen.

## Unglückliche Entwickler

Einige Entwickler sind unglücklich mit dem neuen Raspi. Der Red-Hat-Entwickler Peter Robinson erklärte, das aktuelle Fedora 30 werde keinen Support bekommen. Frühestens werde das im Herbst erwartete Fedora 31 vielleicht grundlegende Unterstützung bieten. Hauptgrund dafür ist fehlender Support im offiziellen Linux-Kernel.

Die neuen Funktionen wie Gigabit-Ethernet und USB 3.0 sind dabei unproblematisch, weil die auf bekannten Bausteinen aufbauen. Wie c't aus Kernel-Entwicklerkreisen erfahren hat, fehlt aber Support für grundlegende Dinge wie den PCI-Express-Controller und DMA; erschwert wird die Entwicklung durch die Tatsache, dass die Dokumentation für den verwendeten SoC noch fehlt. Erster grundlegender Support dürfte daher frühestens in Linux 5.4 einfließen, das zum Winter erscheinen dürfte; womöglich dauert es aber noch länger. (m/s@ct.de) **ct**

## Sonderheft c't Projekte

Mit Raspberry, Arduino & ESP kann sich eigentlich jeder an eigene Elektronikbasteleien wagen. Rund um die Einplatinencomputer hat sich eine vielfältige Hard- und Softwarelandschaft mit hochaktiven Communities entwickelt. c't Projekte 2019 führt in diese Welt ein, stellt einige Plattformen vor und vermittelt das nötige Know-how. Lassen Sie sich von den Projekt-Ideen inspirieren. In zahlreichen Bau- und Programmiervorschlägen finden Sie Anleitungen zum Nachbau und Anregungen für eigene Ideen.

Das Sonderheft c't Projekte 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. (m/s@ct.de)





# Fahrrad-Funk

**Der Leihradanbieter Indigo weel setzt das Sigfox-IoT-Netz ein, um seine Räder orten und warten zu können.**

Aktuell in den Städten verteilte Leihfahräder lassen sich spielend leicht klauen, denn sie sind nicht vernetzt – lediglich Bluetooth zum Entriegeln des Schlosses per Smartphone ist an Bord. Nach Ende der Fahrt wird das GPS des Fahrer-Smartphones genutzt, um dem Verleiher den Standort des Rads mitzuteilen. Nicht selten ist diese Ortung so ungenau, dass das Fahrrad für den nächsten Radler schlecht zu finden ist, selbst wenn es nicht geklaut wurde.

Der Leihradanbieter Indigo weel will diesem Problem in Paris jetzt mit IoT-Technik begegnen: **Die Fahrräder werden mit GPS-Empfängern und Sensoren ausgestattet.** Das ermöglicht eine bessere Positionsbestimmung, sodass Benutzer auf der Suche nach einem Fahrrad keinen großen Radius mehr absuchen müssen, sondern einen genauen, wenige Minuten alten Standort angezeigt bekommen. Mittels der Sensoren will der Anbieter außerdem Vandalismus erkennen. Die



**Aktuelle Leihräder haben keinerlei Netzanbindung, weshalb sie sich schlecht orten lassen. Indigo weel stattet seine Flotte deshalb mit Sigfox-Technik aus.**

Komponenten sollen nachhaltig gestaltet sein: Sensoren von defekten Fahrrädern werden nicht mitverschrottet, sondern demontiert und an anderen Fahrrädern wiederverwendet.

Die Daten senden die Räder über das schmalbandige IoT-Netz Sigfox. Sigfox dient der Übertragung von kleinen, zeitunkritischen Nutzlasten mit bis zu 12 Byte.

Robuste Modulation sorgt für hohe Reichweiten trotz geringer Sendeleistung und damit für geringen Energieverbrauch. IoT-Geräte können so mit einer Solarzelle und einem kleinen Akku jahrelang durchhalten. Die gleichnamige französische Firma betreibt Sigfox-Netze in 60 Ländern in den lizenzfreien Frequenzbereichen 868, 900 und 920 MHz. (amo@ct.de)

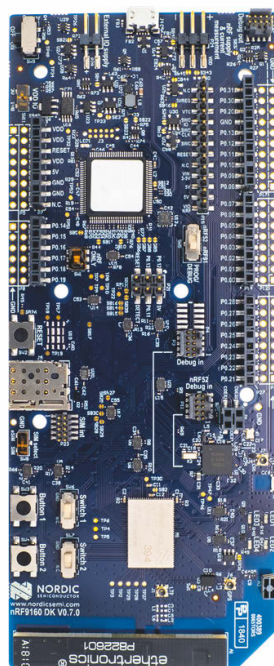
## Funk-Chip mit GPS für Sensoren

Der Chiphersteller Nordic Semiconductor hat mit der Fertigung des IoT-Modems nRF9160 begonnen. **Der Chip kann in LTE-Netzen mit NB-IoT und Cat. M1 funktionieren.** Über GPS bestimmt er seine Position. NB-IoT wird in Deutschland sowohl von der Telekom als auch von Vodafone angeboten; die Telekom hat neuerdings eine Netzabdeckungskarte veröffentlicht (siehe ct.de/yq3j).

Der Chip ist für Anwendungen wie GPS-Tracker, Sensoren und Smart Meter konzipiert. Ein ARM M33 Cortex (64 MHz) mit 256 KByte RAM und 1 MByte Flash bildet das Herzstück. Zur Anmeldung am Mobilfunknetz eignen sich SIMs oder eSIMs. Um das Entwickeln von Anwendungen zu erleichtern, bietet der Hersteller die Entwicklungsplatine nRF9160 DK mitsamt SDK an. Das Datenblatt finden Sie über ct.de/yq3j. (jam@ct.de)

**Datenblatt:** [ct.de/yq3j](https://ct.de/yq3j)

**Nordics Development Kit für den nRF9160 ist für rund 160 Euro bei Digi-Key erhältlich.**



## Kurz & knapp: Netze

**Software Defined Video over Ethernet** beschleunigt AV-Übertragungen per Ethernet. Netgear hat dafür neue Switches parat: Der M4300-16X hat 16 Kupfer-Ports für bis zu 10 GBit/s. Im M4300-24FX stecken 24-SFP+-Slots für Glasfaser-Module. Beide sollen im 4. Quartal in den Handel kommen und 2130 beziehungsweise 2470 Euro kosten.

Mit hohem Tragekomfort und besonders geringem Gewicht bewirbt Snom sein neues **DECT-Headset**. Das A150 ist ein Over-Ear-Headset mit Bügel und Schwanenhalsmikrofon. Der Anschluss an die kompatiblen Telefone aus Snoms D3XXX- und D7XXX-Serie klappt per USB-Stick. Das Headset kostet aktuell rund 120 Euro. Ausgerechnet die Gewichtsangabe fehlt im Datenblatt.



## AMD Ryzen 3000: Schwerer Fehler im Zufallszahlengenerator

Keine fünf Tage nach Einführung der Ryzen-3000-CPU's (siehe S. 16) hat AMD angekündigt, einen schwerwiegenden Fehler des Zufallszahlengenerators über BIOS-Updates zu beseitigen. Durch das Fehlverhalten der Prozessoren **stürzen viele aktuelle Linux-Distributionen beim Booten auf den neuen CPUs ab**. Unter Windows tritt das Problem nicht so drastisch zutage, ist aber die Ursache, warum das Spiel Destiny 2 nicht läuft.

Im c't-Labor haben wir als Erste herausgefunden, dass das Fehlverhalten beim Prozessor liegt: Beim Anfordern von Zufallszahlen per RDRAND (Read Random Number) liefert der Prozessor ausschließlich mit 1-Bits gesetzte Werte zurück, obwohl er zugleich die erfolgreiche Ausführung dieser x86-Instruktion per Carry-Flag bestätigt. Durch den immer identischen statt zufälligen Wert gerät Destiny 2 so stark aus dem Tritt, dass es sich festfährt. Das passiert auch mit aktuellen Versionen des System- und Service-Managers Systemd. Das führt zum Absturz beim Systemstart, der unter anderem mit Ubuntu 19.04, Fedora 70 und aktuellen Versionen von Manja auftritt.

Die gleiche Macke zeigt sich auch bei der verwandten Instruktion RDSEED (Read Random Seed), wenn auch mit anderen Auswirkungen. Dadurch werden mit solchen Systemen generierte Kryptografieschlüssel womöglich mit dem immer gleichen Zufallswert erzeugt und sind daher leicht zu fälschen.

Einige Tage, nachdem wir AMD auf das Problem hingewiesen hatten, verkündete der CPU-Hersteller, den Fehler mit neuem BIOS-Code auszuräumen, den man an die Mainboard-Hersteller verteilen will. Die müssen den neuen Code in ihre BIOSse einbauen, dann testen und zum Download bereitstellen – letztlich hängt es daher vom Hersteller ab, ob das Tage oder Wochen dauert.

Wie die neuen BIOSse das Problem im Detail lösen, verrät AMD in seiner knappen Mitteilung zur Korrektur über BIOS-Updates nicht, die uns kurz vor Redaktionsschluss erreichte. Daher ist unklar, ob der Fehler im Prozessordesign, dem Microcode oder den BIOS-Funktionen zur Initialisierung der CPU steckt. Auch ist es nicht ersichtlich, ob sich bei der Performance oder beim Funktionsumfang etwas ändert. (thl@ct.de)

## Ryzen-Kombiprozessoren mit höherem Takt

AMD hat die Kombiprozessoren der Serie Ryzen G mit integrierter Vega-Grafik aktualisiert. Die beiden **Vierkerner Ryzen 3 3200G und Ryzen 5 3400G** lösen ihre Vorgänger Ryzen 3 2200G und Ryzen 5 2400G ab. Im Unterschied zu den leistungsfähigeren Ryzen 3000 ohne Grafikeinheit (siehe S. 16) sind die Kombiprozessoren noch in 12-nm-Technik gefertigt und verwenden Zen+- und nicht die aktualisierten Zen-2-Recheneinheiten.



**Der stärkere CPU-Kühler Wraith Spire** soll den Ryzen 5 3400G besser kühlen, ist mit 7 cm aber 1,5 cm höher als der Wraith Stealth des Vorgängerprozessors.

Die neuen 65-Watt-CPU's für die Fassung AM4 eignen sich für Office- und preiswerte Allround-PC's und takten nominal 100 MHz und beim Boost 300 MHz schneller als ihre Vorgänger. Zudem hat AMD den Takt der Vega-8-GPU des Ryzen 3 3200G und der Vega-11-GPU des Ryzen 5 3400G um 150 MHz erhöht.

Beim Ryzen 5 schaltet der Hersteller die automatische Übertaktungsfunktion Precision Boost Overdrive frei und verlötet das Halbleiter-Die mit dem Heatspreader, was die Wärmeabgabe verbessern soll. Zudem erhält die CPU anstelle des bisherigen Wraith-Stealth-Kühlers den leistungsfähigeren Wraith Spire, der auch bei einigen 95-Watt-Ryzen beiliegt.

Der Ryzen 3 3200G (3,6 GHz, Boost: 4,0 GHz) kostet rund 100 Euro. Für den Ryzen 5 3400G (3,7/4,2 GHz) mit SMT für 8 logische Kerne verlangt AMD 160 Euro. (chh@ct.de)

Kentix DoorLock®  
**SmartAccess**  
 Zutritt einfach  
 IP-ernetzt



Office + Lager + Industrie +  
 IT- und Verteilerschränke



FUNK



VIDEO



SNMP



E-MAIL



NFC



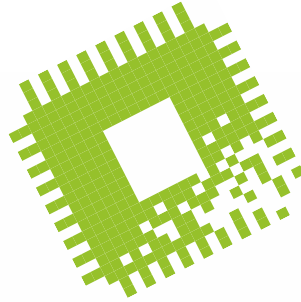
APP

**Komplette  
 Software integriert!**

**kentix.com**

# Bit-Rauschen

**AMD Ryzen schlägt den Core i, neue EUV-Lithografie**



**Nun hat es AMD endlich geschafft, zumindest bei Desktop-PC-Prozessoren: Der effizientere und stärkere Ryzen 3000 zieht an Intels Core i vorbei. Die Chip-Hersteller tüfteln derzeit an verbesserten Chipstapeln und Lithographiesystemen mit extrem ultravioletttem Licht.**

**Von Christian Hirsch und Christof Windeck**

Nun wird es ungemütlich für Intel: Der AMD Ryzen 3000 mit Zen-2-Technik aus der 7-Nanometer-Fertigung macht den Core i-9000 platt. Auch wenn der neue Ryzen nicht in absolut jeder einzelnen Disziplin vorne liegt und der Chipsatz X570 ein bisschen viel Strom schluckt: Der AMD-Champion ist klar das bessere Angebot für schnelle Desktop-PCs (siehe S. 16). In einem Artikel in der internen Postille „Circuit News“ tröstet Intel die Hausmannschaft und räumt ein, dass AMD einen Treffer gelandet hat. Der via Reddit veröffentlichte Circuit-News-Artikel prognostiziert einen Preiskampf. Der wäre für Intel bei den Desktop-PC-Prozessoren noch verschmerzbar, denn die teuren Core-i-Versionen machen nur einen kleinen Teil des gesamten CPU-Umsatzes aus – und bei Notebooks, von denen viel mehr verkauft werden, steht Intel weiter gut da. Doch Intel befürchtet offenbar auch bei den profitträchtigen Xeons harte Konkurrenz durch den kommenden „Rome“-Epyc – darin stecken ja fast dieselben 7-nm-Zen-2-Kerne wie im Ryzen 3000, die Intels 14-nm-Prozessoren alt aussehen lassen. Dazu hat „Rome“ noch gewaltigen Vorsprung bei der Kern-Anzahl – bis zu 64 statt 28 – und PCI Express 4.0, das in Servern größere Vorteile verspricht als in Desktop-PCs. Es lässt sich nicht mehr schönreden, dass Intel seine jahrzehntelange Führung bei der Fertigungstechnik verloren hat. Das dürfte harte Konsequenzen zeitigen: Intel schwört die Mit-

arbeiter auf einen „kulturellen Wandel“ ein, zu dem erhebliche Veränderungen gehören.

## Gestapelte Chips

Einen Ausblick auf heterogene Multichip-CPU, mit denen Intel den Rückstand wieder wettmachen will, konnte man auf der Halbleiter-Messe Semicon West sehen. Dort demonstrierte Intel Co-EMIB (Embedded Multi-Die Interconnect Bridge) – eine Technik, mit der sich Prozessoren aus mehreren Foveros-Chipstapeln bauen lassen. EMIB verbindet seit Anfang 2018 bei den Kaby-Lake-G-Prozessoren den Radeon-Grafikchip mit dem 4 GByte großen HBM2-Speicher durch das Trägermaterial. Foveros kommt bei den für Ende 2019 angekündigten Lakefield-Mobilchips zum Einsatz, die aus mehreren übereinandergestapelten Chiplets bestehen. Zusätzlich sollen künftig solche 3D-Die-Stapel über das Omni-Directional Interconnect (ODI) nicht nur wie bei EMIB horizontal, sondern auch vertikal miteinander kommunizieren. Deutlich größere Silizium-Durchkontaktierungen (Through Silicon Via, TSV) erlauben es, die obersten Chips mit größeren Stromstärken zu versorgen.

Linux-Entwickler haben erste Detailinformationen zu den bald erwarteten Mobilprozessoren der Familien Ice Lake (Core i7-1065G7, 10 nm) und Comet Lake (Core i5-10210U, 14 nm) veröffentlicht. Sie bestätigen, dass nur die Ice Lakes auch AVX-512-Befehle verarbeiten werden. Beide neuen CPU-Familien haben die Schutzfunktion „MD\_Clear“ gegen die ZombieLoad-Sicherheitslücken.

Ein Intel-Entwickler verriet auch schon, dass man nicht allzu überrascht sein sollte, dass sich die jetzt schon beworbene Xe-GPU im Jahr 2020 im Kern nicht ganz so gewaltig von der Gen11-Grafik der Ice-Lake-Prozessoren beziehungsweise der Gen12-GPU im Ice-Lake-Nachfolger Tiger Lake unterscheiden wird. Intel kocht eben auch nur mit Wasser, aber Grafikkerne lassen sich sehr gut parallelisie-

ren – es wird jedenfalls spannend, was ein separater Xe-GPU-Chip mit hunderten EUs tatsächlich gegen GeForce und Radeon reißen kann.

Nvidia plant derzeit, kommende 7-nm-GPU-Chips auch bei Samsung einzukaufen – bisher war TSMC der bevorzugte Auftragsfertiger für die High-End-GeForces. Samsung setzt allerdings bereits Lithografie mit kurzwelligem Licht im extremen Ultraviolett (EUV) ein, die höhere Auflösungen verspricht.

## High-NA-EUV


Ein Intel-Manager der israelischen Fab 28 deutete in Gesprächen mit Journalisten an, dass man „für EUV neue Fabs bauen muss“, weil die Lithographiesysteme viel mehr Platz benötigen. Das gilt zwar nicht für die nun schon eingesetzten, ersten ASML-EUV-Systeme TwinScan NXE:3400B, aber für Nachfolger, die nicht nur Chips mit 5- und 3-nm-Strukturen, sondern auch darunter effizient belichten sollen. Denn dafür plant die Industrie derzeit EUV-Lithografiemaschinen mit hoher numerischer Apertur (High-NA EUV) von 0,55 statt 0,33 bei den aktuellen Systemen. Anamorphe Spiegelsysteme, die das Abbild der Chip-Masken in der einen Achse um den Faktor 4 und in der anderen um den Faktor 8 vergrößern, sollen dabei für höheren Durchsatz sorgen. ASML entwickelt derzeit in Kooperation mit Zeiss in Oberkochen die Spiegel für solche High-NA-EUV-Systeme. (chh@ct.de) 



Bild: Zeiss

**Die Firmen ASML und Zeiss entwickeln EUV-Lithographiesysteme mit hoher numerischer Apertur, die derzeit noch riesige Vakuumkammern benötigen.**



## Enterprise-SSD mit PCIe 4.0

Das kanadische Unternehmen Netint stellt seine zweite PCIe-4.0-SSD vor: Die **Codensity D408 ist als U.2-Laufwerk und als PCIe-Steckkarte erhältlich** und soll bei sequenziellem Lesen bis zu 6,4 GByte/s erreichen, beim Schreiben immerhin noch 2 GByte/s. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen verspricht der Hersteller bis zu 1 Million IOPS beim Lesen und bis zu 250.000 beim Schreiben.



Die PCIe-4.0-SSD Codensity von Netint ist mit 4, 8 und 16 TByte Speicherplatz erhältlich.

Der 16-Kanal-SSD-Controller Codensity G4 ist den Angaben zufolge eine Eigenentwicklung des Unternehmens, er eignet sich sowohl für TLC- als auch für das neuere QLC-Flash. Die Latenz beträgt laut Netint 100 µs beim Lesen, beim Schreiben sollen es lediglich 10 µs sein.

Mit 4, 8 und 16 TByte Speicherkapazität, AES-256-Verschlüsselung und Stromausfallschutz soll die Codensity D408 vor allem für den Enterprise-Einsatz zugeschnitten sein. Im Ruhezustand benötigt die SSD 11 Watt, im Betrieb 24 – knapp unter der Grenze von 25 Watt, die die PCI-SIG als maximale Leistungsaufnahme einer U.2-SSD festgelegt hat. Netint gibt eine MTTF von 2 Millionen Stunden an, die Ausdauer ist von der Bestückung abhängig. Preise hat der Anbieter nicht genannt. (ll@ct.de)

## Rackserver für Ruler-SSDs

Der Serverhersteller Supermicro hat nun Rackserver für die Ruler-SSDs von Intel im Programm. Der **SuperStorage 1029P-NES32R** fasst 32 SSDs im E1.S-Format mit 111,5 Millimeter Länge, der doppelt hohe SuperServer 2029BR-HER insgesamt 40. In beiden steckt ein Supermicro-Mainboard mit zwei Sockeln für Xeon-Prozessoren (Cascade Lake oder Skylake), dazu gibt es Steckplätze für bis zu 6 TByte DRAM.

Angaben zur maximalen Speicherkapazität der Rackserver macht Supermicro nicht, auch sind bislang auf dem freien Markt noch keine E1.S-Module erhältlich. Die längeren E1.L-Module fassen aktuell bis zu 8 TByte und kosten rund 6000 Euro. Bei einer angenommenen E1.S-Kapazität von 4 TByte würde allein der Speicher des SuperStorage 1029P-NES32R knapp 100.000 Euro kosten. Preise hat das Unternehmen noch nicht genannt; die Server sollen jedoch ab sofort verfügbar sein. (ll@ct.de)

## Für Softwerker

U. Vogenschow · B. Schneider · I. Meyrose

### Soft Skills für Softwareentwickler

Frage-Techniken, Konfliktmanagement, Kommunikationstypen und -modelle

4. Auflage  
2019, 376 Seiten  
€ 36,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-697-8



A. Rüping

### Gute Entscheidungen in IT-Projekten

Unbewusste Einflüsse erkennen, Hintergründe verstehen, Prozesse verbessern

2019, 204 Seiten  
€ 29,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-648-0



J. Noack · J. Díaz

### Das Design Sprint Handbuch

Ihr Wegbegleiter durch die Produktentwicklung

2019, 220 Seiten  
€ 24,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-656-5



A. Spillner · T. Linz

### Basiswissen Softwaretest

Aus- und Weiterbildung zum Certified Tester – Foundation Level nach ISTQB®-Standard

6. Auflage  
2019, 378 Seiten  
€ 39,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-583-4



F. Simon · J. Grossmann · C. Graf · J. Mottok · M. Schneider

### Basiswissen Sicherheitstests

Aus- und Weiterbildung zum ISTQB® Advanced Level Specialist – Certified Security Tester

2019, 414 Seiten  
€ 39,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-618-3



dpunkt.verlag

fon: 0 62 21 / 14 83 40  
e-mail: bestellung@dpunkt.de  
www.dpunkt.de

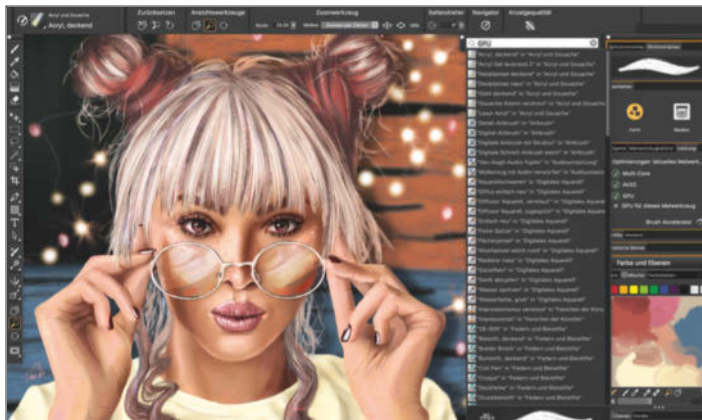
plus+  
Buch + E-Book:  
www.dpunkt.plus



# Leistungssteigerung für Corel Painter 2020

**Das Malprogramm Painter 2020 simuliert realistische Pinsel und Zeichenwerkzeuge. Für das Update verspricht Corel GPU-beschleunigte Performance und optimierte Arbeitsabläufe.**

Painter simuliert über 500 Werkzeuge und Materialien wie Öl und Acryl, Leinwand und Papier. Es unterstützt unterschiedliche künstlerische Stile und wendet sich damit an Illustratoren sowie Comic- und Cartoonzeichner.



Das Malprogramm Corel Painter 2020 analysiert die Hardware und optimiert automatisch GPU- und CPU-Einstellungen.

Das neue Dienstprogramm „Brush Accelerator“ optimiert je nach Hardware die Systemeinstellungen hinsichtlich der GPU- und CPU-Leistung. Damit sollen die Malwerkzeuge bis zu 20-fach GPU-beschleunigt werden. Das ermöglicht laut Hersteller auch auf älteren Maschinen Malen in Echtzeit sowie die Arbeit mit aufwendigen Einstellungen wie Aquarelltechnik und großen Pinselspitzen. Corel empfiehlt für Painter 2020 mindestens acht logische CPU-Kerne und eine Videokarte, die OpenGL 1.2 unterstützt.

Neu im Portfolio sind 26 Performance-optimierte Malwerkzeuge in zwei Kategorien. Sie sind für die Leistungsoptimierungen der aktuellen Version konzipiert. Außerdem enthalten die Kategorien „Aquarell“ und „Digitales Aquarell“ fünf neue Werkzeuge.

Die überarbeitete Eigenschaftsleiste und die Malwerkzeugpaletten sollen den Zugriff auf die Bedienelemente erleichtern. Ebenen lassen sich laut Corel nun einfacher verbinden, sperren, auswählen und einfügen.

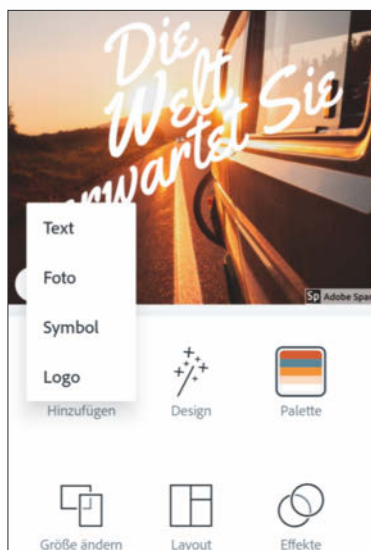
Ein kompakteres Bedienfeld zur Pinselauswahl soll den verfügbaren Platz für die große Anzahl an Werkzeugen besser nutzen. Eine verbesserte Spitzen- und Strichvorschau zeigt die Unterschiede zwischen den Pinseln deutlicher an als zuvor. Eine temporäre Farbpalette erleichtert die Farbauswahl. Painter bringt außerdem sechs unterschiedliche Systeme von Farbharmonien mit, die sich als Tabellen speichern lassen.

Corel Painter 2020 steht für Windows und macOS zur Verfügung. Die Vollversion kostet 424,95 Euro, das Upgrade ist für 218,95 Euro zu haben. (akr@ct.de)

## Adobe Spark auf Deutsch verfügbar

Mit den **Design-Apps** Adobe Spark Post, Page und Video entstehen Grafiken, Webseiten und Videos für soziale Medien. Alle drei Programme sind ab sofort mit deutscher Bedienoberfläche verfügbar; sie lassen sich sowohl im Browser als auch über Mobil-Apps bedienen. Die App Spark Post steht für iOS und Android zur Verfügung; die anderen beiden gibts bisher ausschließlich für iOS. Spark Post bietet jetzt animierte Vorlagen an, die die App anschließend als MP4-Video exportiert. Die iOS-App bringt Textanimationen und animierte Sticker mit. Außerdem kann man Mitarbeiter einladen, im Web zusammen an Grafiken und Videos zu arbeiten.

Die Apps sind kostenlos nutzbar, in den Grafiken und Videos blenden sie aber ein Adobe-Spark-Logo in einer Ecke ein. Für 10,99 Euro monatlich oder bei Abschluss eines Creative-Cloud-Abos lässt es sich entfernen. (akr@ct.de)



Mit Adobe Spark Post entstehen animierte Social-Media-Grafiken. Die App steht für Android und iOS zur Verfügung.

## KKR kauft Corel

Die Beteiligungsgesellschaft KKR (früher Kohlberg Kravis Roberts) hat von der Private-Equity-Gesellschaft Vector Capital die Firma **Corel übernommen**. Üblicherweise restrukturiert KKR erworbene Firmen und steigt nach sechs bis sieben Jahren aus der Beteiligung wieder aus.

Der Softwarehersteller Corel ist in den vergangenen Jahren gewachsen und dieser Kurs soll sich unter KKR fortsetzen. Corel entwickelt unter anderem die CorelDraw Graphics Suite, AfterShot und PaintShop Pro. In jüngeren Jahren erwarb Corel die Firmen Parallels, ClearSlide und MindManager. Außerdem gehören WinZip, WinDVD und VideoStudio, ein Programm der taiwanischen Firma Ulead Systems, zum Portfolio.

Corel entwickelt allein drei Programme zur Bildbearbeitung – es ist möglich, dass sich hier unter dem neuen Besitzer etwas ändert. (akr@ct.de)

## Gesichtserkennung für Canto

Canto hat seine gleichnamige **Bildverwaltung für Unternehmen** um KI-Funktionen erweitert. Das früher unter dem Namen Cumulus vertriebene System setzt auf Cloud-Computing und ein Software-as-a-Service-Modell.

Das Update bringt Gesichtserkennung und integriert diese im Hinblick auf die Erfordernisse von Unternehmen. So kann man alle Bilder der Datenbank automatisch nach Personen durchsuchen, um Haftungsrisiken auszuschließen, beispielsweise falls gemäß DSGVO nicht die personenspezifischen Rechte vorliegen.

Die Bedienoberfläche können Administratoren über die Cloud differenzieren anpassen. Ausgesuchten Nutzerkreisen, beispielsweise Marketing- oder Vertriebs-

mitarbeitern, lassen sich so nur für diese Gruppen relevante Ausschnitte an Metadaten anzeigen. Auch die Filterfunktion ist entsprechend individualisierbar.

Im Agenturalltag wiederkehrende Aufgaben wie Berechtigungsworkflows in der Zusammenarbeit mit externen Dienstleistern sollen sich mit Canto automatisieren lassen. Freigaben erhalten demnach ein automatisches Ablaufdatum; die Zugriffsrechte sind zeitlich begrenzt. Eine Quick-Tag-Funktion hilft beim automatischen Verschlagworten, indem eine künstliche Intelligenz Metadaten vorschlägt. Der überarbeitete Photoshop Connector importiert Assets direkt als Ebene oder Datei in die Bildbearbeitung.

(akr@ct.de)

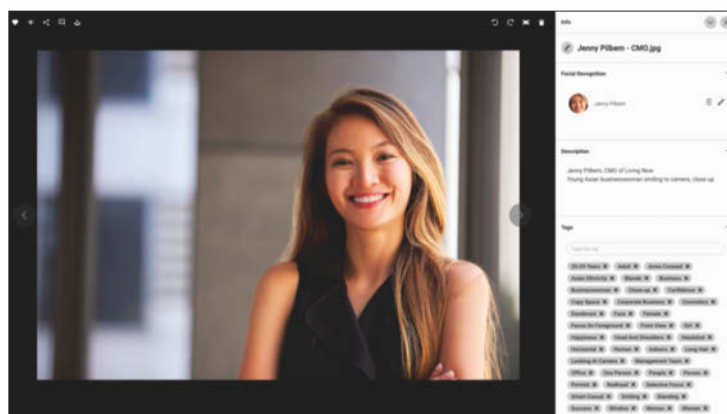
## Magix Music Maker 2020

Die **Musikproduktionssoftware** Magix Music Maker 2020 hat eine anpassbare Bedienoberfläche bekommen. Im flexiblen Fenster-Layout lassen sich Soundpools, Instrumente und Effekte nach Bedarf anordnen. Wenn man einen Loop unter eine vorhandene Spur zieht, legt das Programm automatisch eine neue an. Spürköpfe besitzen einen Lautstärkereglern und lassen sich verkleinern, um Platz zu schaffen. Ein neuer Startdialog weist auf Einführungsvideos hin und gibt Tipps zur Bedienung. Außerdem gibt er Zugriff auf den angeschlossenen Store, über den Magix weitere Inhalte zum Kauf anbietet.

Angeschlossene MIDI-Geräte sollen sich in Sekundenschnelle einbinden lassen, um Melodien auf dem Keyboard einzuspielen. Im integrierten MIDI-Editor lassen sich Noten hinzufügen, verschieben oder löschen. Die Trimmfunktion fasst geloopte MIDI-Objekte zusammen.

Die Basis-Version des Music Maker steht für Windows kostenlos zur Verfügung. Die Plus-Edition für 59 Euro enthält etliche Soundpools, Funktionen und Instrumente. Die Premium-Edition bringt für 129 Euro fünf Mastering- und drei Delay-Effekte sowie eine Vollversion des Audio-Editors Sound Forge Audio Studio 12 mit.

(akr@ct.de)



Die Medienverwaltung Canto erkennt Gesichter und vergibt Schlagwörter mithilfe künstlicher Intelligenz.

**Geben Sie Einbrechern  
keine Chance!**

**homematic IP**  
Endlich. Einfach. Smart Home.

Geben Sie Einbrechern keine Chance!  
Sie sind im Urlaub oder unterwegs?  
Ihr Zuhause ist sicher! Mit dem **Homematic IP Starter Set Alarm**



Smartphone nicht im Lieferumfang enthalten.

[www.homematic-ip.com](http://www.homematic-ip.com)





# Ungleiche Brüder

## Wie viel Bitcoin in Facebooks Libra steckt

**Der langersehnte Durchbruch der Kryptowährungen, die Revolution der Zahlungssysteme weltweit – an Vorschusslorbeeren wurde für Facebooks Entwurf der neuen digitalen Währung Libra nicht gespart. Wir zeigen, wo die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu Bitcoin liegen und was das für Nutzer bedeutet.**

Von Mirko Dölle

**Z**usammen mit dem Like kommt das Geld: So könnte die Zukunft aussehen, wenn Facebooks Plan aufgeht, Libra als weltweit einheitliche digitale Währung einzuführen. Außer in China, wo Facebooks Dienste seit langem gesperrt sind. Allerdings ist es nicht Facebook allein, das hinter der neuen Währung steht, der Internet-Riese ist nur eins von knapp 30 Unternehmen [1].

Neben dem Libra-Projekt kündigte Facebook auch an, mit dem Tochterunternehmen Calibra ein eigenes Wallet für Libra zu entwickeln. Es soll in Facebooks Dienste wie Facebook Messenger und WhatsApp eingebunden werden. So werden die über zwei Milliarden Facebook-Nutzer zu potenziellen Nutzern des Libra.

Die Ankündigung einer eigenen digitalen Währung schlug hohe Wellen – sowohl in der Welt der Kryptowährungen als auch bei Regulatoren. Denn mit einer so gigantischen Nutzerbasis ist Libra ab Tag eins ein Konkurrent zu Bitcoin. Allerdings gibt es große Unterschiede zwischen Bitcoin und Libra.

### Exklusiv-Club

Das fängt bei der Organisation an: Hinter Libra soll die Libra Association stehen, eine unabhängige gemeinnützige Organisation mit Sitz in Genf, an der neben Facebook auch MasterCard, Visa, PayPal, Spotify und Uber beteiligt sind. Am Ende sollen es bis zu 100 Firmen sein, die die Geschicke des Libra lenken – die Eintrittskarte für diesen exklusiven Club kostet 10 Millionen US-Dollar. Bitcoin hingegen ist lediglich ein Protokoll, Computer-Code, der von einem Unbekannten unter dem Pseudonym Satoshi Nakamoto geschrieben und veröffentlicht wurde.

Das Bitcoin-Protokoll ist öffentlich, jeder kann Bitcoin-Wallets implementieren, Nodes zur Validierung der Blockchain betreiben oder mit einem Miner Transaktionen verarbeiten. Es kann auch jeder Änderungen an Bitcoin vorschlagen oder kurzerhand selbst implementieren – übernimmt die Mehrheit der anderen sie, ist sie eingeführt.

Kurz gesagt ist Bitcoin ein offenes, weltumspannendes Netzwerk, an dem sich jeder beteiligen kann. Es gibt keine Zentrale und keinen Herrscher, Bitcoin ist ein dezentrales Netzwerk, das nicht abgeschaltet werden kann. Zwar gibt es Unternehmen, die ihr Geschäftsmodell in irgendeiner Art und Weise auf Bitcoin aufbauen oder daran anlehnen, etwa Exchanges oder Mining-Unternehmen, allerdings hängt die Existenz des Bitcoins nicht von irgendwelchen Unternehmen ab.

Bei Libra sieht die Sache etwas anders aus: Das Netzwerk steht ausschließlich den Mitgliedsunternehmen der Libra Association offen, nur sie validieren neue Transaktionen. Darüber hinaus sind die Mitglieder der Organisation bekannt. Diese Zentralisierung um die Association bringt Angriffspunkte mit sich. Regulatoren könnten Druck ausüben, gewisse Transaktionen zu zensieren, rückabzuwickeln, Konten einzufrieren oder gewisse Individuen gänzlich aus dem Netzwerk auszuschließen. Das ist bei dem dezentralen



tralen Peer-to-Peer-Netzwerk von Bitcoin schlicht nicht möglich.

## Ausgegrenzt

Durch die Aufnahmegebühr von 10 Millionen US-Dollar werden private Nutzer von vornherein davon ausgeschlossen, an der Entwicklung von Libra mitzuarbeiten. Das wirft auch einen Schlagschatten auf die Ankündigung, den Code von Libra unter einer Open-Source-Lizenz veröffentlichen zu wollen: Änderungen werden nur übernommen, wenn sie von den Mitgliedern der Libra Association eingereicht und verabschiedet werden. Immerhin sehen Facebooks Pläne vor, das Netzwerk nach etwa fünf Jahren komplett zu öffnen.

Der Unterschied zwischen einem offenen und einem geschlossenen Netzwerk hat weitreichende Konsequenzen für die Sicherheit und Verlässlichkeit von Transaktionen. Da Bitcoin offen ist und jeder mitmischen kann, muss das Protokoll auch berücksichtigen, dass sich Teilnehmer untereinander nicht vertrauen oder gar gegeneinander arbeiten. Satoshi Nakamoto löste das Problem unter anderem durch die Einführung eines dynamischen Proof-of-Work-Algorithmus, der seit nunmehr zehn Jahren dafür sorgt, dass niemand abgeschlossene Transaktionen manipulieren kann.

Im Bitcoin-Netzwerk arbeiten Clients, Nodes und Miner zusammen: Die Clients schicken Transaktionen an die Miner, die diese zunächst im Memory Pool (kurz: Mempool) sammeln und nach und nach zu Blöcken verarbeiten. Die Schwierigkeit besteht darin, die Daten des Blocks so anzuordnen, dass sein Hash-Wert einen sich verändernden Schwierigkeitsgrad erfüllt – die sogenannte Difficulty. Da sich Hash-Werte nicht vorhersagen lassen, muss der Miner die Daten des Blocks auf gut Glück neu anordnen und erneut den Hash berechnen – so lange, bis der Block die Anforderungen erfüllt. Dabei wird der Schwierigkeitsgrad alle zwei Wochen so angepasst, dass statistisch gesehen weltweit nur alle 10 Minuten jemand das Glück hat, einen neuen Block zu finden.

Wenn ein Miner einen gültigen Hash für seinen Block gefunden hat, sendet er ihn an einen oder mehrere Nodes. Ergibt die Prüfung des Nodes, dass der Block tatsächlich gültig ist, verteilt er ihn an andere Nodes und schließlich an die Clients weiter – die Blockchain ist um einen Block gewachsen und die Suche

nach dem nächsten Block beginnt von Neuem. Wichtig hierbei ist, dass die einzelnen Miner und Nodes niemand anderem im Netzwerk vertrauen, sondern stets selbst verifizieren, dass nur gültige Blöcke an die Blockchain angehängt werden.

## Proof of Stake

Im Gegensatz dazu steht das Modell von Libra. Der hier eingesetzte Konsens-Algorithmus heißt LibraBFT und ist eine Variation des Proof of Stake. Beim Proof of Stake muss keine Energie für das Errechnen gültiger Hashes aufgewendet werden. Stattdessen setzen die Validatoren ihre Beteiligung an der Digitalwährung als Garantie für die Gültigkeit der bestätigten Transaktionen ein.



Der Unterschied im Konsensmechanismus führt auch zu unterschiedlichen Datenstrukturen. Mit der von Bitcoin bekannten Blockchain, die lediglich Transaktionen enthält, hat die im Libra-Protokoll beschriebene Datenstruktur nichts zu tun: Libra nutzt sogenannte States, die den aktuellen Kontostand des Netzwerks wiedergeben. Transaktionen hingegen werden in einem separaten Archiv gespeichert. Die Mitglieder der Libra Association wechseln sich gegenseitig mit dem Validieren von Transaktionen ab, sie verlassen sich aufeinander und stehen nicht im Wettbewerb.

Das Libra-Modell der States, also quasi der Kontostände, steht in deutlichem Kontrast zum UTXO-Modell (Unspent Transaction Outputs) von Bitcoin. Ein Unspent Transaction Output ist, wie der Name andeutet, das Ergebnis einer Transaktion, das noch nicht erneut ausgegeben wurde. Zudem wird eine Bitcoin-Adresse üblicherweise nur für eine einzige Transaktion genutzt, und da die Adressen

keine Informationen über den Besitzer enthalten, kann ein Außenstehender nicht ohne Weiteres feststellen, wie viel Geld jemand besitzt oder wofür er es ausgegeben hat.

Dieser Unterschied hat auch Auswirkungen auf die Wallet-Anwendungen. Während ein Libra-Wallet lediglich den aktuellsten Datenblock mit den Kontoständen benötigt, muss ein Bitcoin-Wallet erst die komplette Blockchain von Anfang an durchforsten, um festzustellen, wie viel Geld auf den unterschiedlichen Adressen eines Wallets lagert.

Anonym wird Libra nicht sein: Die Wallet-Anwendung Calibra, die die gleichnamige Facebook-Tochter entwickelt, soll einen KYC-Prozess („Know Your Customer“) enthalten. Das bedeutet, dass sich Nutzer mit ihrem amtlichen Ausweis identifizieren müssen, bevor sie das Wallet nutzen können. Eines der Ziele der Libra Association ist außerdem, „einen offenen Identitätsstandard zu entwickeln“, denn „eine dezentralisierte und portable digitale Identität“ sei eine Grundvoraussetzung für finanzielle Inklusion und Wettbewerb.

Das bedeutet jedoch, dass sich sämtliche Transaktionen den daran beteiligten Personen zuordnen lassen, weltweit – der Libra-Nutzer wird also gläsern. Ob es eine gute Idee ist, einer Facebook-Tochter wie Calibra derart intime Daten anzuvertrauen und „nach Zustimmung“ an Dritte weitergeben zu lassen, darf man angesichts Facebooks Umgang mit vertraulichen Benutzerdaten in der Vergangenheit bezweifeln. Immerhin soll Facebook keinen Zugriff auf Transaktionsdaten und umgekehrt Calibra keinen Zugriff auf Facebook-Nutzerdaten haben.

## Vielversprechend

Trotz allem hat Libra das Zeug, um künftig Bitcoin als wichtigste digitale Währung abzulösen. Mit Facebook und den Kreditkartenunternehmen im Rücken ist Libra quasi zum Erfolg verdammt. Libra wird Bitcoin wohl aber nicht ersetzen, mit Identifizierungszwang und leicht regulierbarer Struktur hat Libra nichts von der freien, unabhängigen, unregulierten Währung, die Satoshi Nakamoto bei der Entwicklung von Bitcoin vorschwebte. (mid@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Hartmut Giesen, *Schöne neue Weltwährung, Was Facebooks Kryptogeld Libra für Banken und Milliarden Nutzer bedeutet*, c't 15/2019, S. 32

## Gentests enttäuschen Ahnenforscher

**Die eigene Abstammung genetisch bestimmen zu lassen, liegt im Trend. Leider erweisen sich die Ergebnisse als Partygag.**

Etwas Spucke, ein zweistelliger Betrag, und schon ermittelt ein Verbraucher-Gen-test, woher die Vorfahren stammen. Eine Überprüfung der Labore offenbart jedoch enttäuschende Leistungen.

Charlsie Agro, Journalistin der CBC, Kanadas öffentlichem englischsprachigen Rundfunk, hat vor einigen Monaten gemeinsam mit ihrer eineiigen Schwester Carly fünf Anbieter auf die Probe gestellt. Die Frauen schickten ihre Speichelproben an 23andMe, AncestryDNA, FamilyTreeDNA, Living DNA und MyHeritage.

Die Ergebnisse waren nicht nur zwischen den Gentest-Anbietern sehr unterschiedlich, zwei Anbieter erstaunten sogar mit **erheblichen Abweichungen zwischen den eineiigen Zwillingen**. Solche Unterschiede sollten zumindest bei ein und demselben Anbieter nicht vorkommen. Dennoch fand 23andMe bei Carly 25 Prozent osteuropäische DNS und einen „möglichen Treffer“ in Polen; bei Charlsie wurde zwar auch osteuropäische DNS entdeckt, polnische Spuren aber ausdrücklich

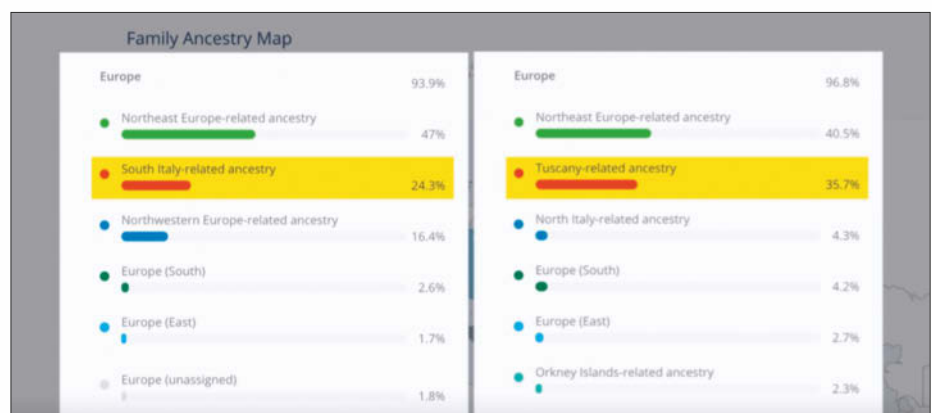
nicht. Dafür hatte sie 3 Prozent „französische und deutsche“ DNS, die bei ihrer Schwester fehlten.

Living DNA verortete 16 Prozent der Ahnen eines Zwillingen in Nordwesteuropa, aber nur 4 Prozent des anderen. Während Carly zu 24 Prozent aus Süditalien kommen soll, stammt Charlsie angeblich zu 36 Prozent aus der Toskana. Dabei waren die ermittelten Gene zu 99 Prozent identisch, was grobe Verunreinigungen oder Laborfehler ausschließt. Die Diffe-

renzen entspringen also der Datenverarbeitung.

Es bleibt die Erkenntnis, dass man für etwas Spucke und ein kleines Entgelt nicht mehr als einen Partygag bekommt. Wer bei 23andMe genau hinsieht, findet ein Menü zur Einstellung der statistischen Sicherheit (confidence level). Die Standardeinstellung sind gerade einmal 50 Prozent. Bei 90 Prozent beschränkt sich die Zuordnung grob auf Kontinente.

(Daniel AJ Sokolov/gr@ct.de)



**Herkunftsanalyse eineiiger Zwillinge: Trotz des übereinstimmenden Gensatzes stammt die eine angeblich aus Süditalien, die andere aus der Toskana.**

## Mondlande-Start-up in Geldnot

Für 2021 plant die Berliner PTScientists eine unbemannte **Mondmission**, will dort mit eigenem Lander im vorgegebenen Zielgebiet aufsetzen und selbst entwickelte Rover starten. Auf diese Mission arbei-

ten auch weitere deutsche Partner hin (siehe S. 64). Nun musste das Start-up allerdings einen Insolvenzantrag stellen. Der Betrieb laufe weiter. Man sei „extrem optimistisch, den Liquiditätsengpass zu überwinden“, sagt Pressesprecher Andreas Schep. Die erste Mondmission ist mit einer SpaceX-Rakete geplant und die entsprechende Voranzahlung auch bereits geleistet, wie Schep betont. Für die weitere Zukunft strebt PTScientists Mondmissionen in Kooperation mit ESA und ArianeGroup an. Damit wolle man europäische Mondflüge etwa im Zwei-Jahres-Rhythmus anbieten. Zunächst aber prüfe der Insolvenzverwalter die Chance, weitere Investoren ins Boot zu holen. (agr@ct.de)



Die erste europäische Mondmission soll 2021 den Landeort der Apollo-17-Mission erreichen. Geldnot könnte das Vorhaben nun scheitern lassen.

## OLEDs aus dem Drucker

Ein neues Design organischer Leuchtdioden (OLED) **reduziert den Schichtaufbau** auf lediglich eine Schicht; aktuelle OLEDs weisen fünf bis sieben Schichten auf. Damit könnten Tintenstrahldrucker in Zukunft Leuchtdioden drucken. Im Labor am Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz fabrizierte das Team um Dr. Gert-Jan Wetzelaer bereits einschichtige OLEDs, die bei 2,9 Volt eine Leuchtdichte von 10.000 Candela pro Quadratmeter erzeugten, die 100-fache Helligkeit moderner Bildschirme. „Das Verfahren ist für die Industrie interessant, da es billige OLEDs auf diverse Materialien aufbringen kann“, erläutert Wetzelaer. Zudem basiert die licht-emittierende Schicht auf günstigem Kohlenstoff und nicht auf teuren Molekülkomplexen und seltenen Erden. (agr@ct.de)

**NEU!**

— 2019 —  
**ITJOB**SUMMIT  
by Heise

**DIE EXKLUSIVE JOBMESSE IN MÜNCHEN**

Attraktive Arbeitgeber • Lebenslaufcheck • Spannende Vorträge • Anfertigung von Bewerbungsfotos

**SAVE THE DATE**

**11. und 12. Oktober 2019**

MVG Museum in München

Diese Unternehmen sind schon dabei:

 Auswärtiges Amt

 **IT SP** services

 sky

 Sulzer GmbH

 **BWI**  
IT für Deutschland

 **FERCHAU**  
ENGINEERING

 **BOSCH**  
Technik fürs Leben

 **MS&AD** Aioi Nissay Dowa Europe

 **msg**

 **noris** network

 **Q R W A R E**  
SOFTWARE ENGINEERING

 **auticon**

 Die Bayerische  
**POLIZEI**

 Informations  
Technik  
Zentrum Bund

 **AIRBUS**

 Bundeskriminalamt

 **GROUP 7**  
INTERNATIONAL LOGISTICS

 **bertrandt**

 place

 **intech**

 **BITMARCK**®

 **KLEMM & Cie.**

 **GULP**  
experts united

 **bsi**

 **COMPUSAFE**  
Agile Sourcing

 **SW/M**  
Stadwerke München

Unser Partner:  **Jobware**

**JETZT KOSTENFREI REGISTRIEREN**  
**WWW.IT-JOB-SUMMIT.DE**



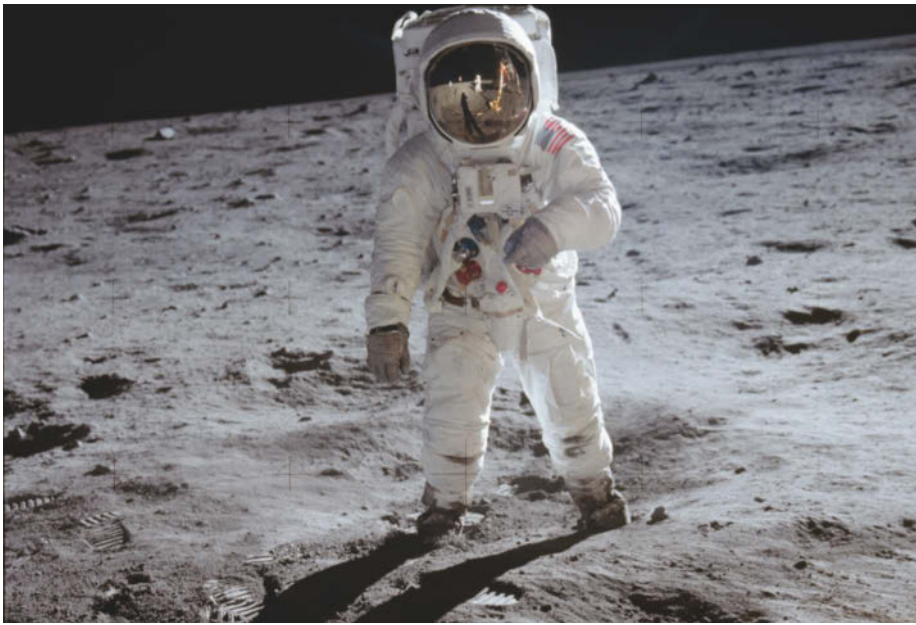


Bild: NASA

# Ein großer Schritt für die Technik

## Der Aufbruch zum Mond vor 50 Jahren beflügelte den Fortschritt

**Der ersten Mondlandung haben wir nicht nur Verschwörungstheorien zu verdanken. Das Apollo-Programm brachte eine ganze Reihe technischer Glanzleistungen auf den Weg und veränderte die Welt.**

Von Arne Grävemeyer

Am 20. Juli 1969, vor genau 50 Jahren, setzte die Mondlandefähre Eagle der Apollo-11-Mission auf dem Erdtrabanten auf. Im Mare Tranquillitatis betraten die Astronauten Neil Armstrong und Edwin „Buzz“ Aldrin als erste Menschen den staubigen Mondboden.

„Wir haben uns entschlossen, in diesem Jahrzehnt zum Mond zu fliegen [...] – nicht weil es einfach ist, sondern weil es schwer ist. Das Ziel dient dazu, unsere ganze Kraft und unsere besten Fähigkeiten zu entfalten und auf die Probe zu stellen“, hatte Präsident John F. Kennedy am 12. September 1962 angekündigt. Schöne

Worte und ein gewagter Aufbruch, zu dem sich Kennedy getrieben sah. Immerhin hatte die Sowjetunion bereits am 12. April 1961 den ersten bemannten Weltraumflug absolviert. Die US-Regierung nahm die Herausforderung an.

Die NASA hatte zahlreiche technische Hürden zu überwinden, darunter das Navigieren und Koppeln von Raumschiffen im All. Die Verantwortlichen verfolgten nämlich das Konzept, eine Fähre für die Mondlandung einzusetzen und diese später wieder an das Kommandomodul des Raumschiffes in der Mondumlaufbahn anzudocken. Dieser Ansatz trieb die Entwicklung des zukunftsweisenden Steuerungs- und Navigationscomputers (Apollo Guidance Computer, AGC) an.

Als am 27. Januar 1967 bei einem Systemtest die Kapsel der Apollo-1-Mission ausbrannte und drei Astronauten ums Leben kamen, schien der Mond wieder in unerreichbare Ferne gerückt zu sein. Doch bereits im Oktober 1968 startete Apollo 7 bemannt und unternahm Tests in der Erdumlaufbahn. Bei dieser Mission gelang bereits die erste Fernsehübertra-

gung aus dem All. Raketenstarts erfolgten nun jeweils im Abstand von zwei bis drei Monaten, bis im Juli 1969 das große Ziel erreicht war.

Der Aufwand war immens und viele Menschen fragten sich seinerzeit: Ist es sinnvoll, so viele Milliarden in insgesamt sechs Reisen zum Mond zu stecken? 1972 bejahten das 43 Prozent der Deutschen laut einer Umfrage, 35 Prozent empfanden das Apollo-Projekt allerdings als Geldverschwendung.

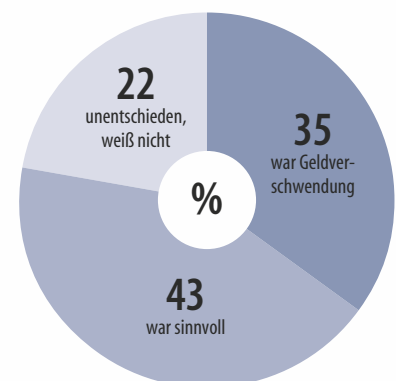
### Serie von Pioniertaten

Im Rückblick hat der Wettlauf ins All zahlreiche technische Entwicklungssprünge ausgelöst oder beschleunigt. Beispielsweise trieb die NASA mit dem Apollo-Programm die Entwicklung der Mikrochips entscheidend voran. Erst 1959 hatte der spätere Intel-Gründer Robert Noyce gezeigt, wie man auf einem monolithischen Silizium-Substrat mithilfe fotochemischer Lithografie Transistoren, Dioden und Widerstände auftragen kann. Noyce arbeitete zu der Zeit bei Fairchild Semiconductor. Die Entwickler tüftelten noch an der industriellen Umsetzung, als sich die NASA 1962 entschied, den Bordcomputer zur Mondlandung auf Basis dieser neuen integrierten Schaltungen aufzubauen.

Man legte dabei Fairchild-Prototypen mit neuartigen „Micro Logic Elements“ zu Grunde. Diese Bezeichnung stand für ein NOR-Gatter bestehend aus drei Tran-

### War die Mondlandung sinnvoll?

Bei aller Begeisterung über die technische Leistung der NASA trauerten schon 1972 nicht wenige Deutsche den dafür verwendeten Ressourcen nach.



Quelle: Allensbach / statista

sistoren und vier Widerständen. Der Grundgedanke dahinter: Aus NOR-Gattern lassen sich alle komplexen logischen Komponenten wie Flip-Flops, Zähler oder Addierer aufbauen.

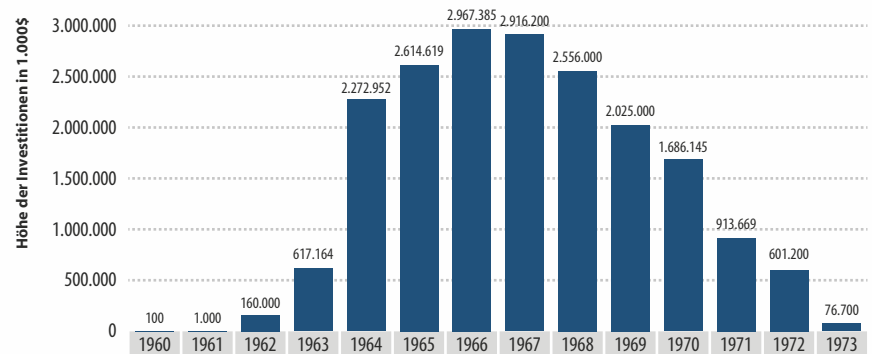
So modern der Schritt zur Mikrochip-Architektur in der damaligen Zeit schon war, so ehrgeizig war das Softwareprojekt, das das MIT Instrumentation Lab für die NASA realisierte. Quasi in der Computer-Steinzeit konzipierte man dort bereits ein Multitasking-Betriebssystem mit Zeitscheiben und Prioritäten-Zuweisung. Für das Apollo-Programm entwickelte Software-Chefin Margaret Hamilton dieses Betriebssystem zu einer stabilen On-Board-Flugsoftware weiter. Damit diese selbst beim Landeanflug stets alle wichtigen Prozesse sicher ausführen konnte, entwarf Hamilton mit ihrem Team Job-Prioritäten und Wartelisten. Das Multithreading geschah wie später bei Windows 95 kooperativ – jeder Job musste dafür sorgen, dass er Rechenzeit an die anderen wieder abgibt.

Hamilton entwickelte als Pionierin ganz neue Ansätze beispielsweise in der Softwareentwicklung, Prozessmodellierung, Systemarchitektur, Fehlervermeidung und Qualitätssicherung sowie zu

prioritätsgesteuerter Programmausführung. Angesichts der Herausforderungen des Apollo-Programms wurde sie zur Ersten, die den Begriff des Software-Engineering prägte. (agr@ct.de) **ct**

## Investitionen in das Apollo-Programm

Nahezu drei Milliarden Dollar investierte die NASA allein 1966 in das Apollo-Programm. Von 1969 bis 1972 fanden insgesamt sechs bemannte Mondlandungen statt. Das Gesamtbudget der NASA dafür summierte sich von 1960 bis 1973 auf insgesamt 19,4 Milliarden Dollar.



Quelle: NASA / statista

**Thin Client Vorteile:**

- Höhere Sicherheit
- Free Device Management
- Einfachere Administration

**Alle Remote-Protokolle:**

- CITRIX & VMware
- Remote Desktop Connection
- RDP
- teradici & PCoIP

**10€ Rabatt auf jeden Thin Client**  
Code: RABVXLCT

VXL IQ-L2



**Budget Thin Client**

VXL IQ-BA



**Business Thin Client**

VXL V200 / V240



**Zero Client**

# MacBooks aufgefrischt

**Apple hat Mitte Juli die MacBook-Reihe neu aufgestellt. Eine Folge davon ist, dass alle neuen MacBook-Pro-Modelle nur noch mit der Touch-Leiste erhältlich sind.**

Wer Escape- und Hardware-Funktionstasten benötigt, kann sich **allenfalls mit externen USB-Tastaturen behelfen**. Das 2017er MacBook Air und das 12"-MacBook hat der Konzern aus dem Programm genommen.

Im MacBook Pro mit 13"-Display steckt Intels Vierkern-CPU der 8. Core-i-Generation mit 1,4 GHz Takt (bis zu 3,9 GHz bei Turbo-Boost). Außerdem an Bord sind der Fingerabdruckscanner „Touch ID“, der ARM-basierte Chip T2 für Sicherheits- und Verschlüsselungsfunktionen sowie zwei Thunderbolt-3-Anschlüsse im USB-C-Format.

Vier USB-C-Ports sind erst in den Modellen ab 2000 Euro erhältlich, die bereits im Mai aktualisiert wurden. Der Preis des Einstiegsmodells bleibt bei rund 1500 Euro. Neu ist allerdings, dass die Firma die SSD auch bei diesem Modell fest verlötet. Damit sind interne Festspeicher-Aufrüstungen nicht möglich.

Das 2018 neu aufgelegte MacBook Air mit Retina-Display wird nun mit Apples True-Tone-Technik bestückt, die die Darstellung automatisch an die Farbtemperatur des Umgebungslichts anpasst. Der Einstiegspreis liegt jetzt mit 1250 Euro 100 Euro niedriger. Sowohl das neue MacBook Air als auch das neue MacBook Pro sind mit **erneut überarbeitetem Butterfly-Keyboards** bestückt.

Dabei gibt Apple lediglich nebulös an, „neue Materialien“ zu verwenden, die auch schon in den MacBook-Pro-Geräten aus dem vergangenen Mai stecken. Damit soll der Mechanismus zuverlässiger sein. Seit 2015 die ersten MacBook-Tastaturen mit der Butterfly-Mechanik erschienen, reißen Problemberichte über defekte Tasten nicht ab. Unter die Tastaturabdeckung eingedrungene Krümel und Staub blockieren Tasten und die Metallkuppel löst Eingaben immer wieder unerwünscht mehrfach aus.

Der Reparaturdienstleister iFixIt berichtet, dass Apple nun Nylon für seine Tastenschalter einsetzt. Auch sei die Metallkuppel der Tasten leicht verändert – womöglich durch neue Oberflächenbehandlung oder verbesserte Legierung.

Seit Langem läuft ein Reparaturprogramm, über das Betroffene kostenlos eine neue Tastatur erhalten. Auch die neuen Modelle sind davon bereits abgedeckt; beide Gerätevarianten sind im entsprechenden Supportportal aufgeführt. Damit kann man die Tastatur bis zu vier Jahre nach Kauf gratis austauschen lassen. Einem Gerücht zufolge plant der Konzern, wieder die traditionelle Scherenmechanik einzusetzen. (dz@ct.de)



**Escape- und Funktionstasten adé: Apple bietet MacBooks nur noch mit Touch-Leiste an.**

## Apple senkt Preise für SSDs

Apple hat die Preise für SSD-Bestückungsvarianten aller Macs deutlich gesenkt – möglicherweise wegen spürbar nachgelassenem Interesse an den Geräten, denn was an internem Speichermedium fehlt, muss man extern nachrüsten. Das fällt besonders auf, wenn man von einem noch **festplattenbasierten System auf eines mit SSD umsteigt**.

Beispielsweise kostet nun eine 1 TByte fassende SSD für den MacBook Pro mit 15"-Display 480 Euro statt 720. 2 TByte kosten 960 statt 1440 Euro. Für 4 TByte sind 1920 statt 3600 Euro zu zahlen. Für den Mac Mini mit 2 TByte und 10-GBit-Ethernet verlangt Apple jetzt rund 3800 Euro (zuvor 5000).

Wer vor der Preissenkung bestellt hatte, sollte sich an seinen Händler wenden. (dz@ct.de)

## Range-Extender für HomeKit

Eve Extend ist ein Range-Extender für Smart-Home-Geräte auf HomeKit-Basis. Er bringt bis zu acht HomeKit-Sensoren oder -Aktoren ins Heimnetz, indem er ihr Signal per Bluetooth aufnimmt und über WLAN weiterreicht. Dazu gehört beispielsweise das Wasserventil Eve Aqua,

das man zur Gartenbewässerung nutzen kann.

Bisher ließen sich für HomeKit nur iPads oder Apple-TV-Boxen als Vermittler nutzen. Eine solche HomeKit-Basis (Steuerzentrale oder auch Home Hub genannt) koppelt per WLAN oder Ethernet-Kabel

ans Heimnetz an und stellt Bluetooth-Signale durch. Eve Extend kommt im September auf den Markt und koppelt entfernt gelegene Geräte an.

Das Gerät wird über die Eve-App eingerichtet. Mit Strom versorgt wird das kleine Kästchen über ein USB-Netzteil (5 Volt, mindestens 500 mA). Den Preis nannte der Hersteller Eve Systems nicht. (dz@ct.de)



**Eve Systems plant einen Repeater für HomeKit-Geräte.**



# Nintendo kündigt mobile Spielkonsole Switch Lite an

**Am 20. September will Nintendo eine etwas kleinere und leichtere Version der Switch-Konsole auf den Markt bringen, die mit längerer Akkulaufzeit punktet.**

Die Switch Lite ist primär für unterwegs gedacht und hat keinen HDMI-Port zum Anschluss an Fernseher. Die Controller sind rechts und links fest mit dem Gehäuse verbunden. Der Touchscreen schrumpft leicht von 6,2 auf 5,5 Zoll, behält aber seine Auflösung von 720p bei. Dank des geringeren Gewichts von 275 g statt knapp 400 g und einer besseren Akkulaufzeit (das Spiel „Zelda: Breath of the Wild“ soll nun vier statt drei Stunden durchhalten) profitieren vor allem Anwender, die in erster Linie **alleine und unabhängig vom heimischen TV** spielen wollen.

Da die technischen Innereien der Switch Lite weitgehend unverändert bleiben, ist sie zu fast allen Switch-Titeln kompatibel. Lediglich für Spiele, die etwa die Bewegungssensoren der abnehmbaren Controller der normalen Switch nutzen, muss man die sogenannten Joy-Cons separat erwerben und mit dem Lite-Modell per Funk verbinden. Mehrspielerpartien zwischen der Switch und Switch Lite sind ebenfalls möglich. Per WLAN sind sie kostenlos, für Online-Partien ist ein Abo für 3 bis 4 Euro pro Monat notwendig.

Nintendo hat von der normalen Switch bislang 35 Millionen Geräte weltweit verkauft. Zum Spieleangebot zählen neben zeitlosen Hits wie Zelda und Super Mario Odyssey auch viele Indie-Titel, die man im Online-Shop per Download kaufen kann. Dank der mechanischen Steuerknöpfe lassen sich vor allem Action-Titel besser steuern als auf einem Smartphone. Zudem gibt es lohnenswerte Strategietitel wie etwa Mario + Rabbids und eine Umsetzung von Civilization VI.

Für Eltern, die ein mobiles Spielgerät für ihre Kinder suchen, ist die Switch oft die bessere Wahl als ein Smartphone. Während auf letzteren vor allem sogenannte Free-to-Play-Titel zu finden sind,

die zum Kauf von In-App-Objekten verleiten, setzt Nintendo nach wie vor auf das klassische Bezahlmodell ohne versteckte Kosten. Über eine Smartphone-App können Eltern zudem die Spielzeit ihrer Kinder sowie die Altersfreigaben und Online-Aktivitäten beschränken. Neben Spielen existiert auch eine YouTube-App. Ein versteckter Browser lässt sich nur durch eine spezielle Netzwerkconfiguration im Setup aktivieren.

Einen Preis hat Nintendo nicht bekannt gegeben. Ersten Prognosen aus den USA zufolge dürfte er sich hierzulande im Bereich von 200 bis 250 Euro einpendeln – die normale Switch kostet derzeit rund 300 Euro. (hag@ct.de)



Bild: Nintendo

Parallel zum Start der Switch Lite will Nintendo ein Remake von „The Legend of Zelda: Links Awakening“ veröffentlichen.

**WIBU**  
SYSTEMS

## CodeMeter: Schutz, Lizenzierung und Security

**WIBU-SYSTEMS seit 1989**

- Geschäft und Technologie mit Teamkontinuität voranbringen
- Der IT-Sicherheit verpflichtet: Entwicklungsprozesse Made-in-Germany
- Unternehmen, Arbeitsplätze, Gesundheit, Umwelt und Wirtschaft fördern

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

1989 ————— 2019



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

+49 721 931720  
sales@wibu.com  
www.wibu.com



**SECURITY  
LICENSING**  
PERFECTION IN PROTECTION

# Steam und Ubuntu: Support für 32-Bit-Bibliotheken bis 2025

**Nach Community-Protesten hat der Canonical seinen Plan zurückgezogen, die 32-Bit-x86-Bibliotheken ab Version 19.10 nicht mehr zu aktualisieren.**

Der Ubuntu-Distributor will 32-Bit-x86-Bibliotheken mindestens bis 20.04 LTS mitliefern. Valve hat daraufhin angekündigt, Ubuntu doch weiterhin zu unterstützen. Der Spieleanbieter wolle sich aber ebenfalls verstärkt um andere Linux-Distributionen bemühen. Ubuntu 20.04 LTS erhält bis 2025 kostenlosen Support durch Canonical. Darüber hinausgehende Updates gibt es nur für Enterprise-Kunden.

Eigentlich wollte Canonical den 32-Bit-Support beenden und die zugehörigen Bibliotheken ab 19.10 Version auf dem Stand von 18.04 LTS einfrieren. Diese Entscheidung hat zu großer Kritik der Community, aber auch vom Spielehersteller Valve geführt. Der hatte daraufhin angekündigt, Ubuntu ab Version 19.10 nicht mehr als Distribution zu unterstützen. Bis

dato war Ubuntu die einzige von Steam empfohlene Linux-Distribution. Für Steam sind die 32-Bit-Bibliotheken wichtig, da viele Spiele auf sie zurückgreifen. Einige der Bibliotheken bringt die Software zwar als sogenannte Steam-Runtime mit, aber viele müssen vom Betriebssystem bereitgestellt werden. Der Steam-Entwickler Pierre-Loup Griffais schrieb in einer Ankündigung, dass Valve sich Linux

weiterhin verbunden fühlt. Welche der zahlreichen Distributionen jedoch Support erhalten, könne er noch nicht sagen. Die Entwickler seien aber froh, dass Canonical sich zu diesem Schritt entschieden hat, auch wenn das Entfernen bestehender Funktionalität ärgerlich sei. Das Unternehmen will weiterhin an Steams Distributionsmodell arbeiten, um Anwendern Probleme zu ersparen. (mls@ct.de)



**Wieder (fast) ein Herz und eine Seele: Steam und Ubuntu**

## Canonical: GitHub-Konto gehackt

Unbekannte Angreifer haben sich Zugriff auf ein GitHub-Konto von Canonical verschafft. Das Unternehmen hinter Ubuntu versichert allerdings, dass die **Ubuntu-Repositories nicht von dem Einbruch betroffen** seien.

Die Angreifer konnten in einem GitHub-Account des Unternehmens kurzzeitig elf leere Repositories anlegen und wollten damit ihre Aktion scheinbar sichtbar

machen. Das Unternehmen bestätigte, dass ein zu Canonical gehörender Account gehackt worden war und der Angreifer darüber Zugriff auf GitHub hatte. Hinweise auf Veränderungen am dort gehosteten Quellcode oder an persönlichen Informationen gebe es bislang nicht; der gehackte Account soll aus der GitHub-Organisation von Canonical entfernt worden sein.

Die Infrastruktur der Linux-Distribution Ubuntu ist von dem Vorfall nicht betroffen, da ihre Paketquellen bei Launchpad liegen und diese nicht mit GitHub verbunden seien. Falls es also doch zu Änderungen am Quellcode auf GitHub gekommen sein sollte, wären die Ubuntu-Repositories nicht in Gefahr.

Canonical untersucht den Vorfall derzeit noch. Bislang gebe es keine Hinweise, dass womöglich auch die Launchpad-Infrastruktur angegriffen worden sei. (lmd@ct.de)

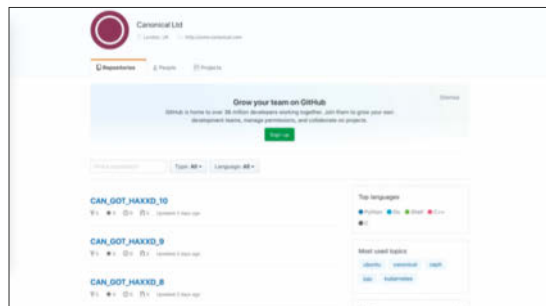


Bild: archive.org

Ein Hacker hatte Zugriff auf Canonicals GitHub-Konto und legte etliche leere Repositories an – hier im Rückblick bei Webarchive.

## Kurz & Knapp

Die **Übernahme von Red Hat** durch IBM ist abgeschlossen. Der Kauf erfolgte für 30 Milliarden Euro. Red Hat soll eine eigenständige Einheit bleiben, so IBM.

Die Windows-Laufzeitumgebung **Wine 4.12.1** unterstützt nun Plug-&-Play-Treiber und verbessert die Arbeit mit dem Visual-Studio-Remote-Debugger.

Die minimalistische Städtebausimulation **Islanders** des deutschen Entwicklerstudios Grizzly Games ist nun auch für Linux und macOS erschienen. Das Indie-Spiel ist auf Steam für rund fünf Euro erhältlich.

Der Code-Hoster **GitHub** bietet jetzt ein Feature mit dem man direkt zu Definitionen im Code springen kann. Die Funktion "Jump to Definition" ist noch im Beta-Stadium.



Sie suchen ein neues ERP-System?  
**Wir zeigen Ihnen den richtigen Weg!**



**16. und 17.10.2019 in Frankfurt am Main**

Kostenlose  
Anmeldung



Melden Sie sich **kostenlos**  
als Fachbesucher an und  
erleben Sie die besten  
ERP-Anbieter auf dem  
Deutschen Markt!

**Mehr Infos unter**  
**[www.erp-kongress.de](http://www.erp-kongress.de)**





Bild: Logitech, Montage: ct

# Funk-Fiasko

## Gefährliche Sicherheitslücken in Logitechs Funkprotokoll Unifying

**Abermillionen Funktastaturen und -mäuse von Logitech stellen ein Sicherheitsrisiko dar. Ein Angreifer kann nicht nur Tastatureingaben belauschen, er kann sogar den Rechner infizieren und Daten abgreifen. Für die Kunden ist die Situation ein Ärgernis – und so wird es auch bleiben, denn nicht alle Sicherheitslücken wird Logitech schließen.**

**Von Ronald Eikenberg**

Logitechs Unifying-Funktechnik ist eine praktische Sache: Mit einem USB-Empfänger kann man bis zu sechs kompatible Geräte mit dem Rechner verbinden, ganz ohne Treiberinstallation. Die USB-Empfänger sind so klein, dass man sie permanent im Notebook stecken lässt. Nach wie vor rüstet der Schweizer Hersteller das Gros seiner kabellosen Tas-

taturen und Mäuse mit dem 2,4-GHz-Funk aus. Doch die einst innovative Funktechnik ist inzwischen richtig alt. Es ist ein Jahrzehnt vergangen, seitdem Logitech die ersten Unifying-Geräte ausgeliefert hat.

Lange sah es so aus, als hätte Logitech mit seinem Unifying-Funk alles richtig gemacht. Erstaunlich lange hat die Technik den Angriffsversuchen von Hackern standgehalten. Doch im Jahr 2016 sollte sich alles ändern. Forschern der Security-Firma Bastille gelang es, die Funkstrecke zwischen Eingabegerät und USB-Empfänger zu attackieren und eigene Befehle an den Empfänger zu schicken. Das kann dramatische Folgen haben: Wer Maus und Tastatur fernsteuern kann, der kann auch einen Trojaner installieren.

Die Bastille-Forscher taufen die von ihnen entdeckten Sicherheitslücken Mousejack und Keyjack. Neben Logitech hat es auch andere Hersteller wie Microsoft, Dell und HP erwischt. Für die Angriffe ist kein teures Spezial-Equipment nötig, sondern lediglich ein etwa 40 Euro teurer

Funkstick namens CrazyRadio PA. Der ist eigentlich zur Steuerung von Drohnen gedacht. Er ist aber auch für Security-Forscher und Hacker interessant, da er mit einem flexibel programmierbaren Funkchip von Nordic Semiconductor und einem Sende-/Empfangsverstärker ausgestattet ist, womit er bestenfalls bis zu 100 Meter weit funken kann. Die Bastille-Forscher programmierten eine eigene Firmware für das CrazyRadio, die seitdem für jedermann frei zugänglich im Netz steht. Das Gleiche gilt für die Angriffstools der Forscher.

### Firmware-Update, die Erste

Logitech nahm die Situation offenbar ernst und veröffentlichte ein Firmware-



**Viele der verwundbaren USB-Empfänger erkennt man am orangefarbenen Unifying-Logo mit Stern. Es kann sich aber auch auf Tastatur und Maus befinden.**

Update für die anfälligen USB-Receiver, das die Lücken schließen sollte. Doch hier fängt die Geschichte gerade erst an, denn die Büchse der Pandora war geöffnet. Mit der Bastille-Firmware ausgerüstet begannen auch andere Security-Experten, Schwachstellen in der Funkanbindung der Logitech-Geräte zu suchen. Matthias Deeg von der deutschen Pen-testing-Firma SySS entdeckte beispielsweise, dass auch die Powerpoint-Fernsteuerungen des Typs Logitech Wireless Presenter R400 unzureichend geschützt sind.

Ein Angreifer kann deshalb nicht nur Powerpoint-Präsentationen kapern – das Sicherheitsproblem ist weitaus größer. Denn die USB-Empfänger akzeptieren nicht nur die zur Steuerung von Präsentationen nötigen Befehle wie „Bild auf“ und „Bild ab“, sondern auch beliebige andere Tasteneingaben. So kann ein Angreifer aus der Distanz in Windeseile etwa die Windows-PowerShell öffnen und darüber einen Trojaner einschleusen. Betroffen sind alle Betriebssysteme, der Angreifer muss lediglich die dazu passenden Tastenfolgen schicken.

Die Presenter-Lücke von SySS stellte Logitech vor weitaus größere Probleme als Mousejack und Keyjack. Denn die Presenter nutzen nicht die Unifying-Empfänger, sondern eine primitivere Technik. Die Firmware dieser USB-Empfänger lässt sich offenbar nicht austauschen. Um die Schwachstelle zu beseitigen, hätte Logi-

tech einen kostspieligen Austausch der Empfänger durchführen müssen. Passiert ist jedoch nichts. Bei den Pentestern von SySS zählt die Lücke seitdem zum Standardrepertoire: Die Security-Firma nutzt die Schwachstelle gern, um seinen Unternehmenskunden die Anfälligkeiten moderner IT zu demonstrieren.

### Austauschprogramm nach c't-Anfrage

Wir berichteten schließlich in c't 8/2019 im Rahmen unserer Hacking-Gadgets-Strecke über den Presenter-Angriff und das nötige Equipment. Natürlich befragten wir auch Logitech zu dem offensichtlichen Problem. Damit kam nach drei Jahren endlich Bewegung in die Geschichte. Das Unternehmen erklärte gegenüber c't, dass es die verwundbaren USB-Empfänger nun kostenfrei austauschen will. Die Ersatzempfänger sollen keine Buchstabeneingaben mehr akzeptieren. Ein Angreifer könnte so zwar weiterhin die Kontrolle über eine Präsentation übernehmen, eine Infektion des Rechners wäre so aber nicht mehr ohne weiteres möglich. Bei Redaktionsschluss konnte Logitech die Austausch-Empfänger allerdings noch nicht liefern und es gab auch keinen präzisen Liefertermin.

Mit gepatchten Unifying-Receiver und einem Austauschprogramm für die anfälligen Presenter-Empfänger am Horizont könnte diese Geschichte zu einem Happy End führen. Tut sie aber nicht,



heise  
Investigativ

**Viele der c't-Investigativ-Recherchen sind nur möglich dank Informationen, die Leser und Hinweisgeber direkt oder anonym an uns übermitteln.**

Wenn Sie selbst Kenntnis von einem Missstand haben, von dem die Öffentlichkeit erfahren sollte, können Sie uns einen anonymen Hinweis oder brisantes Material zukommen lassen. Nutzen Sie dafür bitte unseren anonymen und sicheren Briefkasten.

<https://heise.de/investigativ>

denn hier kommt der Security-Experte Marcus Mengs in Spiel, der sich ebenfalls mit der Sicherheit der Unifying-Funktechnik beschäftigt hat. Auf seiner Twitter-Timeline berichtet er seit einiger Zeit immer mal wieder über seine Fortschritte. Auch er wurde fündig: Drei Jahre nach Mousejack und Keyjack konnte er selbst in der abgesicherten Unifying-Firmware noch gefährliche Schwachstellen entdecken. Es gelang ihm nicht nur, die 2016 von Logitech eingebauten Schutzmaßnah-

## Zentrum für Informationssicherheit



IT-Sicherheit und Datenschutz – Fortbildungen aus der Praxis für die Praxis

### Seminare der CAk 2019 unter anderem:

- **IT-Forensik für Einsteiger und Aufsteiger: 05.11.2019 – 07.11.2019, Bonn**
- **Cyber Risk Management: Cyberrisiken ermitteln, analysieren und bewerten: 05.11.2019, Bonn**
- **Cyber Security Management: Cybersicherheit praxisnah steuern: 07.11.2019, Bonn**
- **Datenschutz Praxis: Aufbau und Umsetzung eines Datenschutz-Management-System (DSMS): 07.11.2019, München**
- **Praxis-Kurs Darknet: Grundlagen, Einführung und Recherche: 12.11.2019 – 13.11.2019, Berlin**
- **Rechtssichere Vertragsgestaltung gem. DSGVO: 28.11.2018, Bonn**
- **Open Source Intelligence: 04.12.2019 – 05.12.2019, Düsseldorf**



Angreifbar ist das Gros der kabellosen Eingabegeräte von Logitech, von günstig bis hochpreisig, zum Beispiel das Tastatur-Maus-Set MK540 Advanced.



Bild: Logitech

men zu umgehen, er ist auch auf neue Anfälligkeiten gestoßen.

## Angriff auf die Verschlüsselung

Mengs nahm auch die AES-Verschlüsselung der Funkstrecke unter die Lupe und fand heraus, dass man sie mit einem Known-Plaintext-Angriff angreifen kann. Ein Angreifer muss lediglich zum richtigen Zeitpunkt 24 Funkpakete mitschneiden, deren Inhalt er kennt, um die Verschlüsselung attackieren zu können. Das entspricht 12 Tastendrücken, da auf jedes „Taste gedrückt“ stets ein „Taste losgelassen“ folgt. Im einfachsten Fall geht der Angreifer selbst zur Tastatur und drückt ein paar Tasten, während er den Funkverkehr aufzeichnet. Alternativ wartet er in sicherer Entfernung darauf, dass der Nutzer eine vorhersehbare Zeichenfolge wie den Firmennamen des Arbeitgebers eintippt. Anschließend kann der Angreifer beliebige Tastenfolgen an den Unifying-Receiver schicken, etwa um das System zu infizieren.

Durch eine weitere von Mengs entdeckte Lücke kann der Angreifer den zur Verschlüsselung der Funkverbindung genutzten Krypto-Schlüssel abgreifen, indem er den Pairing-Vorgang belauscht oder selbst auslöst. Dann kann der Angreifer nicht nur eigene Tastatureingaben einschleusen, sondern auch die Texteingaben des Nutzers belauschen – ganz gleich, ob es sich um Mails, Facebook-Nachrichten oder Passwörter handelt. Das Einschleusen von Tastatureingaben betrifft fatalerweise auch Mäuse, da deren Unifying-Empfänger auch auf den Betrieb von Tastaturen ausgelegt sind.

Weitere Schwachstellen erlaubten es Mengs, den Krypto-Schlüssel per USB aus dem Unifying-Empfänger zu extrahieren. Das dauert nur wenige Sekunden. Der Angreifer muss also nur einen unbeobachte-

ten Moment ausnutzen, um sich dauerhaft in die verschlüsselte Verbindung einzuklinken zu können. Dieses Problem betrifft nicht nur die Unifying-Geräte, sondern auch die Wireless Presenter R500 und Spotlight, die eine verwandte Funktechnik einsetzen. Die Empfänger dieser Presenter sind bereits durch einen Eingabefilter vor Tastatureingaben geschützt. Allerdings gelang es Mengs schließlich auch noch, diese Schutzmaßnahme zu überlisten.

## 12 Euro Hack

Um zu beweisen, dass die Schwachstellen nicht nur ein theoretisches Sicherheitsproblem sind, hat Mengs die Angriffe weitgehend automatisiert. Mengs entwickelte die

Logitacker-Firmware für ein rund zwölf Euro teures Funkmodul von Nordic Semiconductor (nRF52840). Damit führt es die Attacken automatisch aus, sobald Logitech-Geräte in Funkreichweite sind. Das Funkmodul muss dazu nicht mal mit einem Rechner verbunden sein, es benötigt nur Strom aus einer Powerbank. Mengs hat Logitech frühzeitig über seine Funde informiert und fortlaufend mit Informationen versorgt. Auch c't ist seit einiger Zeit über den Stand der Dinge informiert.

Nachdem Marcus Mengs seine Analyse abgeschlossen hatte, kontaktierte c't den Hersteller, um in Erfahrung zu bringen, wann die neu entdeckten Sicherheitslücken geschlossen werden. Gemeinsam mit Art O'Gnimh, dem Leiter von Logitechs Maus- und Keyboard-Sparte, gingen wir daraufhin die einzelnen Schwachstellen durch. Der Hersteller erklärte, dass sowohl die Unifying-Eingabegeräte (Tastaturen und Mäuse) als auch die Wireless Presenter R500 und Spotlight von den Schwachstellen betroffen sind. Darüber hinaus sind die kabellosen Gaming-Produkte der Lightspeed-Reihe anfällig.

Es zeigte sich, dass das Unternehmen offenbar in einer Zwickmühle steckt: Es plant zwar, einige der durch Mengs entdeckten Lücken mit einem weiteren Firmware-Update zu schließen, das im August erscheinen soll. Zwei der Schwachstellen, darunter die Known-Plaintext-Attacke, wird Logitech jedoch nicht beheben. Das Unternehmen erklärte gegenüber c't, dass es ansonsten die Interoperabilität zwischen den Unifying-Geräten nicht mehr gewährleisten könne.

## Physischer Schutz

Übrig bleiben zwei öffentlich dokumentierte Sicherheitslücken in einem millionenfach eingesetzten Funkprotokoll. Logitech schiebt die Verantwortung im Wesentlichen auf seine Kunden. Auf einer

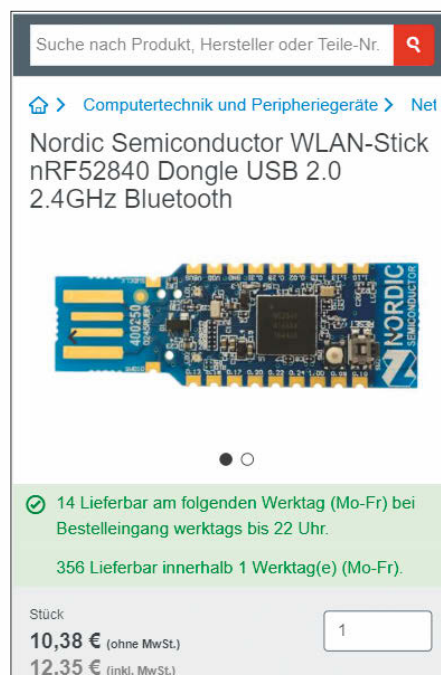


Bild: RS.com

Um die Logitech-Geräte zu attackieren, benötigt ein Angreifer nur den USB-Funkstick nRF52840 von Nordic Semiconductor. Die passende Firmware gibts gratis im Netz.



Supportseite, die das Unternehmen nach unserer Anfrage angelegt hat, heißt es: „Wir empfehlen dringend, einen Computer (mit einem USB-Empfänger) immer dort aufzubewahren, wo Fremde nicht physisch auf ihn zugreifen oder ihn manipulieren können. Darüber hinaus sollten Nutzer die gängigen Sicherheitsmaßnahmen ergreifen, um fremden Nutzern den Zugriff zu erschweren.“ Die Umsetzung dieser dringenden Empfehlung ist jedoch vielerorts schwierig. In einem Großraumbüro etwa kann man kaum ausschließen, dass sich eine unbefugte Person für einen kurzen Augenblick Zugriff auf die Logitech-Hardware verschafft. Bei der Known-Plaintext-Attacke muss der Angreifer nicht mal an den USB-Empfänger, es reicht, wenn er bestimmte Tasten auf der Tastatur betätigt. Folgerichtig müssten die gleichen Schutzmaßnahmen, die Logitech für den Empfänger vorschlägt, auch für die Tastaturen gelten.

Logitech kommt zu der Einschätzung, dass „jemand, der versuchen sollte, diese Schwachstellen auszunutzen, [...] sowohl spezielles Fachwissen als auch die zugehörige Ausrüstung benötigen“ würde. Doch das spezielle Fachwissen findet man schnell im Internet und die zugehörige Ausrüstung kostet nur rund zwölf Euro. Zudem müsste sich der Angreifer laut Logitech „in einem Umkreis von 10 Metern befinden“. Auf diese Angabe des Herstellers sollte man sich im Zweifel nicht verlassen, denn nach Angaben der Bastille-

Forscher kann zumindest der Mousejack-Angriff mit dem leistungsfähigen Crazy-Radio-Funkmodul aus einer Distanz von bis zu 100 Metern erfolgen.

Um Angriffe über den anfälligen Pairing-Prozess zu verhindern, rät Logitech, dass dieser nur durchgeführt werden sollte, „wenn sichergestellt ist, dass keine verdächtigen Aktivitäten innerhalb eines Radius von 10 Metern auftreten.“ Wie man das sicherstellen soll, lässt der Hersteller allerdings offen. In der Praxis dürfte das schwierig sein, da die zum Belauschen der Verbindung nötige Hardware in jede Manteltasche passt und somit kaum zu entdecken ist.

## Und jetzt?

Angesichts der jüngst bekannt gewordenen Schwachstellen sollten Nutzer der betroffenen Logitech-Produkte überdenken, ob die Geräte das geforderte Maß an Sicherheit erfüllen. Für die meisten Privatanutzer dürfte sich nicht viel ändern. Überall dort, wo besonders sensible Daten verarbeitet werden, Geschäftsgeheimnisse geschützt werden müssen und unbefugte Personen leicht Zutritt haben, ist man jedoch besser damit beraten, kabelgebundene Eingabegeräte zu nutzen.

In jedem Fall sollte man die Logitech-Geräte so gut es eben geht absichern, um es Angreifern nicht leichter als nötig zu machen. Da die betroffenen USB-Empfänger auch ohne Software-Installation laufen, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass

sie noch mit der bei der Auslieferung installierten Firmware bestückt sind. Der erste Schritt ist daher die Installation der aktuellen Firmware, die zumindest die seit 2016 bekannten Schwachstellen schließt. Nutzen Sie hierzu das Logitech-Tool SecureDFU, das Sie über [ct.de/y11j](https://ct.de/y11j) für Windows und macOS herunterladen können. Die Unifying-Software beherrscht zwar auch Firmware-Updates, diese Funktion war bei Redaktionsschluss jedoch defekt.

Linux-Nutzer können den herstellerübergreifenden Firmware-Updater `fwupdmgr` nutzen. Der Befehl `fwupdmgr update` bringt die Firmware auf den aktuellen Stand. Kommt es dabei zu einer Fehlermeldung, dann ist Ihre Version des Updaters möglicherweise zu alt. Eine neuere installieren Sie etwa unter Ubuntu mit dem Befehl `snap install fwupd --classic`.

Aber Achtung: Die Firmware, die bei Erscheinen dieser Ausgabe erhältlich ist, beseitigt noch nicht die neu von Marcus Mengs entdeckten Sicherheitslücken. Ein Update, das zumindest einige davon schließt, hat Logitech für August angekündigt. Das bedeutet, dass Sie nach der Veröffentlichung erneut ein Update anstoßen müssen. Wem danach noch die Schwachstellen, die Logitech auch mit dem August-Update nicht beseitigen wird, Sorgen bereiten, der kommt nicht umhin, die anfälligen Geräte auszumustern.

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

**Updates und weitere Infos:** [ct.de/y11j](https://ct.de/y11j)

## Das müssen Sie jetzt wissen

### Ist mein Logitech-Gerät verwundbar?

Betroffen sind kabellose Tastaturen und Mäuse, die den Unifying-Funkstandard nutzen. Sie erkennen die meisten Unifying-Geräte an einem orangenen Logo mit Stern, das sich am Eingabegerät und am USB-Empfänger befinden kann.

Darüber hinaus sind die drahtlosen Gaming-Produkte der Lightspeed-Serie sowie die Logitech Presenter R400, R500, R700, R800 und Spotlight anfällig.

### Was kann passieren?

Ein Angreifer kann Tastatureingaben belauschen und Tastenbefehle an Ihren Rechner schicken, um etwa einen Trojaner zu installieren. Letzteres betrifft nicht

nur Tastaturen, sondern auch Mäuse und Wireless Presenter, da die mitgelieferten USB-Empfänger auch Tastatureingaben annehmen.

### Wie kann ich mich schützen?

Wenn Sie einen Wireless Presenter R400, R700 oder R800 nutzen, können Sie einen kostenlosen Austausch des USB-Empfängers bei Logitech beantragen (siehe [ct.de/y11j](https://ct.de/y11j)).

Die anderen Produkte können Sie per Firmware-Update schützen (siehe [ct.de/y11j](https://ct.de/y11j)). Das derzeit erhältliche Update schließt allerdings nur die seit 2016 bekannten Lücken. Im August erscheint voraussichtlich ein weiteres Sicherheitsupdate, das Sie auf den USB-Empfänger

spielen sollten. Danach sollen die meisten – aber nicht alle – Lücken geschlossen sein. Nutzen Sie zur Installation das Logitech-Tool SecureDFU. Linux-Anwender greifen zu `fwupdmgr`.

### Und was ist mit Bluetooth?

Die Bluetooth-Kommunikation ist von den jüngst entdeckten Schwachstellen nicht betroffen. Manche Logitech-Geräte kann man sowohl über Unifying als auch über Bluetooth mit dem Rechner verbinden. Wenn Sie Bluetooth einsetzen und den mitgelieferten Unifying-Empfänger nicht mit dem Rechner verbinden, dann sind Sie auf der sicheren Seite.

Antworten auf weitere Fragen finden Sie online über [ct.de/y11j](https://ct.de/y11j).



Bild: Albert Hulm

# „Überweisen Sie sofort 1,5 Millionen Euro“

## CEO-Betrug in Deutschland

**Ein wenig Social-Media-Recherche, einige gut gemachte E-Mails – und schon überweisen unbedarfte Mitarbeiter sechstellige Summen an Kriminelle. Diese CEO-Betrug getaufte Masche ist die prominenteste Spielart von Business E-Mail Compromise und deutsche Unternehmen erleiden dadurch jährlich Schäden in zweistelliger Millionenhöhe. Was machen Unternehmen richtig, die diese Attacken erfolgreich abwehren konnten?**

Von Uli Ries

**B**usiness E-Mail Compromise (BEC) bezeichnet Betrügereien, bei denen sich Kriminelle beispielsweise als Chef ausgeben, so Mitarbeiter täuschen und durch angeordnete Überweisungen hohe Geldbeträge ergaunern. Die CEO-Masche ist aber nur eine Variante von BEC. Die Charakteristika davon sind: Kriminelle geben sich per E-Mail als privilegierte Person – CEO, Anwalt, Kunde – aus und verlangen Informationen beziehungsweise Aktionen von Mitarbeitenden der Finanzabteilung.

Eine CEO-Betrüger-Mail an die Buchhaltung könnte etwa so aussehen: „Hallo XYZ, wir stehen kurz vor der Übernahme eines Unternehmens. Aufgrund Ihrer tollen Arbeit und Ihrer Diskretion werden Sie

den buchhalterischen Teil des Projekts übernehmen. Viele Grüße, ZZZ.“

Wobei XYZ der Vorname eines existierenden Mitarbeitenden der Finanzabteilung des attackierten Unternehmens ist und ZZZ der Name des Geschäftsführers beziehungsweise Vorstandsvorsitzenden (CEO, Chief Executive Officer) oder des Finanzchefs (CFO, Chief Financial Officer). Absender der Nachrichten sind aber nicht CEO oder CFO, sondern Kriminelle, die zuvor zumeist per Social Media recherchiert haben, wie die Mitarbeiter in der Finanzabteilung heißen, und dann mit gefälschtem Absender im Namen von CEO oder CFO Anweisungen per E-Mail senden.

Allen Nachrichten gemeinsam ist, dass sie den Empfängern schmeicheln

(„Sie sind mir als besonders zuverlässige, leistungsfähige Kollegin in Erinnerung“) und sie auf absolute Verschwiegenheit einschwören. Niemand im Unternehmen dürfe etwas vom „strategischen Projekt“ wissen, an dem die Unternehmensführung derzeit arbeitet. Die jeweiligen Mitarbeitenden dürfen nur mit dem Absender – dem vermeintlichen Geschäftsführer oder Finanzchef – kommunizieren und das auch nur per E-Mail, keinesfalls per Telefon. Der Vertraulichkeit und – ironischerweise – besseren Dokumentation der Kommunikation wegen: „Compliance-Vorschriften, Sie verstehen sicher“. Der wahre Grund ist aber ein anderer: Greifen die Angesprochenen zum Telefonhörer, um sich beim angeblichen Absender rückzusichern, fliegt der Betrugsversuch sofort auf.

### Keine Massenware

Da die betrügerischen E-Mails gezielt an einzelne Mitarbeitende gehen, haben Spam-Filter in der Regel keine Chance: Die Nachrichten verschwinden schlicht im Grundrauschen der täglichen E-Mail-Kommunikation. Dazu gesellt sich die soziale Komponente: Die Betrüger-Mails sind zumeist überzeugend formuliert und spielen durch die Mischung aus Schmeichelei, Geheimniskrämerei und Druck geschickt mit menschlichen Schwächen. Daher fallen Mitarbeiter immer aufs Neue auf den Betrug herein und klemmen sich hoch motiviert hinter die Überweisungsaufträge.

Dass die im Rahmen eines CEO-Betrugs verschickten E-Mails sich qualitativ vom übli-

chen Nigeria-Connection-, Viagra- und Dating-Spam absetzen, bestätigt Michael Schneider. Er ist Associate Director IT & Security beim Uhrenhersteller IWC Schaffhausen und kämpft schon seit Jahren erfolgreich gegen CEO-Betrug. Das Unternehmen ist ein sehr attraktives Ziel für BEC und andere Social-Engineering-Attacken. Dank frühzeitiger Schulungen und Überwachungsmaßnahmen sind bislang aber alle Mails dieser Art ins Leere gelaufen: „Die meisten der E-Mails sind auf den ersten Blick täuschend echt. In fehlerfreiem Deutsch verfasst, die Namen von Empfänger und Absender passen und auch die Grußformel des vermeintlichen Absenders passt.“ Jede Woche leiten Mitarbeitende solche E-Mails an Schneiders Team weiter.

– Auch in anderen Fällen erregten derartige Mails erst einmal kein Misstrauen. Sie griffen beispielsweise die im jeweiligen Unternehmen übliche Ansprache per Du oder Sie korrekt auf. Dies lässt auf Insider-Wissen schließen, wie es beispielsweise aus geleakten E-Mails gewonnen wird oder durch Trojaner-Infektionen. Wie eine Sprecherin des Bundeskriminalamts (BKA) gegenüber c't erklärt, nutzten Kriminelle in der Vergangenheit zur Vorbereitung ihrer Taten Informationen, die Unternehmen in Wirtschaftsberichten, im Handelsregister, auf ihrer Homepage oder in Werbebroschüren veröffentlichen. „Sie legen ihr Augenmerk insbesondere auf Angaben zu Geschäftspartnern und künftigen Investments“, so die Sprecherin. Selbst Abwesenheitsmails seien von Inte-

## CEO-Betrug erkennen und im Keim ersticken

Es gibt diverse Faktoren, anhand derer Mitarbeiter die Chef-Masche erkennen können:

- An der Sprache: Trudelt eine auf Englisch verfasste E-Mail ein, obwohl die Unternehmenssprache Deutsch ist, sollten die Alarmglocken läuten.
- An der Absenderadresse: Klickt man auf „Antworten“, zeigen E-Mail-Clients typischerweise neben dem Namen des vermeintlichen Absenders auch die E-Mail-Adresse an, von der die Nachricht stammt. Ist hier eine nicht zum Unternehmen gehörende Adresse zu sehen, sollte man aufhorchen. Angreifer können jedoch auch die wahre E-Mail-Adresse verschleiern, sodass dies kein allgemein gültiges Merkmal ist.
- An der Anfrage: Hat die betreffende Person jemals zuvor eine ähnliche Bitte gestellt?

Oder könnte sie/er die angefragten Daten selbst ohne großen Aufwand zusammentragen? Auch dann ist Vorsicht angesagt.

- An der Anrede und der Grußformel: Sind Absender und Empfänger per Sie, ist ein „Hallo XYZ“ verdächtig. Das Gleiche gilt für die Grußformel: Unterzeichnet der echte Absender seine E-Mails mit seinem vollen Namen? Oder nur mit seinen Initialen oder dem Vornamen? Bei einer Abweichung hiervon gilt: Keinesfalls auf die E-Mail antworten.
- Rückfragen: Bevor Mitarbeiter finanzielle Transaktionen freigeben, sollten sie vorab immer persönlichen Kontakt zur Geschäftsführung suchen und explizit nachhaken. Das gilt auch bei der Preisgabe von brisanten Informationen nach außen.

## Lieber am Strand als im Betrieb?



W&T Web-IOs informieren per E-Mail über individuell konfigurierbare Ereignisse – egal, wo Sie sind.

Fernüberwachung für Sensorik & Einheitssignale:



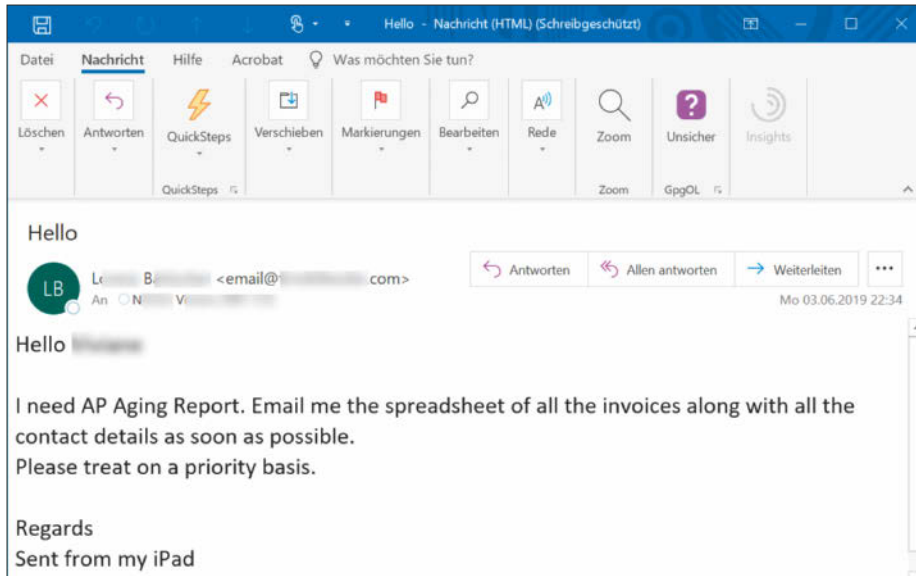
- °C, %rF & hPa
- VOC & CO2
- Schaltzustände 24V/230V
- Analoge Signale 0–20mA/0–10V



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

**W&T**  
www.WuT.de





**Die Vorstufe für einen CEO-Betrug: So versuchen Kriminelle an Firmen-Interna zu kommen, um daraus überzeugende Betrüger-Mails zu stricken.**

resse, da sich daraus die Systematik von Erreichbarkeiten herleiten lässt. Soziale Netzwerke, in denen Mitarbeiter ihre Funktion und Tätigkeit oder persönliche Details preisgeben, sind laut BKA ebenfalls eine wichtige Informationsquelle.

## Opfer: Google, Facebook und Bäcker

Die Liste der Arbeitgeber, deren Mitarbeiter auf die Masche reinfielen, ist lang und prominent besetzt. Den High Score aus Sicht der Kriminellen hat sicherlich der heute knapp 50-jährige litauische Betrüger Evaldas Rimasauskas inne: Er hat im Lauf von zwei Jahren gemeinsam mit unbekannten Komplizen Facebook und Google um über 120 Millionen US-Dollar gebracht. Und zwar durch eine weitere Variante des BEC: Die Betrüger gaben sich als Mitarbeiter eines legitimen Lieferanten der Opferunternehmen aus. In diesem Fall der taiwanische Computerhersteller Quanta Computer, der im wirklichen Leben wahrscheinlich maßgeschneiderte Server an die Internetgiganten liefert. Mittels fingierter Rechnungen und E-Mail-Adressen, deren Absender-Domain dem Original-Domainnamen ähnelte, erschlichen sich die Kriminellen gut 100 Millionen US-Dollar von Facebook und über 20 Millionen US-Dollar von Google.

Auch deutsche Unternehmen sind betroffen. So beispielsweise die in Südbayern bekannte Bäckereikette Hofpfisterei: Eine Buchhalterin überwies 1,9 Millionen Euro auf das Konto der Trickbetrüger bei

einer Bank in Hongkong. Der Autozulieferer Leoni AG musste sogar 40 Millionen Euro abschreiben, die durch den CEO-Betrug den Besitzer wechselten. Wie ein Vertreter des Spezialversicherers Euler Hermes dem Wirtschaftsmagazin Capital sagte, bewegen sich die in Deutschland von Betroffenen gemeldeten Schadenssummen zwischen 750 000 und 15,5 Millionen Euro.

Die US-Bundespolizei schätzt, dass im Jahr 2018 weltweit 12 Milliarden US-Dollar durch CEO-Betrug ergaunert wurden. Auf Deutschland entfielen im Jahr zuvor dem jüngsten Bundeslagebild Wirtschaftskriminalität des BKA aus dem Jahr 2017 zufolge Schäden in Höhe von rund 24 Millionen Euro. Angesichts der latent hohen Dunkelziffer – viele Opfer erstatten aus Angst vor Imageverlust keine Anzeige – ist jedoch davon auszugehen, dass die tatsächliche Schadenssumme höher ausfällt. Das BKA ist überzeugt, dass sich an der steigenden Zahl der Straftaten, die im Versuchsstadium stecken bleiben, die Wirksamkeit der bisher seitens der Strafverfolgungsbehörden durchgeführten Sensibilisierungsmaßnahmen ablesen lässt. „In den dem BKA bekannten Erfolgsfällen konnte durch schnelles Handeln verschiedener Institutionen und der grenzüberschreitenden polizeilichen Kooperation verhindert werden, dass betrügerisch erlangte Gelder in Höhe von 26 Millionen Euro tatsächlich bei den Täter ankamen“, erläutert eine BKA-Sprecherin.

## Die Variante: „Einmal alle Rechnungen, bitte“

Trotz eventuell niedrigerer Erfolgsaussichten versuchen es Täter nach wie vor. Bei IWC Schaffhausen schafften es in jüngster Zeit E-Mails in die Postfächer, die ebenfalls vermeintlich vom Finanzchef stammten. Sie baten jedoch nicht um Überweisungen im Rahmen einer Firmenübernahme, sondern um eine Aufstellung aller in den letzten vier Wochen eingegangenen Rechnungen. Warum das Ganze? Mittels dieser BEC-Variante gelangen Kriminelle an eine Übersicht der gelisteten Lieferanten und bekommen ein Gefühl dafür, in welchen Regionen sich die in Rechnung gestellten Leistungen befinden.

Diese Informationen sind unabdingbare Grundlage für den nächsten Schritt der Betrüger: Sie geben sich per E-Mail – ähnlich wie der litauische Kriminelle – als Mitarbeiter eines der viel versprechenden Lieferanten aus und bitten um Änderung der beim Opferunternehmen gespeicherten Stammdaten. Konkret: die Bankverbindung. Kommt die Buchhaltung der Bitte nach, müssen die Trickbetrüger lediglich auf die nächste Rechnung des legitimen Lieferanten warten. Das Geld kommt dann automatisch auf ihr Konto. Typischerweise fliegt dies erst dann auf, wenn der eigentliche Lieferant die Überweisung anmahnt. Dass diese Methode selbst bei an sich gut informierten Unternehmen Erfolg hat, zeigt das Beispiel eines in Europa ansässigen Anbieters von Antiviren-Software: Die Buchhaltungsmitarbeiter schöpften keinen Verdacht und nahmen die Stammdatenänderung im SAP-ERP-System vor wie von den Kriminellen gewünscht.

## Rüstzeug gegen CEO-Betrug

Wer einmal mit den Methoden hinter dem CEO-Betrug vertraut gemacht wurde, sollte das Muster künftig sofort erkennen. Daher ist das Informieren der Belegschaft über diese und andere Betrugsmaschen für Michael Schneider von IWC unabdingbar: „Wir betreiben seit einigen Jahren eine Informationskampagne rund um Cyber-Sicherheitsthemen. Im Rahmen dieses Awareness-Programms vermitteln wir beispielsweise durch Blog-Beiträge im Intranet oder Live-Hackings das Wissen, das zur Abwehr der entsprechenden Attacken nötig ist“, erläutert Schneider. Der IT-Sicherheitsverantwortliche ist überzeugt, dass die Belegschaft aufgrund der Schulungen hinreichend sensibilisiert

wurde, um Betrugsversuche zu erkennen und entsprechende E-Mails an die IT-Sicherheitskollegen weiterzuleiten. Finanziellen Schaden hat IWC durch CEO-Betrug laut Schneider jedenfalls bislang keinen erlitten.

Darüber hinaus müssen Unternehmen auch verbindliche Prozesse einführen, um den Betrugsversuch im Keim zu ersticken. Beispielsweise, indem sich Mitarbeitende der Finanzabteilung in jedem Fall telefonisch bei CEO, CFO oder den entsprechenden Assistenzen rückversichern, ob die Anfrage legitim ist.

Einen anderen Weg wählte Sonja Catani, Geschäftsführerin des schwedischen Tierbedarfsanbieters Hugo & Celine AB: Zu Anfang eines jeden Monats vereinbart sie mit den Mitarbeitern im Controlling mündlich ein Codewort aus dem Bereich Nahrung wie beispielsweise „Schokoladenspinat“. Nur wenn sich dieses Codewort in einer per E-Mail an die Buchhaltung übermittelten Überweisungsaufforderung findet, geht das Geld raus.

Außerdem können Mitarbeiter laut Schneider schon vorab verhindern, dass betrügerische Nachrichten überhaupt in ihrem Postfach landen. „Die Kolleginnen und Kollegen müssen darauf achten, welche Daten sie von sich im Internet preisgeben. Also beispielsweise bei Facebook Details über Arbeitgeber, Aufgaben oder Geschäftsreisen öffentlich posten, sodass die Infos auch für Nutzer außerhalb ihres direkten Freundeskreises sichtbar sind“, führt er aus.

Details über Reisen können missbraucht werden, um Mails an die Mitarbeiter in der Finanzabteilung glaubwürdiger aussehen zu lassen. Datensparsamkeit sollte auch für Profile bei den Business-Netzwerken LinkedIn und Xing gelten. Hier sollten keine Hinweise auf die spezifische Abteilungszugehörigkeit gegeben werden, um sich nicht selbst ins Fadenkreuz

von CEO-Betrügern zu manövrieren. Der komplette Verzicht auf Profile in den Business-Netzwerken ist aber auch nicht zielführend: Denn dann könnten Betrüger Fake-Profile der Personen erstellen und in deren Namen mit echten Bekannten und Geschäftspartnern in Kontakt treten, um diese auszuhorchen.

Auch wenn CEO-Betrug kein technisch anspruchsvoller und ausgefuchster

Angriff ist – Behörden wie das BKA sortieren die Masche in der Abteilung Wirtschaftskriminalität ein und nicht bei den Cyber-Verbrechen – so gibt es doch technische Abhilfe: Signieren Unternehmen alle E-Mails per S/MIME oder PGP, sind betrügerische Nachrichten schnell zu erkennen. Egal wie überzeugend der oder die vermeintliche CEO den Auftrag formuliert.

(des@ct.de) **ct**



## RNT Rausch: Wir halten, was wir versprechen!

Ihre Daten und Anwendungen brauchen keine Diät,  
sie brauchen Storage-Lösungen von RNT Rausch!

Abgespeckte Ladezeiten, gesteigerte Performance, jederzeitige Skalierbarkeit  
und auch bei Wachstum passgenau: So macht Ihr Business wirklich eine gute Figur!

**Darauf geben wir unser Wort.**

RNT Rausch GmbH  
Im Stoeck 4a  
76275 Ettlingen – Germany  
+49 7243 5929-0  
info@rnt.de  
[www.rnt.de](http://www.rnt.de)

RNT Rausch. Making IT possible.

**RNT**  
**RAUSCH**

# Fauler Köder

Asus wirbt mit Cashback-Aktion, zahlt dann aber nicht aus



**Um unentschlossene Kunden zu ködern, nutzen Hersteller gern sogenannte Cashback-Aktionen. Der Kunde erhält hier nach dem Kauf vom Händler einen Code, über den er sich einen Teil des Kaufpreises vom Hersteller zurückzahlen lassen kann. Das klappt freilich nicht immer reibungslos.**

**Von Georg Schnurer**

Schon längere Zeit war Daniel D. auf der Suche nach einer neuen Grafikkarte. Es sollte ein flottes, aber nicht zu teures Model werden, weshalb vor allem Karten mit Nvidias GTX 2070 in die engere Wahl kamen. Bei der technischen Ausstattung ähnelten sich die Modelle der verschiedenen Hersteller stark. Allerdings hatte er schon seit längerem die Grafikkarten von Asus im Auge.

Ende Dezember stolperte er bei der Mindfactory AG über eine interessante

Offerte: Asus warb dort für seine „Happy Holideals 2018“. Wer bestimmte Router, Mini-PCs, Monitore, Mainboards, Multimedia-Komponenten oder eben auch Grafikkarten erwarb, sollte im Nachgang wahlweise zusätzliche Asus-Produkte erhalten oder aber Geld ausbezahlt bekommen. In der Liste tauchten auch diverse RTX-2070-Karten auf. Wer sich hier für ein Asus-Produkt entschied, dem Versprach der Hersteller die kostenlose Lieferung eines „Ceberus“-Headsets



oder alternativ die Erstattung von 35 Euro.

35 Euro sparen? Das klang gut für Daniel D. und er orderte am 22. Dezember 2018 bei Mindfactory.de eine Asus-Grafikkarte vom Typ „ROG Strix GeForce® RTX 2070 OC-Edition 8GB GDDR6“ für stolze 599 Euro. Die Grafikkarte wurde kurze Zeit später geliefert und am 2. Januar 2019 erhielt er von der Mindfactory AG den Promotion-Code für die Asus-Payback-Aktion.

## Nichts anbrennen lassen

Der Einlöse-Zeitraum für die „Happy Holideals 2018“ von Asus endete zwar erst am 14. Februar, doch Daniel D. wollte auf keinen Fall irgendwelche Fristen verpassen. Also meldete er sich am 3. Januar bei Asus und bat um die Auszahlung der Prämie in Höhe von 35 Euro. Asus bestätigte den Eingang des Antrags und versprach eine Prüfung innerhalb von 20 Arbeitstagen. Wenige Tage später kam schon die nächste E-Mail von Asus. Man habe die Anfrage erhalten und werde sie innerhalb von 48 Stunden bearbeiten, versprach das Asustek Customer Service Center.

Daniel D. war hoch erfreut über die flotte Bearbeitung und rechnete mit einer baldigen Gutschrift auf seinem Konto. Doch leider ließ der anfängliche Elan von Asus rapide nach: Der Kunde erhielt weder eine weitere Nachricht, noch konnte er einen Geldeingang auf seinem Konto entdecken.

Am 5. Februar fragte er deshalb nach dem Bearbeitungsstand. Asus reagierte prompt auf die Anfrage. Der Antrag sei bewilligt worden, innerhalb von 90 Tagen werde die Auszahlung der versprochenen 35 Euro erfolgen.

## Geduld, Geduld ...

Noch einmal 90 Tage warten? Daniel D. war ein geduldiger Zeitgenosse und ließ Asus bis zum 21. Mai Zeit für die Zahlung. Doch auch bis dahin hatte es das Unternehmen noch nicht geschafft, die versprochene Prämie auszuschütten. Also mahnte er erneut das ihm zustehende Geld an.

Das „Asus Promotion-Team“ antwortete am 24. Mai. Es hätten leider sehr viele Kunden an den „Happy Holideals 2018“ teilgenommen, weshalb es zu einigen Verzögerungen im Auszahlungsprozess gekommen sei. Man unternehme aber alle möglichen Anstrengungen, damit der

Kunde schnellstmöglich zu seinem Geld käme, beteuerte der namenlose Bearbeiter. Die Zahlung werde im Übrigen nicht von Asus abgewickelt, sondern von der „Ninepoint Consulting GmbH“.

Am 29. Juni überprüfte Daniel D. erneut die Zahlungseingänge auf seinem Konto. Doch nachdem dort weder von Asus noch vom beauftragten Dienstleister eine Zahlung zu entdecken war, bat er die c't-Redaktion um Unterstützung.

## Geht doch!

Wir prüften zunächst die eingereichten Unterlagen, konnten aber keinerlei Fehler auf Kundenseite entdecken. Also baten wir die Asus-Presseabteilung um Stellungnahme. Warum, so wollten wir wissen, dauerte die Auszahlung des versprochenen Cashback bei Daniel H. nun schon gut 21 Wochen? Zudem interessierte uns, wie viele Kunden aus der „Happy Holideals 2018“-Aktion noch immer auf die versprochene Zahlung warten.

Unsere Intervention zeigte sofort Wirkung: Bereits einen Werktag nach unserer Bitte um Stellungnahme erhielt Daniel D. ein Entschuldigungsschreiben vom Asus Promotion-Team. Es sei zu einem Fehler im Customer-Management-System gekommen,

weshalb der Antrag nicht fristgerecht bearbeitet worden sei. Man bedauere dies und arbeite daran, die Abläufe künftig zu verbessern. Den Cashback-Betrag habe man selbstverständlich direkt überwiesen.

Wenig später meldete sich Daniel Möllendorf, Associate Marketing Director der Open Platform Business Group von Asus bei c't. Daniel D. habe bereits sein Geld erhalten und bekomme auch noch eine Entschädigung für die lange Wartezeit. Zu der verzögerten Auszahlung sei es bekommen, erklärte uns der Manager, weil der Antrag bei der manuellen Bearbeitung verwechselt worden sei. Dieser Fehler trat erst bei der Nachfrage des Kunden auf, weshalb man davon ausgegangen sei, dass die Zahlung bereits erfolgt sei. Aufgrund der c't-Anfrage habe man den Dienstleister beauftragt, nach weiteren möglicherweise verzögerten Auszahlungen zu suchen. Zudem habe Asus jetzt das Cashback-System überarbeitet, um ähnliche Probleme in Zukunft zu verhindern.

Für Daniel D. hat die Geschichte damit auf jeden Fall eine befriedigende Wendung genommen: Das versprochene Geld ist auf seinem Konto eingetroffen und er kann das Kapitel nun abschließen. Anderen Betroffenen rät Asus, sich an die extra eingerichtete E-Mail-Adresse kundenmanagement@asus-promotion.com zu wenden. (gs@ct.de) **ct**

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**

Eigentlich sollten die Prämien im Rahmen der „Happy Holideals 2018“ innerhalb von 90 Tagen ausgeschüttet werden. Das klappte aber wohl nicht immer.





# 8. Bremer IT-Sicherheitstag

## Securing Industrial IoT

Der 8. Bremer IT-Sicherheitstag steht in diesem Jahr ganz unter der Thematik IT-Sicherheit im Bereich Industrial IoT. Der zunehmende Einsatz und die wachsende Vernetzung von Industrial IoT führt unweigerlich zu einer Vergrößerung der Angriffsfläche und stellt die IT-Sicherheit damit vor neue Herausforderungen. Experten aus Forschung und Praxis erläutern, wie sich sowohl Unternehmen aus dem industriellen Umfeld als auch KRITIS-Betreiber beim Einsatz von Industrial IoT aktiv schützen und wehren können.

Der 8. Bremer IT-Sicherheitstag ist eine Mischung aus Konferenz, Fachausstellung und Plattform zum Erfahrungsaustausch und Netzwerken.



**Termin: 29. August 2019, Bremen**

### Auszug aus dem Programm:

- Anforderungen an die IT-Sicherheit in der DSGVO  
// Joerg Heidrich, Heise Medien GmbH & Co. KG
- Manufacturing security: Bridging the gap between IT and OT  
// André Diener, Cisco Systems
- Wirtschaftsspionage: Betroffenheit, Sicherheit, Machbarkeit  
// Dipl.-Ing Jörg Peine-Paulsen, Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport
- Sicheres Edge-Computing mit Blockchain-Anbindung – neue Anwendungen für die Produktion  
// Dr.-Ing. Markus Jostock, Arxum

Teilnahmegebühren (inkl. MwSt.): 159,00 Euro

Partner:



Organisiert von:



In Zusammenarbeit mit:



Weitere Informationen und Anmeldung unter: [www.heise-events.de/secbremen](http://www.heise-events.de/secbremen)





# Eine halbe Klasse höher

## Nvidia bohrt GeForce RTX 2060 und 2070 deutlich auf

**Die GeForce RTX 2060 Super Gaming OC von Gigabyte und die RTX 2070 Super AMP Extreme von Zotac zeigen im Test, wie viel Nvidias aufgebohrter RTX-Refresh in der Praxis bringt.**

Von Carsten Spille

Nicht ganz ein Jahr konnte Nvidia im oberen Preissegment mit seinen RTX-Karten der Turing-Baureihe nach Belieben schalten und walten. Die sehr hohen Launch-Preise von GeForce RTX 2080 Ti, 2080, 2070 und 2060 sanken nur geringfügig. Kaum mischt AMD in Form der RX 5700 (siehe S. 26) wieder mit, kommt Bewegung in die GeForce-Produkte und -Preise.

Quasi zum Radeon-Start fügt Nvidia dem bisherigen Turing-Portfolio zwei weitere Karten hinzu: Die RTX 2060 Super

und die RTX 2070 Super – eine RTX 2080 Super folgt am 23. Juli. Alle drei erhalten zusätzliche Shader-Rechenwerke, höhere Basis- und teils höhere Boost-Taktraten. Dafür musste Nvidia allerdings auch die Thermal Design Power erhöhen, sodass die RTX 2060 Super nun bis zu 175 Watt, die RTX 2070 Super 215 Watt und die 2080 Super gar 250 Watt schlucken darf. Die beiden schon vorgestellten Karten gibt es auch von Nvidias Boardpartnern, von denen uns Gigabyte und Zotac je ein übertaktetes Modell zum Test schickten.

Die 2060 Super mit TU-106-Grafikchip rüstet Nvidia jetzt auf 8 GByte Speicher und eine breitere Anbindung auf. Ein Speicherengpass bei sehr hohen Auflösungen wird damit unwahrscheinlicher. Die RTX 2060 bleibt als günstigere Variante im Programm.

Außer den höheren Taktraten wechselt bei der RTX 2070 Super zudem der Chip: Bislang teilte sich die RTX 2070 den TU-106 mit der RTX 2060. Auf der Super-Variante kommt der größere TU-104-Chip

mit mehr Graphics Processing Clustern (GPCs) und Rechenwerken zum Einsatz – Konfigurationen mit 5 oder 6 GPCs sind möglich und könnten sich in theoretischen Messungen leicht unterscheiden. Die zusätzlichen GPCs schaffen einen höheren Pixeldurchsatz, der unter anderem wichtig bei der Schattenberechnung ist. Außerdem erlaubt der TU-104 die Kopplung zweier Karten via SLI. Das war vorher den sehr teuren RTX 2080 und den extrem teuren 2080 Ti vorbehalten. Angesichts der Konkurrenz durch die neue 2060 Super lässt Nvidia die RTX 2070 FE auslaufen.

Technisch entsprechen die Super-Modelle ansonsten dem Standard der bekannten RTX-Karten. Sie unterstützen DirectX 12 mit Feature-Level 12\_1 inklusive DirectX Raytracing sowie Vulkan 1.1, Open GL 4.6, CUDA 10 und OpenCL 1.2. Bildschirme befeuern die Karten über DisplayPort 1.4a mit DSC auch in 8K-Auflösung mit 60 Hertz über ein einzelnes Kabel – zudem stehen HDMI 2.0b und ein VirtualLink mit USB-C-Buchse bereit – auf den die Zotac-Karte verzichtet.

### Größter Sprung für 2060

Die RTX 2060 Super machte im Test den größeren Sprung. Ihre Leistung stieg im Vergleich der übertakteten Gigabyte Gaming OC mit der ebenfalls als OC-Modell geltenden RTX 2060 Founders Edition um bis zu 27 Prozent in Ultra HD. Auch in WQHD mit 2560 × 1440 Pixeln verzeichneten wir noch ein Plus von 22 Prozent bei den Durchschnitts-fps. Einige Perzentil-Werte (siehe S. 116) stiegen etwas stärker. Im Vergleich zu AMDs neuer Radeon RX 5700 war die 2060 Super bis zu 10 Prozent langsamer als das XT-Modell, aber etwas schneller als die RX 5700. Karten wie GTX 1060 6 GB oder Radeon RX 580 schlug sie teils um den Faktor 2.

Mit dieser Leistung liegt Gigabytes übertaktete RTX 2060 Super nur um Haarsbreite hinter der teureren RTX 2070 Founders Edition. Für ein flüssiges Spielerlebnis reicht das bei höchsten Details in WQHD-Auflösung, auch wenn besonders anspruchsvolle Titel wie Metro Exodus szenenweise schon auf die 30-fps-Marke fallen. Wer die schicken Raytracing-Effekte zuschalten will, muss mindestens eine Auflösungsstufe darunter planen.

Bei der RTX 2070 Super fällt der Vorsprung zum Vorgängermodell etwas geringer aus, doch auch sie schließt zur höheren Modellklasse RTX 2080 auf. Im Schnitt liegt sie rund 5 Prozent hinter den Karten,

mit denen sie sich die technische Basis teilt, sodass die Bezeichnung RTX 2080 LE mindestens genauso zuträfe. Zotacs AMP Extreme boosted teils mit über 2 GHz.

Entsprechend hat sie deutlich mehr Reserven für WQHD-Displays sowie Raytracing-Effekte bei Full-HD-Auflösung. In Ultra-HD-Auflösung ist sie jedoch nicht allen Titeln gewachsen: Auch wenn Far Cry 5 etwa schon an der 60-fps-Marke kratzte, blieben Metro Exodus und Shadow of the Tomb Raider teilweise unter 40 fps.

## Leiser, großer Kühler

Gigabyte und Zotac erlauben den Karten jeweils 215 Watt maximale Leistungsaufnahme im BIOS. Die Gigabyte Gaming OC unterschritt diesen Wert um 8 Watt bei Dauerlast, Zotacs AMP Extreme brauchte hingegen 224 Watt – beide mit einzelnen Ausreißern nach oben. Im Leerlauf schluckten die Karten 12 respektive 15 Watt. Sind vier Displays angeschlossen, zeigte unser Messgerät 39 beziehungsweise 42 Watt an – das geht besser.

Im Leerlauf blieben beide Karten ruhig, obwohl ihre Lüfter nicht anhielten. Die 2060 Super von Gigabyte überschritt nicht einmal die Messuntergrenze von 0,1 Sone, Zotacs 2070 Super AMP Extreme war mit 0,2 Sone etwas lauter, was aber nur in sehr ruhigen Umgebungen auffiel. Unter Last zahlt sich der Materialeinsatz bei Zotac aus: Der größere Kühler war trotz etwas höherer Leistungsaufnahme mit 0,8 Sone nur etwa halb so laut wie der der kleineren Gigabyte-Karte.

## Fazit

Nvidias vorgezogener Konter gegen AMDs RX-5700-Radeons ist nur halb erfolgreich. Die RTX-Modelle mit Super-Suffix sind wie gewohnt teurer als AMDs Radeon-Karten, was besonders für die übertakteten Modelle gilt. Für den höheren Preis gibt es hauptsächlich hardwarebeschleunigte Raytracing-Darstellung in einigen Spielen. So kostet die RTX 2060 Super in Form von Gigabytes Gaming-OC-Modell mit 440 Euro rund 20 Euro mehr als die etwas flottere Radeon RX 5700 XT, ist unter Last aber minimal sparsamer. Auch wenn die Gigabyte-Karte nicht allzu laut ist, wäre eine noch sanftere Lüfterkurve möglich gewesen.

Zotacs RTX 2070 Super AMP Extreme spielt mit 570 Euro eine Klasse darüber und arbeitet mit ihrem großen Turing-Chip etwas effizienter. Für durchgehende 60 Bilder pro Sekunde in Ultra HD reicht es aber nicht. Dank ihres großen Kühlers ist sie allerdings merklich leiser als die Gigabyte-Karte. (csp@ct.de) **ct**

## Spieleleistung

Grafikkarte	GTA V (DX11)	Far Cry 5 (DX11)	Shadow of the Tomb Raider (DX12)	Metro Exodus (DX12)
	Sehr hoch / 4xMSAA	Preset Ultra / SMAA / HD-Texturen	Preset Highest / SMAA / 16xAF	Preset Ultra / 16xAF
	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[P95] [fps] besser ▶	[Min-fps] [fps] besser ▶
<b>2560 × 1440 (WQHD)</b>				
Nvidia RTX 2080 Gainward Phoenix	92	109	76/89	36/61
Zotac RTX 2070 Super AMP Extr.	89	106	72/85	35/59
AMD Radeon RX 5700XT	78	100	65/78	32/54
Nvidia RTX 2070 FE	86	95	61/72	30/49
Gigabyte RTX 2060 Super G. OC	83	93	61/72	30/50
AMD Radeon RX 5700	71	91	59/70	29/49
Nvidia RTX 2060 FE	73	81	49/59	26/42
<b>3840 × 2160 (Ultra HD)</b>				
Nvidia RTX 2080 Gainward Phoenix	55	61	41/47	25/39
Zotac RTX 2070 Super AMP Extr.	52	58	39/44	24/37
AMD Radeon RX 5700XT	43	54	34/40	22/32
Nvidia RTX 2070 FE	48	50	33/38	21/31
Gigabyte RTX 2060 Super G. OC	47	49	33/38	21/31
AMD Radeon RX 5700	40	47	31/36	21/30
Nvidia RTX 2060 FE	38	40	26/30	17/26

gemessen unter Windows 10 (1903, 64 Bit) auf Intel Core i7-8700K (OC 4,7 GHz), 32 GByte RAM, VSync aus;  
Treiber: AMD: Adrenalin Edition 19.7.1, Nvidia: 430.86/431.36, MSAA/SMAA: Kantenglättungsverfahren

## Technische Daten

Grafikkarte	Nvidia GeForce RTX 2060 Super	Gigabyte Nvidia GeForce RTX 2060 Super Gaming OC	Nvidia GeForce RTX 2070 Super	Zotac Gaming GeForce RTX 2070 Super AMP Extreme	Nvidia GeForce RTX 2080 Super
GPU / Fertigung / Transistoren	TU106 / 12 nm / 10,8 Mrd.	TU106 / 12 nm / 10,8 Mrd.	TU104 / 12 nm / 13,6 Mrd.	TU104 / 12 nm / 13,6 Mrd.	TU104 / 12 nm / 13,6 Mrd.
APIs: Direct3D / OpenGL / Vulkan / sonstige	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / CUDA 10	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / CUDA 10	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / CUDA 10	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / CUDA 10	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / CUDA 10
Shader / TMU / ROP / Tensor / RT	2176 / 136 / 64 / 272 / 34	2176 / 136 / 64 / 272 / 34	2560 / 160 / 64 / 320 / 40	2560 / 160 / 64 / 320 / 40	3072 / 184 / 64 / 368 / 46
Takt: Basis / Turbo / max. Boost <sup>2</sup>	1470 / 1650 / k. A. MHz	1470 / 1815 / 1980 MHz	1605 / 1770 / k. A. MHz	1605 / 1830 / 2070 MHz	1650 / 1815 / k. A. MHz
Rechenleist. <sup>3</sup> SP / HP / DP / Tensor	7,18 / 14,4 / 0,22 / 57,4 TFLOPS	7,90 / 15,8 / 0,25 / 63,2 TFLOPS	9,06 / 18,1 / 0,28 / 72,5 TFLOPS	9,37 / 18,7 / 0,29 / 75,0 TFLOPS	11,2 / 22,3 / 0,35 / 89,2 TFLOPS
Grafikspeicher: Menge, Typ	8 GByte GDDR6 (448 GByte/s)	8 GByte GDDR6 (448 GByte/s)	8 GByte GDDR6 (448 GByte/s)	8 GByte GDDR6 (448 GByte/s)	8 GByte GDDR6 (496 GByte/s)
Anbindung / Bauform / Kühlung	PCIe 3.0 x16 / Dual-Slot / Aktiv (1 × Axiallüfter)	PCIe 3.0 x16 / Dual-Slot / Aktiv (3 × Axiallüfter)	PCIe 3.0 x16 / Dual-Slot / Aktiv (2 × Axiallüfter)	PCIe 3.0 x16 / Triple-Slot / Aktiv (3 × Axiallüfter)	PCIe 3.0 x16 / Dual-Slot / Aktiv (2 × Axiallüfter)
TDP / Stromversorgung	175 Watt / 1 × 8-Pin	215 Watt / 1 × 6 + 1 × 8-Pin	215 Watt / 1 × 6 + 1 × 8-Pin	215 Watt / 1 × 6 + 1 × 8-Pin	225 Watt / 1 × 6 + 1 × 8-Pin
Preis (Straße)	445 € (410 €)	k. A. (440 €)	529 € (Partnermodelle: 510 €)	k. A. (570 €)	739 € (n. v.)
<b>Technische Prüfungen</b>					
Leistungsaufnahme 2D / Multi-monitor / 3D / Furmark / Peak <sup>4</sup>	keine Messung	12 / 39 / 207 / 207 / 323 Watt	keine Messung	15 / 42 / 224 / 224 / 354 Watt	keine Messung
Lautheit Leerlauf / Last (Bewert.)	keine Messung	<0,1 / 1,6 Sone (⊕⊕ / ○)	keine Messung	0,2 / 0,8 Sone (⊕⊕ / ⊕)	keine Messung

<sup>1</sup> abweichend für Anniversary Edition in Klammern      <sup>3</sup> Spitzenleistung auf Basis der Turbo-Taktraten, SP = Single Precision (FP32), HP = Half-Precision (FP16), DP = Double Precision (FP64)  
<sup>2</sup> AMDs Game-Clock-Angabe entspricht Nvidias Boost-Takt      <sup>4</sup> kurzzeitig auftretende Spitzenwerte

⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ funktioniert   — funktioniert nicht   n. v. nicht vorhanden   k. A. keine Angabe

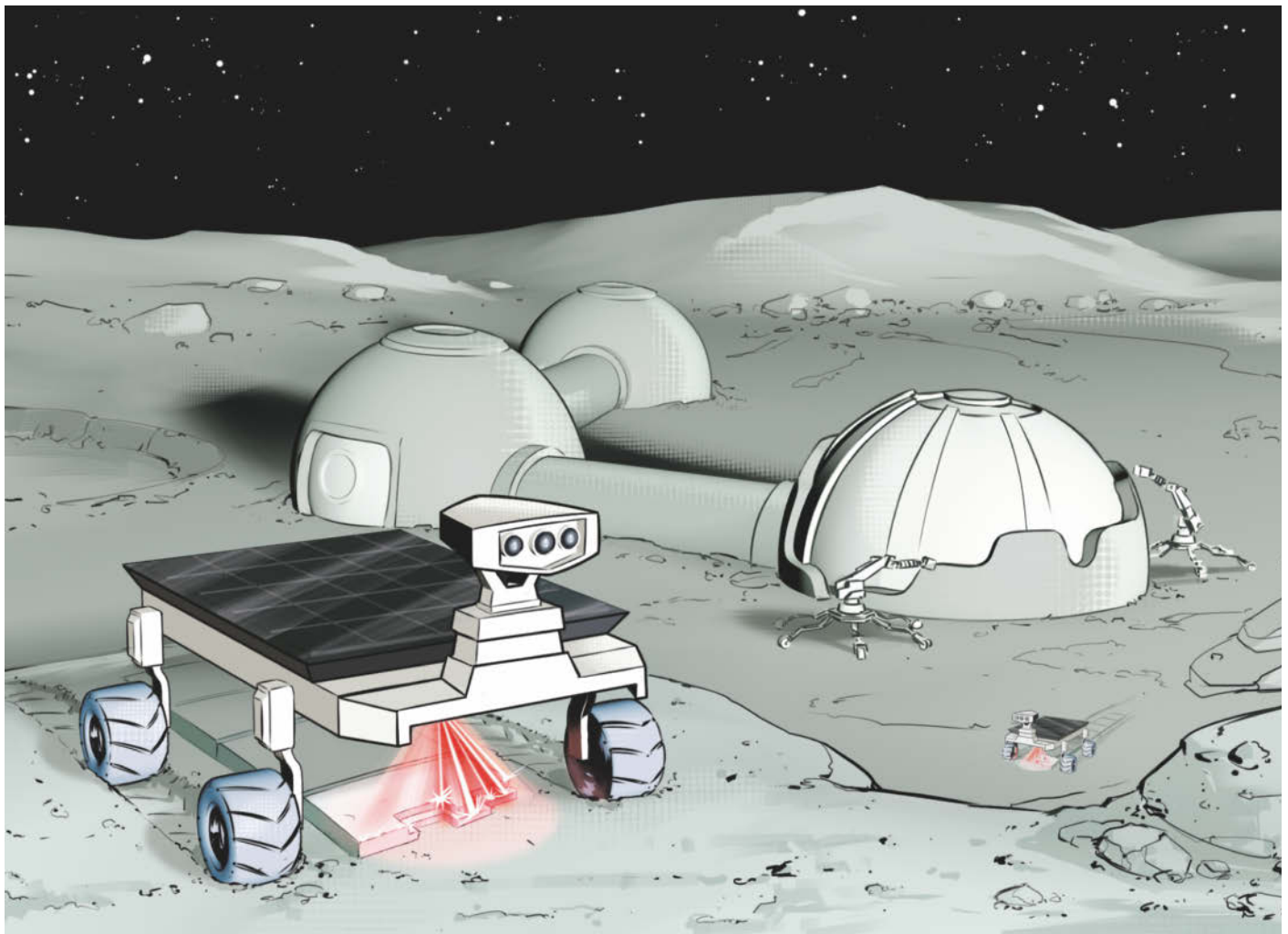


Bild: Albert Hulm

# Mondstaub im 3D-Drucker

## Konstruktion von Gebäuden und Landeplätzen auf dem Mond

**Bereits 2021 sollen erste autonome Rover den Mond befahren und mit spezieller Lasertechnik Mondsand schmelzen. Mit dieser Technik könnten später einmal Rover-Schwärme vor Ort Module für eine erste Mondbasis drucken, bevor Astronauten kommen.**

Von Arne Grävemeyer

**D**ie ersten Siedler auf dem Mond könnten Sonnenenergie nutzen und sich ihre Häuser per 3D-Druck aus geschmolzenem Mondstaub aufbauen. Das halten jedenfalls Entwickler am Laserzen-

trum Hannover (LZH) für realistisch. Im Rahmen des Projekts Moonrise haben sie einen Laser entwickelt, der den feinkörnigen Mondstaub einschmelzen kann.

Mobil wird der neue Laser dadurch, dass man ihn als Zusatzmodul im Bauch des Mondrover Audi Lunar Quattro anbringt. Dieser ist eine Entwicklung des Raumfahrtienstleisters PTScientists in Zusammenarbeit mit Audi. In einem ersten Projekt will das junge Berliner Unternehmen zwei Rover und insgesamt 100 Kilogramm Nutzlast auf die Mondoberfläche bringen, ungefähr an die Landestelle der letzten Apollo-Mission. Apollo 17 ist im Dezember 1972 im Taurus-Littrow-Tal gelandet. Der erste Start soll 2021 mit einer SpaceX-Rakete erfolgen. Mit den Tests für die Rover und ihren

Mondlander sehen sich die Entwickler im Zeitplan.

Für den LZH-Laser gelten damit enge Vorgaben: Das Volumen des Geräts darf 1,5 Liter nicht überschreiten, es bekommt damit etwa die Form einer großen Saftpackung. Das Gewicht ist auf maximal drei Kilogramm begrenzt. Die Leistungsaufnahme des Lasers darf bei bis zu 140 Watt liegen. „So viel brauchen wir aber gar nicht unbedingt“, vermutet Niklas Gerdes vom LZH. Die optimale Modulation des Laserstrahls und dessen Energiebedarf werden derzeit in Testreihen ausprobiert. Die Belichtungszeit für das Einschmelzen des Gesteins beträgt in der Regel nur wenige Sekunden.

Im Institut für Raumfahrtssysteme (IRAS) an der TU Braunschweig geht man



den Möglichkeiten der Verarbeitung von Mondsand, auch Regolith genannt, auf den Grund. „Von den Apollo-Missionen sind seinerzeit etwa 380 Kilogramm Mondgestein auf die Erde gebracht worden“, berichtet Institutsleiter Professor Dr. Enrico Stoll. Nicht genug, um davon hin und wieder einige Kilogramm für Schmelzversuche anzufordern. Also hat man sich in Braunschweig darauf verlegt, sogenannte Simulanten zu erzeugen: Sande und Steine, wie sie ähnlich auf dem Mond vorkommen.

## Im Laserstrahl entsteht Keramik

Generell herrschen auf dem Mond Gesteinsarten vor, die durchaus auch auf der Erde zu finden sind. Es sind viele Oxide enthalten, etwa Eisenoxid und Aluminiumoxid. Der bedeutendste Unterschied besteht zwischen Gestein aus einem Krater und dem aus höheren Lagen. Dementsprechend haben die Braunschweiger ein Baukastensystem entwickelt, mit dem sich unterschiedliche Regolithe-Simulanten mischen lassen. Ein Beispiel sind Anorthositarten, wie sie die Astronauten am Landeplatz der Apollo-17-Mission vorfanden. Mit derartigen Zusammensetzungen betreiben die Entwickler am LZH derzeit ihre Versuche.

Das pulverige Material lässt sich ab etwa 900 Grad Celsius sintern. Dabei wird es angeschmolzen, verbunden und verdichtet. Bei Temperaturen ab etwa 1500 Grad Celsius schmilzt das Gestein komplett und lässt sich so auch freier formen. Das Ergebnis erinnert an Keramik oder dunkles Porzellan. Bei hohen Temperaturen entstehen glasähnliche Oberflächen. Vor Kurzem ist am IRAS die Herstellung transparenter Gläser aus Mondstaub gelungen. „Stellen Sie sich das Ergebnis ähnlich dem Glas einer Bierflasche vor“, erläutert Stoll.

Der 3D-Druck auf dem Mond stellt die erste bekannte Möglichkeit der In-Situ Resource Utilization (ISRU) dar. Angesichts von Transportkosten zwischen 700.000 und 800.000 Euro pro Kilogramm Material, das man von der Erde zum Mond schaffen würde, ist der ISRU-Ansatz die einzige realistische Möglichkeit, eine bewohnbare Mondbasis aufzubauen. Das referiert Stoll und erklärt damit, warum man Ressourcen am Ort nutzen sollte. Im 3D-Druck können beispielsweise Wandelemente für Wohnkomplexe entstehen. Da der Mond aller-

dings keine Atmosphäre besitzt und auch kein großflächiges Magnetfeld, müssen die Wände späterer Behausungen für Astronauten als Schutz gegen Weltraumstrahlung ein bis drei Meter dick sein.

Zudem könnten Rover mit 3D-Druckern Wege und Landeplätze befestigen. Weitere Ideen betreffen Schuppen für Rover und andere Materialien, aber auch einfache Werkzeuge, Regale und Geschirr aus verdruktem Regolith. Eine Studienarbeit am IRAS beleuchtet gerade die Möglichkeit einer großen Parabolantenne, die direkt in den Mondboden gedruckt wird. Da der Mond grundsätzlich immer die gleiche Ausrichtung zur Erde hat, könnte eine solche Parabolantenne als feste Kommunikationseinrichtung dienen.

## Zwei Rover bilden die Vorhut

Bisher haben erst drei Nationen die Mondoberfläche mit Fähren oder Sonden erreicht. Das deutsche Projekt könnte 2021 die erste privatwirtschaftlich finanzierte Mission sein, die diesen Schritt bewältigt. Ursprünglich ist PTScientists als ein Teilnehmerteam des Mondlandewettbewerbs Google Lunar X-Prize entstanden. Dessen Preisgeld hat zwar bis zum Ende des Wettbewerbs in diesem Jahr keiner der Teilnehmer erringen können. Die einmal gebildeten Kooperationen mit der Industrie bestehen aber weiterhin, sei es mit Audi als Co-Entwickler der Rover oder mit der Volkswagenstiftung als Unterstützer der Laserentwicklung am LZH.

Mittlerweile hat PTScientists in Berlin eine Mondfähre entwickelt, die 2021 etwa 100 Kilogramm Nutzlast auf die Oberflä-

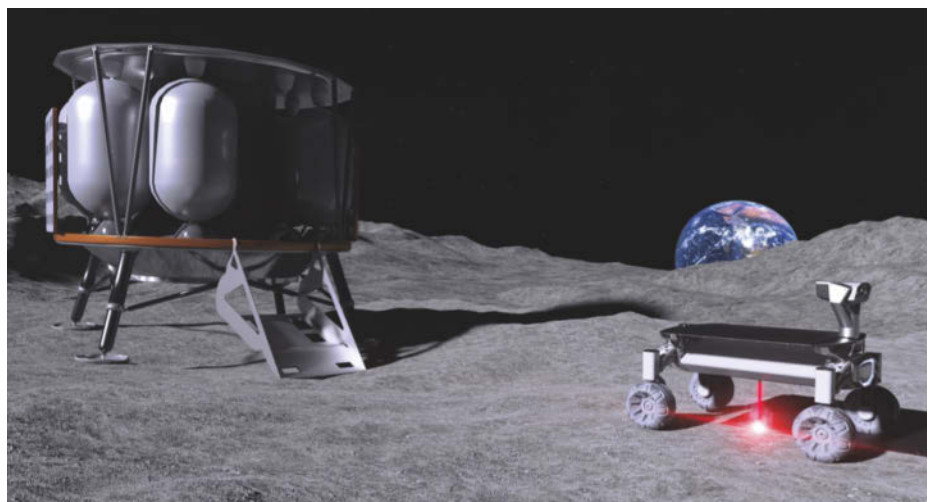
che des Erdtrabanten bringen soll. Zusätzlich bietet diese Fähre auch eine Mitreisemöglichkeit für Minisatelliten in Standardgröße. Im Kundenauftrag kann die Mondfähre diese Würfel mit einer Kantenlänge von zehn Zentimetern in einer Mondumlaufbahn absetzen.

Als Teil der Nutzlast sollen zwei Rover zum Mond reisen. Diese Audi Lunar Quattros sind selbst zum Teil im 3D-Druck entstanden, aus Aluminium-Silizium-Pulver, mit extremer Materialeffizienz und innenliegenden Kabelkanälen. Jeder Rover bringt so nur knapp 30 Kilogramm auf die Waage. Die Batterien haben eine Kapazität von 270 Wattstunden und werden über Solarpaneele auf ihrer gesamten Oberseite aufgeladen. Die Rover bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 3,6 Kilometer pro Stunde. An der Unterseite wird der Moonrise-Laser integriert und mit Strom versorgt.

Wesentlich ist zudem das Kamerasystem der Rover. Es besteht aus zwei Kameras für 3D-Aufnahmen plus ein Teleobjektiv mit zuschaltbaren Farbfiltern. Für das Moonrise-Projekt bedeutet das eine wichtige Kontrollmöglichkeit: Hat einer der Rover seinen Laser im Einsatz, so kann der andere die Ergebnisse der Schmelzversuche beobachten.

## 300 Grad Temperaturdifferenz

Die Umweltbedingungen auf dem Mond sind für die Technik eine heftige Herausforderung. Beispielsweise herrschen an der Oberfläche am Tage 120 Grad Celsius und in der Nacht minus 180. Immerhin dauert ein Mondtag etwa einen halben



Geplante Mondlandung 2021: Mit einem Lasermodul schmilzt ein Rover Mondstaub – eine Voraussetzung zur Nutzung dieser örtlichen Rohstoffquelle.



Ein Modell des Audi Lunar Quattro, wie er derzeit für den Einsatz auf dem Mond getestet wird. Rechts zwischen den Reifen steht der Kasten für das Lasermodul.

Erdmonat lang, sodass die Rover bei Ankunft an einem Mondmorgen wenigstens elf Erdtage Zeit für Experimente und Aufnahmen auf der Mondoberfläche haben. Was nach der ersten Mondnacht noch von der Technik funktionsfähig ist, wagt keiner der Techniker vorherzusagen.

Eine zweite Herausforderung vor allem für bewegliche technische Komponenten ist der begehrte Mondstaub selbst. Durch Meteoriteneinschläge ist das Gestein auf der Mondoberfläche zermahlen, feinkörnig und scharfkantig. Bei Korngrößen von einigen Mikrometern aufwärts können diese Stäube insbesondere bei geringer Schwerkraft in Zwischenräume eindringen und Beschädigungen hervorrufen. Entsprechend trainieren die Rover in Berlin in einer Mondlandschaft mit staubigem Basaltkies, ähnlich dem Regolith, wie ihn die Entwickler am Landeort erwarten.

Auch die Hannoveraner Laserspezialisten bauen ihr System extrem robust auf, damit es vom Start auf der Erde über die Mondlandung bis zum Einsatz im Mondstaub alles übersteht. Zudem setzt das LZH auf Tests in einer Vakuumkammer. Bei einer verringerten Schwerkraft von einem Sechstel der Erdbeschleunigung wie auf dem Mond sollen Tests im

sogenannten Einstein-Elevator folgen. Mit dieser Turmanlage entsteht derzeit an der Leibniz-Universität in Hannover eine Abwandlung des klassischen Fallturms. Beim Einstein-Elevator wird eine Vakuumkammer mittels Linearmotoren in der Turmröhre vertikal beschleunigt. Außer Schwerelosigkeit lassen sich beliebige Mikrogravitationen einstellen.

In weiteren Entwicklungsschritten soll der einfache Laser für spätere Projekte zu einem kompletten 3D-Drucker erweitert werden, mit beweglicher Optik und einer Mechanik, die den Mondstaub Schicht für Schicht aufträgt und so den Druck beliebiger räumlicher Formen ermöglicht.

Parallel entwickeln die Forscher am IRAS in Braunschweig ein konkurrierendes 3D-Druckverfahren für den Mond. Im Projekt „3D 4Space“ ist ein Rover entstanden, der einen Roboterarm trägt. An dessen Ende sitzt ein Druckkopf, der das Regolith direkt aufnehmen kann. Der dabei verfolgte Ansatz ist das Fused Deposition Modeling (FDM), zu Deutsch etwa Schmelzschichtung. Bei dieser Technik wird ein Strang aufgeschmolzen und über eine Düse verdrückt.

Im Projekt 3D 4Space wird das Material im Druckkopf in einer Keramikver-

kleidung auf über 1300 Grad Celsius erhitzt und wie in einem Extruder per Schnecke durch eine Düse gedrückt, wo es als glasartige Schmelze austritt. Auch dieses System durchläuft Testreihen, allerdings nicht in der Schwerelosigkeit. Außerdem ist dieses Verfahren noch für keine konkrete Mondmission eingeplant.

## Rover-Schar eilt Astronauten voraus

Die Moonrise-Mission ist noch grundlegende Forschung: Es gilt zu klären, inwieweit man Lasertechnik und darauf aufbauend 3D-Druck generell auf den Mond bringen und dort einsetzen kann. Das zweite große Problem ist der Temperaturunterschied, dem die auf dem Mond eingesetzte Technik künftig widerstehen muss.

Wenn diese Hürden einmal überwunden sind, könnten autonom arbeitende oder ferngesteuerte Rover-Teams in nicht zu ferner Zukunft die Landung von Menschen auf dem Mond vorbereiten. „Es könnten beispielsweise immer zwei Rover zusammenarbeiten, der eine sammelt das Regolith und der andere verdrückt es“, schildert Stoll eine Zukunftsvision. Nach dieser Vision könnten bereits Rover-Scharen über Wochen und Monate eigenständig Bauteile erzeugen und den Bau einer Mondbasis vorbereiten, lange bevor Astronauten den Mond wieder betreten.

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



Bild: TU Braunschweig

**Braunschweiger Projekt 3D 4Space:**  
Ein Rover mit Roboterarm und 3D-Druckkopf ermöglicht das FDM-Verfahren für den Mondeinsatz.



Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Leiterplatten-Untersetzer  
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





# Eine Reise in die Vergangenheit

**Peter Jacksons Dokumentarfilm „They Shall Not Grow Old“**

**Bekannt wurde Peter Jackson mit seiner „Herr der Ringe“-Trilogie. Nun hat er ein völlig anderes Projekt in die Kinos gebracht – einen Dokumentarfilm, für den er 100 Jahre altes Filmmaterial aufwendig restaurierte. „They Shall Not Grow Old“ zeigt Leben und Sterben im Ersten Weltkrieg in nie gesehener Eindringlichkeit.**

**Von André Kramer**

**Z**um 100. Jahrestag der Unterzeichnung des Versailler Friedensvertrages am 28. Juni 1919 kam der Dokumentarfilm „They Shall Not Grow Old“ in die deutschen Kinos. Er erzählt die Geschichte des globalen Ringens zwischen 1914 und 1918, das die Welt für immer veränderte.

Der Herr-der-Ringe-Regisseur Peter Jackson, dessen Großvater im Ersten Weltkrieg kämpfte, verarbeitete darin dokumentarische Aufnahmen, die er aus hunderten Stunden Originalmaterial vom Ersten Weltkrieg auswählte. Die Filme stammen aus den Archiven des britischen Imperial War Museum, die das Team um Jackson restaurierte, kolorierte und mit Hilfe von 3D-Technik fürs Kino konvertierte.

## Die Ausgangslage

Vor vier Jahren kam das Imperial War Museum auf Peter Jackson zu und bot ihm an, das Material des Museumsarchivs für einen Dokumentarfilm zu verwenden – ein Archiv, das mindestens 2200 Stunden Film enthält. Ziel des Projekts war, die Aufnahmen aus dem Ersten Weltkrieg einer neuen Generation erfahrbar zu machen. Jackson verband dafür 100 Jahre alte Kamerverfahren mit modernster Computertechnik.

Die Filmtechnik steckte vor über einem Jahrhundert noch in den Kinderschuhen, was sich in unscharfen, niedrig aufgelösten Bildern niederschlägt. Bei vielen Filmen handelte es sich um Kopien von Kopien – die Qualität der erhaltenen Filme ist also oftmals noch schlechter als die ursprüngliche. Über einen Zeitraum von drei Monaten experimentierten die Mitarbeiter von Park Road Post Production in Neuseeland zunächst an einem etwa vierminütigen Schnipsel herum, um eine geeignete Restaurierungspipeline zu entwickeln. Das Studio gehört zu WingNut Films, der Produktionsfirma von Peter Jackson.

## Die Restaurierung

Historische Filmaufnahmen weisen charakteristische Schwächen auf, wie man sie aus Stummfilmen kennt, beispielsweise ein Flackern, das durch die damals noch recht langsame Verschlussstechnik entstand. Der damalige Standard sah 13 Bil-

der pro Sekunde vor. Beim Drehen variiert die Geschwindigkeit. Erst nach und nach lösten Elektromotoren die Handkurbel ab, die bis heute den Sprachgebrauch mit Begriffen wie Dreharbeit prägt. Manche Aufnahmen wiesen 17 bis 18 Bilder pro Sekunde auf, andere nur zehn.

In einem ersten Schritt konvertierten die Restaurateure alle Aufnahmen auf eine aktuelle Bildrate von 24 Bildern pro Sekunde. Der Computer musste dabei Zwischenbilder errechnen und extrapolieren dafür zwischen vorherigem und folgendem Bild. Einige Clips wirkten anschließend zu langsam, andere zu schnell. In einem zweiten Schritt passten die Restaurateure die Geschwindigkeit dieser Aufnahmen nach Augenmaß an.

Jackson beauftragte die US-amerikanische Firma Stereo D damit, für den Film insgesamt 300 Aufnahmen zu bearbeiten. Hinsichtlich der Belichtung brauchte jede Aufnahme eine individuelle Behandlung, denn einige Aufnahmen waren überbelichtet und mussten abgedunkelt werden, bei anderen lag der Fall umgekehrt. Zunächst legte Stereo D Weiß- und Schwarzpunkt der Aufnahmen fest, um so viel Information wie möglich zu extrahieren, beziehungsweise um in den Lichtern und Schatten genügend Details zu erhalten.

Im nächsten Schritt ging es an die Retusche von Staub, Kratzern, Tränen, Flecken von Chemikalien und anderen Fehlern. Die primitiven Filme wiesen sehr grobes Filmkorn auf. Die Stereo-D-Mitarbeiter glätteten die Aufnahmen, ohne die Schärfe anzutasten, und fügten anschließend ein geringeres Maß an digitalem Filmkorn wieder hinzu.

## Die Kolorierung und 3D-Konversion

Schwarz-Weiß-Filme zu kolorieren, war in der Vergangenheit in Verruf geraten, weil

**Drei Monate lang experimentierte Peter Jacksons Team mit historischen Aufnahmen des British War Museum, um eine Restaurierungspipeline zu entwickeln.**



die Farben oft unnatürlich und verschwommen wirkten. Jackson kalkulierte ausreichend Zeit für das aufwendige Rotoskopie-Verfahren ein, um gute Ergebnisse zu erzielen. Rotoskopie stammt aus der Zeichentrickzeit, bei der Filmaufnahmen Bild für Bild abgezeichnet wurden.

Jacksons Team reiste zu Originalschauplätzen des Ersten Weltkriegs und informierte sich über Uniformen samt Abzeichen, um die Farben authentisch wiederzugeben. Die Stereo-D-Mitarbeiter kolorierten zunächst Keyframes und stellten erst nach Freigabe durch Peter Jackson, einen Historiker sowie den VFX-Supervisor die gesamte Szene fertig. Der Prozess hatte zum Teil forensischen, zum Teil kreativen Charakter. Die Farbe von Ziegenleder konnten die Mitarbeiter ermitteln, bei der Privatkleidung von Soldaten mussten sie raten.

Über 400 Mitarbeiter konnten bis auf die Ebene unterschiedlicher Farbe einzelner Knöpfe und Grashalme arbeiten. Dieser Detailgrad war nicht zuletzt für die 3D-Konversion wichtig. Stereo D zeichnete auch hierfür verantwortlich. Die Mitarbeiter extrapolierten dabei die

fehlende Bildinformation auf ähnliche Weise wie beim Errechnen der Zwischenbilder bei der Konvertierung des Filmmaterials von 13 auf 24 Bilder pro Sekunde.

## Der Sound

Die Stummfilme kombinierte Jackson mit Interviews, die die BBC und das Imperial War Museum mit Veteranen des Ersten Weltkriegs führten. Aus beiden Archiven kamen 600 Stunden Interviews zusammen, die mit 250 bis 300 Zeitzeugen geführt wurden.

Bei einer Spielfilmproduktion entsteht der Großteil des Sounds im Studio. Nach dem Pionier dieser Technik, Jack Donovan Foley, heißen diese Geräuschemacher im Englischen Foley-Artists. Park Road Post gewann einen Oscar für den Sound im Herrn der Ringe und dasselbe Foley-Team kümmerte sich auch für den Film zum Ersten Weltkrieg um möglichst authentische Geräusche: den Wind in den Bäumen, die Schritte im Schlamm, die Geräusche von Pferdehufen, Gewehrmechanik oder Satteltaschen. Und das niemals verstummende, ohrenbetäubende Trommelfeuer in der Ferne.

## Das Ergebnis

Die aufwendige Restaurierung zeigt die Realität des ersten mit industriellen Mitteln ausgetragenen Konflikts der Menschheitsgeschichte mit moderner Filmtechnik. Der Film überbrückt damit die historische Distanz und wirft ein völlig neues Licht auf diese jungen Männer, die so ganz anders aussehen als die gepflegten Schauspieler in Kriegsfilmern. Das Grauen an der Front, der Alltag im Schützengraben und das Leben in den Ruhephasen während dieses Konflikts waren nie deutlicher erfahrbar.

(akr@ct.de) **ct**

**Stereo D restaurierte und kolorierte die Filme in nie gekannter Qualität; Park Road Post ergänzte die Stummfilmaufnahmen um authentischen Sound.**



# Smartphones mit Spitzenkamera

iPhone und sieben Android-Handys im Foto-Vergleich



**Foto-Smartphones im Test ..... Seite 70**  
**Kamera vs. Smartphone ..... Seite 80**



## Smartphones nehmen immer bessere Fotos auf, aber wie gut sind die kleinen Knipsen wirklich? Auflösung, Rauschverhalten und Dynamikumfang sind wichtige Entscheidungskriterien. Wir haben diese Werte für die besten Kamera-Smartphones gemessen.

Von Robin Brand, Jörg Wirtgen und Sophia Zimmermann

**S**ommerzeit ist Fotozeit, doch die ausgewachsene Kamera steht längst nicht mehr bei allen auf der Packliste fürs Urlaubsgepäck. Zu groß, zu schwer, und hey, das Smartphone macht doch genauso gute Fotos. Wirklich?

Wir haben acht aktuelle Smartphones verglichen, die zu den besten zählen, die wir bislang im Testlabor hatten. Apples iPhone XS Max muss sich gegen sieben Android-Smartphones behaupten. Huawei P30 Pro, OnePlus 7 Pro, Samsung Galaxy S10+ und Sony Xperia 1 kommen jeweils mit Triple-Kamera, das Google Pixel 3a XL hält dem besonders ausgeklügelte Software entgegen, und das Nokia 9 Pure-View beschreitet mit fünf Kameras eigene Wege. Im Fotolabor haben wir die Spitzen-Handys mit „echten“ Kameras verglichen – und mit Blick auf Mittelklassehandys überprüft, ob sich der hohe Preis für die High-End-Handys überhaupt in viel besseren Fotos niederschlägt. Als günstige Referenz diente uns neben dem Pixel das Motorola One Vision, das im jüngsten Test mit seiner guten Kamera überzeugte, als siebter Androide. Alle Smartphones haben bereits unseren klassischen Smartphone-Prüfstand durchlaufen, die entsprechenden Ausgaben finden Sie in der Tabelle auf Seite 79.

Viele aktuelle Spitzen-Smartphones haben gleich zwei oder drei Kameras, um die Fotografie mit mehreren Brennweiten zu ermöglichen. Meist entsteht so eine Kombination aus einer weitwinkligen Hauptkamera, der eine Superweitwinkel- und eine Telekamera zur Seite stehen. Beim Tele geht das Vergrößerungsvermögen weit auseinander. Einige Smartphones vergrößern zweifach (iPhone XS Max, Samsung S10+, Sony Xperia 1), andere dreifach (OnePlus 7 Pro) oder gar fünffach (Huawei P30 Pro). Manche (Google Pixel

3a XL) begnügen sich mit einer Kamera oder haben trotz fünf Objektiven weder Tele noch Ultraweitwinkel (Nokia 9 Pure-View). Einen echten stufenlosen optischen Zoom mit beweglichen Linsen in einem Objektiv hat keines der Handys.

### Sensoren und Objektive

Prinzipiell gehen mit mehr Sensorfläche mehr Bildqualität und großen Zoomoptiken mehr Gestaltungsspielraum einher. Wegen der kleinen Gehäuse ist das in Smartphones aber nur schwer zu realisieren, weshalb die Smartphone-Fotografie immer auch ein Kompromiss ist. Da ist Einfallsreichtum gefragt. OnePlus beschneidet das 13-MP-Foto des 2,2-fachen optischen Teles auf ein 8-MP-Foto und erzielt so die Wirkung einer dreifachen Vergrößerung. Huawei baut das Tele per Periskoptechnik quer ein (siehe Schaubild) – kommt aber so nicht umhin, einen sehr kleinen Sensor zu verwenden (1/4 Zoll), auf entsprechend kleiner Fläche wird das Licht für das Foto gesammelt.

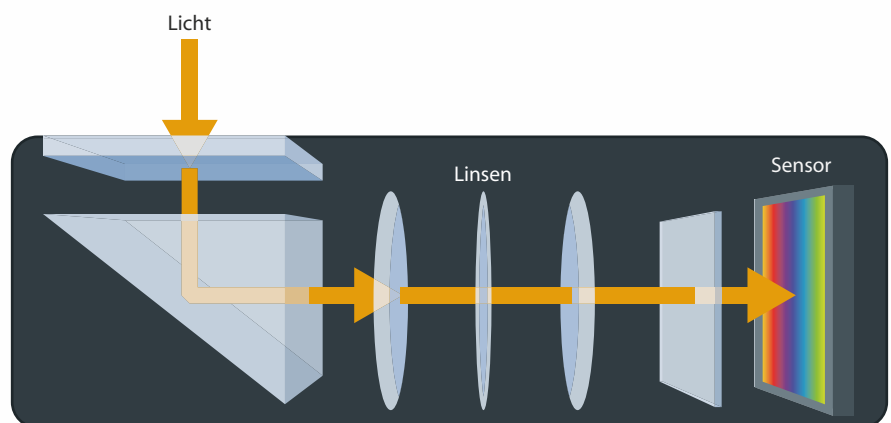
Zumindest bei der Hauptkamera sind die Sensoren in Smartphones auf recht beachtliche Größen angewachsen. Das P30 Pro zum Beispiel hat einen 1/1,7-Zoll großen Sensor (7,5 × 5,6 Millimeter) eingebaut, das OnePlus 7 Pro nutzt Sonys 1/2-Zoll-Sensor IMX 586 (6,4 × 4,8 Millimeter). Beide sind größer als Sensoren in mancher Kompaktkamera, beispielsweise kommen die kompakte Zoomkamera Panasonic TZ96 (rund 450 Euro) oder die schwere Bridgekamera Nikon Coolpix P1000 (1,4 Kilogramm, 750 Euro) nur mit 1/2,3-Zoll Sensor (6 × 4,5 Millimeter) – decken allerdings mit 30- respektive 125-fachem Zoom ungleich größere Brennweitenspektren ab.

Neben dem Sensor spielt die Lichtstärke des Objektivs eine Rolle. Je kleiner die Blendenzahl, desto lichtstärker die Optik und desto mehr Licht fällt auf den Sensor. Das mit Blende f/1,5 lichtstärkste Objektiv im Testfeld ist das des S10+, es ist auch das einzige, dessen Blende sich (auf f/2,4) verstellen lässt. Hör- und sichtbar schiebt sich dann ein Ring um die Linse und verengt so die Öffnung für einfallendes Licht. Der Unterschied ist zu gering, um mit Unschärfen spielen zu können. Die Automatik nutzt die kleinere Blende f/2,4 bei 80 Lux und darüber und springt darunter auf die lichtstärkere.

Beim Tele erreichen die Hersteller keine vergleichbaren Blendenwerte (siehe Tabelle). In Kombination mit dem kleineren Sensor führt das dazu, dass die Telekameras ihre Stärken nur bei gutem Licht

### Periskop-Kamera

Um Teles mit mehr als Dreifachvergrößerung im Smartphone unterzubringen, bauen Hersteller wie Huawei und Oppo eine Art Periskop ein. Das Licht wird per Prisma um 90 Grad umgelenkt. Kameraoptik und Sensor sind im rechten Winkel zur Kameraöffnung eingebaut.





## Apple iPhone XS Max

Bei unserem jüngsten Vergleich der Super-Handys (c't 5/2019, S. 78) war einzig das iPhone XS Max schon dabei – und seine Kamera war schon damals nicht die beste des Testfelds. Entsprechend vergrößert hat sich der Rückstand der iPhones auf die runderneuerte Konkurrenz. Grundsollide Fotos machen sie dennoch und in einer Disziplin brillieren sie nach wie vor: beim Videofilmen.

Die Fotos der Dual-Cam mit zusätzlichem Zweifachtele dagegen kommen für ein iPhone überraschend mittelmäßig daher. Die Software gibt dem Nutzer – iPhone-typisch – wenig Möglichkeiten einzugreifen. Das meiste geschieht im Hintergrund. Wer auch mal die Automatik abschalten möchte, um mehr Kontrolle über das Foto zu haben, wird mit dem iPhone nicht glücklich, wer es aufgeräumt und bequem mag, umso mehr. Videos, die das iPhone in 4K mit bis zu 60 fps aufnimmt, überzeugen mit flüssigen Schwenks und einer effektiven Bildstabilisierung.

Bleibt der Preis: Es mag Gründe geben, so viel Geld für ein Handy auszugeben, die Kamera des iPhone gehört nicht dazu. Dann schon eher das brillante Display, die rasant-schnelle Hardware, die guten Laufzeiten und der Apple-typisch langjährige Softwaresupport. Auch ist es viel einfacher, seine Konfiguration in einem Backup zu sichern und auf ein neues iPhone zu übertragen als bei Android.

- ↑ tolle Videos
- ↓ mittelmäßige Fotos
- ↓ wenig Randschärfe



## Google Pixel 3a XL

Im Testfeld fällt das Google Pixel 3a (XL) durch das auf, was es nicht hat: eine zweite, dritte oder gar vierte Linse auf der Rückseite. Interessant ist das Smartphone vor allem für jene, die neben der flexiblen, leicht weitwinkligen Brennweite, wie sie in Smartphones üblich ist, keine weitere benötigen.

Die Kamera ist die gleiche wie die des teureren Pixel 3 und 3 XL. Aufnahmen gelingen genauso brillant und scharf. Obwohl die Pixel 3a nur eine Kamera zur Verfügung haben, können sie Bokeh-Effekte mindestens genauso gut ins Bild rechnen wie Geräte mit verschiedenen Brennweiten. Der Digitalzoom erreicht nicht das Niveau der optischen Teles der Konkurrenz.

Ein Highlight bleibt der Nachtsichtmodus: Drückt man auf den Auslöser, schießt das Pixel eine Reihe von Fotos mit unterschiedlichen Belichtungen und vereint die Bildinformationen in einem Foto. Die Bilder zeigen selbst in absoluter Dunkelheit noch Motive, die mit den Augen kaum mehr erkennbar sind. Andere Hersteller wie Huawei haben Google in dieser Hinsicht mittlerweile zwar überholt. Dennoch gehen die Pixel 3a-Modelle als absoluter Kamera-Preistipp durch. Smartphones mit vergleichbar guter Kamera kosten meist deutlich mehr.

Pures Android mit Update-Garantie bis 2022, ein OLED und ein solider Chipsatz runden das Paket ab. Mancher mag einen MicroSD-Slot vermissen.

- ↑ brillante Fotos ...
- ↑ ... auch bei Nacht ...
- ↓ ... mit nur einer Brennweite



## Huawei P30 Pro

Fünffachtele, leistungsstarker Nachtmodus, neu entwickelter Sensor: Das Huawei P30 Pro gehört zu den technisch interessantesten Smartphones – bleibt aber nicht ohne Schwächen. Das Gesamtpaket des P30 Pro ist allerdings kaum zu schlagen.

Eine satte fünffache Vergrößerung schafft das P30 Pro mit dem Teleobjektiv, dazu gibt es einen 16-mm-Ultra Weitwinkel (Kleinbildäquivalent). Damit haben Nutzer sowohl für hoch aufragende Objekte und Innenräume als auch für weit entfernte Motive die passende Kamera dabei. Und mit der Hauptkamera sind auch bei Nacht beeindruckend helle Fotos möglich. Man mag sich allerdings daran stören, dass Situationen teils unnatürlich hell dargestellt werden. Die Hauptkamera hat Huawei nicht mit einem klassischen Bayer-Filter mit roten, grünen und blauen Farbfiltern bestückt, sondern die grünen durch gelbe Filter ersetzt. Das soll für eine höhere Lichtausbeute sorgen. Außerdem fotografiert die Software im Dunkeln mit außergewöhnlich hohen ISO-Zahlen, auch im Hellen neigt sie zum Glattezeichnen. Das fällt aber nur in der Vergrößerung auf. Videos filmt das P30 Pro in 4K nur in 30 fps. Eine günstigere Alternative ist das P30 mit ähnlicher Bildqualität, aber kürzerem Tele (3x).

Laufzeiten und Performance gehören zur Android-Elite, das farbkräftige OLED gefällt, allerdings gibt es schärfere und hellere Smartphone-Displays. Die Trump-Google-Update-Problematik scheint sich nach aktuellem Kenntnisstand aufzulösen.

- ↑ großer Brennweitenbereich
- ↑ tolle Fotos im Dunkeln
- ↑ DNGs aller drei Kameras



### Motorola One Vision

Das Motorola One Vision ist eine interessante Option für alle, die mit einem 300-Euro-Handy schöne Fotos machen möchten. Ein optischer Bildstabilisator ist in dieser Preisklasse ungewöhnlich – das One Vision hat einen. Auch ein spezieller Nachtmodus ist an Bord.

Abstriche gegenüber der High-End-Klasse muss man dennoch machen, unter anderem bei erwähntem Modus für Fotos bei Nacht. Diesen setzt die teurere Konkurrenz besser um. Wer flexibel mit mehreren Brennweiten fotografieren möchte, ist beim Motorola ebenfalls an der falschen Adresse. Aus der Dual-Kamera holt das One Vision dennoch eine Menge heraus. Der 48-Megapixel-Sensor liefert 12-Megapixel-Fotos; um mehr Licht zu sammeln, werden jeweils vier Pixel zu einem zusammengefügt. Bei guten Bedingungen fotografiert man damit auf ähnlichem Niveau wie mit der teureren Konkurrenz. Die warme Farbdarstellung ist Geschmackssache.

Das gilt auch für das restliche Design des Smartphones mit großer kreisrunder Aussparung im Display im langen 21:9-Format. Dass in der App zum Display passende 21:9-Fotos möglich sind, ist positiv. Die restliche Ausstattung ist dem Preis angemessen. Als Android-One-Gerät kommt es ohne Bloatware, aber mit Update-Garantie; allenfalls die Akkulaufzeit gibt Anlass zu Kritik.

Beim obigen Foto der Rückseite ist übrigens nichts beim Freistellen schief gelaufen, sondern der Rahmen ist wirklich etwas dunkler und abstehend.

- 👍 tolle Fotos im Hellen
- 👍 optische Bildstabilisierung
- 👎 nur eine Brennweite



### Nokia 9 PureView

Fünf Kameras und eine Time-of-Flight-Kamera ergeben ... eine Brennweite. Nokia wählt mit dem 9 PureView einen anderen Ansatz als den der vielen Brennweiten und investiert die geballte Kraft der fünf Kameras in das eine Foto. In der Praxis überzeugt das Konzept nicht immer, auch weil die zu verarbeitenden Daten die Hardware an Grenzen bringen. Lange Wartezeiten sind das Resultat.

Doch etwas hat das Nokia der Konkurrenz voraus: Da alle fünf Kameras (drei monochrom, zwei mit Farbfiltern) bei jedem Drücken des Auslösers mit unterschiedlichen Einstellungen gleichzeitig auslösen, entsteht stets ein „echtes“ HDR – die Software fügt nicht erst im Nachhinein kurz hintereinander aufgenommene Fotos zu einem zusammen – das ist auch gut für Gegenlichtaufnahmen. Durch den leichten Versatz der Kameras gewinnt die Software auch mehr Tiefeninformation als üblich. Optional kann nach dem Fotografieren ein beliebiges Objekt auf dem Foto scharf gestellt werden. Eine spannende Funktion, die sich aber nicht als durchweg praxistauglich entpuppte. Mitunter werden auch Objekte einer anderen Tiefenebene scharfgestellt. Reguläre Fotos des Nokia überzeugen mit viel Schärfe, doch bei wenig Licht bildet das Nokia das Schlusslicht des Testfelds. Das Smartphone selbst verbucht als Argumente ein scharfes, strahlend helles OLED, den schnellen, nicht mehr taufrischen Snapdragon 845 und Android One ohne Bloatware und mit Update-Garantie.

- 👍 echtes HDR
- 👎 träge Kamera-App
- 👎 miese Low-Light-Performance



### OnePlus 7 Pro

In der absoluten Oberklasse angekommen ist OnePlus – auch preislich. Das 7 Pro hat als erstes Smartphone der OnePlus-Reihe drei Kameras. Die Konfiguration mit Ultraweitwinkel und Dreifachtele erinnert an die des Huawei Mate 20 Pro. Die Selfiekamera ploppt bei Bedarf aus dem Gehäuse heraus – und zieht sich auf Befehl dorthin zurück oder automatisch, wenn das Smartphone fällt.

Der Bildeindruck ist selbst für Smartphone-Verhältnisse sehr knallig. Um im manuellen Modus schöne Fotos zu produzieren, braucht es ein geübtes Händchen. Wer auf die Automatik setzt, hat es deutlich einfacher. Vor allem das Tele weiß zu gefallen, selbst bei relativ wenig Licht liefert es noch recht zuverlässig brauchbare Fotos. Die Low-Light-Leistung insgesamt reicht allerdings nicht an die der besten Smartphones heran: Bei 0,5 Lux sind Tele und Ultra-Weitwinkel erwartbar überfordert, aber auch die Hauptkamera liefert ziemlich vermatschte Ware, speziellem Nachtmodus zum Trotz. Im Videomodus ist die Ultraweitwinkelkamera nicht ansteuerbar.

Groß und spektakulär ist der Rest: Das riesige 6,7-Zoll-OLED gehört zu den besten Smartphone-Displays überhaupt, und auch der erfahrungsgemäß lange und zuverlässige Update-Support spricht für das OnePlus. Wer vorsteuerabzugsberechtigt ist, sollte beim Kauf auch etwa über Amazon vorab klären, ob OnePlus eine Rechnung mit ausgewiesener Mehrwertsteuer stellt.

- 👍 tolles Tele
- 👍 versteckte Selfie-Cam
- 👎 zu knallige Farben





## Samsung Galaxy S10+

Gleich drei Modelle der Galaxy-S-Serie stehen an der Spitze der Samsung-Handy-Palette, S10e, S10 und S10+. Sie unterscheiden sich auch hinsichtlich des Kamera-Setups. Einen Ultraweitwinkel neben der Hauptkamera haben sie alle, wer ein zusätzliches Tele (2x) möchte, greift zu S10 oder S10+, eine Dual-Selfiecam hat nur die Plus-Variante.

Standesgemäß toppt das S10+ alle anderen bisherigen Samsung-Spitzenmodelle. Bei gutem Licht gehören die Resultate zu den besten Smartphonefotos, die man schießen kann. Bei schlechten Bedingungen liegt das Huawei P30 Pro vor dem Samsung-Kandidaten. Die Fotoqualität des Teleobjektivs ist spitze, das P30 Pro holt die Objekte aber deutlich näher heran.

Flexibel zeigt sich die Software bezüglich der unterstützten Fotoformate. Neben JPG sind das HEIF und DNG, letzteres allerdings nur im Pro-Modus mit der Hauptkamera. Die Foto-App ist Samsung-typisch verspielt, aber mit allerlei nützlichen Modi und Features – beispielsweise der frei platzierbaren Auslösefläche. Manuell lässt sich im Pro-Modus viel einstellen. Videos nimmt das S10 in bis zu 4K mit 60 fps auf. Auch sonst gibt es kaum etwas zu meckern: Das S10 punktet mit langen Laufzeiten, Spitzendisplay und schneller Hardware. Allenfalls an der Samsung-Bedienoberfläche mag man sich stören.

- ↑ bestes Zweifachtele
- ↑ erwachsener Bildlook
- ↑ tolle Foto-App



## Sony Xperia 1

Sony-Fans mussten lange warten, bis sie in den Genuss einer Triple-Kamera kamen. Mit dem Xperia 1 ist es so weit. Das Setup fotografiert sehr solide, aber unspektakulär. Das optische Tele schafft nur eine zweifache Vergrößerung, im Dunkeln bilden die Klassenbesten um Huawei P30 Pro und Co. mehr ab. Doch das Sony hat seine Stärken: das 21:9-Format, die dedizierte Auslösetaste am Rand und die durchdachte Kamera-App.

Der manuelle Modus in der Sony-App ist sehr einladend: Weißabgleich, manueller Fokus, Belichtungskorrektur und -dauer und ISO-Wert lassen sich einstellen. Das macht Spaß – umso unverständlicher, dass Sony keine RAW-Aufnahme in der eigenen Kamera-App zulässt. Das funktioniert nur über Drittanbieter-Anwendungen. Auch 21:9-Fotos sind – trotz Display in diesem Format – nicht möglich.

Wie weggeblasen ist alles Unspektakuläre in der eigens entwickelten Video-App Cinema Pro. Im 21:9-Format kann man per Filter verschiedene Kinostile imitieren und hat zudem jede Menge Einstellmöglichkeiten zur Hand. Besonders beeindruckend sehen die Resultate dann auf dem passenden 21:9-OLED des Xperia 1 aus. Dieses macht das Gerät für Filmliebhaber zur guten Wahl – wenn sie auf rekordverdächtige Laufzeiten und drahtloses Laden verzichten können.

- ↑ spektakulärer Video-Modus
- ↓ RAW-Format nicht unterstützt
- ↓ Bildrauschen

ausspielen. Bei wenig Licht wechselt die Software zur Hauptkamera. Damit die Kameras mit längeren Belichtungszeiten viel Licht sammeln können, sind die Objektive zunehmend optisch stabilisiert – meist sowohl die Haupt- als auch die Telekamera. Im Testfeld arbeitet einzig das Nokia 9 PureView ohne optische Bildstabilisierung. Neben den Hauptkameras sind auch alle Teleobjektive – so vorhanden – optisch stabilisiert.

Mehr Sensorfläche und eine lichtstarke Optik sind bei Smartphones indes bei Weitem nicht allein entscheidend – am Ende ist es vor allem die Software, die für gute Fotos verantwortlich zeichnet. Und da macht kein anderer Hersteller Google etwas vor. Obwohl das Pixel 3a einen kleineren Sensor (1/2,55 Zoll) und ein weniger lichtstarkes Objektiv (f/1,8) hat als mancher Konkurrent, nimmt es mit die besten Fotos bei Nacht auf. Wie wichtig die Software ist, zeigt auch der Umstand, dass die Smartphones ihre besten Resultate fast durchweg im Automatikmodus erzielen – wenn man nicht gerade mit Langzeitbelichtung und Lichtspuren spielen will. Diese im Automatikmodus geschossenen Fotos bilden im Wesentlichen auch die Grundlage unserer Beurteilung der Fotoqualität. Manche Smartphones, wie das Pixel und das iPhone, bieten einen manuellen Modus in der eigenen Kamera-App gar nicht erst an – zumindest bei der Hauptkamera haben wir ihn bei den restlichen Smartphones aber doch ein wenig genauer unter die Lupe genommen.

## Bildqualität

Die Beurteilung der Fotoqualität ist immer auch eine subjektive Sache, manche legen mehr Wert auf Schärfe und Details, andere achten vor allem auf natürliche Farbgebung. Auflösung, Rauschverhalten und Dynamikumfang sind messbare Qualitätskriterien, die bei der Beurteilung helfen. Rauschen bezeichnet ein Störsignal im Bildsignal, verursacht durch die Elektronik der Kamera. Das Rauschen äußert sich durch störende Pixel, die sich in Farbe oder Helligkeit vom eigentlichen Bild unterscheiden. Der sogenannte Visual Noise ist ein Kennwert dafür, wie Menschen das Rauschen in einem Bild wahrnehmen (mehr zum Testverfahren siehe Kasten). Werte bis 0,8 stehen für weitgehende Rauschfreiheit.

Grundsätzlich verhalten sich die getesteten Telefone im Automatikmodus recht ähnlich. Dabei liefern sie beim

Rauschverhalten völlig andere Werte als klassische Digitalkameras. Die besten Ergebnisse erreicht noch das Apple iPhone XS Max mit einem Visual Noise (VN) von 2,9, den schlechtesten liefern das OnePlus 7 Pro und das Nokia 9 mit 9,3 respektive 12,1. Digitalkameras wie die Ricoh GR III mit APS-C-Chip (Kantenlänge: 23,5 × 15,6 Millimeter, 900 Euro) oder die Panasonic FZ1000 II mit Typ-1-Zoll-Sensor (13,2 × 8,8 Millimeter, 800 Euro) liegen weit darunter, sie liefern bei ISO 100 einen Wert von 1. Allerdings sind die Messwerte des VN beim Smartphone mit Vorsicht zu genießen, da nicht nachvollziehbar ist, was die Software im Hintergrund veranstaltet. Wirkliches Rauschen ist bei den Automatikfotos, geschossen bei 1100 Lux (etwa die Beleuchtung in einem TV-Studio) nicht auszumachen. Es sind eher Softwareartefakte, überschärfte Strukturen und diffuse Schatten, die für die Messwerte verantwortlich sein dürften.

## Auflösung und Dynamik

Nah beieinander liegen die Telefone in Sachen Auflösung, also der Fähigkeit der Kamera, feinste Strukturen abzubilden. Einige schießen Fotos mit bis zu 48 Megapixeln, die meisten arbeiten ab Werk aber mit 10 bis 12 Megapixeln. Bei einem 12-Megapixel-Foto mit 4000 × 3000 Pixeln stehen 3000 Pixelzeilen zur Verfügung – oder 1500 Linienpaare pro Bildhöhe (LP/BH), vorausgesetzt, die Optik kann die theoretisch mögliche Auflösung ausschöpfen. Bei niedrigen Sensorempfindlichkeiten gelingt dies allen Testgeräten vollständig oder fast vollständig. Zu den Rändern hin lassen sie nach. Dies ist ein generelles Problem, das auch bei klassischem Foto-Equipment auftritt, vor allem bei weitwinkligen Brennweiten. Besonders ausgeprägt ist die Eckenschwäche beim iPhone XS Max. Gerade einmal etwa 1000 LP/BH bleiben hier übrig. Möglich wären 1512 LP/BH – ein Unterschied von 30 Prozent. In den Testaufnahmen spiegelt sich dies in feinen Strukturen wider, die das iPhone weich und unsauber ausarbeitet.

Der Dynamikumfang beschreibt den maximalen Kontrast in der aufgenommenen Szene, den die Kamera wiedergeben kann. Überschreitet dieser in der Szene die Möglichkeiten der Kamera – zum Beispiel bei Sonnenschein und tiefen Schatten – so geht die Zeichnung, also die Wiedergabe von Details, verloren. Man spricht davon, dass Lichter ausfressen oder die

Schatten zulaufen (siehe c't ct.de/yypn). Beim Dynamikumfang brilliert das Samsung mit fast 12 Blendenstufen; das Sony liefert ähnliche Werte – schon 10 Blendenstufen sind in Ordnung. Demnach ist auch die Dynamik des Nokia 9 (10,29) nicht schlecht – aber dass diese wegen der fünf Kameras besonders hoch wäre, wie von Nokia versprochen, konnten wir nicht messen.

## Automatik, die begeistert

Bei optimal ausgeleuchteten Szenen wissen die Automatikfotos mit all ihren Software-Helferlein zu gefallen. Dabei nehmen sie sich kaum etwas – auch die beiden günstigeren Modelle können mithalten. Das Motorola One Vision zeigt eine etwas

wärmere, weniger überschärfte und dadurch natürlichere JPEG-Bearbeitung. Auch Google Pixel 3a und Samsung S10+ liefern ausgewogene Aufnahmen, wohingegen OnePlus zu starken Kontrasten und einer satten Belichtung neigt, ähnlich das Nokia. Das Sony enttäuscht etwas. Selbst im Automatikmodus bei niedrigster Empfindlichkeit liefert es ein artefaktbehaftetes Foto mit geringem Detailkontrast. Damit bleibt sich Sony treu: Obwohl die Digitalkameras zur Weltspitze gehören und Sony die Sensoren für die Handys vieler anderer Hersteller liefert, hinkt der Hersteller bei Smartphones hinterher.

Der Wechsel auf den manuellen Modus bringt in Sachen Bildrauschen keine wesentlich besseren Ergebnisse bei

## So haben wir getestet

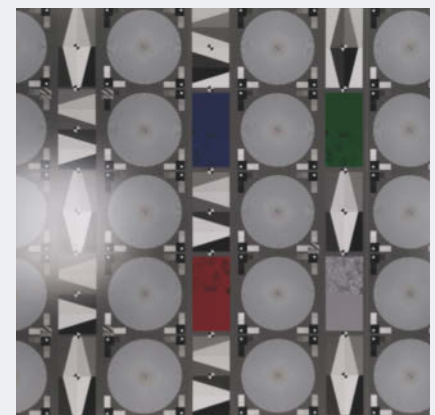
Alle Testkandidaten haben unseren Labor-Parcours durchlaufen. Einen Schwerpunkt haben wir dabei auf die Messung von Auflösung, Rauschverhalten und Dynamikumfang gelegt.

Den Dynamikumfang in Blendenstufen ermitteln wir mithilfe eines OECF-Charts bestehend aus unterschiedlich hellen Graufeldern. Die opto-elektronische Übertragungsfunktion (OECF) bezeichnet die Eigenschaft digitaler Kameras, Helligkeit in digitale Werte im Bild umzusetzen. Eine Hohlkugel – eine sogenannte Ulbrichtkugel – leuchtet unser OECF-Chart aus. Außerdem schätzen wir mithilfe dieses Charts das Rauschverhalten ein. Ein Wert, den wir dabei ermitteln können, ist der sogenannte Visual Noise. Er bezeichnet das subjektiv wahrnehmbare Rauschen. Werte bis 0,8 stehen dabei für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis zwei für einen geringen, Werte bis drei für einen mäßig und Werte über drei für einen deutlich störenden Rauscheindruck.

Zur Auflösungsmessung ziehen wir ein Testchart bestehend aus 25 Siemenssternen mit sinusförmigem Helligkeitsverlauf heran. Dieses wird formatfüllend aufgenommen – pro Smartphone (und einstellbarer ISO-Stufe) fünfmal. Anschließend ermitteln wir mittels einer Software mithilfe

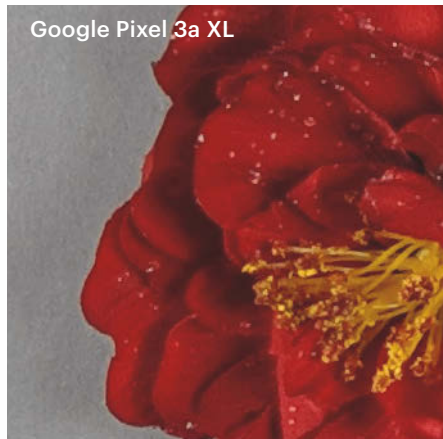
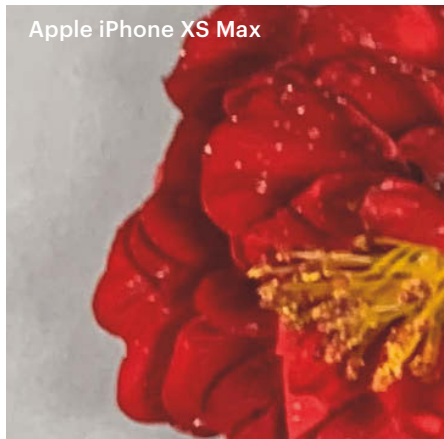
immer feiner zulaufender Linien in den Siemenssternen, wie hoch der Kontrast von den dunkelsten zu den hellsten Bereichen ist. Dieses Verhältnis nimmt mit zunehmender Frequenz – also feineren Details – ab, bis die Details bei einem Kontrast von 10 % nicht mehr erkennbar sind. Die Grenzfrequenz – Anzahl Linienpaare gerechnet auf die Bildhöhe – wird für jeden Stern berechnet und anschließend gemittelt.

Nicht zuletzt hilft uns unsere c't-Testszene – aufgenommen mit unterschiedlichen ISO-Stufen –, einen subjektiven Bildeindruck von der Bildqualität zu gewinnen.



Mithilfe der feinen Strukturen der Siemenssterne wird die Auflösung ermittelt.





Das iPhone XS Max zeigt eine ausgeprägte Randunschärfe, das machen das Google Pixel 3a XL und das Huawei P30 Pro besser.



Schon bei 1100 Lux zeigt das Xperia 1 Rauschen, das 9 PureView schärft stark. Recht natürlich wirkt das Samsung S10+.



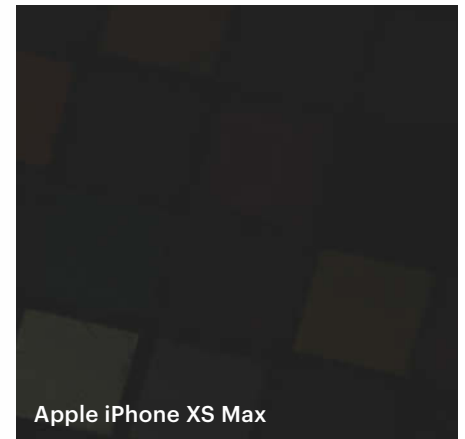
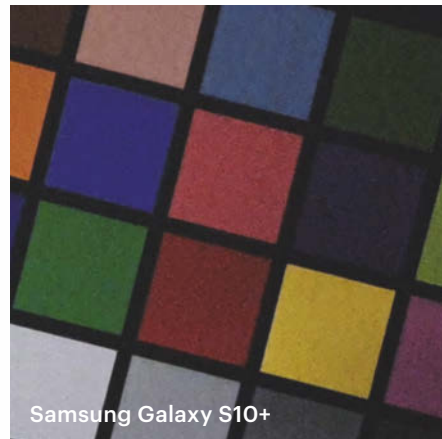
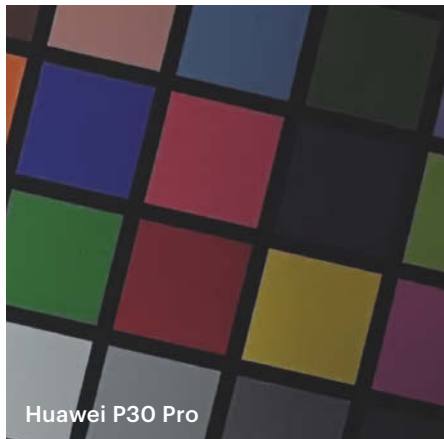
Knallige Farben zeigt das OnePlus, Motorola setzt auf eine warme JPEG-Bearbeitung, die Kamera von Ricoh liegt dazwischen.

niedrigen Empfindlichkeiten. Einzig das Samsung S10+ sticht heraus, es kommt bei ISO 100 auf einen VN von 1,3 und steigt bei ISO 800 auf 1,8. Im Labor verhält es sich damit am ehesten wie eine herkömmliche Digitalkamera, was dafür spricht, dass sich die Software stärker zurücknimmt. Die anderen Kandidaten lie-

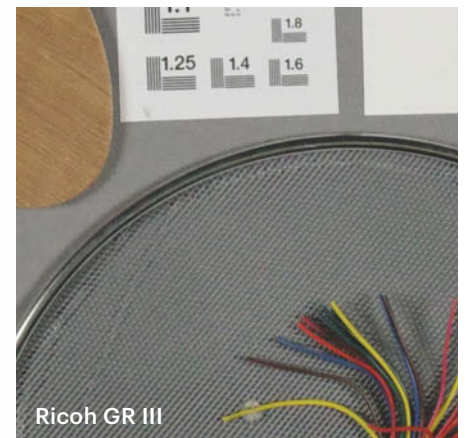
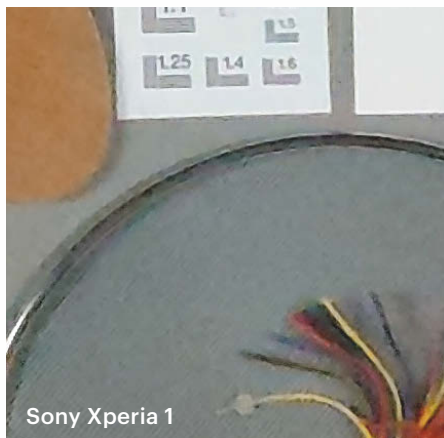
fern paradoxerweise erst bei höheren Empfindlichkeiten bessere Messwerte – das OnePlus 7 Pro spuckt bei ISO 3200 sogar einen Spitzenwert von 1 aus. Zwar zeigen die OnePlus-Aufnahmen bei höheren Empfindlichkeiten im manuellen Modus tatsächlich kein Rauschen – ein gutes Foto bringt es dennoch nicht zustan-

de, sondern glatte, platte und strukturlose Flächen gepaart mit unnatürlichen Farben und übertriebenen Kontrasten. Noch weniger zeigt das Sony Xperia 1 – da fehlen sogar die Kontraste. Auf einem Smartphone-Display mag das noch gut aussehen, doch auf einem PC-Monitor wirkt es wie Aquarell-Malerei.





Auch bei 0,5 Lux bilden P30 Pro und Galaxy S10+ Farben treffsicher ab, Apple hat Nachholbedarf.



Im Pro-Modus bei 3200 ISO sind die Fotos des Xperia 1 nicht brauchbar, deutlich besser sind die des P30 Pro.



Die besten Teles im Vergleich: Samsungs Optik vergrößert zweifach, OnePlus' dreifach, Huawei's fünffach.

Damit stehen OnePlus und Sony nicht allein da: Die anderen Telefone liefern bei unseren manuell fotografierten ISO-Reihen ebenfalls einen eher schaurigen Mix aus Rauschunterdrückung, Schärfen und Weichrechnen. In den Schatten tauchen dann Farbeffekte auf, wo eigentlich keine sind, kontraststarke Linien scheinen zu

tanzen, Kanten fransen aus und Strukturen wie die Holzmaserung unserer c't-Testszene verkommen zu diffusen Flächen. Ein Ausreißer nach oben ist das Huawei P30 Pro, das allerdings mit seinen Messwerten nicht besonders heraussticht. Es liefert bei ISO 800 zwar ebenfalls einen überschärften Bildlook, hält dabei

aber vergleichsweise viele Strukturen im Bild. Dadurch wird der Bildeindruck insgesamt plastischer.

Damit muss es sich zumindest hinter einer Typ-1-Zoll-Kamera wie der Panasonic FZ1000 II nicht verstecken, die hier durch eine sehr weiche JPEG-Bearbeitung auffällt. An eine APS-C-Kamera wie die

Ricoh GR III reicht sie aber nicht heran. Solch eine feine, präzise und natürliche Durchzeichnung in allen Strukturen und Details leistet sie nicht. Dennoch: Huawei schließt hier eindrucksvoll zu Digitalkameras mit kleineren Sensoren auf.

## Teleobjektiv

Der Vergleich von Teleobjektiven mit verschiedenen Brennweiten erweitert die Subjektivität um eine Komponente. Manche finden eine zweifache Vergrößerung praktischer, andere eine fünffache. Ein Vergleich erscheint vor allem zwischen den zweifach vergrößernden Xperia 1, Galaxy S10+ und iPhone XS Max sinnvoll. Das Tele des 7 Pro (dreifach) und das des P30 Pro (fünffach) laufen gewissermaßen außer Konkurrenz. Nur digital zoomen Pixel 3a, Nokia 9 und One Vision.

Unter den Zweifachteles bleibt das des S10+ die Referenz. Es übertrifft reine Digitalzooms qualitativ deutlich und bleibt auch bei 20 Lux noch aktiv, erst ab 5 Lux, was etwa dem Licht während der Dämmerung entspricht, schaltet die App auf die Hauptkamera um; iPhone und Xperia 1 misstrauen dem Tele schon bei 20 Lux. Die Farben bildet das S10+ kräftig ab, es zeigt Strukturen detailreich und arbeitet Objekte schön plastisch heraus. Die Fotos des iPhone und des Sony rauschen stärker, zeigen feine Strukturen und Linien weniger sauber. Ein moderater Sprung ist es vom Zweifachtele zur dreifachen Vergrößerung des OnePlus 7 Pro. Die Bildqualität des Teles befindet sich auf dem Niveau des S10+. Erstaunlicherweise erzielt das 7 Pro bis hinab zu 80 Lux fast gleichbleibend scharfe Fotos. Ab 20 Lux legt sich ein Blauschleier über die Fotos, harte Kontraste arbeitet die Kamera immer noch deutlich heraus, sanfte Farbübergänge werden etwas matschig dargestellt. Selbst bei 5 Lux bleibt das Tele aktiv.

Deutlich ist der Unterschied zum P30 Pro – nicht nur wegen der stärkeren Vergrößerung. Bei Sonnenschein ist es schon gewaltig, wie nah und mit welcher Qualität das Smartphone die Objekte heranholt. Der Preis, den man für die Kombination aus kleinem Sensor und geringer Lichtstärke (f/3,4) zahlt, offenbart sich bei weniger Licht. Im Labor sind die Fotos schon bei 1100 Lux leicht rotstichig, mit abnehmendem Licht nehmen falsch belichtete Pixel zu, die Schärfe von S10+ und 7 Pro erreicht der Huawei-Proband nicht.

## Weitwinkel

Die Weitwinkel-Kameras bei Huawei, OnePlus, Samsung und Sony ersparen einem diese lästigen Panorama-Aufnahmen, könnte man meinen. Doch die Hoffnung erfüllt sich nicht, denn die 1:1-Vergrößerung entlarvt alle vier Weitwinkel als überraschend schlecht: verzerrt, verwaschen, unscharf, flaue Farben. Andererseits will sich niemand die Weitwinkel-Fotos vergrößert anschauen, dafür gibt es ja die Haupt- und Telekamera. Zudem bieten alle vier Apps eine Option, die Verzerrung herauszurechnen – auf Kosten des Abbildungswinkels.

Bei Tageslicht liefern im Vergleich die Weitwinkel des P30 Pro und knapp dahinter des 7 Pro die plastischsten Details und stimmigsten Farben; Samsung und Sony bleiben zurück. Bei 80 Lux verliert das P30 Pro am wenigsten Qualität, das 7 Pro fällt hinter das Xperia 1 zurück. Bei 5 Lux rechnen Huawei, OnePlus und Samsung das Rauschen heraus, was zu Pixelbrei statt Details führt; Sony lässt die Details leben, zeigt aber erbärmliches Rauschen.

Insgesamt bringen die Weitwinkel aber doch einen Mehrwert, wenn man keinen Panorama-Ersatz oder gar Hilfe zur Architekturfotografie erwartet. Als eine Art Fischauge-Weitwinkel-Kunst-

Dings ermöglichen sie stimmungsvolle und interessante Perspektiven, die mit Telefonen bisher nicht möglich waren.

## Könige der Nacht

Wie viel Einfluss die Software auf die Smartphone-Fotografie hat, demonstrierte Google Ende 2018, als mal eben ein Software-Update die Kameras der haus-eigenen Pixel-Telefone auf ein neues Level hievte: Es brachte ihnen das Sehen im Dunkeln bei. Dieser Nachtsichtmodus ermöglicht durch eine Kombination aus Langzeitbelichtungen und HDR-Fotografie deutlich bessere Bilder in der Dunkelheit. Viele Hersteller sind seitdem nach-, manche vorbeigezogen.

Der neue König der Nacht, das P30 Pro, glänzt nicht mit natürlichem Look, sondern mit bombastischer Helligkeit. Ein neu entwickelter, besonders lichtempfindlicher Sensor und bis zu ISO 409.000 machens möglich. Der spezielle Nachtmodus ist dafür gar nicht nötig, schon die herkömmliche Automatik macht Dinge sichtbar, die für das menschliche Auge nicht mehr wahrnehmbar sind. Praxisrelevant sind die hohen ISO-Werte, weil sie Fotos mit relativ kurzen Belichtungen im Dunkeln ermöglichen.

Bis herab zu 5 Lux nehmen alle getesteten Smartphones noch mehr oder weniger brauchbare Fotos auf – am meisten zeigen Huawei, OnePlus, Google und Samsung. Die Fotos des Nokia sind stark bläustichig, aber einigermaßen detailreich, ähnlich das iPhone, aber weniger geschärft, stärker rauschend. Das Motorola fällt ein wenig ab. Bei schwierigen 0,5 Lux ist mit iPhone, Nokia und Sony nichts mehr anzufangen, das Motorola liefert im Nachtmodus immerhin noch etwas. An der Spitze des Felds hat Samsung den Rückstand zu Huawei verkürzt und Google eingeholt. Die Fotos des Pixel sind

## Auflösung, Dynamikumfang, Rauschwerte

	Theoretisch mögliche Auflösung	Tatsächliche Auflösung Mitte (Mitte, Auto)	Tatsächliche Auflösung Mitte (Mitte, ISO 100)	Tatsächliche Auflösung Mitte (Mitte, ISO 800)	Dynamikumfang (Auto)	Dynamikumfang (ISO 100)	Dynamikumfang (ISO 800)	Visual Noise (Auto)	Visual Noise (ISO 100)	Visual Noise (ISO 800)
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Apple iPhone XS Max	1512	1512	—	—	10,38	—	—	2,9	—	—
Google Pixel 3a XL	1512	1415	—	—	9,5	—	—	7	—	—
Huawei P30 Pro	1368	1368	1368	1350	10,7	10,35	10,46	7,9	4,2	3,2
Motorola One Vision	1500	1500	1500	1101	9,89	9,88	9,83	4,3	5,1	2,8
Nokia 9 PureView	1508	1508	1508	—	10,29	9,83	—	9,1	2,8	—
Oneplus 7 Pro	1500	1500	1500	1343	5,6	9,48	9,47	9,3	2,2	1,3
Samsung S10+	1512	1512	1494	1042	11,76	10,38	9,29	6,3	1,3	1,8
Sony Xperia 1	1512	1512	1512	1465	11,62	10,78	10,48	3,5	4,6	2

zwar etwas heller, aber die ehrlich verauschten Fotos des Samsung bewahren mehr Details. Allerdings brauchen beide Smartphones recht lange, bis das Foto im Kasten ist. Hinter P30 Pro, S10+ und Pixel 3a XL ordnet sich das OnePlus 7 Pro ein.

## Porträts, Bokeh, Videos

Um den Look ausgewachsener Kameras zu imitieren, können fast alle modernen Smartphones künstliche Tiefenunschärfe errechnen, meist mithilfe mehrerer Kameras. Diese erfassen das Motiv simultan, aber auf unterschiedliche Art: aus leicht variierenden Perspektiven, mit unterschiedlichem Zoomfaktor oder in verschiedenen Farbspektren. Solche Arrangements liefern Daten, die das Smartphone mit Hilfe diverser Algorithmen verarbeitet, etwa um Tiefeninformationen zu gewinnen [1], zum Beispiel für ein perfektes Porträt. Die künstliche Hintergrundunschärfe bekommen die Smartphones fast durch die Bank weg zuverlässig hin. Problematisch sind sehr feine Strukturen wie Haare. Einen größeren Patzer leistet sich einzig das Motorola One Vision, das die Blume unseres Testaufbaus gleich bei

mehreren Versuchen hässlich mit dem Hintergrund vermatscht.

In einer Disziplin läuft das iPhone zu großer Form auf: Beim Filmen. Ob in 4K oder Full HD, ob 30 oder 60 fps: Es filmt Schwenks wunderbar geschmeidig, die optische Stabilisierung arbeitet vorzüglich. Damit ist es der Konkurrenz voraus. Während das P30 Pro 4K nur bis 30 fps aufnimmt, gerät das OnePlus 7 Pro bei 60 fps ins Stocken. Ebenfalls überzeugend: das Galaxy S10+.

## Fazit

Nein, die Kamera ist natürlich nicht der einzige Grund, ein bestimmtes Smartphone zu kaufen – allerdings ein zunehmend wichtiger, haben heutige Spitzen-Smartphones doch das Potenzial, eine separate Kamera zu ersetzen. Die getesteten Geräte zeigen sich auf Augenhöhe mit aktuellen Kompakten mit kleineren Sensoren – abzüglich deren Zoompotenzials. Keine Illusionen sollte man sich machen, was die Bildqualität von Kameras mit großen APS-C-Sensoren angeht: Smartphones erreichen diese nicht. Außerdem gibt man als Smartphone-Fotograf viel Kontrolle an das

Gerät ab, denn die besten Fotos gelingen meist im Automatikmodus. Wer sich nicht um die richtigen Einstellungen kümmern, sondern einfach drauflos fotografieren will, kann die Kompaktkamera liegen lassen und zum Smartphone greifen. In jeder Hinsicht vorne dabei ist das Huawei P30 Pro, es deckt den größten Brennweitenbereich ab, schießt tolle Fotos im Dunkeln und zaubert schöne Bokeh. Weniger spektakulär ist das Galaxy S10+ – überzeugt aber mit dem natürlicheren Look, einer verspielten App und einer Dual-Selfiecam. Nicht ganz an das Spitzenduo heranreicht das OnePlus 7 Pro. Wer auf drei Brennweiten verzichten kann, greift zu den deutlich günstigeren Pixel 3a (XL) oder Motorola One Vision. Apple-Fans machen mit dem grundsoliden iPhone XS Max wenig falsch. (rbr@ct.de) **ct**

## Literaturhinweise

[1] Andrea Trinkwalder, Algorithmen statt Optik, Wie Smartphone-Kameras Spiegelreflex-Systeme imitieren, c't 17/2018, S. 174

**Mehr zum Testverfahren und weitere Fotos finden Sie online:** [ct.de/yyppn](https://ct.de/yyppn)

## Foto-Smartphones

Modell	iPhone XS Max	Pixel 3a XL	P30 Pro	One Vision	9 PureView	7 Pro	Galaxy S10+	Xperia 1
Hersteller	Apple	Google	Huawei	Motorola	Nokia	OnePlus	Samsung	Sony
Test erschienen in	c't 21/2018, S. 44	c't 12/2019, S. 76	c't 10/2019, S. 118	c't 14/2019, S. 92	c't 10/2019, S. 118	c't 13/2019, S. 96	c't 8/2019, S. 68	c't 14/2019, S. 85
System (Patch)	iOS (–)	Android 9 (Juni 2019)	Android 9 (Mai 2019)	Android 9 (Mai 2019)	Android 9 (Juni 2019)	Android 9 (Mai 2019)	Android 9 (Juni 2019)	Android 9 (Juni 2019)
Prozessor / Grafik	Apple A12 Bionic	Qualcomm Snapdragon 670 / Adreno 615	Huawei Kirin 980 / ARM Mali-G76	Samsung Exynos 9610 / ARM Mali-G72	Qualcomm Snapdragon 845 / Adreno 630	Qualcomm Snapdragon 855 / Adreno 640	Samsung Exynos 9 Octa / ARM Mali-G76	Qualcomm Snapdragon 855 / Adreno 640
RAM / Flash (frei) / Wechselspeicher	4 GByte / 64 GByte (52 GByte) / –	4 GByte / 64 GByte (46 GByte) / –	8 GByte / 256 GByte (243 GByte) / NMCARD	4 GByte / 128 GByte (114 GByte) / MicroSD	6 GByte / 128 GByte (114 GByte) / –	12 GByte / 256 GByte (233 GByte) / –	8 GByte / 512 GByte (461 GByte) / MicroSD	6 GByte / 128 GByte (110 GByte) / MicroSD
Displaytechnik / Diagonale / Auflösung	OLED / 6,5 Zoll / 2688 × 1242 Pixel	OLED (gOLED) / 6 Zoll / 2160 × 1080 Pixel	OLED / 6,5 Zoll / 2340 × 1080 Pixel	LCD (IPS) / 6,4 Zoll / 2520 × 1080 Pixel	OLED / 6 Zoll / 2880 × 1440 Pixel	OLED / 6,7 Zoll / 3120 × 1440 Pixel	OLED / 6,4 Zoll / 3040 × 1440 Pixel	OLED / 6,5 Zoll / 3840 × 1644 Pixel
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	15,8 cm × 7,7 cm × 1,2 cm / 208 g	16 cm × 7,6 cm × 0,9 cm / 167 g	15,8 cm × 7,3 cm × 1 cm / 190 g	16 cm × 7,1 cm × 1 cm / 180 g	15,5 cm × 7,5 cm × 0,8 cm / 168 g	16,3 cm × 7,6 cm × 1 cm / 205 g	15,7 cm × 7,4 cm × 0,9 cm / 198 g	16,7 cm × 7 cm × 0,8 cm / 175 g
<b>Kamera</b>								
Kameraauflösung / Blende / OIS / Pixel	12,2 MP / f/1,8 / ✓ / 4032 × 3024	12,2 MP / f/1,8 / ✓ / 4032 × 3024	40 MP / f/1,6 / ✓ / 7296 × 5472	12 MP / f/1,7 / ✓ / 4000 × 3000	12,2 MP / f/1,8 / – / 4032 × 3024	12 MP / f/1,6 / ✓ / 4000 × 3000	12,2 MP / f/1,5 + 2,4 / ✓ / 4032 × 3024	12,2 MP / f/1,6 / ✓ / 4032 × 3024
Videos 4K / Full HD	60 fps / 60 fps	30 fps / 60 fps	30 fps / 60 fps	30 fps / 60 fps	30 fps / 30 fps	60 fps / 60 fps	60 fps / 60 fps	60 fps / 60 fps
Zweitkamera Auflösung / Blende / OIS	12,2 MP / f/2,4 / ✓ (Zweifachtele)	–	8 MP / f/3,4 / ✓ (Fünffachtele)	(nur für Tiefenschärfe)	–	8 MP / f/2,4 / ✓ (Dreifachtele)	12,2 MP / f/2,4 / ✓ (Zweifachtele)	12,2 MP / f/2,4 / ✓ (Zweifachtele)
Drittkamera Auflösung / Blende / OIS	–	–	20 MP / f/2,2 / – (Ultraweitwinkel)	–	–	16 MP / f/2,2 / – (Ultraweitwinkel)	15,9 MP / f/2,2 / – (Ultraweitwinkel)	12,2 MP / f/2,4 / – (Ultraweitwinkel)
Frontkamera Auflösung / Blende	7,2 MP / f/2,2	8 MP / f/2	10 MP / f/1,6	25 MP / f/2	20 MP / f/2	16 MP / f/2	10 MP / f/1,9	8 MP / f/2
Dateiformate	JPEG, HEIF	JPEG, RAW	JPEG, RAW	JPEG, RAW	JPEG, RAW	JPEG, RAW	JPEG, RAW, HEIF	JPEG
<b>Bewertung</b>								
Hardware / Software	⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Hauptkamera	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
Tele	○	–	⊕	–	–	⊕	⊕	○
Ultraweitwinkel	–	–	⊕	–	–	○	○	○
Preis	1000 € (64 GByte), 1200 € (256 GByte), 1300 € (512 GByte)	460 €	780 € (128 GByte), 930 € (256 GByte)	300 €	580 €	709 € (6 / 128), 759 € (8 / 256), 829 € (12 / 256)	750 € (8 / 128), 1000 € (8 / 512), 1150 € (12 / 1 TByte)	950 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht		





# Sehduell

## Argumente im Streit Kamera vs. Smartphone

**Kaufe ich für 1000 Euro lieber ein Spitzen-Smartphone, ein neues Objektiv für die Systemkamera, oder ein Mittelklasse-Handy samt Mittelklasse-Kamera? Zu den klassischen Pro- und Contra-Argumenten – Blitz, Sensor, Haptik, Stativ, Auffälligkeit – kommen interessante neue hinzu, die vor allem mit der Überlegenheit der Smartphone-Prozessoren zu tun haben.**

Von Jörg Wirtgen

**W**ährend in Kameras der quasi billigstmögliche Prozessor steckt, der die Anforderungen zum Fotografieren (oder Filmen) erfüllt, wächst die Leistungsfähigkeit der Smartphones weit über diese Bedürfnisse hinaus. Sie eignen sich für 3D-Spiele in

höchster Displayauflösung, komprimieren 4K/60Hz-Aufnahmen in Echtzeit, haben acht Kerne, sechs Gigabyte Arbeitsspeicher oder sogar KI-Coprozessoren. Das allein macht die Fotos nicht besser, doch seit einiger Zeit bringen die Hersteller den vorinstallierten Foto-Apps beeindruckende Tricks bei: künstliche Unschärfe, Nachtmodus, bessere Automaten, dutzende Filter, Digitalzoom, naja und auch sowas wie Micky-Maus-Ohren in Echtzeit.

Einige dieser Tricks gleichen optische Nachteile der Smartphone-Kameras aus, andere greifen kreativ (oder auch albern) ins Foto ein. Allen Tricks ist gemeinsam, dass sie anders als Kameras gerade nicht versuchen, ein Motiv so natürlich und präzise wie möglich einzufangen. Tatsächlich bleiben die Fähigkeiten zur natürlichen Wiedergabe gering: Der manuelle Modus der Handys bietet eingeschränkte Möglichkeiten, Fotos im Raw-Format – also ohne Manipulationen durch die Software – gehen nur bei wenigen Modellen und fangen noch seltener die Fotos der Weitwin-

kel- und Tele-Sensoren ein. Zudem zeigen manueller Modus und Raw entweder, wie schlecht die Optiken sind – oder sie sind vielleicht gar nicht so roh wie versprochen, sondern zumindest entzerrt und farblich aufgehübscht.

Ob dieser Trend die Grenzen der Smartphone-Technik und Physik aufzeigt oder ob die Hersteller wirklich absichtlich in diese Richtung gehen wollen, sei dahingestellt – der Unterschied scheint größer zu werden. Frei nach John Irving, wonach sich Romanautoren nicht als Chronisten eignen, weil sie sich an Geschichten nicht so erinnern, wie sie waren, sondern wie sie hätten sein sollen, bilden Smartphones die Wirklichkeit so ab, wie sie laut Automatik sein soll. Diskussionswürdig ist dabei natürlich auch, ob die klassische Fotografie dem Authentizitätsanspruch gerecht wird: Wie natürlich ist Blitzlicht? Gibt es Tiefenunschärfe in der Realität überhaupt? Ist nicht schon die Wahl eines Aufnahmestandpunkts und -zeitpunkts eine Interpretation? Doch klassische Kameras geben dem Fotografen zumindest das Gefühl, objektives Rohmaterial aufgenommen zu haben – das dann der Photoshop-Exzesse harrt.

In zwei Aspekten mag das Smartphone sogar authentischer sein als die Kamera: Es ist unauffälliger, sodass manches Motiv natürlicher reagiert – für Street-Fotos von Vorteil. Und es bringt die Aufnahmen mit weniger Aufwand blitzschnell zum Betrachter als das per Kamera möglich ist – gut für Nachrichten, schlecht bei Gaffern. Das gilt übrigens fürs Fotografieren, weniger fürs Filmen: Wer anspruchsvolle Videos mit dem Handy drehen möchte, landet schnell bei einem Gestell mit angeschraubten Mikros oder Leuchten – unauffällig ist das nicht mehr.

### Evolution der Argumente

Wie der vorige Artikel zeigt, nimmt die Bildqualität der Smartphones weiter zu; die Spitzenmodelle haben größere Sensoren als manche Kompaktkamera und leisten in puncto Dynamikumfang, Auflösung und Rauschen prima Arbeit. Beim Zoom rücken die Smartphones zwar ebenfalls heran, liefern dann aber eine schlechtere Bildqualität, weil ihr Zoom-Sensor kleiner als der Hauptsensor ist. Viel mehr werden die Handy-Sensoren nicht wachsen, und andere bildverbessernde Techniken werden auch bei Kameras Einzug halten.

Demnach liefern Kameras ab Edelkompakter und Superzoom aufwärts



Das hat nicht geklappt: Smartphones mit größeren Sensoren wie das Panasonic DMC-CM1 oder gar mit Zoom wie das Samsung Galaxy Zoom verkaufen sich nicht.



Ein um Mikrophon, Leuchte und Linse aufgewertetes Smartphone im Rig filmt gut, ist aber alles andere als praktisch und unauffällig.



Aufstecklinsen fürs Smartphone sind unnötig, denn sie liefern keine gute Qualität, machen aber vielleicht Spaß beim Experimentieren.

weiterhin die bessere Qualität. Micro-Four-Thirds, APS-C und größer werden immer haushoch überlegen bleiben. Auch lässt sich die Qualität und Flexibilität von Wechselobjektiven nicht per Smartphone-Hardware oder noch so guter Software nachahmen.

Die meisten Kameras haben eine bessere und durch Wechselakkus beliebig verlängerbare Akkulaufzeit. Auch kann man die Kamera bedenkenlos über den Tag leerknipsen und hat noch Saft im Handy, um beispielsweise im Urlaub abends ein Restaurant und danach zurück zur Unterkunft zu finden. Dieses Argument fällt durch die externen Akkupacks mit USB-Anschluss nicht mehr so eindeutig aus, denn damit lässt sich auch die Handy-Laufzeit beliebig verlängern. Oder man steckt einfach ein Handy-Ladegerät ein. Nun sind sogar diejenigen Kameras mit separatem Ladegerät im Nachteil, die sich nicht per USB oder aus so einem Akku speisen lassen.

Auch beim Licht muss man neu denken. Bisher galt, dass Smartphones, Kompaktkameras und sogar der Großteil der Superzooms bei schlechtem Licht rauschen und ihre eingebauten Blitze die Situation eher verschlimmern als verbessern – ein Blitzschuh samt Aufsteckblitz muss es schon sein. Letzteres gilt noch immer; externe Leuchten pulverisieren die Vorteile der Smartphones. Doch die Notwendigkeit für Zusatzlicht schrumpft bei denjenigen Smartphones mit exorbitant gutem Nachtmodus.

## Handling

Ab Superzoom aufwärts liegen die Kameras besser in der Hand, auch vereinfacht ihre Masse das Ruhighalten bei längeren

Belichtungszeiten. Gerade wenn man manuell mit Zoom, Blende, Belichtung und weiteren Rädchen und Knöpfen arbeitet, kommt ein Smartphone nicht in Frage. Anders herum sind Kompakte für touch-affine Nutzer vielleicht sogar unpraktischer zu bedienen als das Smartphone. Will man aus ungewohnten Perspektiven fotografieren, ist das Handy zwar leichter etwa über Kopf oder nah am Boden zu halten, aber schwerer auszurichten und auszulösen als eine Kamera – die dafür aber ein Klappdisplay benötigt.

Alternativ lässt sich das Smartphone-Handling per Zubehör verbessern, etwa mit kleinen Griffen, mit denen sich das Handy dann auch an Stative schrauben lässt. Einige haben einen Bluetooth-Auslöseknopf und sind ausziehbar – die Grenze zu den unsäglichen Selfie-Sticks ist fließend; sie kann man übrigens auch kreativer einsetzen als nur für Selfies. Gimbals sind die Luxus-Variante mit Stabilisator und vielseitigen Bedienelementen – eigentlich zum Filmen gedacht, aber auch für Fotografen nützlich. Der Immerdabei-Vorteil geht allerdings flöten, das Zeug ist eher was für den Rucksack.

Manchmal sind weder das Smartphone noch die teure Edelkamera der ideale Begleiter. In ruppigen Umgebungen – Sand, Staub, extreme Hitze oder Luftfeuchtigkeit – leiden sie enorm. Spätestens für Unterwasserfotos gehören sie in wasserdichte Schutzgehäuse, drohen dann aber immer noch in der Tiefe zu versinken; bei Smartphones funktioniert zudem der Touchscreen bestenfalls eingeschränkt. Darüber hinaus gibt es Situationen, in denen einem die Kamera aus der Hand geschlagen, geklaut oder beschlagnahmt

werden könnte. In solchen Fällen sind Kompaktkameras praktischer – sei es eine besonders billige, eine robuste oder eine wasserdichte –, selbst wenn sie schlechtere Fotos aufnehmen.

## Fazit

Die alten Fotografensprüche gelten beim Vergleich von Smartphone und Kamera weiter: Gute Fotografen können auch mit Smartphones tolle Fotos schießen, unerfahrenen Fotografen hilft auch die teuerste Ausrüstung nicht. Je mehr Erfahrung Sie haben, je mehr Kontrolle, Flexibilität und Qualität Sie benötigen, desto eher passt Superzoom oder Systemkamera – desto mehr Zeit, Geld und Schleppwille fordert Ihr Hobby dann aber auch. Je mehr Sie sich auf Motiv und Situation konzentrieren möchten und den Automaten vertrauen, desto eher kommt das Smartphone ins Spiel. Oder Sie entscheiden sich nicht, sondern nutzen einfach Systemkamera und Smartphone im Team. Nur die Kompaktkameras dazwischen werden für immer weniger Einsatzgebiete interessant. Wenn eine schon vorhandene Kompakte langsam ihren Geist aufgibt, wäre es statt eines Neukaufs konsequenter, entweder zur Systemkamera oder zum High-End-Handy zu wechseln.

Um auf die Anfangsfrage mit den 1000 Euro zurück zu kommen, denken Sie auch an zwei weitere Optionen statt des Kamerakaufs: Kaufen Sie sich eine Drohe, denn die ermöglicht ganz neue Perspektiven. Oder noch besser, ermöglichen Sie sich Erlebnisse, die es zu fotografieren lohnt, geben Sie das Geld für Reisen, Ausflüge, Eintrittskarten, Models oder Requisiten aus. (jow@ct.de) **ct**



# NEU: c't DOCKER - CONTAINER LEICHT GEMACHT



So nützlich er auch ist – der Container-Kosmos rund um Docker kann auch ganz schön tückisch sein. Damit Sie bei der Arbeit mit Containern nicht den Durchblick verlieren, steht Ihnen das neue Sonderheft aus der c't wissen-Reihe hilfreich zur Seite: Erste Schritte mit Docker, Container verknüpfen, gute und sichere Images erkennen, Container auf Raspberry Pi oder NAS und vieles mehr. Mit c't Hands on-Screencast!

Auch komplett digital erhältlich

[shop.heise.de/docker](https://shop.heise.de/docker)

12,90 € >

heise shop

[shop.heise.de/docker](https://shop.heise.de/docker)

## Kurztest | Mobilprojektor



## Bildwerfende Klangdose

**BenQs GV 1 ist nicht nur ein smarter Mobilbeamer, sondern auch ein klangstarker Bluetooth-Lautsprecher.**

Der elegante Mobilprojektor nutzt einen winzigen DLP-Chip mit 854 × 480 Pixeln. Sein Projektionskopf, der mit einem Kippgelenk auf dem Lautsprecher-Rumpf befestigt ist, lässt sich um ±15 Grad kippen und damit die Projektion vertikal verschieben.

Per Festbrennweite erzeugt er aus 1,30 Metern Abstand ein 1 Meter breites Bild – ungefähr jedenfalls: Die automatische Trapezkorrektur schiebt das Bild bei starker Schrägprojektion etwas zusammen und sorgt so stets für senkrechte Bildkanten. Sehr angenehm.

Allzu groß sollte man das Bild aber nicht ziehen, sonst wird es sehr pixelig. Außerdem ist der GV 1 mit 140 Lumen nicht sonderlich hell und er rauscht unüberhörbar vor sich hin. Im Akkubetrieb wird die Projektion merklich dunkler, aber nicht leiser. Der Akku hielt im Videobetrieb gut dreieinhalb Stunden durch.

Das Beamer-Menü hält fünf Bildpresets vor, die alle recht ähnlich sind. Die Farben geraten im Kino-Modus wie üblich am natürlichsten.

Am Gerät befinden sich nur USB-C und eine Minibuchse für das mitgelieferte 12-Volt-Netzteil. Die Verbindungshinweise für den USB-C-Port erschienen im Test stets auf Französisch, doch die Übertragung von DisplayPort-Signalen via

USB-C funktionierte nach einer kurzen Bestätigung problemlos.

Am Notebook meldete sich der Beamer mit einer empfohlenen Auflösung von 1024 × 768 Bildpunkten – das ist ein 4:3-Format, der DLP-Chip hat dagegen 16:9-Format. Zum Glück rechnet der Projektor alle Auflösungen jenseits vom nativen WVGA so um, dass die Proportionen stimmen.

Der Android-Beamer soll sich im gleichen WLAN mit Mobilgeräten per Cast (Android), Airplay (iOS) oder WiDi (PC) verbinden; uns ist das im Test nicht gelungen, wir konnten den Inhalt vom Smartphone nur spiegeln. Stattdessen haben wir zum Videoschauen die Apps des smarten GV 1 genutzt: Der Mobilprojektor kann über WLAN auf den alternativen App-toide-Store zugreifen. Dort finden sich unter anderem Apps für Netflix, YouTube und Amazon Prime Video; letztere ließ sich zwar installieren, beendete sich aber stets gleich nach dem Start wieder.

Während der Videowiedergabe konnten wir in den Apps fast nichts einstellen – Marco Polo stand deshalb beispielsweise nur auf Englisch zur Verfügung. Die Navigation in Netflix ist ohnehin nervig, weil das Menü nicht auf alle Eingaben reagiert und man deshalb nicht alle Einstellmöglichkeiten auswählen kann. So schaffte es der Mauszeiger nicht auf die Suchleiste. Ebenfalls nervig: YouTube vergaß nach Einstellungen im Beamer-Menü die Ergebnisse von zuvor durchgeführten Suchen.

Durch kurzes Tippen auf den Beamerkopf verwandelt sich der GV 1 in einen erstaunlich satt klingenden Bluetooth-Lautsprecher; dann stellt er auch sofort das störende Rauschen ein. Ohne die energiehungrige Projektion hält der Akku deutlich länger durch. Für den Transport liefert BenQ eine kleine Netztasche mit, die den smarten Projektor vor Kratzern schützt.

(uk@ct.de)

## BenQ GV 1

Smarter LED-Beamer mit Akku und BT-Speaker	
Projektion	DLP mit 854 × 480 Pixeln (16:9), Festbrennweite (1,3x)
Abmessungen	8 cm x 8 cm x 16 cm / 700 g
Ausstattung	Akku, 5-Watt-Lautsprecher, USB-C, WLAN (2,4 GHz/5 GHz), Bluetooth 4.0
Lebensdauer	20.000 Stunden (normal), 30.000 Stunden (Eco)
Garantie	2 Jahre
Preis	370 €





## Zeiteisen

**Eine Smartwatch mit zusätzlichen mechanischen Zeigern ist praktisch, schick und löst das Laufzeitproblem. Bei der LG Watch W7 haben die Zeiger aber auch ihre Nachteile.**

Smartwatches sind praktisch: Nachrichten, Routenanweisungen oder Wetterdaten holen sie blitzschnell auf ihr Display, weshalb man nicht ständig das Smartphone aus der Tasche nesteln muss. Doch manche Nutzer empfinden die Uhrendisplays mit ihren virtuellen Zifferblättern auch als Nachteil: Sie schalten sich nach wenigen Sekunden aus, um Strom zu sparen. Für jeden flüchtigen Blick auf die Uhr muss man die Screens also per Fingertipp oder Handgelenkdrehung zunächst aufwecken. Alternativ kann man die Displays dauerhaft leuchten lassen, doch dann hält der Akku kaum einen Tag. Zudem lassen sich die Displays bei Sonnenschein schlecht ablesen.

Diese Probleme will LG mit der Watch W7 lösen. Sie hat wie eine herkömmliche Analoguhr mechanische Zeiger, die vor einem 1,2"-OLED-Display ihre Kreise ziehen. Aktiviert man wie bei anderen Smartwatches das Display, steht alles zur Verfügung, was man von Uhren mit Wear OS (ehemals Android Wear) kennt – etwa die Steuerung von Audio-Playern, die Nachrichtenanzeige, das Sport-Tracking oder die Outdoor-Navigation.

Die Zeiger verdecken zwar stets einen kleinen Teil des Displays, im Alltag hat uns das aber selten gestört. Sollte man eine Information partout nicht lesen können, reicht ein Druck auf den oberen Gehäuseknopf der W7. Die Zeiger fahren dann auf die Drei- beziehungsweise Neunuhrstellung und der gesamte Display-Inhalt wird einige Millimeter nach oben geschoben.

Die Kapazität des Akkus beziffert LG mit 240 mAh, was wie auch bei den meisten anderen Wear-OS-Smartwatches nur für eine Laufzeit von etwas mehr als einem Tag ausreicht. In der Praxis muss man die W7 also doch wieder jeden Abend auf ihre Ladeschale legen. Immerhin ist sie im Vergleich zu herkömmlichen Smartwatches im Vorteil, wenn man das nächtliche Laden vergisst: Man schaltet sie dann einfach in den reinen Uhrenmodus, der nur die analogen Zeiger zur Zeitanzeige nutzt. So hält sie dann den Rest des Tages und auch noch einige weitere Tage durch – auf die smarten Funktionen muss man aber verzichten. Bei voll geladenem Akku hält der Uhrenmodus laut LG sogar rund 100 Tage.

Mit den Vorteilen der mechanischen Zeiger hätte die W7 das Zeug zum Überflieger. Doch offenbar nimmt das mechanische Uhrwerk so viel Platz in Anspruch, dass LG die eigentlichen Smartwatch-Komponenten massiv zusammenstreichen musste. So besitzt die W7 keinen Helligkeitssensor. Das führt dazu, dass man die Displayhelligkeit im Einstellungs Menü an sonnigen Tagen manuell erhöhen und abends zum Schlafen wieder dimmen muss. Ein NFC-Chip fehlt ebenfalls, sodass man sie nicht zum Bezahlen mittels Google Pay verwenden kann. Zudem verfügt die W7 weder über einen Pulssensor noch über einen GPS-Empfänger, als Sportuhr eignet sie sich also auch nicht.

Wer das nicht als Einschränkung empfindet und eher Wert auf eine klassische Herrenuhr legt, die sich jederzeit sehr gut ablesen lässt und trotzdem smarte Funktionen bietet, der kann ein ordentliches Schnäppchen machen: Die Preisempfehlung der W7 liegt bei 450 Euro, doch in vielen Online-Shops wird sie für weniger als 200 Euro angeboten. (spo@ct.de)

## LG Watch W7

Smartwatch mit Wear OS	
Systemanf.	Smartphone mit Android 4.4 oder iOS 9.3
Abmessungen	54 × mm 43 × mm 12 mm (L × B × H)
Gewicht	80 g
Schutzklasse	IP68 (wasserfest bis zu 1,5 m für 30 min)
Display	1,2"-OLED, 360 × 360, 300 ppi
Ausstattung	Snapdragon Wear 2100, 768 MByte RAM, 4 GByte Flash, Bluetooth 4.2, WLAN (2,4 GHz, 802.11 b/g/n)
Akku	240 mAh
Straßenpreis	180 €

# TOPIX®

## BUSINESS SOFTWARE

## Herausforderung Zukunft

Digitalisierung agil, verlässlich und sicher

Komplett integriert, modular, flexibel.



CRM



ERP



Finance



HR

DMS inklusive.

Für Beratung, Handel, Dienstleistung.

Rundumservice zum fairen Preis.



Jetzt Whitepaper „Digitalisierung“ kostenlos laden!

TOPIX Business Software AG  
Rudolf-Diesel-Str. 14 • 85521 Ottobrunn  
+49-89-608757-0 • www.topix.de

# Jetzt durchstarten mit dem ESP32!

Als Heft oder digital:  
[shop.heise.de/esp-special](http://shop.heise.de/esp-special)



**INKLUSIVE:**



Original ESP32-Modul

[shop.heise.de/esp-special](http://shop.heise.de/esp-special)

[service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

Auch als eMagazin erhältlich unter:  
[shop.heise.de/esp-special-pdf](http://shop.heise.de/esp-special-pdf)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.

**heise shop**

[shop.heise.de/esp-special](http://shop.heise.de/esp-special)

## Kurztest | Gaming-Headset



### Kalte Ohren

**Mit dem Headset HP Omen Mindframe sollen Spielerohren auch bei heißen Gaming-Sessions cool bleiben – dank FrostCap-Technik.**

Wer bei einem Gaming-Headset mit eingebauter Kühlung an surrende Mini-Ventilatoren denkt, liegt falsch: HP hat in dem Omen Mindframe thermoelektrische Kühler eingebaut, die auch unter dem Namen Peltier-Elemente bekannt sind. Sie funktionieren wie Wärmepumpen: Eine Seite – im Fall des Mindframe das Metallgitter in der Ohrmuschel – wird kälter, die andere wärmer. Die Wärmeableitung übernehmen beim Mindframe quadratische Kühlflächen an der Außenseite der Muscheln.

LED-Leisten umrahmen die Kühlkörper der beiden Ohrmuscheln. Die Polster des Kopfhörers bestehen aus leichtem, luftigem Material, sodass man darunter bei längeren Sitzungen nicht schwitzt. Bequem ist das federnd gelagerte Kopfband, mit dem manuelles Zurechtrücken des Hörers entfällt.

Mittels Stellrad an der rechten Ohrmuschel passt man die Systemlautstärke direkt auf dem Rechner an. Der Mikrofonarm an der linken Muschel lässt sich hochklappen, wobei das Mikrofon deaktiviert wird. Der 1,3 Zentimeter breite stabile Arm ist zur schnellen Positionierung verbiegbare. Das Mikrofon des Mindframe überzeugt mit guter Sprachqualität. Erfreulich kurz ist auch die Roundtrip-Latenz von nur 4 Millisekunden – gemessen bei 48 kHz mit 32 Samples –, was die Wiedergabe zur Kontrolle der eigenen Stim-

me ohne störenden Hall erleichtert. Das Mindframe funktioniert als USB-Audio-Device auch ohne spezielle Treiber an macOS-, Linux- und Windows-Rechnern. Um die LED-Beleuchtung und die Kühlung einzustellen, braucht man allerdings die Software Omen Command Center, die es als App nur im Windows Store gibt. Der Kopfhörer sitzt anfangs bequem, doch werden besonders die Ohrmuscheln schnell unangenehm kalt. Die Ränder unter dem Polster bleiben dagegen warm.

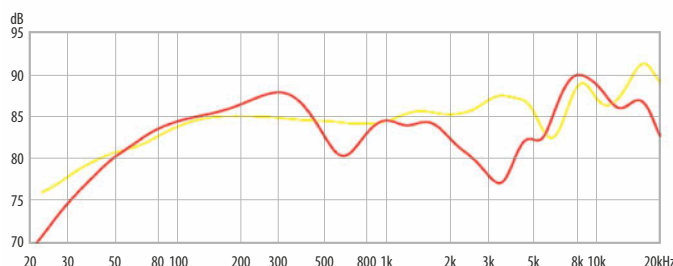
Die thermoelektrische Kühlung hat auch einen Nachteil: einen schlechten Wirkungsgrad verbunden mit hoher Stromaufnahme. Bei maximaler Kühlung und voller Beleuchtung belastete das Headset den USB-Anschluss mit 640 mA – zu viel für USB 2.0.

Den Frequenzgang haben wir an einem kalibrierten Kunstkopf gemessen. Im Vergleich zu einem neutral klingenden Sennheiser HD 600 (gelbe Kurve) betont das Omen-Headset (rote Kurve) Frequenzen bei 300 Hz und fällt dafür im Präsenzbereich der Stimmen bei 3 kHz stark ab. Der Klang wirkt dadurch in den oberen Mitten etwas dumpf; Stimmen verlieren an Klarheit und die räumliche Abbildung leidet. Die Wandler verarbeiten bis zu 96 kHz mit 24 Bit. Der Kopfhörer unterstützt 7.1-Surround-Sound, was aber nur mit Windows Sonic for Headphones funktioniert. Der HP Omen Mindframe bietet eine gehobene Ausstattung zu einem Oberklassepreis. Wegen der hohen Stromaufnahme sollte man das Headset nur an USB-3.0-Buchsen oder solche mit hoher Strombelastbarkeit anschließen. Von angenehmer Kühlung konnten wir nach zwei Stunden Nutzung nicht mehr sprechen. (rop@ct.de)

### HP Omen Mindframe

#### Gaming-Headset mit eingebauter Kühlung

Hersteller	HP, <a href="http://www.hp.com/de">www.hp.com/de</a>
Systemanforderungen	Windows 10 ab V.1709
Preis	200 €



Das Omen-Headset (rote Kurve) fällt bei 3 kHz im Vergleich zum Sennheiser HD 600 (gelb) deutlich ab: Stimmen klingen weniger klar.





## Schlüssel zum Netz

**Der Clou der UniFi-Netzwerktechnik von Ubiquiti ist, dass alle Komponenten wie Switches und Access-Points zentral administriert werden – in der Luxusvariante nicht am Rechner, sondern per separatem Controller. Dessen neueste Version kommt nun mit Display, Steuerung von Überwachungskameras und anderen interessanten Neuerungen.**

Schon äußerlich unterscheidet sich der Ubiquiti UniFi Cloud Key Gen2 deutlich vom Vorgänger: Statt in einfachem Kunststoffgehäuse ist der neue Hardware-Controller in Aluminum gekleidet. Als Blickfang ist ein kleines OLED an der Front hinzugekommen, das unter anderem die IP-Adresse des Cloud Key, die Zahl der eingebundenen Geräte sowie den Verbindungsstatus zur UniFi Cloud anzeigt. Das ist schick, auch wenn das Display auf Entfernung nicht gut ablesbar ist.

Die Aufgabe des Cloud Keys ist gleich geblieben: Als SDN-Controller (Software-defined Network) mit vorinstallierter Server-Software ermöglicht das Gerät die zentralisierte Steuerung der UniFi-Komponenten wie Gateway, Switches und Access-Points und stellt die Verbindung zum Cloud-Dienst des Herstellers her. Die Bedienung läuft über den integrierten Webserver oder per kostenloser Mobilgeräte-App (erhältlich für Android und iOS).

Ubiquiti bietet das neue Modell neben der von uns getesteten Standardausführung (UCK-G2) in einer breiteren Plus-Version (UCK-G2-Plus) an. Letztere verwaltet neben 50 UniFi-Komponenten bis zu 20 Überwachungskameras des Herstellers und speichert die Videoaufnahmen auf einer integrierten 1-TByte-Festplatte. Sie lässt sich bei Bedarf gegen

ein anderes 2,5-Zoll-Modell mit einer Kapazität von bis zu 5 TByte austauschen. Beide Varianten haben einen MicroSD-Slot, um Konfigurations-Backups zu speichern, auch intern lassen sie sich ablegen – wofür 32 GByte Speicher bereitstehen.

Das Herz ist der Achtkernprozessor Qualcomm APQ8053 mit 2 GHz, der flotte Bedienung verspricht. Zudem kann man nun via Bluetooth Low Energy (LE) vom Smartphone aus über die UniFi-App mit dem Cloud Key in Kontakt treten. So lässt sich der Controller auch ansprechen, wenn (noch) kein funktionstüchtiges Netzwerk vorhanden ist – nützlich vor allem bei der Erstinstallation.

Die Stromversorgung läuft über PoE (Power over Ethernet) oder USB-C; Ubiquiti legt kein Netzteil bei. Neu ist ein integrierter Akku, dank dem das Gerät kurze Stromausfälle kompensiert und bei längeren (über 10 Sekunden) kontrolliert herunterfährt. Ist der Strom wieder da, fährt der Controller aber leider nicht wieder automatisch hoch, sondern verlangt, dass man den Netzschalter drückt. Wer den Cloud Key im 19-Zoll-Rack unterbringen möchte, bekommt von Ubiquiti bald eine Halterung mit einer Höheneinheit, in die beide Varianten passen.

Der Cloud Key Gen2 machte im Test (in der Standardausführung) eine gute Figur: Der Controller ließ sich problemlos ansprechen, das Netzwerk schnell einrichten. Die Bedienung ist spürbar flüssiger als beim Vorgänger. Vor dem Hintergrund, dass die UniFi-Server-Software auch auf einem Rechner läuft, ist der Cloud Key 2 aber ein echter Luxus: Der Straßenpreis der Standardausführung liegt bei satten 180 Euro, die Plus-Variante ist etwa 20 Euro teurer. Auch der Straßenpreis der Rack-Halterung ist mit rund 110 Euro gesalzen. (nij@ct.de)

### UniFi Cloud Key Gen2 (Plus)

SDN-Controller	
Hersteller	Ubiquiti, <a href="http://www.ui.com">www.ui.com</a>
Konnektivität	Ethernet-Port (10/100/1000 MBit/s), Bluetooth LE
Anzeigen	OLED, Status-LED
Speicher	2 / 3 GByte RAM (Cloud Key Gen2 / Gen2 Plus), 32 GByte eMMC, MicroSD-Slot, 1-TByte-Festplatte (nur Plus-Modell)
Stromversorgung	Power over Ethernet (802.3af PoE), USB-C
Preise	180 / 200 € (Cloud Key Gen2 / Gen2 Plus), 110 € (Rack Mount CKG2-RM)

Zollabwicklung?  
Logistik?  
Reklamation?  
**Keine Sorge, wir  
sind für Sie da.**



## Claudia Peter

**Unsere Logistik-Heldin**

Die Koordination von Waren- und Informationsströmen stellt eine essenzielle Aufgabe innerhalb der Logistik unseres Unternehmens dar. Bei Claudia Peter, unserer Logistik-Heldin, laufen hier alle Fäden zusammen. Denn sie sorgt für eine kundenfreundliche und zeitnahe Abwicklung von Reklamationen, Speditionssendungen und Kurierfahrten. Ob professionelle Zollauftragsabwicklung in EFTA Länder oder Verwaltung von Ausfuhrpapieren und Rechnungen – zusammen mit ihrem Team ist sie dabei stets für unsere Kunden da.

**THOMAS  
KRENN®**

**+49 (0) 8551.9150-300**

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



## Das Örtliche

Ohne Ö fehlt Dir was

### Die Reiseführer-App für die Ostseeküste in Mecklenburg-Vorpommern.

Entdecke Deinen Urlaubsort und gewinne!



1. Platz: 1.000,- Euro Reisegutschein

2. – 5. Platz: Präsentkorb „Ostseegruß“

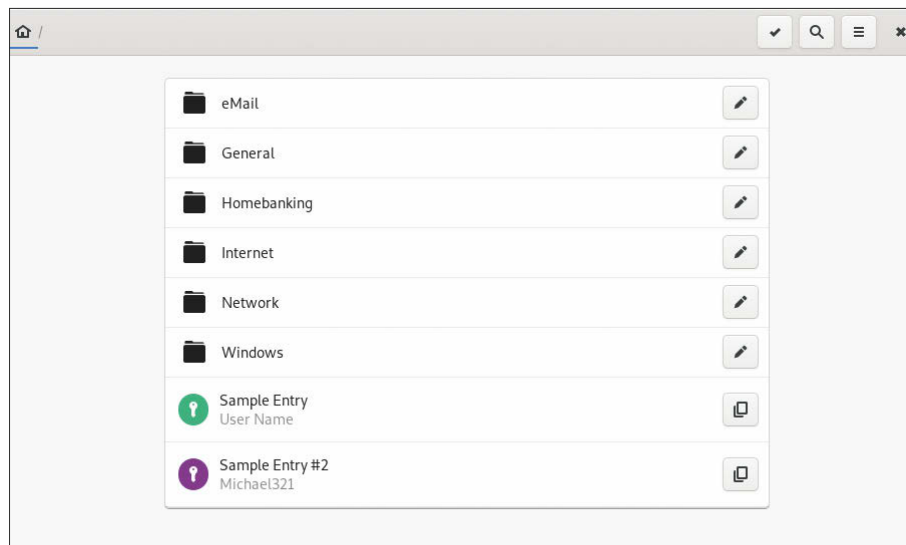
Jetzt die App über den QR-Code laden und teilnehmen!

[www.ostsee-gewinn.de](http://www.ostsee-gewinn.de)



Teilnahmeschluss: 31.10.2019

Heise RegioConcept Ihr Verlag Das Örtliche  
Verlag für Telekommunikation Nord



## Schlicht chic

**Password Safe ist ein schöner, schlanker Passwortmanager für den Gnome-Desktop. Beim Speichern setzt die Software auf ein verbreitetes Dateiformat.**

Mit Password Safe lassen sich Passwörter nach vorgegebenen Regeln erzeugen, mit Metadaten anreichern, in einer Hierarchie verwalten und in die Zwischenablage kopieren. Im Gegensatz zu vielen Konkurrenten integriert sich Password Safe gut in die Desktopumgebung.

Zusätzlich zu einigen vorgegebenen Eingabefeldern – für Benutzername, URL et cetera – kann man beliebige weitere Textfelder anlegen, um zum Beispiel auch die Kundennummer bei einem Anbieter zu hinterlegen. Die vorgegebenen Felder erlauben auch ein Icon oder eine Farbe für die Passwort-Einträge festzulegen. Ungenutzte Masken blendet Password Safe automatisch aus.

Passwort-Einträge lassen sich lediglich ausschneiden, kopieren und einfügen, aber nicht im- oder exportieren. Auch weitergehende Funktionen zum Organisieren von Passwörtern sind nicht vorhanden. Dafür speichert Password Safe seine Daten im Format des Passwort-Managers KeePass, den wir in c't 15/2019, Seite 172, ausführlich besprochen haben. Möglich macht das die Python-Bibliothek pykeepass, auf der Password Safe aufbaut.

Durch diese Nutzung eines verbreiteten Formats fällt nicht nur der Umstieg leicht. Man könnte auch seltene Verwaltungsaufgaben mit dem deutlich mächtigeren KeePass durchführen und im Alltag

den schickeren und auf Gnome optimierten Password Safe nutzen. Die zahlreichen Import-Filter von KeePass ermöglichen auch einen Umstieg von anderen Managern mit KeePass als Zwischenschritt.

Bei neu angelegten Dateien verwendet Password Safe Argon2, um aus dem Masterpasswort einen Schlüssel abzuleiten, und ChaCha20 zur eigentlichen Verschlüsselung der Daten.

Legt man unter KeePass Datenbanken mit anderen Algorithmen an, kann Password Safe sie aber ebenfalls öffnen und bearbeiten. Keyfiles unterstützt die Software auch, entweder als Alternative oder als zweiten Faktor zum Masterpasswort. Die Entschlüsselung einer Datenbank dauert mit Password Safe deutlich länger als mit KeePass, aber in der Praxis dürfte das keine große Rolle spielen.

Die Installation des in Python geschriebenen Password Safe erfolgt am einfachsten als Flatpak-App über Flathub (siehe [ct.de/yamj](http://ct.de/yamj)). Für Nutzer von Arch Linux gibt es auch ein traditionelles Paket im Repository.

Wer einen schönen, simplen Passwortmanager für den Gnome-Desktop sucht, für den könnte das Programm genau richtig sein. (syt@ct.de)

**Projekt-Websites:** [ct.de/yamj](http://ct.de/yamj)

## Password Safe

Password-Manager	
Entwickler	Falk Alexander Seidl
Plattform	Linux / Gnome
Lizenz	GNU GPLv3
Preis	kostenlos

## SMARTE FLEDERMAUS-LEUCHTE



**ODER  
AUTONOME DROHNE?**

```

C:\Program Files\PowerShell\6\pwsh.exe x C:\Windows\System32\Wir
Microsoft Windows [Version 10.0.18362.175]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

C:\Windows>dir *.exe
Datenträger in Laufwerk C: ist System
Volumennummer: 4686-2DB4

Verzeichnis von C:\Windows

19.03.2019 06:43          73.216 bfsvc.exe
12.06.2019 03:29       4.553.616 explorer.exe
19.03.2019 06:45       1.054.208 HelpPane.exe
19.03.2019 06:45         18.432 hh.exe
13.11.2018 19:55          5.120 LogIt.exe
19.03.2019 06:45       181.248 notepad.exe
19.03.2019 06:45       358.400 regedit.exe
19.03.2019 06:43       132.096 splwow64.exe
13.09.2018 15:37       1.545.864 Sysmon.exe
19.03.2019 06:46         11.776 winhlp32.exe
19.03.2019 06:45         11.264 write.exe
          11 Datei(en),       7.945.240 Bytes
          0 Verzeichnis(se), 165.572.227.072 Bytes frei

C:\Windows>

```

## Fenster- vereinigung

**Dem Textfenster, über das Windows-Anwender die Eingabeaufforderung, die PowerShell oder die Bash eines im WSL installierten Linux bedienen, hat Microsoft seit gefühlten Ewigkeiten nicht viel mehr als kosmetische Verbesserungen spendiert. Das „Windows Terminal“ wagt einen Neuanfang.**

Windows-Admins und Skript-Entwickler stehen häufig vor dem Problem, dass sie mit einer Vielzahl von Konsolenfenstern hantieren müssen. Das ist unbequem und verleitet zu Fehlern. Mit dem „Windows Terminal“ bekommen die Text-Konsolen eine neue Oberfläche.

Deren hervorstechendes Merkmal ist, dass ein Terminal-Fenster mehrere Tabs enthalten kann, wobei in jedem eine eigenständige Konsole läuft. Dabei kann es sich um eine Eingabeaufforderung handeln, um eine PowerShell (sowohl die Windows-Variante als auch PowerShell Core werden unterstützt) oder eine Bash. Mit Strg+Tab wechselt man bequem zwischen den verschiedenen Shells. Jedes Unterfenster kann ein eigenes Layout mit einem speziellen Font, benutzerdefinierter Farben oder einem eigenen Transparenzgrad besitzen.

Das Windows Terminal liegt derzeit in einer allerersten Vorschauversion vor. Für den produktiven Einsatz taugt es zumindest mit einer deutschen Tastatur noch nicht, denn es kennt bislang nur das US-amerikanische Tastaturlayout. Nicht

einmal der Trick, etwa das |-Zeichen mit gedrückter Alt-Taste und der Ziffernfolge 124 einzugeben, funktioniert.

Zu beziehen ist die Preview über Microsofts Store; Voraussetzung ist ein Windows 10, das mindestens die bei Drucklegung dieses Artikels aktuelle Versionsnummer 1903 trägt. Das Windows Terminal ist ein Open-Source-Projekt; Entwickler können sich daher alternativ auch den Quelltext von GitHub besorgen (siehe [ct.de/y36k](https://ct.de/y36k)) und selbst kompilieren. Microsoft plant, eine Version 1.0 des Windows Terminal „im Winter 2019“ fertig zu haben.

Zu tun ist bis dahin noch einiges: Neben der Unterstützung für andere Landessprachen fehlt auch noch eine Oberfläche, mit der sich die gewünschten Unterfenster konfigurieren lassen. Bislang geschieht das über eine JSON-Datei, die man mit einem externen Texteditor bearbeiten muss; anschließend ist ein Neustart des Terminal fällig.

Im Rahmen der Veröffentlichung des Windows Terminal hat Microsoft übrigens auch den Quelltext des Programms conhost zugänglich gemacht, das bislang als Rahmen für cmd, PowerShell & Co. dient. Er ist in demselben GitHub-Repository enthalten wie der für das neue Windows Terminal. ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de))

**Quelltext auf GitHub: [ct.de/y36k](https://ct.de/y36k)**

## Windows Terminal

Konsolenfenster für cmd, PowerShell und bash	
Anbieter	Microsoft
Systemanforderungen	Windows 10 ab Version 1903
Preis	kostenlos (Open Source)

## 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](https://trvorteil.de/3xtesten)**

[trvorteil.de/3xtesten](https://trvorteil.de/3xtesten)

+49 541/80 009 120

[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

**Technology  
Review**  
Das Magazin für Innovation

# Verwirrte Verfolger

## Track This von Mozilla trickst Werbe-Tracker aus

**Um nervige Online-Werber in die Irre zu führen, ahmt Track This das Surf-Verhalten von Schuhfetischisten oder Esoterikern nach. Die kleine Web-App zeigt außerdem, wie „personalisierte Werbung“ die Nutzer durchs Netz verfolgt.**

Von Daniel Berger

Nur mal schnell das Hotel googeln, von dem die Kollegin in der Mittagspause schwärmte – schon sind tagelang Anzeigen zu genau diesem Hotel zu sehen. Sie verfolgen den Nutzer von Website zu Website, sind plötzlich überall, damit endlich eine Buchung erfolgt. Das Beispiel zeigt: Online-Reklame ist penetrant, hartnäckig und omnipräsent.

Wie Werbung und die Profilbildung im Netz funktionieren, möchte Mozilla mit Track This und einem Augenzwinkern veranschaulichen. Die mit verschiedenen Browsern funktionierende Web-App will außerdem Werbe-Tracker verwirren – indem sie 100 Browser-Tabs öffnet und damit den Surf-Verlauf verfälscht. Auf diese Weise verschleiert Track This die wahren Interessen des Nutzers. Die geöffneten Onlineshops, Firmenseiten und Onlinemagazine passen zu bestimmten Werbe-Profilen. So erleben die Nutzer das Web aus anderer Perspektive.

### Einmal ein Hypebeast sein

Damit das kleine Experiment funktioniert, muss zuvor der Adblocker abgeschaltet sein. Anschließend wählt der Nutzer auf der Seite [trackthis.link](https://trackthis.link) ein Alter Ego – zur Auswahl stehen das „Hypebeast“ (interessiert sich für angesagte Markenschuhe), der „Filthy Rich“ (stinkreich, liebt den Luxus) oder der „Doomsday“-Prepper, der sich auf den Weltuntergang vorbereitet. Zuletzt ist da noch der „Influencer“, der sich für Hautpflege, Astrologie und Meditations-Apps interessiert.

Ein beherzter Klick auf den Button „Track This“ öffnet aber nicht gleich 100 Tabs – ein Schutzmechanismus des

Browsers verhindert dies. Nötig ist noch das Freigeben von Pop-ups in den „Berechtigungen“ der Seite; dazu in Firefox einfach auf das kleine „i“ neben der URL klicken. Der Mozilla-Browser öffnet nicht mehr als 20 Tabs nacheinander. Chrome hingegen traut sich und öffnet die vollen 100 Tabs.

Die auf den Websites eingebetteten Werbedienste erfahren nun von den scheinbaren Nutzerinteressen. Wer anschließend als angeblicher Influencer durchs Netz surft, sollte in den kommenden Tagen vermehrt Werbung zu Pflegeprodukten sehen. Weil Track This hauptsächlich US-Seiten öffnet, ist der Effekt auf solchen am ehesten sichtbar. Die Auswahl der Anzeigen ist allerdings von den Werbediensten abhängig, die auf den Seiten eingebettet sind. Auf einem Nachrichtenportal mit harten IT-News taucht daher trotzdem weiterhin Werbung für DSL-Tarife und Streaming-Dienste auf. Auf allgemeineren Websites, etwa von Tageszeitungen, fällt hingegen schon auf, dass es mehr Anzeigen zu „Beauty“ und „Lifestyle“ gibt. Die Werbebanner versuchen zudem, den Nutzer zurück in den bereits besuchten Shop zu locken, der sich unter den 20 beziehungsweise 100 geöffneten Tabs befand. Das Verfahren nennt

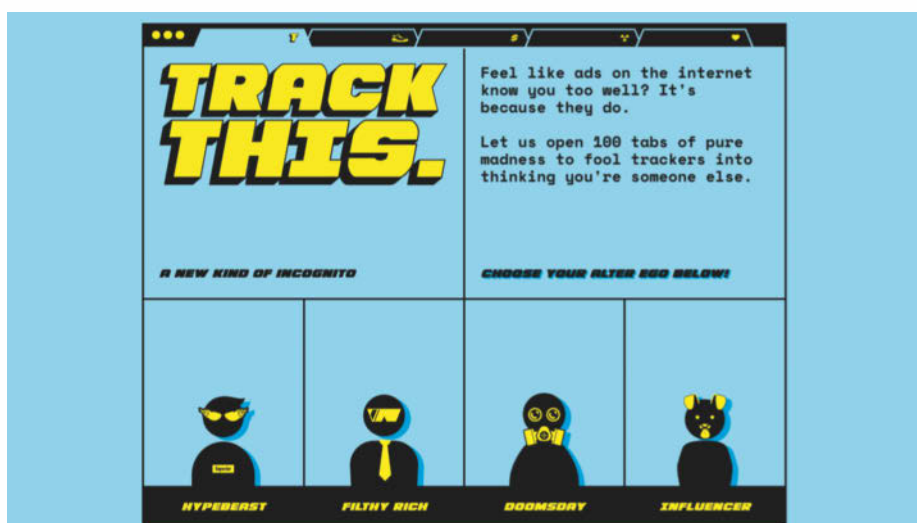
sich „Retargeting“: Wer kurz bei Booking.com Hotelpreise nachgeschlagen hat, wird hartnäckig von Booking-Werbebannern verfolgt.

Markiert werden Seitenbesucher mit Cookies, die ein seitenübergreifendes Verfolgen und Bewerben ermöglichen. Sie speichern auch sinnvolle Parameter für Onlineshops, etwa die gewünschte Sprache oder den Warenkorb. Cookies komplett zu verdammen, wäre daher unangebracht. Problematisch aber wird es, wenn „zwielichtige Datenhändler“ die Cookies gegen den Willen der Nutzer verwenden, kritisiert Mozilla. „Track This“ klingt daher auch nach einem trotztigen „Nimm das!“. In diesem Fall sind es viele falsche Interessen, die den Werbe-Trackern zum Fraß vorgeworfen werden.

Die Web-App ist auch Werbung für Firefox. Der lockt Nutzer mit verfeinerten Kontrollmöglichkeiten. Seit Firefox 67 sperrt der Browser bestimmte Cookies in eine Sandbox, nämlich all jene, die von bekanntermaßen trackenden Domains kommen. Es ist ein Katz-und-Maus-Spiel mit den Werbetreibenden, die sich immer raffiniertere Techniken einfallen lassen. Gegen hartnäckige Verfolger ist dann auch Track This machtlos: „Wenn Sie das Internet täglich normal nutzen, werden Sie auch wieder Anzeigen sehen, die auf Ihren echten Interessen basieren“, erklärt Mozilla. Irgendwann taucht also wieder die Anzeige zu dem schicken Hotel auf. Gern auch nach dem Urlaub.

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

Track this: <https://trackthis.link>



Hypebeast, Filthy Rich, Doomsday oder Influencer? Track This öffnet Websites, die zu einem der vier Werbe-Profile passen.





# storage2day

17.–19. September 2019

Print Media Academy,  
Heidelberg

Die Konferenz  
zu Speichernetzen  
und Datenmanagement

## AUSZUG AUS DEM PROGRAMM:

### ■ Software-defined Storage

- SDS-Grundlagen
- Erasure Coding
- Praxisbericht: SDS im Petabyte-Bereich
- Einführung, Betrieb und Ausbau einer produktiven Ceph-Umgebung

### ■ Cloud-Storage

- Grundlagen des Cloud-Storage
- Cloud-Sicherheit
- Cloud-Storage und DSGVO

### ■ Archivierung und Backup

- Revisionssichere Speicherung sensibler Daten
- Disaster Recovery
- Die Zukunft von Tape Storage

### ■ Storage-Infrastruktur und Vernetzung

- NVMe-oF – Grundlagen und Möglichkeiten
- Sichere Dateidienste
- Speicherinfrastrukturen für Künstliche Intelligenz

**c't-Leser profitieren länger  
vom Frühbucherrabatt:**  
bis zum 9. August mit dem  
Code **s2d19\_ct\_fb** anmelden



[www.storage2day.de](http://www.storage2day.de)

Platinsponsor

**THOMAS  
KRENN®**

Goldsponsoren

**aikux.com**

**CISCO**

**CLOUDIAN®**

**DATAcore**



**FUJIFILM**

**FUJITSU**

**PURESTORAGE®**

**Tintri  
BY DDN**

Silbersponsoren

**EUROstor**

**Lenovo**

**TechData**  
Advanced Solutions

**TOSHIBA**

Bronzesponsor

**SCALITY**

Veranstalter



**dpunkt.verlag**

# Foto-Effekte deluxe

## Raw-Entwickler DxO PhotoLab 2 plus Nik Collection 2

**Effektfilter für Schwarz-Weiß-Umsetzung oder Farbfilm-simulation verpassen langweiligen Raw-Fotos nach wenigen Klicks beeindruckende Looks. Die dafür beliebte, aber betagte Nik Collection hat nun ein Facelifting bekommen.**

Von André Kramer

Die Mode für Foto-Effekte wandelt sich. Der einst angesagte HDR-Look stößt mittlerweile auf Abscheu; entsättigte Bilder mit moderatem Mittelkontrast liegen im Trend, der sich allerdings auch wieder wandeln wird. Qualität und Flexibilität kommen allerdings nicht aus der Mode, weshalb die Nik Collection auch lange nach dem Ableben des Herstellers noch beliebt ist. Nun gehört die Nik Collection zur Software-Firma DxO, die sie im Bundle mit dem Raw-Entwick-

ler DxO PhotoLab 2 für knapp 150 Euro verkauft [1].

Zur Nik Collection gehören sieben Plug-ins: Color Efex Pro stellt allgemeine Farbeffekte bereit, Analog Efex Pro simuliert Techniken aus der Zelluloidära, Silver Efex Pro dient zur Schwarz-Weiß-Umsetzung. Hinzu kommen zur Farbkorrektur das Tool Viveza, fürs Schärfen der Sharpener Pro, zur Reduzierung von Bildrauschen Dfine und für die Dynamikerweiterung HDR Efex Pro. Zu den Neuerungen gehört die Effektklasse „En Vogue“ mit 41 neuen Effekten. Außerdem bringen die Plug-ins hochauflösende Grafiken für HiDPI-Displays unter Windows mit.

### Einbindung

Ohne Host-Anwendung läuft die Nik Collection nicht. Zusammen mit ihr wird DxO PhotoLab 2 installiert, ein Raw-Entwickler mit vorgeschaltetem Bild-Browser. PhotoLab korrigiert Raw-Fotos anhand von Kamera- und Objektprofilen, die der Hersteller DxO aufgrund von Messungen an Original-Equipment errechnet hat. Außer-

dem bietet das Programm leistungsfähige Algorithmen, etwa „Smart Lighting“ zur Belichtungskorrektur, „ClearView Plus“ zum Entfernen von Dunst und „Prime“ zur Rauschminderung. Das funktioniert automatisch und verbessert das Bild in der Regel deutlich. Zu den Plug-ins der Nik Collection führt eine prominent angebrachte Schaltfläche. Dazu erstellt das Programm vorher eine TIFF-Kopie, auf die sie den Effekt anwendet.

Die Nik Collection integriert sich nach der Installation außerdem in Photoshop, Photoshop Elements und Lightroom. In Photoshop und Photoshop Elements kommen sie im Filter-Menü und in einer schwebenden Palette unter, die Zugriff auf die Plug-ins und weitere Optionen gibt. Die Plug-ins sind als 64-Bit-Software im Photoshop-kompatiblen 8BF-Format ausgeführt und liefern im Test auch in Affinity Photo tadellos. Lightroom erstellt nach Aufruf eines Programms aus dem Kontextmenü zunächst wahlweise eine JPEG-, TIFF- oder PSD-Kopie mit den Lightroom-Einstellungen und übergibt diese anschließend an das Plug-in.

### Farbeffekte

Color Efex Pro bringt unverändert 55 Effektfilter mit – ein jeder mit seinem eigenen Einstellungssatz. Old Photo, Film Grain und Vignette lassen Fotos alt aussehen. Bleach Bypass, Contrast Color Range, Dark Contrasts, Detail Extractor und Solarization bringen interessante Kontraste ins Spiel. Color Stylizer, Cross Processing, Indian Summer, Monday Morning, Polaroid Transfer und Reflector Efex verfremden vor allem die Farben. Glamour Glow und die Blur-Vignette umfassen Weichzeichner-Effekte – letzteren erreichte man früher mit einem Ring aus verschmierter Vaseline um das Objektiv herum. Schließlich hat Color Efex Pro 14 verschiedene Rahmentypen im Programm, die sich über Regler verändern lassen.

Die Effekte halten trotz ihres Alters dem kritischen Blick stand – andere Her-



55 Filter, die sich in vielfältiger Weise kombinieren lassen, machen Nik Color Efex Pro zu einer vielseitigen Effektmachine.



steller erfinden ihre Filter immerhin auch nicht neu. Allerdings kommt nichts fundamental Neues hinzu. Die En-Vogue-Effekte drehen lediglich an den bereits vorhandenen Reglern.

## Filmsimulation

Analog Efex Pro war seit der Nik-Ära der einzige echte Neuzugang. Das Plug-in simuliert unter anderem Technikfehler wie Licht-Lecks undichter Gehäuse und Kratzer auf dem Film. Beides erreicht die Software über Overlays, die man in variabler Deckkraft anwenden kann. Die Filmtyp-Palette legt eine farbliche Tönung über das Bild, die sich in variabler Stärke und auf Wunsch verblasst sowie mit simuliertem Filmkorn anwenden lässt. Weitere Paletten ergänzen helle oder dunkle Vignettierung oder korrigieren Tonwerte, Lichter und Schatten.

Analog Efex Pro simuliert analoge Fotografiertechnik, ohne real existierende Filme nachzubilden, wie es beispielsweise das DxO Filmpack tut. Damit fehlt dem Plug-in das letzte Quäntchen Authentizität, es erzielt aber ansehnliche Schwarz-Weiß- und Farbeffekte, ohne dass Dynamik und Auflösung des Originals verloren gehen.

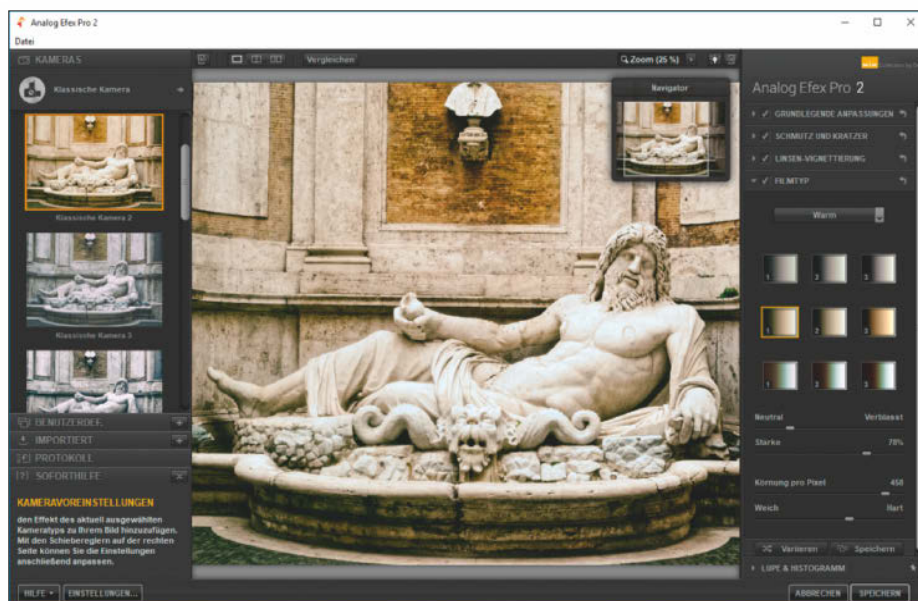
## Schwarz-Weiß

Die Schwarz-Weiß-Umsetzung von Silver Efex Pro ist vielleicht das Beste, was die Nik Collection zu bieten hat. Das Plug-in simuliert 18 Negativfilme, die nach ISO-Zahl gegliedert sind und das Foto mit einem Klick in ein Schwarz-Weiß-Bild wandeln. Mit den Werkzeugen für Helligkeit, Gradationskurven, Farbfilter, Filmsimulation, Glühen, Filmkorn, Tonung, Vignettierung und Rahmen kann man, angelehnt an analoge Technik, seinen eigenen Look auch manuell erstellen.

Die Körnung fällt bei den älteren Einstellungen für aktuelle Sehgewohnheiten stark aus. Kameras lösen mittlerweile deutlich höher auf als vor 30 Jahren und haben in dem Zug die Erwartungen geprägt. Die neuen Einstellungen wirken in der Summe dezenter und erhalten die Vorzüge der Digitaltechnik.

## Bildkorrektur

Nik bringt darüber hinaus Viveza, Dfine, Sharpener Pro und HDR Efex Pro mit, die allesamt zum alten Eisen gehören. Viveza stellt rudimentäre Optionen zur Farbkorrektur zur Verfügung. Das Tool bietet ein Set Schieberegler für Helligkeit, Kontrast,



Die Filmsimulation Analog Efex Pro verpasst Digitalfotos Staub und Kratzer sowie Farbtönung und Vignettierung, erhält dabei aber die hohe Auflösung.

Sättigung und lokalen Kontrast, das sich um Regler für Schatten, Farbtemperatur, Farbton und selektive Bearbeitung für die Kanäle Rot, Grün und Blau ergänzen lässt. Der Helligkeitsregler arbeitet linear, was sich in einem milchigen Effekt äußert. Die Sättigung wirkt schon bei geringen Bewegungen zu bunt. Eine Grauwertpipette bietet das Plug-in gar nicht erst. Durch das DxO PhotoLab ist Viveza ohnehin obsolet.

Für die übrigen Plug-ins gilt Ähnliches: Rauschminderung und Schärfen erledigt man besser im PhotoLab als in Dfine und Sharpener Pro. Das Tonemapping von HDR Efex Pro überzeugt zwar an sich, allerdings ist der HDR-Look durch. Das Plug-in speichert leider keine Originale in 32 Bit Farbtiefe pro Kanal.

## Fazit

Die Nik Collection war und ist beliebt, weil sie einfache Bedienung mit hochwertigen Effektfiltren verbindet. Für einen echten Neustart fehlt aber wohl das Know-how der ursprünglichen Entwickler. So bietet die Nik Collection 2 kaum mehr als ein paar neue Effekte; vier der sieben Tools kann man verloren geben.

Das Konzept von Color Efex Pro, Silver Efex Pro und Analog Efex Pro hält der kritischen Beurteilung aber auch sieben Jahre nach Entwicklungsstopp noch stand. Wer noch aus Google-Tagen eine kostenlose Version hat, muss aber nicht zwangsläufig upgraden – die „En Vogue“-

Einstellungen sind lediglich eine Kirsche auf dem Kuchen. Es ist dennoch ein gutes Signal, dass die Nik Collection wieder da ist und DxO sich bemüht, sie aktuell zu halten. Im Bundle mit dem DxO PhotoLab verbindet der Hersteller hochwertige Bildkorrektur mit leistungsfähiger Effektsoftware. (akr@ct.de) **ct**

## Literatur

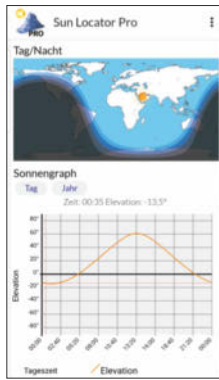
- [1] André Kramer, Zum besseren Bild, Acht nicht-destruktive Foto-Entwickler für schnellen Workflow, c't 5/2019, S. 114

## Nik Collection 2 by DxO

Produkt	Nik Collection
Hersteller	DxO
Web	nikcollection.dxo.com/de
Systemanforderungen	Windows ab 7, macOS ab 10.12
<b>Integration</b>	
Standalone-Anwendung	— (DxO PhotoLab 2 mitgeliefert)
Bildbearbeitung	Photoshop ab CS5, Photoshop Elements ab 13 <sup>1</sup>
Raw-Entwickler	DxO PhotoLab 2, Lightroom 3 – Classic CC
<b>Plug-ins</b>	
Farbkorrektur	Viveza 2
Farbeffekte	Color Efex Pro 4
Analogeffekte	Analog Efex Pro 2
Schwarz-Weiß-Umsetzung	SilverEfex Pro 2
Rauschminderung	Dfine 2
Schärfen	Sharpener Pro 3
HDR-Komposition	HDR Efex Pro 2
Preis	149 €

<sup>1</sup> außer HDR Efex Pro





## Sonnenorakel

**Die Android-App Sun Locator Pro hilft Fotografen oder Campern bei der Location-Suche, indem sie den Sonnenstand vorhersagt.**

Für das perfekte Urlaubsfoto spielt der Sonnenstand eine entscheidende Rolle. Die Android-App Sun Locator Pro hilft bei der Vorbereitung. Anhand von GPS-Signal, numerischen Koordinaten oder Google Maps gibt man eine Position ein, die sich in einer Liste speichern lässt. Diesen Ort setzt die App mit einem Datum in Beziehung; eine Lite-Version informiert nur über den aktuellen Tag.

Besonders für den Laien eignet sich eine Augmented-Reality-Komponente, die den Sonnenstand als gelbe Scheibe über das Live-Kamerabild legt. An einem Schieberegler stellt man die Uhrzeit ein und ermittelt so, wann die Sonne perfekt zwischen zwei Kirchtürmen steht. Trotz Kompasskalibrierung ruckelte die Anzeige, funktionierte ansonsten aber tadellos.

Sun Locator Pro informiert nach Eingabe von Ort und Datum über den Zeitpunkt des höchsten Sonnenstands (Meridiandurchgang), über Winter- und Sommersonnenwende, Tag- und nachtgleiche sowie blaue Stunde und goldene Stunde. Auf- und Untergang sowie Azimut und Elevation gibt sie für Sonne und Mond an. Infografiken zeigen, wo zum gewählten Datum auf der Welt die Sonne scheint, und wie sich der Sonnenstand über den Tag ändert.

Die App leistet gute Dienste bei der Suche nach dem perfekten Ort und hat lehrreiche Informationen für Hobbyastronomen zu bieten. (akr@ct.de)

## Sun Locator Pro

Info-App zum Sonnenstand	
Hersteller	GeneWarrior, genewarrior.com
Systemanf.	Android (variiert)
Preis	5,99 €



## Wobble-Nachwuchs

**Massive X ist der Nachfolger des populären Software-Synthesizers von Native Instruments, ohne den Musik-Genres wie Dubstep undenkbar wären. Der Neue erweitert die Möglichkeiten immens, zeigt allerdings auch Schwächen.**

Native Instruments hat das Konzept des Massive X gegenüber dem zwölf Jahre alten Vorgänger Massive komplett überarbeitet. Das Plug-in für Host-Programme wie Cubase, Logic, Live & Co. teilt sich in zwei Ebenen auf: Auf der oberen wählt man die Module zur Klangerzeugung, Filterung und für die Effekte aus. Auf der unteren Ebene legt man das Routing fest und stellt die Modulatoren ein.

Im Wesentlichen arbeitet Massive X wie ein semimodularer Synthesizer mit zwei Wavetable-Oszillatoren, zusätzlichen Rauschgeneratoren und Effekten. Seine Spezialität sind rhythmische Automationskurven, die ein Filter öffnen und schließen oder den Klang verzerrern. Diese Kurven lassen sich über bis zu acht Takte freihand einzeichnen und mit beliebigen Parametern verknüpfen. Mithilfe konfigurierbarer LFOs entstehen im Handumdrehen die für Dubstep typischen Wobble-Bässe, die mit einem kurzen Dreh am Makro-Regler wilde Rhythmuswechsel vollführen.

Die übrige Ausstattung wirkt an manchen Stellen unausgewogen: Zwar kann man unter 170 Wavetables wählen, aber keine eigenen erzeugen. Für LFO-Modulatoren und Hüllkurven stehen üppige neun Modul-Slots bereit; für die Handvoll an Filtertypen ist wiederum nur ein einziger Slot vorgesehen. Und während Massive X Akkorde mit bis zu 64 Tönen spielt,

schaft der Unisono-Modus, der Töne für einen fetteren Sound vervielfacht, nur magere sechs Stimmen. Ein Handbuch fehlt bislang.

Bis zu sechs edel klingende Effekte wie Reverb, Delay, Distortion & Co. lassen sich auf einer Routing-Matrix mit den übrigen

Modulen frei verdrahten. Was sich in der Theorie flexibel anhört, hat in der Praxis jedoch seine Tücken. Denn sowohl die Hüllkurven als auch die LFOs geben kein aussagekräftiges optisches Feedback, wie schnell und weit sie denn gerade ausschlagen. Schon bei mittelkomplexen Klangkreationen hat man Mühe, die Auswirkungen einzelner Modulatoren zu verfolgen.

Die meisten Anwender werden sich daher wohl darauf beschränken, in den Presets zu stöbern und die Klangfarben über Makro-Regler zu ändern. Auf Keyboards von Native Instruments werden letztere automatisch per NKS gemappt. Leider lassen sich direkt in Massive X keine Favoriten markieren – hierzu muss man das den Keyboards beiliegende Komplett als Host bemühen.

Neben besagten Wobble-Bässen gefällt Massive X vor allem durch wabernde Klangteppiche für Soundtracks und Spezialeffekte. Brot-und-Butter-Sounds sind hingegen Mangelware. Der distinktierte Klang wirkt manchmal fast schon überproduziert; wir vermissen zuweilen eine gewisse Rotzigkeit.

Im Vergleich zum Konkurrenten Serum von Xfer Records zieht Massive X mangels Wavetable-Import und -Morphing sowie Hüllkurven-Visualisierung den Kürzeren. Mit Effekteppichen und Wobble-Bässen allein wird er es schwer haben, die großen Fußabdrücke seines Vorgängers zu füllen. (hag@ct.de)

## Massive X

Software-Synthesizer zur Musikproduktion	
Hersteller	Native Instruments, <a href="http://www.native-instruments.com">www.native-instruments.com</a>
Formate	VST, AU, AAX (keine Stand-alone-Version)
Betriebssysteme	Windows ab 7, macOS ab 10.12
Preis	199 € (enthalten in der Sammlung Komplete 12)

# Alles aus einer Hand

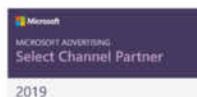
Homepages, Apps, SEO, Google Ads, Social Media, Bannerkampagnen, Verzeichnismedien und vieles mehr.



## Profi-Konzepte für Ihren regionalen Werbeauftritt.

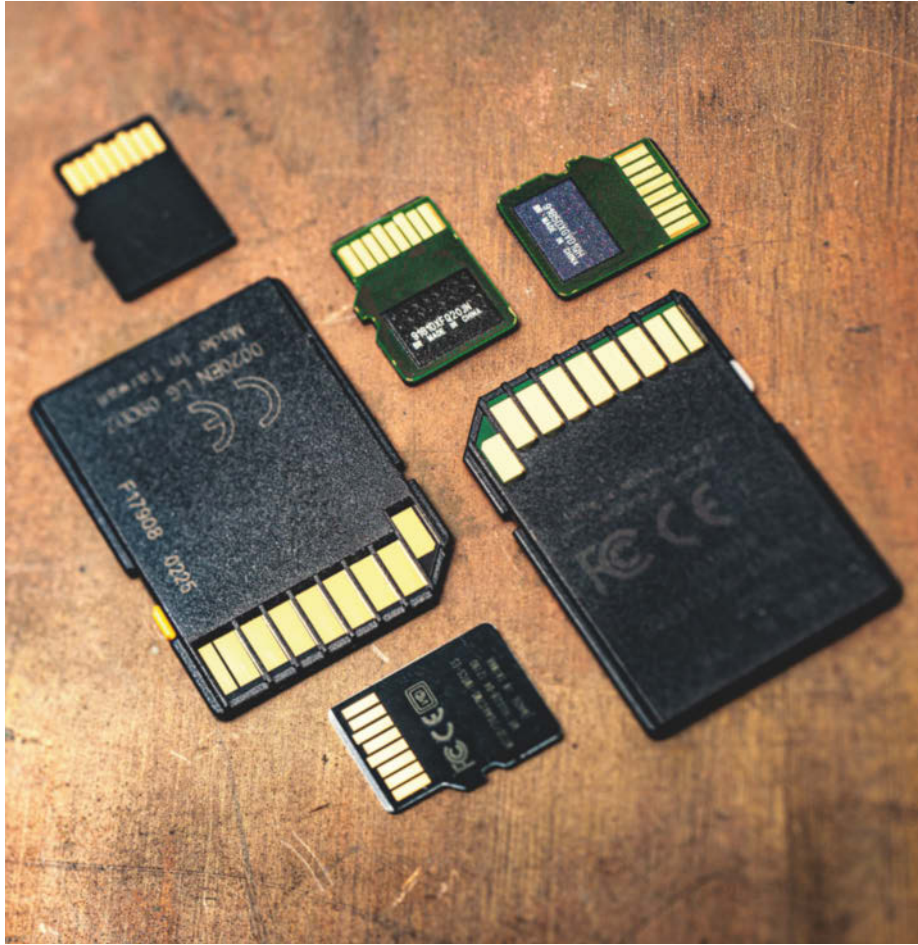
Heise RegioConcept – umfassende Beratung und Full Service. So präsentieren Sie sich optimal bei Ihrem Kunden und Interessenten vor Ort. Rufen Sie uns an: 0511 80 90 89 43.

Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.



[www.heise-regioconcept.de](http://www.heise-regioconcept.de)





# Winzlinge mit viel Platz

## MicroSD- und SD-Karten ab 512 GByte

**Ob im Smartphone, im Raspi oder in der Kamera – ohne Speicherkarten sind viele moderne Gadgets praktisch nutzlos. Durch aktuellen Flash-Speicher in 3D-Bauweise ist die Kapazität von SD- und microSD-Karten nun auf bis zu 1 TByte gestiegen. Ob die Geschwindigkeit der Kärtchen für die Alltagsaufgaben ausreicht, klärt unser Test.**

Von Lutz Labs

**F**rüher musste man für den Fotourlaub viele kleine SD-Karten einpacken, weil eine einzelne gar nicht genug Speicherkapazität hatte. Heute sind SD- und microSD-Karten mit 512 GByte und sogar 1 TByte erhältlich – das würde für mehr als einen Urlaub ausreichen. Auch die eigene MP3-Sammlung passt heute locker auf eine Speicherkarte im microSD-Format – Platzprobleme im Smartphone gehören damit der Vergangenheit an.

Groß ist die Auswahl bei diesen Speicherkarten bislang jedoch nicht. Zum Test in der Redaktion fanden sich lediglich

sechs Modelle ein: Als microSD-Varianten die 512-GByte-Karten Kingston Canvas React und die beiden SanDisk-Modelle Extreme und Extreme Pro sowie die in Deutschland noch nicht erhältliche Micron c200 mit 1 TByte. Das 1-TByte-Modell von SanDisk hätten wir ebenfalls gerne getestet, doch der Hersteller hat den Marktstart kurzfristig auf August verschoben. Als Vertreter der großen SD-Karten haben wir die Lexar Professional 633x mit 1 TByte und die 512-GByte-Karte Transcend 300S in den Test aufgenommen.

Alle Karten arbeiten mit einer Schnittstelle nach dem UHS-I-Standard, der brutto bis zu 102 MByte/s überträgt. Schnellere UHS-II-Karten, die maximal 312 MByte/s übertragen können, sind aktuell nicht mit so großen Kapazitäten erhältlich.

### Neuer Speicher

Noch vor fünf Jahren hatte SanDisk erklärt, dass man eine Speicherkarte mit 64 GByte nicht flächig bedrucken könne, da die Lackschicht dazu führen würde, dass die Karte zu dick würde – davon ist heute nicht mehr die Rede. Das liegt vor allem an den Fortschritten beim Flash-Speicher: Die Umstellung auf gestapelte Bauweise ist abgeschlossen. Alle Hersteller nutzen 64 oder gar 96 Lagen, die Bemusterung von 3D-Flash mit 128 Lagen hat bereits begonnen.

Zudem speichern die einzelnen Zellen nun drei oder sogar vier Bit. 3-Bit-Flash (Triple Level Cell, TLC) ist inzwischen Standard, 4-Bit-Flash (QLC, Quadruple Level Cell) schon in einzelnen SSDs und Speicherkarten im Einsatz. TLC-Flash ist für die Anforderungen an microSD-Karten schnell genug, QLC-Flash eigentlich zu langsam – dem begegnen die Hersteller wie bei SSDs mit einem SLC-Cache: Ein Teil des Speichers wird in einen schnelleren Modus geschaltet, in dem jede Zelle nur ein Bit speichert. Hat der Controller gerade nichts zu tun, verschiebt er die Daten in die langsameren Zellen. Nachteilig ist das allenfalls bei sehr langen Schreibanforderungen, wie sie im Smartphone nur selten vorkommen – lediglich bei Videoaufzeichnungen kann dies zu einem Problem werden.

### Logo-Sammlung

Die kleinen Kärtchen sind übersät mit Logos: Angaben zur sequenziellen Geschwindigkeit, zur Geschwindigkeit der Schnittstelle, zur Leistung bei der Video-



aufzeichnung. Für Smartphones und Kleinstcomputer sind vor allem die App-Kennzeichnungen wichtig, die den flotten Start von Apps sicherstellen sollen. Diese finden sich jedoch nur auf den microSD-Karten: Das A1-Logo auf der Kingston-Karte bescheinigt, dass die Karte bei Zugriffen auf zufällige Adressen beim Lesen mindestens 1500 IOPS erreicht und beim Schreiben mindestens 500.

Die Karten von Micron und SanDisk ziert bereits das A2-Logo, dass diese Anforderungen noch einmal verschärft: Beim Lesen müssen sie 4000 IOPS erreichen, beim Schreiben 2000. Zumindest im Kartenleser am PC erreichen die Karten diese Werte jedoch nicht.

Grund: Aktuell gibt es noch keine Geräte, die den Standard unterstützen, weder Smartphones noch Kartenleser. Die A2-Spezifikation sieht unter anderem einen DRAM-Cache und Command Queueing vor, also eine Befehlswarteschlange für die Abarbeitung der an die Karte gestellten Anforderungen – es sind deshalb auch Änderungen an der Software für die Ansteuerung notwendig.

Dennoch konnten im Test alle microSD-Karten bei den Geschwindigkeitsmessungen überzeugen – mit einer kleinen Ausnahme: Die Micron c200 nutzt den recht langsamen QLC-Speicher. Durch den SLC-Cache von nur etwa 6 GByte schreibt sie zwar anfangs noch schnell, die Schreibgeschwindigkeit sinkt aber auf knapp 40 MByte/s ab, wenn der SLC-Cache voll ist. Somit erreicht die c200 zwar die V30-Spezifikation, die eine Mindestgeschwindigkeit von 30 MByte/s beim Schreiben von Videos verlangt, aber für sehr hoch aufgelöste Videos greift man besser zu einer schnelleren Karte.

## Ausblick auf SD Express

Bislang muss man sich bei den Speicherkarten noch entscheiden: entweder hohe



### Kingston Canvas React

Kingston ist seit einiger Zeit am Flash-Geschäft von Toshiba beteiligt – daher dürfte auch der Flash-Speicher für die 512-GByte-MicroSD-Karte Canvas React von Toshiba stammen.

Bei den Benchmarks verhält sich die Canvas React unauffällig. Wie die anderen microSD-Karten in diesem Test liegen die Messwerte beim Lesen sequenzieller Daten nahe an der Grenze des Interfaces, beim Schreiben etwas darunter.

- 🟢 schnell
- 🟡 günstig



### Lexar Professional 633x

Vor zwei Jahren hat sich Micron von seiner Tochter Lexar getrennt, die Markenrechte hat das chinesische Unternehmen Longsys übernommen. Von diesem stammt auch die bislang einzige SD-Karte mit 1 TByte Speicherkapazität.

Die Karte erreicht am PC die erwarteten Geschwindigkeiten, beim Schreiben ist sie sogar etwas schneller als vom Hersteller angegeben. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen hingegen schwächelt die Lexar-Karte im Vergleich etwas, die A1-Spezifikation würde sie aber noch erreichen.

- 🟢 schnell
- 🔴 sehr teuer

Geschwindigkeit oder hohe Kapazität. Allerdings hat die SD Association, Hüterin des SD-Standards, vor rund einem Jahr eine neue Spezifikation vorgestellt: Version 7 alias SD Express nutzt PCI Express als Schnittstelle, als Protokoll kommt wie auch bei schnellen SSDs NVMe 1.3 zum Einsatz. Dabei sollen die Karten auch in älteren SD-Slots funktionieren; die SD-Express-Signale werden von der mit UHS-II eingeführten zweiten Pin-Reihe übertragen. Die Schnittstellengeschwindigkeit steigt damit auf 985 MByte/s – rund das

Dreifache der bislang schnellsten Karten mit UHS-II-Interface.

Auch die maximale Kapazität der SD-Karten steigt mit der neuen Spezifikation. Während SDXC (SD eXtended Capacity) eine maximale Speicherkapazität von 2 TByte vorsieht, sollen Karten mit SDUC (SD Ultra Capacity) bis zu 128 TByte verwalten können – wie die Hersteller diese riesige Speicherkapazität in den Karten unterbringen sollen, steht in den Sternen.

WD hat vor einigen Wochen erste Demos einer solchen Speicherkarte ge-

## MicroSD- und SD-Karten mit hoher Kapazität – Benchmarks und Praxiswerte

	seq. Transferraten schreiben/lesen <sup>1</sup> [MByte/s]	IOPS schreiben/lesen <sup>2</sup>	Kopiergeschwindigkeiten Video schreiben/lesen <sup>3</sup> [MByte/s]	Kopiergeschwindigkeiten MP3 schreiben/lesen <sup>3</sup> [MByte/s]	Kopiergeschwindigkeiten Text schreiben/lesen <sup>3</sup> [MByte/s]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Kingston Canvas React	83/95	586/1957	75/89	60/84	2,6/36,7
Lexar Professional 633x	89/100	679/1871	72/94	52/90	1,2/28,9
Micron c200	37/95	1257/2923	34/89	31/85	1,7/45,8
SanDisk Extreme	88/95	711/2445	72/89	51/85	1,9/32,7
SanDisk Extreme Pro	87/95	717/2432	71/88	56/86	2,4/40,1
Transcend 300S	56/100	811/1784	52/94	46/90	2,4/29,9

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

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

<sup>3</sup> Kopie von und auf schnelle PCIe-SSD



### Micron c200

Micron assoziiert man eher mit SSDs als mit Speicherkarten – die waren unter dem Lexar-Label angesiedelt. Die c200 gehört damit zu den ersten Speicherkarten von Micron; sie ist die erste MicroSD-Karte mit 1 TByte, die wir testen konnten.

Die hohe Speicherkapazität erreicht Micron durch 3D-Flash in QLC-Technik mit SLC-Cache, beim Schreiben sinkt die Geschwindigkeit daher nach etwa 6 GByte auf rund 40 MByte/s. Die c200 soll zu einem bislang unbekannten Preis im August erhältlich sein.

- ↑ viel Speicherplatz
- ↓ schwächelt beim Schreiben



### SanDisk Extreme (Pro)

SanDisk nutzt bei den Karten der Extreme-Serie ein proprietäres Interface, das mit einem SanDisk-eigenen Kartenleser Lesegeschwindigkeiten von bis zu 160 MByte/s erreichen soll, mit der Extreme Pro sogar 170 [1]. In anderen Kartenlesern liegt die Geschwindigkeit bei maximal rund 95 MByte/s.

Im Kartenleser mit UHS-I-Interface erreichte die Extreme Pro lediglich beim Lesen und Schreiben vieler kleiner Dateien etwas bessere Werte als die Extreme. Der Aufpreis von rund 20 Euro lohnt sich nach unserer Ansicht deshalb nur in wenigen Fällen.

- ↑ schnell
- ↓ teuer / sehr teuer



### Transcend 300S

Transcend ist einer der wenigen Hersteller, die eine normalgroße SD-Karte mit hoher Kapazität von 512 GByte im Programm haben. Sie dürfte vor allem in hochwertigen Kameas zum Einsatz kommen.

Bei der Geschwindigkeit liegt die 300S knapp vor den kleineren Konkurrenten, sowohl bei den Benchmarks als auch bei den Praxismessungen. Obwohl sie kein Logo nach A1-Spezifikation trägt, erfüllt sie die zugehörigen Kriterien, wäre also auch für den Start von Anwendungen gut geeignet.

- ↑ schnell
- ↑ günstig

zeigt. Die Karte erreichte beim Lesen rund 820, beim Schreiben immerhin noch fast 500 MByte/s. Auch die IOPS-Leistung stieg stark an. Bislang hat jedoch noch kein Smartphonehersteller die Unterstützung von SD Express angekündigt, nicht einmal die schnelleren UHS-II-Karten sind nach unserem Wissen im Smartphone angekommen.

### Fazit

Platzprobleme im Smartphone gehören mit den riesigen MicroSD-Karten der Vergangenheit an. 512 GByte oder gar 1 TByte sind für die allermeisten Anwendungsfälle mehr als ausreichend. Die Schreibgeschwindigkeit der Karten liegt – mit Ausnahme der c200 – bei rund 80 MByte/s. Beim sequenzieller Lesen kratzen die Karten an der Grenze der UHS-I-Schnittstelle.

Bei der Auswahl darf man sich deshalb am Preis orientieren. Dieser liegt bei der Canvas React mit etwa 24 Cent pro GByte deutlich niedriger als bei den anderen Modellen. Der Preisunterschied

zwischen den beiden SanDisk-Karten scheint uns nicht gerechtfertigt, da man in der Praxis bei der Geschwindigkeit keinen Unterschied feststellen können wird.

Die SD-Karten von Lexar und Transcend dürften vor allem in Kameras zum Einsatz kommen und mit ihren Speicher-

kapazitäten auch für eine sehr ausgedehnte Fotosafari genügen.

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

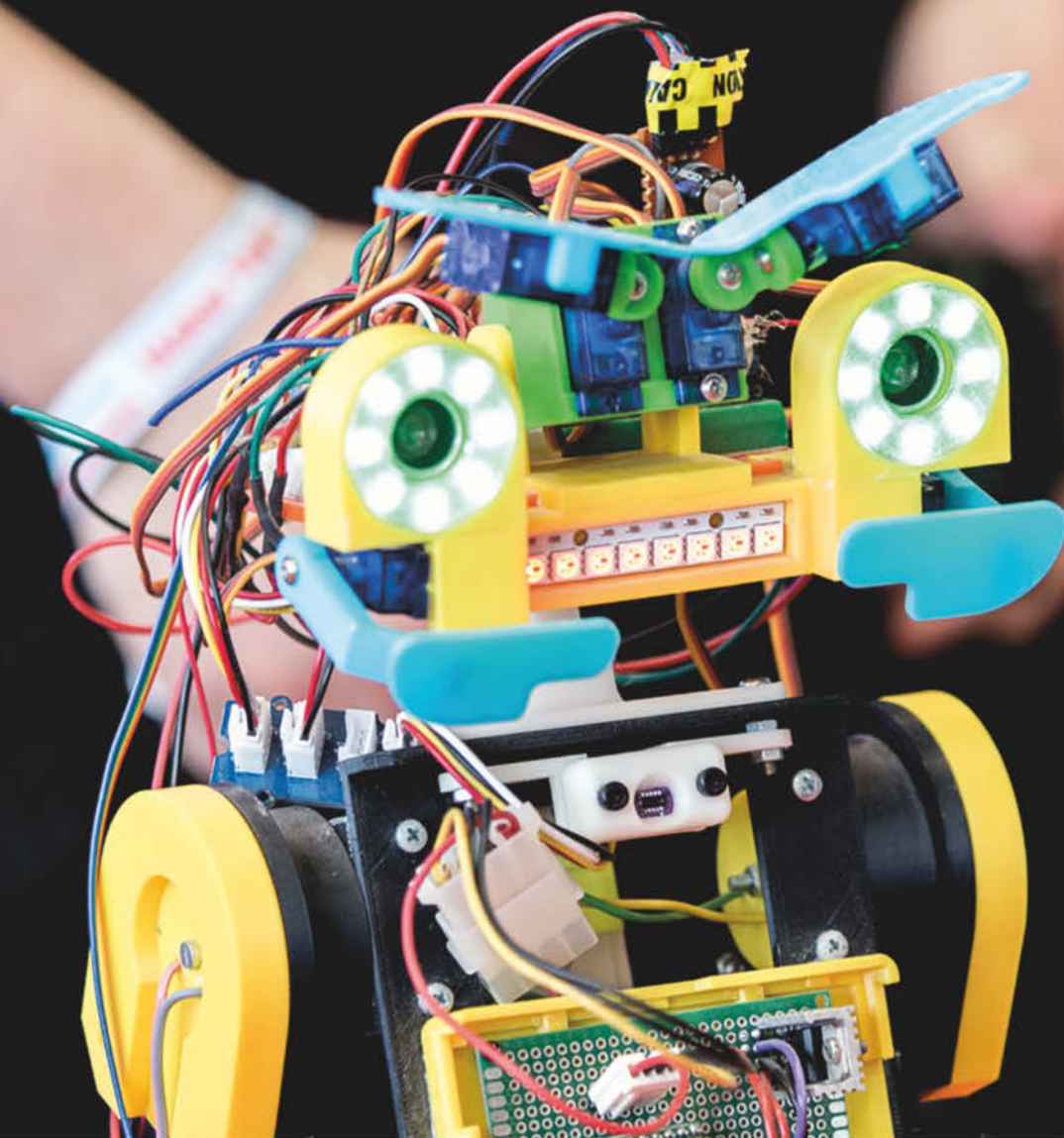
### Literatur

- [1] Lutz Labs, Erweiterungen für die Nische, Speicherkarten: schnellere MicroSD, Nano Memory Card im SIM-Format, c't 3/2019, S. 68

## MicroSD- und SD-Karten mit hoher Kapazität

Modell	Canvas React	Professional 633x	c200	Extreme	Extreme Pro	300S
Hersteller	Kingston, www.kingston.com	Lexar, www.lexar.com	Micron, www.micron.com	SanDisk, www.sandisk.de	SanDisk, www.sandisk.de	Transcend, www.transcend-info.com
Bezeichnung	SDCR/512GBSP	LSD1TCB633	MTSD1TOAKC7MS-1WTCS	SDSQXA1-512G-GN5MA	SDSQXCZ-512G-GN6MA	TS512GSDC300S
Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup>	512 GByte	1000 GByte	1000 GByte	512 GByte	512 GByte	512 GByte
von Windows erkannte Kapazität	466 GByte	955 GByte	931 GByte	477 GByte	477 GByte	461 GByte
App-Class	A1	—	A2	A2	A2	—
Garantie	Lebenslang	k. A.	k. A.	10 Jahre	10 Jahre	5 Jahre
Preis pro Gigabyte	23,6 Cent	37,1 Cent	k. A.	32,6 Cent	38,7 Cent	12,5 Cent
Straßenpreis	121 €	371 €	k. A.	167 €	198 €	64 €

<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.



# Maker Faire® Hannover

Das Festival für Inspiration,  
Kreativität und Innovation.

## 17.–18. August

Hannover Congress Centrum

0–99  
Jahre

**CONRAD**

**WOW**

**SENNHEISER**

präsentiert von:

**Make:**  
make-magazin.de

[maker-faire.de](http://maker-faire.de)

 [MakerFaireDeutschland](#)

[#makerfairehannover](#)





# Smart auf Achse

## Drei Top-Infotainment-Systeme von Audi, BMW und Mercedes

**Die automobile Oberklasse hat die Nase vorn, wenn es um die Integration von Autoradio, Navigation, digitalen Diensten und Smartphone geht – möchte man meinen. Im Test läuft in Sachen High-End-Infotainment und Smartphone-Kopplung dann doch nicht alles rund.**

**Von Sven Hansen und Stefan Porteck**

**W**hatsApp, Spotify und Google Maps sind mittlerweile in jeder Lebenslage wie selbstverständlich. Aber beim Einsteigen ins Auto schneidet man sich vom

digitalen Datenstrom weitestgehend ab, denn der Griff zum Smartphone ist während der Fahrt verboten.

Mittlerweile haben die Autohersteller verstanden, dass die Kunden auf ihre Apps nicht verzichten wollen. Entsprechend schnüren sie Pakete aus Infotainment-Radios und Digitaldiensten, die das Auto zur Online-Plattform ausbauen.

Audi, BMW und Mercedes nutzen die jeweiligen Einstiegsmodelle verstärkt als Technologieträger, um eine jüngere Zielgruppe zu erreichen. Audi schickte uns den aktuellen A1, Mercedes die A-Klasse mit MBUX-System. Bei BMW hätte es eigentlich der 3er sein sollen, für den Test war dann aber nur der nicht ganz so frische X5 verfügbar. Er ist wie der neue 3er mit dem kürzlich vorgestellten Infotain-

ment mit BMW OS 7.0 ausgestattet, das – wie das Mercedes-System – mit einem eigenen Sprachassistenten kommt.

### Bedienkonzept

Bedienen lassen sich die Systeme per Touch am Infotainment-Display in der Mittelkonsole, über die diversen Taster vom Lenkrad aus, per Touchpad oder Dreh-/Drücksteller in der Mittelkonsole, per Sprache oder bei BMW und Audi mit Gesten. Zentrale Funktionen wie die Navigationsansicht sind zusätzlich über spezielle Tasten erreichbar. Echte Knöpfe findet man zudem für Basisfunktionen wie Lautstärke oder Ein/Aus – auch der Beifahrer sollte das Radio ohne Blick ins Bordbuch ausschalten können. BMW macht den Zugriff auf Medieninhalte und Wunschfunktionen über eine Reihe gut zugänglicher Favoritentasten besonders einfach, allerdings ließen sie sich nicht mit beliebigen Online-Inhalten belegen.

Eigentlich ist das Auto der perfekte Einsatzort für hilfreiche Sprachassistenten: Man ist durch die Freisprecheinrichtung ohnehin von Mikrofonen umgeben und bleibt mit Augen und Händen immer voll beim Verkehrsgeschehen.

BMW und Mercedes werben mit „natürlichsprachlicher“ Eingabe. Statt also

vorgestanzte Befehlsschablonen abspulen zu müssen, soll der Fahrer reden, wie ihm der Schnabel gewachsen ist. In der Praxis funktionierte das bei beiden Systemen nur mäßig. Ein Grund dafür dürfte die in Deutschland nach wie vor löchrige LTE-Abdeckung sein – denn die Spracherkennung findet in der Cloud statt und benötigt deshalb eine schnelle Datenverbindung. Ob die gerade vorhanden ist oder nicht, lässt sich bei den Systemen von außen nicht erkennen. So entsteht für den Nutzer ein uneinheitliches Ansprechverhalten, das auf Dauer zu Frustration führt.

Und dann ist da noch das Problem mit den Aufwachworten: Wer im Mercedes über Mercedes redet, dem fällt der Assistent dauernd ins Wort. Das Aussprechen des Markennamens lernte man nach ein paar Tagen in der A-Klasse nach dem Vorbild Lord Voldemorts gekonnt zu umschiffen. Das BMW-System war diesbezüglich deutlich weniger aufdringlich und erlaubt sogar, ein individuelles Aufwachwort zu vereinbaren.

Die nächste Frage ist, was der Assistent im Fahrzeug überhaupt Sinnvolles erledigen kann. Fahrzeugfunktionen bleiben weitgehend außen vor. Über beide Systeme lassen sich immerhin Klimaeinstellungen verändern (Temperatur, Sitzheizung, Lüftung) bei Mercedes konnte man per Sprache sogar das Licht anschalten – wenn auch nur die Leselampe. Wollte man die Massagiefunktion der Sitze triggern, brauchte der MBUX-Assistent schon sehr präzise Kommandos.

BMW's System war immerhin so intelligent, Spracheingaben des Beifahrers korrekt zuzuordnen und auf diesen zu beziehen. Bei der A-Klasse hingegen erwärmt der Beifahrer mit dem Befehl „Sitzheizung ein“ das Gesäß des Fahrers. Bei MBUX kam erschwerend hinzu, dass das System erst 30 Sekunden nach dem Fahrzeugstart auf Spracheingaben reagierte. Bis man den Befehl zur Hintererwärmung abgesetzt hat, hat man längst auf den entsprechenden Taster in der Türverkleidung gedrückt.

## Horch, Audi!

Apropos Knopf drücken: Nur mit einer speziellen Horch-Taste lässt sich die Sprachsteuerung bei Audi zum Leben erwecken. In der einfachen Variante versteht sie Navigationsziele und tätigt Anrufe, im teureren Paket steuert sie auch die Klimatisierung, die Medienwiedergabe und einige Audi-Connect-Dienste.

Wer meint, die Sprachassistentin Alexa sei dumm, sollte sich ein Weilchen mit den drei Sprachassistenten im Auto herumschlagen – man will Alexa danach einen Ehrendokortitel verleihen. Zumindest haben sich die Entwickler hier und da Gedanken gemacht: Auf das Kommando „Rufe meine Geliebte an“ stellt MBUX eine Verbindung zur Ehefrau her; sagt man, dass einem schlecht ist, schlägt es Krankenhäuser als Navi-Ziel vor.

Dass die Hersteller hier Potenzial sehen, offenbart ein Blick in die Liste der Services beim Mercedes-System. So soll eine Smart-Home-Schnittstelle der Telekom in Zukunft für die Fernbedienbarkeit des Heims per Sprache aus dem Fahrzeug sorgen. Allerdings fallen die Systeme meilenweit hinter das zurück, was man heutzutage über den Google Assistent per Smartphone abwickeln kann.

## Abo gefällig?

Die Bestellung der Infotainment-Systeme ist an einen nicht gerade übersichtlichen Wust an Ausstattungspaketen gekoppelt – meist gibt es sie nur in Kombination mit anderen Komfortpaketen oder Fahrassistenzsystemen, weshalb wir in der Tabelle auf Angaben zu den Kosten verzichtet haben. Trotz der mitunter happigen Preise erwirbt man aber zunächst nur die Hardware – sprich die Displays, Sensoren und Schalter. Die digitalen Dienste vertreiben Audi, BMW und Mercedes gesondert in Form von Abos. Soll das Auto etwa Spotify wiedergeben, das Wetter für den Zielort anzeigen oder Tankstellen mit geringsten Preisen heraussuchen, muss das passende Abo an Bord sein. Auch die Digital-Services bündeln die Hersteller mitunter in Paketen – etwa die Navigation, die sich

dann um Plus-Features wie Parkplatzassistenten oder Points-of-Interest erweitern lassen.

Man kann den Herstellern kaum vorwerfen, dass sie ein paar Euro dafür verlangen, stets aktuelle Daten bereitzustellen; auch vor 15 Jahren musste man schließlich in die Tasche greifen, wenn das werkseigene Navi beim Händler ein Karten-Update bekommen sollte. Störend fanden wir vielmehr, dass die Digitaldienste in den Online-Konfiguratoren aller drei Testfahrzeuge eher stiefmütterlich behandelt werden. Während dort jede denkbare Pulverbeschichtung der Felgen akkurat auf den Cent ausgewiesen wird, findet man vorab weitaus schwerer Infos, welche Digitalpakete es überhaupt gibt und was sie kosten.

Häufig wird dem Kunden empfohlen, sich an den Vor-Ort-Händler zu wenden. Der ist mitunter auch dann gefragt, wenn es darum geht, ein gebrauchtes Fahrzeug mit dem eigenen Digital-Account zu verknüpfen oder sein bestehendes Fahrzeug und die laufenden Abos vor dem Weiterverkauf vom eigenen Account zu trennen. Dass auch technisch versierte Nutzer mitunter auf Hilfe angewiesen sind, mussten wir bei unseren Tests feststellen: Auch mithilfe der Kunden- und später der Presse-Hotline gelang es uns bei einem Fahrzeug nicht, die Digitaldienste zu aktivieren. Für den Test erhielten wir schließlich ein Ersatzfahrzeug – eine Art der Problemlösung, in deren Genuss Privatkunden eher nicht kommen dürften.

## Konnektivität

Audi greift auf den Modulare Infotainment Baukasten (MIB) des VW-Konzerns zurück. Der ist etwas in die Jahre gekom-



**Der Notrufknopf steckt beim Audi A1 unter einer Klappe. Das verhindert Fehlalarme, kann im Ernstfall jedoch auch eine Hürde zu viel sein.**

men, was für den Kunden aber durchaus auch Vorteile mit sich bringt. So bietet MIB beispielsweise die größte Auswahl in Sachen Verbindung zum Internet. In der Systembox im Handschuhfach des A1 kann man eine eigene SIM-Karte einlegen, wenn man von der fest im Fahrzeug verbauten SIM unabhängig sein will.

Die privat gesteckte SIM kommt für den WLAN-Hotspot, für verschiedene Datendienste und für Telefonate zum Einsatz. Der A1 unterstützt zusätzlich das von einigen Smartphones bereitgestellte rSAP-Protokoll (remote SIM-Access-Profile), um die SIM des Handys mit zu nutzen. Das Handy lässt sich auch wie bei der Konkurrenz einfach per Bluetooth-Freisprechprotokoll einklinken.

Bei allen drei Systemen lässt sich der Vertrag der eingebauten SIM zu unterschiedlichen Konditionen auch für die Internetversorgung im Auto nutzen. Über einen WLAN-Hotspot erhalten die Mobilgeräte im Auto einen Zugriff auf die LTE-Daten. Hier konnte Audi mit besonders flexiblen Tarifen punkten: Es lassen sich Datenpakete auch für kürzere Zeiträume direkt aus dem Fahrzeug buchen – etwa für einen Urlaub. Für 5 GByte/30 Tage zahlt man allerdings 34 Euro.

Sollte man das Fahrzeug einmal verkaufen, sorgt der SIM-Karteneinschub wiederum für besonders viel Flexibilität, da man die eigene SIM einfach herauszieht und behält. Sollten die diversen Services zu diesem Zeitpunkt nicht mehr zur Verfügung stehen, kann der neue Besitzer eine Basiskonnektivität zumindest über einen eigenen Vertrag herstellen.

Alle Autos boten übrigens die bei neu durch das Kraftfahrtbundesamt zugelassenen Fahrzeugen inzwischen vorgeschriebene Notruffunktion. Beim Audi A1 war der Taster allerdings unter einer zusätzlichen Klappe wie beim Feuerknopf eines Kampfjets verborgen. Das verhindert zwar ein versehentliches Drücken, aber es wäre tragisch, wenn die Kraft nach einem Infarkt zwar noch für die Abdeckklappe, aber nicht mehr für den Taster reicht.

## Ein stromiges Plätzchen

Alle drei Fahrzeuge waren mit einer Handyschale in der Mittelkonsole ausgestattet, über die sich compatible Smartphones kabellos per Qi aufladen lassen. Das funktionierte im Test problemlos und führte zu einem reibungslosen Übergang von der Straße ins Auto: Das Smartphone verbindet sich per Bluetooth automatisch und kann langsam ladend in der Schale verbleiben. Alle drei Kandidaten sorgen zudem für besseren Empfang, indem sie dem geparkten Smartphone das Antennensignal der Außenantenne bereitstellen.

Holprig wird es, wenn man sein Smartphone per Android Auto oder CarPlay auf dem Infotainment-Display nutzen will. Auch wenn beide inzwischen kabellos funktionieren sollen, waren sie in den Testautos auf eine USB-Verbindung angewiesen. Die Ladeschalen von Audi und Mercedes waren zu eng geschnitten, als dass sie ein Smartphone mit hervorragendem Stecker fassen konnten.

BMW legt wenigstens einen passenden Adapter mit abgewinkeltem Stecker bei, sodass sich kleinere Handys verkabelt ablegen lassen. Bei Mercedes wird einem der Drang zur Moderne zum Verhängnis: Das Fahrzeug bietet ausschließlich USB-C an. Um CarPlay aufs Display zu zaubern, mussten wir die beigelegten Mercedes-Adapterkabel kaskadieren: Von USB-C auf USB-A auf Lightning – schön ist das nicht. Zudem dürfte das ausschließliche



## Audi

Das Audi-System lässt sich über das breite, gut lesbare und auch gut erreichbare Zentralsdisplay in der Mittelkonsole flüssig bedienen. Am linken Bildrand blendet es stets Schaltflächen für den Wechsel zu wichtigen Anwendungen wie Radio oder Navigation an. So findet man sich schnell zurecht und muss nicht während der Fahrt durch etliche Menüs irren, nur um mal schnell den Radiosender zu wechseln.

Manche Dinge wie das Scrollen durch Listen oder Radiosender lassen sich auch mit Handgesten einige Zentimeter vor dem Display erledigen – was beim Fahren weniger ablenkt als der Blick aufs Display. Mit ausgefeilten Gesten, wie BMW sie bietet, wartet Audi jedoch nicht auf. Alternativ ruft man dem Audi den gewünschten Befehl zu. Unter anderem bei der Suche nach Navigationszielen lässt sich auch festlegen, ob ein Server von Audi die Anfrage bearbeiten soll oder eine Google-Suche einspringt.

Das Infotainment-Display ist recht flach und breit. Die eigenen Menüs und Anwendungen finden dort gut Platz, die Nutzung von Android Auto wirkt dagegen sehr gedrungen, da dessen Oberfläche am unteren Rand eine mehr als daumendicke App-Leiste einblendet, die kostbaren Platz verschlingt. CarPlay hat dank der vertikalen Button-Leiste am linken Rand weniger mit dem Kinoformat zu kämpfen. Positiv bei der Nutzung beider Oberflächen fanden wir, dass die Audi-eigenen Icons am linken Bildrand bestehen blieben, weshalb der Wechsel zwischen den Systemen sich kaum wie ein Medienbruch anfühlte.

Geht es um Konnektivität, kann das System als einziges mit einem separaten SIM-Karteneinschub aufwarten. Die Connected Services lassen sich also wahlweise über die interne SIM des Fahrzeugs oder über einen eigenen Vertrag abrufen. Dieser lässt sich auch für das Aufziehen eines WLAN-Hotspots im Fahrzeug nutzen. Statt wie bei Mercedes (Vodafone) und BMW (Telekom) auf einen Anbieter beschränkt zu sein, hat man also die freie Wahl.

- ↑ eigene SIM nutzbar
- ↑ flüssig und intuitiv bedienbar
- ↓ kein vollwertiger Sprachassistent





## BMW

Ein Ausschnitt der Navigationskarte lässt sich bei BMW OS 7.0 auch auf das Instrumentendisplay legen, allerdings wurde die Übersichtlichkeit hier dem schickeren Design untergeordnet. Der Kartenausschnitt wird zu den Seiten recht dekorativ ausgeblendet und ist dadurch oft schlicht zu klein.

Für die Gestensteuerung des Systems braucht es schon ein ziemlich ruhiges Händchen. Statische Gesten wie das Zeigen von zwei Fingern werden recht sicher erkannt. Die Kreisbewegung für das Verstellen der Lautstärke führt hingegen nicht immer zum gewünschten Ergebnis – hier greift man schnell wieder zum Lautstärkeknopf.

Das 12,3-Zoll-Display lässt sich gut per Touch bedienen, die Bedienoberfläche ist jedoch für den iDrive-Controller optimiert. Der Drehdrückknopf mit integriertem Touchpad liegt perfekt in der rechten Hand und vermittelt mit satten Klickgeräuschen und festem Druckpunkt ein solides Gefühl – versehentliche Fehlbedienungen sind ob des benötigten Kraftaufwandes sehr selten.

Eine weitere Besonderheit ist der flexibel anpassbare Homescreen. Hier finden sich kachelartige Widgets, deren Position und Anordnung sich per Touch oder mit dem iDrive-Controller anpassen lässt. Zudem kann man weitere Kacheln mit gewünschten Informationen und Funktionen hinzufügen. Als einziges System im Test konnte BMWs OS 7.0 Nutzeranfragen abhängig von der jeweiligen Sitzposition beantworten: Äußert der Beifahrer den Wunsch nach Wärme, reagiert die Klimaanlage auf seiner Seite. Außerdem konnte man der Sprachassistentin ein eigenes Aufwachwort verpassen.

Im Kundenportal BMW ConnectedDrive bietet der Hersteller einen ganzen Strauß digitaler Zusatzdienste an, die sich kostenpflichtig zuschalten lassen. Dazu zählt eine Schnittstelle für Office 365, Musikstreaming via Napster und Deezer sowie ein Online-Fahrtenbuch. Die meisten Services lassen sich einen Monat lang für einen Euro testen. Ins Netz kommt man nur zu den von BMW vorgegebenen Konditionen. Eine eigene SIM kann man nicht nutzen.

- ↑ kaum anfällig für Fehlbedienungen
- ↑ über Kacheln individualisierbar
- ↓ wirkt altbacken



## Mercedes

Dem MBUX-System merkt man an, dass es von Grund auf neu entwickelt wurde. So lassen sich außer der Bedienung von Radio und Navigation auch die Fahrzeugeinstellungen per Touch auf dem Cockpit-Display aufrufen. Dafür muss der Fahrer nur auf dem virtuellen Auto an die gewünschte Position tippen, die er verstellen möchte – etwa den Außenspiegel. Die Bilder rendert das System flüssig in Echtzeit. Möglich machen es leistungsstarke Prozessoren von Nvidia.

Die Rechenleistung kommt auch der Navigation zugute: Als einziges System im Test nutzt die Navigationsdarstellung auf Wunsch Augmented Reality. Hierbei wird neben der Karte ein Kamerabild angezeigt, in das MBUX perspektivisch korrekt Abbiegepeile, Straßennamen und Hausnummern über der Fahrbahn einblendet. Ein weiteres praktisches Feature: Steht man in der ersten Reihe an der Ampel, richtet sich die Kamera auf die Ampel aus, sodass man auf dem Display ohne Verrenkungen sieht, wenn sie auf Grün springt.

Bei der Bedienung will es MBUX jedem recht machen: In der Mittelkonsole steht ein Clickwheel nebst Touchpad bereit, am Lenkrad zusätzlich links und rechts ein Steuerkreuz mit einem etwa Cent-großen Touchpad in der Mitte.

Die Bedienoberfläche setzt auf große Symbole statt auf kleine Icons und unterscheidet sich leicht von den anderen Systemen: Interessant ist die stärkere Trennung zwischen dem Tacho- und dem Hauptdisplay, die jeweils mit dem linken und dem rechten Steuerkreuz am Lenkrad bedient werden. Nach wenig Eingewöhnung findet man sich in der Entertainment-, Fahrzeug- und Navigationsbedienung gut zurecht. Es fühlt sich etwa so an, als habe man zwei unabhängige Android-Tablets vor der Nase.

Die Menge der Bedienelemente ist zwar löblich, aber die Benutzerführung nicht immer stringent: Zwar lassen sich die meisten Funktionen über alle Eingabemethoden aufrufen – aber eben nicht alle. So erreicht man beispielsweise die Konfiguration des Head-up-Displays nur über das linke Steuerkreuz am Lenkrad. Wenig technikaffine Fahrer dürften ob der Anzahl der Knöpfe, Wippen, Clickwheels und Touch-Elemente überfordert sein.

- ↑ frischer Bedienanastz
- ↑ detailliert konfigurierbares HUD
- ↓ oft Fehlbedienung durch Sensorflächen im Lenkrad

USB-C-Angebot die Mitfahrer frustrieren. Theoretisch könnte man laden, aber wer hat schon ein USB-C-Kabel für sein Smartphone oder Tablet am Start. Audi und BMW haben neben die USB-C- auch klassische USB-A-Buchsen eingebaut.

## Auf- und Appgeschlossen

Die Hersteller bieten zu ihren Systemen passende Apps für Android und iOS an. Nach dem Anlegen eines Nutzerkontos lassen sich die Fahrzeuge durch Eingabe der Fahrgestellnummer (VIN, Vehicle Identification Number) mit dem Konto verknüpfen. Über die App erfährt man beispielsweise, ob Fenster und Türen ordnungsgemäß verschlossen sind oder wie es um den Füllstand des Tanks steht. Die Zahl der per App ausführbaren Aktionen hält sich in Grenzen: Die Fahrzeuge lassen sich über die Cloud entriegeln, das BMW-System erlaubt zudem das Betätigen von Hupe/Lichthupe – falls man das SUV mal aus den Augen verloren hat.

Alle drei Apps taugen zur Punkt-zu-Punkt-Navigation. Sie führen einen zum Standort des Fahrzeugs, das Fernziel lässt sich automatisch ans Infotainment-System übertragen. Das ist praktisch, um einen Trip bequem auf dem Handy zu planen und sich damit die teils mühsame Zieleingabe im Fahrzeug zu ersparen.

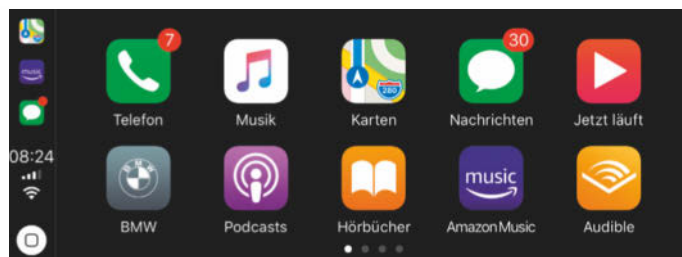
Gespannt waren wir auf die NFC-Schließsysteme von BMW und Mercedes, die ein Öffnen des Fahrzeugs durch Vorhalten des Smartphone erlauben sollen. Die Liste der unterstützten Telefone beschränkte sich allerdings auf wenige Samsung-Modelle, und selbst die ließen sich im Test nicht als Schlüssel nutzen. Hintergrund war wohl, dass sich die Handys nur dann als Schlüssel registrieren lassen, wenn der aktuelle Security-Patch von Android installiert ist – doch der war für die Samsung-Geräte noch nicht verfügbar.

Mercedes liefert alternativ eine Chipkarte, die man sich auf die Handyhülle kleben kann. Mit ihr lässt sich das Fahrzeug auch ohne Systemschlüssel öffnen und starten.

## CarPlay/Android Auto

Unabhängig vom Funktionsumfang haben die eigenen Systeme aller Autohersteller zwei große Konkurrenten, die quasi schon auf den Smartphones schlummern und nur aufgeweckt werden müssen: Android Auto und Apple CarPlay. Beide Systeme holen die auf dem Smartphone lieb-

**CarPlay bringt eine Vielzahl klassischer Smartphone-Apps im leicht angepassten Look auf die Fahrzeug-Displays.**



gewonnenen Apps in einer mehr oder weniger PKW-tauglichen Oberfläche auf die Displays der Mittelkonsole und bringen mit Siri und dem Google Assistant auch die bekannten Sprachassistenten ins Auto – ein langer Druck auf die Sprechstaste am Lenkrad weckt sie auf.

Wer auch im Auto beispielsweise seine Musik auf Deezer oder Spotify hören will, Google Maps zum Navigieren nutzt oder nicht auf seine gewohnte Podcast-App verzichten will, wird mit beiden Systemen glücklich werden: Die Sprachsteuerung klappt nach unseren Erfahrungen deutlich besser als bei den Pkw-Systemen, die bei der semantischen Erkennung dem Google Assistant und Siri klar unterlegen sind.

Darüber hinaus bieten die Systeme den Vorteil, dass man seine gewohnten Apps nutzt, alle Features ohne kostenpflichtiges Abo bekommt und stets auf Live-Verkehrsdaten zugreift. Zudem braucht man keinen zweiten Mobilfunkvertrag, denn die Daten liefert die SIM-Karte im Handy. Die Updates für CarPlay und Android Auto kommen direkt von Apple und Google als Aktualisierung für die jeweilige Smartphone-App. Man hat also stets die neueste Version, ohne dass das Entertainmentssystem der Autos mitspielen muss – es wird ja schließlich nur als „verlängertes Display“ genutzt. Davon werden die Nutzer in Kürze besonders profitieren: Sowohl Google als auch Apple haben ihre Systeme optisch und funktional gründlich überarbeitet und wollen sie noch diesen Sommer ausspielen.

Bei so viel Konkurrenz zu den fahrzeugeigenen Systemen wundert es nicht, dass die Hersteller nicht vor Freude in die Hände klatschen, sondern die Nutzung eher ausbremsen: So verschließt sich BMW nach wie vor der Android-Oberfläche und bietet nur die Unterstützung für CarPlay an. Und die bekommt man auch nur gegen Aufpreis. Audi und Mercedes unterstützen zwar Apple und Google, aber auch hier muss man für die Freischaltung mehrere hundert Euro auf den Tisch legen.

Die Integration von CarPlay und Android Auto ist jedoch limitiert. So lässt sich mit der sehr guten Sprachsteuerung nur die Infotainment-Oberflächen bedienen, doch der Zugriff auf Fahrzeugfunktionen bleibt komplett verwehrt. Ein „Hey Google, mach’ die Klimaanlage an“ funktioniert also bei keinem der drei Hersteller.

Die Oberflächen von Apple und Google fristen ihr Dasein eingesperrt auf dem zentralen Infotainment-Display. Eine Anzeige etwa von Google Maps direkt im Tacho-Display klappte bei unseren Testfahrzeugen nicht.

Ein Mischbetrieb von Funktion der Fahrzeug-Entertainment-Systeme und Apple- oder Google-Oberflächen funktioniert ebenfalls nicht. Einzig der zuletzt gehörte Radiosender dudelt weiter, wenn man auf Smartphone-Betrieb umschaltet.

## Fazit

Die aktuellen Infotainment-Systeme sind mittlerweile im Digitalzeitalter angekommen. Ob Sprachsteuerung, digitale Assistenten, Live-Daten zur Verkehrslage oder Musikstreaming: Grundsätzlich ist alles vorhanden. An die Flexibilität und Angebotsvielfalt eines aktuellen Smartphones kommen die Systeme von Audi, BMW und Mercedes dennoch nicht heran.

Die größten Unterschiede zwischen den Herstellern zeigen sich bei den Bedienkonzepten und dem Look-and-Feel der jeweiligen Oberfläche. Hier versuchen sich alle Hersteller am Spagat zwischen klassischen Bedienelementen, wie man sie aus Autos kennt, und neuen Konzepten, die die jüngeren Kunden durch Nutzung von Smartphones und Tablets erlernt haben. Herausgekommen ist ein buntes Nebeneinander von Sprache, Gesten, Touch und klassischen Knöpfen. Gerade beim Thema Spracherkennung und Gesten ist allerdings noch deutlich Luft nach oben.

Ebenfalls verbesserungswürdig ist die Vermarktung und der Erklärung der digitalen Dienste im Fahrzeugkonfigurator: Oft wird nicht klar, welche Hard- und Soft-

## Infotainment

Testfahrzeug	Audi A1	Mercedes A-Klasse	BMW X5
Infotainmentsystem	MMI	MBUX	Connected Drive
Haupt-Displays	10,1 Zoll 1 (1.540 × 720 Pixel), Touch (ab Vorbereitung für MMI Navigation plus, 850 Euro)	10,25 Zoll (1920 × 720 Pixel nur mit Display-Paket), Touch	12,3 Zoll (1920 × 1080 Pixel), Touch
Instrumentendisplay	10,25 Zoll	10,25 Zoll (1920 × 720 Pixel nur mit Display-Paket)	12,3 Zoll
<b>Schnittstellen</b>			
USB-A / USB-C / SD-Einschub	1 / 1 / 1	– / 3 / –	1 / 1 / –
Bluetooth / WLAN	✓ (Audio, Telefonie, MAP) / ✓ (2,4 GHz)	✓ (Audio, Telefonie) / ✓ (2,4 GHz)	✓ (Audio, Telefonie) / ✓ (2,4 GHz)
GSM / LTE	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
GNSS	✓	✓	✓
integrierte SIM / Anbieter	✓ (Datenpakete erhältlich) / Cubic Telecom	✓ (Datenpakete erhältlich) / Vodafone	✓ (Datenpakete erhältlich) / Telekom hotspot drive
inkludierte Daten	OTA Updates, Internetradio	OTA Updates, Internetradio	OTA Updates
SIM-Karteneinschub	✓ (Telefonie / Daten)	–	–
<b>Ausstattung</b>			
SD-Karten-Slot / bis 400 GByte	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
USB-Stick FAT32 / NTFS	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB-HDD FAT32 / NTFS	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
Notruffunktion	✓	✓	✓
int. Festplatte (Medien)	–	–	✓ (32 GByte für eigene Daten)
Radio UKW / DAB+ / Internetradio	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓ (Tuneln)	✓ / ✓ / –
Favoriten Tuner-übergreifend	✓	–	✓ (kein Internetradio)
<b>Sprachsteuerung</b>			
Zieleingabe Sprache / Handy-Adressbuch	✓ / –	✓ / ✓ (nur nach Import von Kontakten)	✓ / ✓ (nur nach Import von Kontakten)
Fahrzeugsteuerung	✓	✓ (Sitzheizung, Klima, Leselicht)	✓ (Sitzheizung, Klima)
Mail / Messenger / SMS	✓ (via MAP) / – / ✓ (via MAP)	✓ / – / ✓	✓ (Office 365, iMessage, nur iOS) / – / ✓
Spracherkennung online / offline	✓ (Nuance) / ✓	✓ (Nuance) / ✓	✓ (Nuance) / ✓
digitale Assistenten	–	✓ (MB-System)	✓
Steuerung via Alexa / Google Home	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
<b>Navigation</b>			
Verkehrsinform TMC / online	✓ / ✓ (TomTom)	✓ / ✓ (TomTom)	✓ / ✓ (here)
POI-Liste / Online-Suche	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Routen von Google / App	– / ✓	– / ✓	– / ✓
Fahrtspurhilfe / Illustration / ETA	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Landmarken / Satellit / Streetview	– / ✓ / –	– / ✓ / –	– / ✓ / –
over the air update (Karten)	✓ (geht nicht aufs Datenvolumen)	✓	✓ (je nach Paket)
<b>Internet</b>			
WLAN-Hotspot	✓ über eigene SIM / (über integrierte SIM: 15 € / Mon. (2 GByte), 34 € / Mon. (5 GByte), 150 € / Jahr (25 GByte))	✓ (über integrierte SIM via Vodafone 2 € / Tag (500 MByte), 10 € monatl. (2 GByte), 20 € monatl. (10 GByte), 100 € Jahr (50 GByte))	✓ über integrierte SIM via Telekom (hotspot drive): 10 € / Mon. (3 GByte), 15 € / Mon. (5 GByte), 25 € / Mon. (10 GByte)
Tethering per Bluetooth / WLAN / rSAP	– / – / ✓	– / – / –	– / – / –
Nutzung der Außenantennen	✓	✓	✓
freier Browser	–	✓	–
Verbindungs-App	myAudi	Mercedes me	Connected
Fernsteuerung	Öffnen/Schließen, Zielübermittlung	Öffnen/Schließen, Zielübermittlung	Öffnen/Schließen, Zielübermittlung, Hupe, Lichthupe
<b>Integrierte Services</b>			
Parkplatzsuche / Tanken / Wetter	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓
Musik-Stream./ Internetradio / Podcasts	– / ✓ / ✓	– / ✓ / –	✓ / – / –
Android Auto / Carplay	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
<b>Bewertung</b>			
Bedienung	⊕	○	⊕⊕
Navigation	⊕	⊕	⊕
Multimedia	⊕	⊕	○
Internet	⊕	⊕	○
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe			

ware-Pakete man wirklich benötigt und welche laufenden Kosten sie später verursachen werden.

In jedem Fall sollte man aus unserer Sicht die Unterstützung für Android Auto

und CarPlay dazubuchen: Beide Systeme sind intuitiv, leistungsfähig und werden von Apple und Google kontinuierlich – wenn auch im Schnecken tempo – weiterentwickelt. Sollte man mit dem fahrzeug-

eigenen System nicht mehr zufrieden sein oder mit ungewollten Abo-Kosten konfrontiert werden, bieten die Smartphone-Schnittstellen einen bequemen Ausweg.

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





# Wachposten

## Neun smarte Überwachungskameras mit App-Steuerung für innen und außen

**Nicht nur zur Urlaubszeit möchte man wissen, ob zu Hause alles in Ordnung ist. Smarte Überwachungskameras filmen kurze Videos, sobald sie Bewegung oder Geräusche in der Nähe registrieren und erlauben den beruhigenden Blick per App ins Heim.**

**Von Holger Zelder**

**S**marthe Überwachungskameras sind per WLAN oder Ethernet-Kabel mit dem heimischen Netzwerk verbunden. Kommt Ihnen etwas vor die Linse, schi-

cken sie eine Push-Benachrichtigung oder E-Mail und zeigen per App auf dem Smartphone den Live-Stream an.

Wir haben neun Kameras zwischen 70 und 400 Euro getestet, die sich für den Innen- oder für den Außenbereich eignen: die Baby von Arlo, die Eufycam E aus dem Hause Anker, Canarys Flex, die CTQ6C von Ezviz, Logitechs Circle 2, die Nest Cam iQ von Nest, Netatmos smarte Innenkamera, die Floodlight Cam vom Hersteller Ring sowie die Outdoor Camera 1080 P von Yi.

### App-Steuerung

Jede der getesteten Kameras lässt sich über die jeweilige Hersteller-App einrichten und bedienen. Vorher muss man sich mit

einer E-Mail-Adresse registrieren. Alle Apps zeigen Live-Bilder samt Ton aus den Kameras. Am Rechner greift man über den Browser zu, einige Kandidaten bringen auch eine eigene Mac- oder Windows-App mit. Bei allen Herstellern lassen sich mehrere Kameras mit einer App benutzen. Bis auf die Netatmo besitzen alle Kameras eingebaute Lautsprecher und erlauben es, mit dem Gefilmten zu sprechen (2-Wege-Audio oder „Talkback“).

Wenn eine Kamera Bewegungen registriert, beginnt sie die Aufzeichnung automatisch (mehr zur Speicherung weiter unten) und schickt eine Benachrichtigung auf den Sperrbildschirm. Das klappte zwar bei allen Kandidaten gut, wenn aber Katzen, Eichhörnchen oder Vögel durch das Kamerasichtfeld huschten oder Zweige und Blätter vor der Linse wehen, hagelt es oft störende Fehlalarme.

Bei jedem Modell kann man die Empfindlichkeit der Bewegungserkennung justieren. Mit definierbaren Aktivitätszonen im Sichtfeld überwachen manche Kameras etwa Tür und Fenster im Wohnzimmer, reagieren aber nicht darauf, wenn der Fernseher aufflackert. Über Zeitpläne können einige Geräte die Überwachung nur an bestimmten Wochentagen oder in der Nacht starten, etwa wenn alle schlaf-

fen. Erlaubt man den Apps die Standortbestimmung des Handys (Geofencing) und installiert sie auf den Handys aller Familienmitglieder, schalten die Kameras sich automatisch ein, sobald alle Bewohner das Haus verlassen haben. Die Geräte von Logitech, Canary, Ring, Nest und Netatmo unterscheiden zwischen bewegten Objekten und Personen. Die Modelle von Arlo, Nest und Netatmo benachrichtigen den Nutzer auf Wunsch auch bei Geräuschen.

## Daten sicher sichern

Einige Kandidaten legen Filme und Fotos nach Möglichkeit in der Cloud ab, wo Diebe sie nicht entwenden können. Die anderen speichern die Aufnahmen lokal auf einer microSD-Karte in der Kamera oder einem NAS-System. Das hat zwar den Vorteil, dass die Videos nicht das Haus verlassen. Will man sie zum Einbruchschutz nutzen, muss man dann Kamera und gegebenenfalls den Netzwerkserver so aufstellen, dass sie nicht so leicht gefunden und geklaut werden.

Alternativ bieten sich Cloud-Dienste an, die fast jeder Hersteller bereitstellt und ohne die viele Kandidaten gar nicht erst funktionieren. Bei manchen ist dabei nur die Basisnutzung kostenlos. Will man die Daten für mehrere Tage oder Wochen speichern, fallen meist zwischen 3 und 10 Euro pro Monat an. Einige Hersteller koppeln Komfortfunktionen oder den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Kameras an ein kostenpflichtiges Abo. Wer sich eine Überwachungskamera anschafft, muss also die laufenden Abokosten für die Cloud zum Anschaffungspreis hinzurechnen.

Alle Hersteller geben an, dass sie die Daten sicher und verschlüsselt übertragen. Doch selbst dann möchte nicht jeder die Bilder seiner Liebsten auf fremden Servern speichern, insbesondere wenn diese nicht in Europa stehen. Außerdem gilt für jede Kamera mit Internetzugang, dass sie gehackt werden könnte.

## Smart Home

Bis auf die Kamera von Yi unterstützen alle Testkandidaten Amazons Alexa, den Google Assistant oder beides. So lassen sich die Live-Bilder der Kameras auf Wunsch auf ein Echo-Show-Gerät oder ein TV mit Chromecast beamen.

Für Apples Smart-Home-Schnittstelle HomeKit sind die Testkandidaten von Arlo, Logitech und Netatmo zertifiziert. Einmal in ein Zuhause integriert, tauchen

sie jeweils als zwei Geräte in Apples Home-App auf: als Bewegungsmelder, der sich auch für Automationen nutzen lässt, sowie als Kamera, die ihren Live-Stream an die Home-App überträgt. Läuft jemand an einer HomeKit-kompatiblen Kamera vorbei, kann der Bewegungsmelder beispielsweise eine Lampe einschalten.

Fast alle Testkandidaten nehmen Videos mit maximal 1920 × 1080 Pixeln (Full HD) auf, die Canary Flex nur mit 1280 × 720 Pixeln (HD). Die Auflösung lässt sich bei einigen Kandidaten stufenweise reduzieren, um Bandbreite und Speicherplatz zu sparen. Die Kameras von Canary, Netatmo und Ring regeln die Bildqualität bei schlechter Netzwerkgeschwindigkeit automatisch herunter. Trotz hoher Pixelzahl liefern die Kandidaten nicht immer die beste Videoqualität. So nehmen einige Geräte weniger als 24 Bilder pro Sekunde auf, wodurch die Videos ruckeln. Bewegt sich eine erfasste Person zu schnell, verwischen oder fehlen Details.

Die Kandidaten besitzen extra weite Blickwinkel und decken je nach Einstellung mindestens einen Viertelkreis und maximal einen Halbkreis (180°) ab, wodurch sie Gärten oder große Räume erfassen. Je größer das Sichtfeld ausfällt, desto stärker ist die Kissenverzerrung. Zusätzlich verlieren Aufnahmen bei größerer Entfernung an Schärfe. Bei kleineren Blickwinkeln besitzen die Kameras zwar eine höhere Auflösung, müssten aber mit mehr Abstand aufgestellt werden, um weite Bereiche zu erfassen. Die Kamera von Ezviz hat als einzige einen eingebauten Motor, mit dem sie das Gehäuse App-gesteuert oder automatisch horizontal und vertikal schwenken kann, um einen größeren Bereich zu erfassen. Einen optischen Zoom besitzt keine der Kameras.

## Nachtwächter

Damit die Kandidaten im Dunkeln ebenfalls filmen, erkennen ihre Sensoren auch Infrarotlicht. Die Aufnahmen erscheinen dann für das menschliche Auge umgewandelt als Schwarzweiß-Bild. Alle Testkandidaten verfügen über abschaltbare Infrarot-LEDs, mit denen sie kleine Bereiche vor der Linse im für den Menschen unsichtbaren IR-Spektrum erhellen. Dabei sollten die Kameras nicht zu nah an Gegenständen, Wänden oder Fenstern stehen, da diese das Licht reflektieren und die Aufnahme stören können.

Die Floodlight Cam von Ring besitzt neben Infrarot-LEDs auch zwei klassische

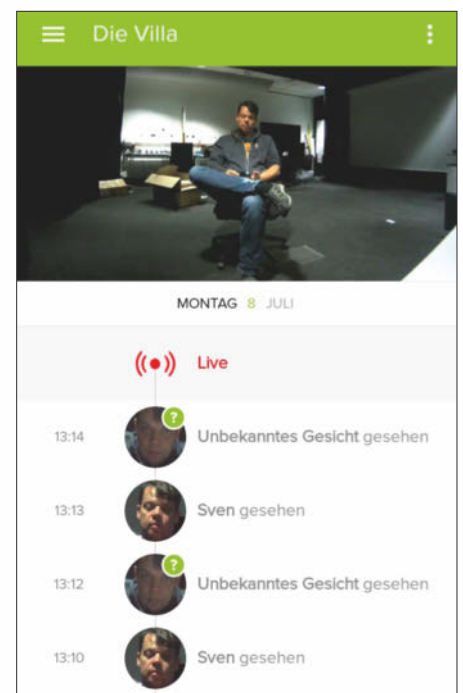
LED-Spots, die den eigenen Garten zumindest stellenweise merklich aufhellen.

## Fazit

Die getesteten Kameras hatten keine größeren Schwierigkeiten, Bewegungen zu erkennen und eigenständig zu filmen. Lediglich die Yi-Kamera fiel mit häufigen Fehlalarmen negativ auf.

Hinsichtlich Bildqualität zeigten sich die teureren Kandidaten den günstigen meistens überlegen. Bei den Innenkameras überzeugte die Nest Cam IQ mit einer hohen Schärfe, guter Bewegungserkennung und intelligenten Funktionen. Leider stehen ohne kostenpflichtiges Cloud-Abo nicht alle Funktionen zur Verfügung. Logitechs Circle 2 bietet zwar etwas weniger Funktionen und eine schlechtere Bildqualität, punktet aber mit großem Blickwinkel und lässt sich innen und außen anbringen. Hier ist immerhin die Cloud-Speicherung für 24 Stunden kostenlos.

Ankers Eufycam E empfiehlt sich sowohl für den Innen- als auch für den Außenbereich, wenn man auf einen Cloud-Dienst verzichten will. Das Kamera-Set lieferte scharfe Videos, die Bildwiederholrate könnte aber höher sein. Damit Diebe die Aufnahmen nicht entwenden, sollte man das Gateway möglichst unzugänglich aufbewahren – oder die Videos auf einem weggesperrten NAS sichern. (sha@ct.de) **ct**



Netatmos „Smarte Innenkamera“ – ehemals „Welcome“ – kann Gesichter erkennen und Profilen zuordnen.



## Anker Eufycam E

Zur etwas schlicht verarbeiteten Eufycam E gehört ein Homebase genanntes Gateway, das man per Ethernet mit dem heimischen Router verbindet. Es kommuniziert mit der Kamera über ein eigenes Sub-1-GHz-Funknetz. Maximal 16 Kameras sollen sich koppeln lassen. Versucht ein Langfinger, eine Eufycam zu stehlen, lösen Bewegungssensoren Alarm aus. Eine Sirene ertönt dann aus Kamera-lautsprechern nebst Homebase, und auch die App schlägt Alarm.

Die Aufnahmen starten bewegungsgesteuert oder auf Knopfdruck; Fehlalarme traten nur selten auf. Die zugehörige App Eufy Security ist sehr aufgeräumt und erlaubt es, Zeitpläne, Aktivitätsbereiche und Geofencing einzurichten. Die Videoqualität ist ordentlich. Mit 140 Grad reicht der Blickwinkel innen wie außen, um größere Flächen zu überwachen. Die Aufzeichnungen waren sowohl tags als auch nachts scharf und detailreich, die Bildwiederholrate lag allerdings nur bei 15 fps.

Anker bietet zwar für umgerechnet 2,70 Euro monatlich einen Cloud-Service an, die Videos werden von Haus aus aber auf einer MicroSD-Karte gespeichert. Ein Kärtchen mit 16 GByte liegt bei. Alternativ unterstützt die Homebase auch NAS-Systeme als Speicherort, die den RTSP-Standard unterstützen. Das können zum Beispiel die Modelle von Synology.

- ↑ für NAS geeignet
- ↓ schlechte Verarbeitung
- ↓ zusätzliches Gateway



## Arlo Baby

Mit ansteckbaren Hasenohren- und -füßchen erinnert die 230 Euro teure Arlo Baby fast schon an einen Spielzeugroboter. Die Aufmachung soll dabei helfen, dass sich die Kamera als Babyfon unauffällig im Kinderzimmer einfügt. Der „Kopf“ mit dem Objektiv lässt sich drehen und neigen. Ein LED-Ring auf der Kamerarückseite dient als farbenfrohes Nachtlcht. Drückt man einen Knopf an der Seite, ertönt aus dem Lautsprecher ein Schlaflied.

Sensoren für Luftgüte und Temperatur warnen die Eltern bei schlechtem Raumklima. Durch einen eingebauten Akku kann man die Knubbel-Kamera für ein paar Stunden vom Strom trennen – für eine komplette Nachtschicht reicht es allerdings nicht. Die Videoqualität war überzeugend und vor allem auf kurze Entfernungen scharf; bei schwacher Netzverbindung traten vereinzelt Video-Artefakte auf. Die Baby speichert die Videos ausschließlich in der Hersteller-Cloud. Bis zu fünf Arlo-Kameras darf man ohne Gebühren gleichzeitig benutzen.

Die App war zwar aufgeräumt und leicht bedienbar, lästigerweise wurden wir bei Nichtbenutzung jedoch immer wieder willkürlich ausgeloggt. Die Arlo Baby unterstützt HomeKit; neben der Kamera und dem Bewegungsmelder werden auch Nachtlcht, Luftgütesensor sowie Thermometer ans smarte Zuhause weitergereicht.

- ↑ viele Funktionen
- ↑ witziges Design
- ↓ Cloud-Zwang



## Canary Flex

Die Canary Flex eignet sich dank abgerundeten, wetterfesten Gehäuses sowohl für den Innen- als auch für den Außenbereich. Sie haftet mit der Unterseite magnetisch in ihrer Wandhalterung und lässt sich darin drehen und ausrichten. Eine Diebstahlsicherung fehlt. Strom bezieht die Flex über ein USB-Kabel mit einem magnetischen Endstück. Sie funktioniert auch kabellos mit Akku. Je nach Betriebsmodus gibt der Hersteller Laufzeiten zwischen einer Woche und einem Monat an.

Fotos kann man nur per Bildschirmfoto abgreifen. Videos nahm die Canary auf, wenn sie Bewegungen oder Menschen erkannte. Die Bewegungserkennung klappte im Nahbereich gut, bei Entfernungen über fünf Meter schlechter.

Der Sensor der Flex soll zwar Full HD beherrschen, sie gibt aber nur Videos mit 1280 x 720 Pixeln aus. Die Auflösung passte die Kamera der Netzwerkverbindung an, selbst einstellen kann man sie nicht. Tagsüber waren die Aufnahmen im Nahbereich bis etwa vier Meter scharf und detailliert. Helle Flächen wirkten etwas überbelichtet und matschig.

Weniger gelungen fanden wir den Cloud-Zwang. Talkback-Funktion, Video-Abruf per Rechner sowie der Download funktionieren nur mit einer Canary-Mitgliedschaft, die 10 Euro pro Monat kostet.

- ↑ lange Akkulaufzeit
- ↓ Videos-Download nur mit Abo
- ↓ umständlich zu bedienen





### Ezviz CTQ6C

Das kugelförmige Gehäuse der 70 Euro teuren Dome-Kamera CTQ6C lässt sich mit einer Halterung an die Decke schrauben oder auf einer erhöhten Position – etwa einem Regal – abstellen. Durch einen eingebauten Motor kann die CTQ6C ihr Objektiv um 340 Grad um die eigene Achse drehen sowie um 105 Grad nach oben und 15 Grad nach unten neigen. Richtig aufgestellt ermöglicht sie dem Besitzer eine Rundumsicht.

Die Kamera beherrscht einen automatischen Verfolgungsmodus. Ist dieser aktiv, folgt sie der Bewegung eines Objektes, sobald sie dieses registriert hat. Beim Schwenken macht die Kamera mit deutlich hörbarem Summen auf sich aufmerksam. Bei so viel Beweglichkeit stört die mit 15 Bildern pro Sekunde zu niedrige Frame-Rate. Die Videoqualität ist insgesamt in Ordnung. Tagsüber wie nachts sahen die Videos etwas dunkel und leicht rauschig aus. Dafür war die Schärfentiefe ausreichend.

Die Kamera speichert auf Wunsch auch Videos auf einer MicroSD-Karte – der Slot dafür ist unter dem Objektiv versteckt. Der Hersteller bietet alternativ einen eigenen kostenpflichtigen Cloud-Dienst (ab 5 Euro pro Monat) sowie proprietäre Netzwerkspeicher an. Die Ezviz ist die einzige Kamera im Testfeld, bei der man ausschließlich über die zugehörige App zugreifen kann. Am PC lässt sie sich nicht über den Browser ansteuern und eine Steuerungssoftware fehlt.

- ↑ günstig
- ↑ drehbares Objektiv
- ↓ niedrige Bildwiederholrate



### Logitech Circle 2

Logitechs kegelförmige Circle 2 besitzt ein fest eingebautes, drei Meter langes USB-Kabel zur Stromversorgung. Das Gehäuse ist wetterfest und taugt sowohl für innen als auch für außen. Wer sie nicht an der Wandhalterung befestigen mag, kann sie in eine optional erhältliche Fensterhalterung mit Saugnapf spannen. Die App hinterließ einen sehr übersichtlichen und aufgeräumten Eindruck. Aufnahmen oder Fotos ließen sich auch per Fingertipp starten. Sie unterstützt Apples HomeKit, die kabellose Variante der Circle 2 jedoch nicht.

Mit 180 Grad besitzt die Kamera einen großen Blickwinkel, allerdings zeigen die Aufnahmen dadurch eine deutliche Kissenverzerrung. Bei Bildwiederholraten von 30 fps laufen die Clips flüssig. Trotz Full-HD-Auflösung wirkten die Tagesaufnahmen etwas matschig, helle Kanten überzeichnete die Circle 2. Nachts erschienen uns die Schwarzweiß-Bilder deutlich schärfer.

Fotos und Videos speichert die Kamera ausschließlich in der CircleSafe genannten Cloud. In der kostenfreien Version werden die Daten nach 24 Stunden vom Server gelöscht. Komfortfunktionen wie Personenerkennung, Zeitrafferaufnahmen (Tagesresümee genannt) oder Bewegungszonen gibt es nur mit der Premiumversion des Abos (ab 14 Euro pro Monat), bei der das Material 31 Tage lang abrufbar bleibt.

- ↑ breiter Sichtbereich
- ↑ wetterfest
- ↓ Komfortfunktionen nur mit Abo



### Nest Cam IQ

Googles Nest Cam IQ lagert auf einem kippbaren Standfuß, den man in Innenräumen auch an die Wand oder die Decke schrauben kann. Sie besitzt einen 4K-Sensor, filmt aber nur in Full HD. Der gesamte Bildausschnitt wird auf ein Viertel der Sensorpixel verkleinert aufgezeichnet. Läuft jemand in den Sichtbereich der Nest Cam IQ, vergrößert sie den Bildausschnitt und zoomt mit geringem Schärfeverlust digital an die Person heran. Ist die Kamera aktiv, filmt sie den überwachten Bereich dauerhaft und lädt die Aufnahmen in die Cloud.

Die Kamera kann Gesichter erfassen, was im Test recht zuverlässig und schnell klappte. Auf Wunsch speichert sie diese und meldet sich nur dann, wenn sie Fremde im Raum registriert. Auch das Mikrofon kann eine Aufnahme starten, wenn es Geräusche registriert. Mit einem recht breiten Blickwinkel von 130 Grad erfasst die Nest Cam größere Räume. Dabei waren Videos sowohl tagsüber als auch nachts dank hochwertiger Optik und Sensor knackscharf.

Einziger Wermutstropfen: Ohne das Nestaware genannte Abo speichert die Kamera keine Videos. Auch einige Funktionen wie die Zusammenfassung, die Personenerkennung oder die Aktivitätszonen bleiben Abonnenten vorbehalten, die wenigstens fünf Euro pro Monat zahlen. Warum Google für die Nest Cam IQ keine Speichermöglichkeit auf dem Google Drive vorsieht, bleibt ein Rätsel.

- ↑ gute Videoqualität
- ↑ Gesichtserkennung
- ↓ teuer / Cloud-Zwang



### Netatmo Smarte Innenkamera

Mit ihrem solide verarbeiteten, goldfarbenen Aluminiumgehäuse im Röhrendesign macht die 200 Euro teure smarte Innenkamera (ehemals „Welcome“) in den meisten Wohnungen eine gute Figur. Wahlweise kann man sie per WLAN oder auch per Ethernet-Kabel mit dem Router verbinden.

Sobald sie Bewegung oder einen Ton registriert, nimmt die Kamera Videos automatisch auf. Die Clips speichert sie lokal auf einer MicroSD-Karte. Eine Karte mit 8 GByte liegt bei. Die Kamera kann die Daten von der Speicherkarte auf einen Dropbox-Account oder auf einen FTP-Server kopieren. Einen eigenen Cloud-Service bietet Netatmo nicht an.

Die Netatmo erkennt Gesichter und kann sie zuvor hinterlegten Profilen zuordnen. Danach startet die Aufnahme nur, wenn ein Fremder die Wohnung betritt. Im Test klappte das mal mehr, mal weniger gut. So wurde eine bereits hinterlegte Person zweimal als Fremder eingeordnet.

Die Videoqualität geriet tagsüber durchwachsen: Bei einem Aufnahmewinkel von 130 Grad war die Verzerrung gering, Bilder zeigten aber eine teils nur mittelmäßige Schärfe. Im schwach beleuchteten Zimmer flackerte das Bild teilweise leicht. Nachts gelangten die Aufnahmen hingegen wunderbar scharf.

- 👆 ohne Cloud nutzbar
- 👆 Gesichtserkennung
- 👇 teuer



### Ring Floodlight Cam

Die Floodlight Cam der Amazon-Tochter Ring muss man mit dem beigelegten Werkzeug an der Hauswand montieren. Für die Stromversorgung benötigt die Kamera ein dreiadriges 230-Volt-Stromkabel, wie man es für eine Wandlampe verwendet. Neben dem unterseitigen Bewegungsmelder fallen die beiden drehbaren LED-Scheinwerfer ins Auge, die den Bereich unterhalb der Kamera in der Nacht ausleuchten.

Einen Aufnahmeknopf gibt es in der App nicht, auch Fotos kann man mit der Floodlight-Cam nicht knipsen. Sie beginnt automatisch zu filmen, sobald sie eine Bewegung registriert oder der Nutzer die Live-Übertragung startet. Die Empfindlichkeit der Bewegungserkennung lässt sich justieren, sodass die Kamera nur bei Personen auslöst.

Bei guter Internetverbindung lösen die Videos in Full HD auf. Schwächelte die Übertragung, nahm die Floodlight-Cam in den schlimmsten Fällen nur mit 640 x 480 Pixeln auf. Insgesamt fanden wir die Qualität durchwachsen. Die meisten Details ließen sich im Hellen und Dunkeln gut erkennen. Allerdings ruckeln die Clips mit mageren 10 Bildern pro Sekunde vor sich hin. Die Videos landen auf den Hersteller-Servern, ohne Abo lassen sich keine Videos dauerhaft speichern oder herunterladen.

- 👆 wetterfest
- 👇 nur mit Abo nutzbar
- 👇 niedrige Bildwiederholrate



### Yi Outdoor Camera 1080P

Die mit 80 Euro recht günstige, röhrenförmige Kamera von Yi befestigt man mit einer Halterung samt Kugelgelenk an der Wand. Die Outdoor Camera 1080P ist nach IP65-Schutzklasse wetterfest. Strom bezieht sie über ein fest eingebautes USB-Kabel, das mit 3 Metern angenehm lang ausfällt.

Mit der nur in Teilen lokalisierten App Yi Home lassen sich Bilder und Videos manuell aufnehmen, andernfalls filmt die Kamera bei Bewegung eigenständig. Das klappte fast schon zu gut, denn auch auf der niedrigsten Empfindlichkeitsstufe löste die Outdoor Camera öfter Fehlalarme aus als jeder andere Testkandidat. Die Aufnahmen landen entweder in Yis kostenpflichtiger Cloud, die man ab etwa 20 Euro pro Jahr buchen kann. Auf Wunsch speichert das Gerät Videos auch auf einer MicroSD-Karte, die unter einer verschraubten Abdeckung in einem kleinen Fach verstaut ist.

Tippt man auf die orangenen Bereiche im Zeitstrahl des Live-Streams, kann man sich die Aufnahmen ebenfalls von der Karte ansehen. Bei einem Blickwinkel von 110 Grad zeigte die Kamera im Auslieferungszustand eine deutliche Kissenverzerrung, die sich in den Einstellungen etwas abmildern ließ. Videos filmte die Outdoor Camera zwar in Full HD, aber nur mit leicht ruckelnden 20 Bildern pro Sekunde. Filme und Fotos gerieten auch bei Sonnenschein etwas unscharf und rauschig.

- 👆 günstig
- 👆 wetterfest
- 👇 viele Fehlalarme

# Vernetzte Überwachungskameras

Modell	Eufycam E	Arlo Baby	Flex	CTQ6C	Circle 2	Nest Cam IQ	Smarte Innenkamera	Floodlight Cam	Outdoor 1080P
Firmware	01.08.2009	1.9.3.0_791	v4.0.0	v5.2.7	05.06.1949	4720010	275	k. A.	3.0.0.0D
Web	eufylife.com/de	arlo.com/de	canary.is/de	www.ezviz.com/de	logitech.com/de	store.google.com	netatmo.com/de	de-de.ring.com	yitechnology.com
Hersteller	Anker	Arlo / Netgear	Canary	Ezviz	Logitech	Nest	Netatmo	Ring	Yi
Einsatzbereich	außen / innen	innen	außen / innen	innen	außen / innen	innen	innen	außen	außen
Befestigung	Wandhalterung	Standfuß, Wandhalterung	Magnethalterung	Standfuß, Wandhalterung	Standfuß, Wandhalterung	Standfuß	Standfuß	Wandhalterung	Wandhalterung
Stromversorgung	Akku / Netzteil (Basis)	Akku / Micro-USB	Akku / Ladekabel	Micro-USB	USB Typ A	USB-C	Micro-USB	100-240 V	USB Typ A
Speichermedium	MicroSD-Karte (bis 128 GByte), NAS (RTSP), Cloud (Eufy)	Cloud (Arlo Smart Plan)	Cloud (Canary)	MicroSD-Karte (bis 128 GByte), Netzwerkspeicher oder Cloud	Cloud (CircleSafe)	Cloud (Nest Aware)	MicroSD-Karte (bis 32 GByte), FTP, Dropbox	Cloud (Ring Protect)	MicroSD-Karte (bis 32 GByte), Cloud (Yi Cloud)
Ethernet-Anschluss	✓ (Basisstation)	–	–	✓	–	–	✓	–	–
WLAN	–	IEEE 802.11 b/g/n (2,4 GHz)	IEEE 802.11 b/g/n (2,4 und 5 GHz)	IEEE 802.11 b/g/n (2,4 GHz)	IEEE 802.11 b/g/n (2,4 GHz)	IEEE 802.11 ac/b/g/n (2,4 GHz)	IEEE 802.11 b/g/n (2,4 GHz)	IEEE 802.11 b/g/n (2,4 GHz)	IEEE 802.11 b/g/n (2,4 und 5 GHz)
Lieferumfang	Basis, Halterungen, USB-Kabel, Netzteil, MicroSD-Karte	Netzteil, Micro-USB-Kabel, Hasenohren, Halterung, Standfüße	Wandhalterung, Netzteil, Kabel	Wandhalterung, Netzteil, Kabel	Wandhalterung, Schrauben, Netzteil	Wandhalterung, Schrauben, Netzteil, USB-C-Kabel	USB-Kabel, MicroSD-Karte, Netzteil	Schrauben, Werkzeug	Wandhalterung, Schrauben, Netzteil
<b>Funktionen</b>									
Gesichtserkennung	–	–	–	–	✓ (mit Abo)	✓ (mit Abo)	✓	–	–
Haustiererkennung	–	–	–	–	–	–	✓	–	–
Geräuschauslöser	–	✓	–	–	–	✓	✓	–	–
Zwei-Wege-Audio / (Talkback)	✓	✓	✓ (mit Abo)	✓	✓	✓	–	✓	✓
Zeitplan	✓	✓	✓	–	✓	✓	–	✓	✓
Geofencing	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	–	–
Sonstiges	wetterfest nach IP65, Alarmsirene	misst Temperatur, Luftfeuchtigkeit u. -qualität, Nachtlicht	wetterfest, Notruf aus der App	–	wetterfest	Notfallkontakt	–	wetterfest nach IP65, Scheinwerfer, Alarmsirene	wetterfest
<b>Steuerung</b>									
Alexa / Google Assistant	✓ / ✓	– / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓	✓ / –	– / –
HomeKit	–	✓	–	–	✓	–	✓	–	–
Smartphone-App	Eufy Security	Arlo	Canary	Ezviz	Logi Circle	Nest	Netatmo Security	Ring	Yi Home
PC-Zugriff	Browser	Browser, Home-App	Browser (mit Abo)	–	Browser, Home-App	Browser	Browser, Home-App	Browser, Mac-App, Windows 10-App	Mac-App, Windows
<b>Video und Foto</b>									
max. Videoauflösung	1920 × 1080 (Full HD), 15 fps	1920 × 1080 (Full HD), 22 fps	1280 × 720 (HD), 30 fps	1920 × 1080 (Full HD), 15 fps	1920 × 1080 (Full HD), 30 fps	1920 × 1080 (Full HD), 30 fps	1920 × 1080 (Full HD), 24 fps	1920 × 1080 (Full HD), 10 fps	1920 × 1080 (Full HD), 20 fps
einstellbare Qualitätsstufen	–	4	–	3	3	4	4 (nur bei Dropbox o. FTP-Speicherung)	–	2
autom. Verfolgung	–	–	–	✓	–	✓ (mit Abo)	–	–	–
Zusammenfassung	–	–	–	–	✓	✓ (mit Abo)	–	–	–
Foto-Aufnahme	–	✓	–	✓	✓	–	–	–	✓
Aufnahmebeur. defin.	✓	✓	–	✓	✓ (mit Abo)	✓ (mit Abo)	–	✓	✓
Aufnahmewinkel	140°	90 – 130°	116°	90° (drehbar)	180°	130°	130°	140°	110°
Kosten Cloud-Abo, Speicherdauer	pro Kamera: 30 Tage 3 US-\$ monatl. / bis 10 Kameras 30 Tage 10 US-\$ monatl.	bis 5 Kameras: 7 Tage bis 1 GByte gratis / 30 Tage, 10 GByte 9 € monatl. / 60 Tage, bis 100 GByte 14 € monatl.	bis 5 Kameras: 30 Tage für 8,25 € monatl.	pro Kamera: 7 Tage Speicherung für 5 € monatl. / 30 Tage für 10 € monatl.	pro Kamera: 24 Stunden Speicherung kostenlos; 14 Tage 4 € monatl., 31 Tage für 14 € monatl.	5 Tage für 5 € monatl., 10 Tage für 10 € monatl., 30 Tage für 30 € monatl.	–	pro Kamera: 60 Tage Aufzeichnung für 3 € monatl. / mehrere Kameras: 60 Tage Speicherung für 10 € monatl.	bis 5 Kameras: 7 Tage Speicher für 6,67 US-\$ monatl., 15 Tage für 10 US-\$, 30 Tage für 15 US-\$
<b>Messungen</b>									
Maße (L × B × H)	87 × 51 × 82 mm	65 × 68 × 111 mm	48 × 48 × 110 mm	88 × 88 × 113 mm	71 × 67 × 86 mm	74 × 74 × 124 mm	45 × 45 × 155 mm	210 × 280 × 178 mm	132 × 70 × 68 mm
Gewicht	349 g	330 g	240 g	256 g	207 g	374 g	399 g	1410 g	252 g
Standby	2 Watt (Gateway)	3,2 Watt	3,5 Watt	1,6 Watt	2,8 Watt	4,4 Watt	1,9 Watt	2,7 Watt	2,3 Watt
<b>Bewertungen</b>									
Bedienung	⊕	⊕	⊖	○	⊕	⊕	○	⊕	○
Videoqual. Tag / Nacht	⊕ / ○	○ / ○	⊖ / ⊖	⊖ / ⊖	⊖ / ○	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕	⊖ / ⊕	⊖ / ⊖
Funktionsumfang	⊕	⊕⊕	⊖⊖	⊕	⊕	⊕	○	○	○
Preis	400 € (Set aus zwei Kameras + Basis)	230 €	250 €	70 €	200 €	350 €	200 €	300 €	80 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe									



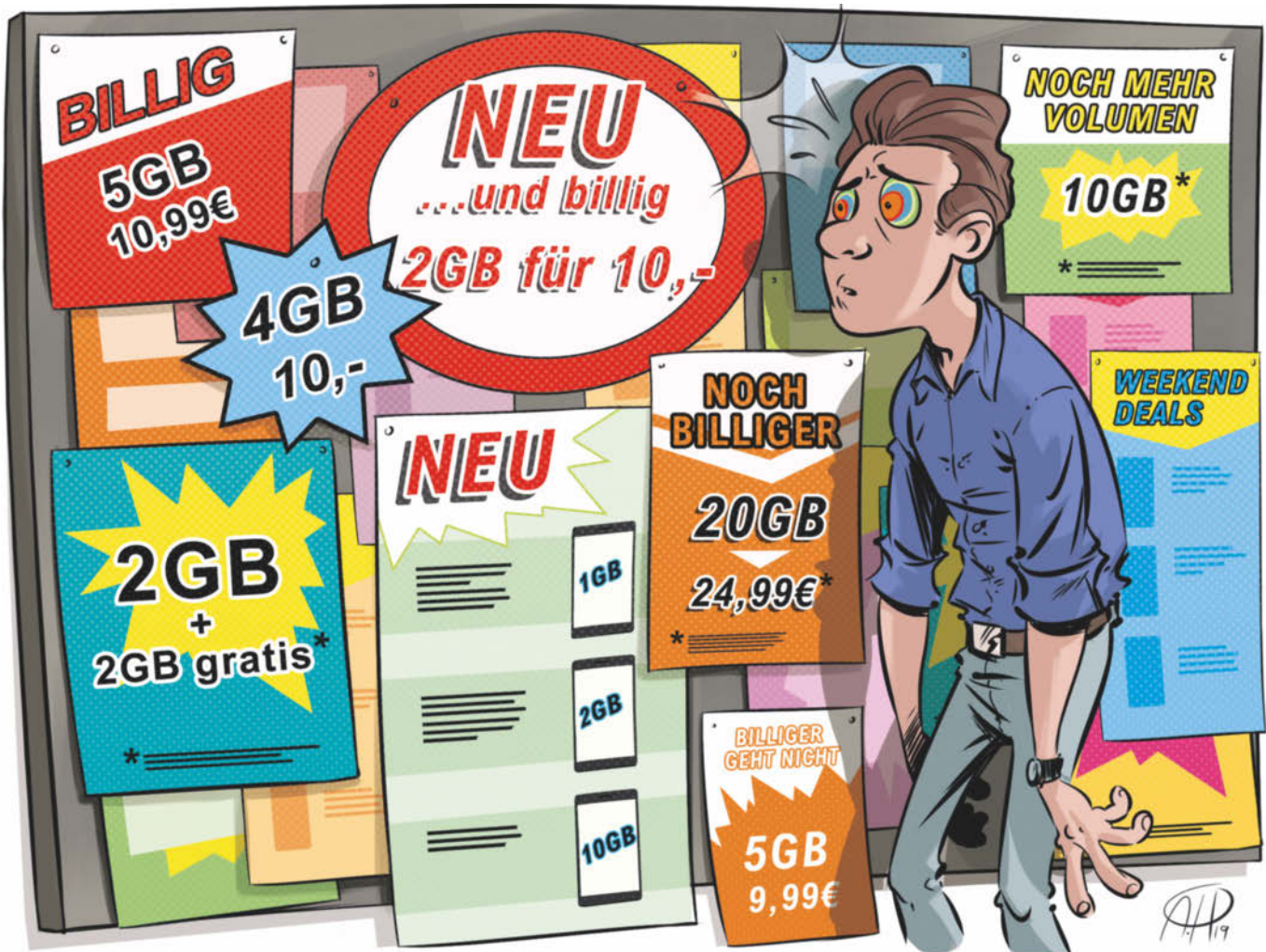


Bild: Albert Hulm

# Mobilfunk umfassend

## Smartphone-Laufzeitverträge im mittleren Preissegment

**Wer über 3 Gigabyte mobiles Datenvolumen im Monat benötigt, kommt an einem Laufzeitvertrag kaum vorbei. Vor dem Abschluss sollte man die Angebote allerdings sorgfältig untersuchen, denn im Kleingedruckten lauern böse Fallen.**

**Von Urs Mansmann**

**D**er Mobilfunkmarkt ist hart umkämpft, gegen die Angebote der Netzbetreiber stehen Service Provider, die entweder fertige Tarifpakete der Netzbetreiber verkaufen oder eigene Pakete schnüren und diese auf allen denkbaren Wegen an die Frau und den Mann bringen.

Wir haben auf Seite 114 insgesamt 36 Laufzeitangebote verschiedener Anbieter mit einem Inklusiv-Datenvolumen von 3 bis 20 Gigabyte zusammengestellt, die einen Querschnitt durch den Markt darstellen. Dabei handelt es sich ausschließlich um sogenannte Postpaid-Tarife, also Tarife, die im Nachhinein abgerechnet

werden. Im Unterschied zu Prepaid-Tarifen, die durch den dort üblichen Vier-Wochen-Turnus dreizehnmal im Jahr abgerechnet werden, erfolgt die Abrechnung bei Postpaid-Tarifen monatlich, also zwölfmal im Jahr. 19,99 Euro monatlich eines Postpaid-Vertrags entsprechen also 21,66 Euro vierwöchentlich eines Prepaid-Vertrags.

Bei fast allen hier vorgestellten Tarifen wird die Datenrate nach Verbrauch des Inklusivvolumens so sehr gedrosselt, dass eine Nutzung nur noch extrem eingeschränkt möglich ist. Selbst die Zustellung von Textnachrichten in Instant Mes-

sengern scheitert bei Datenraten zwischen 16 und 64 kBit/s, wenn zu viele Apps gleichzeitig die knappen Ressourcen beanspruchen. Ausnahmen sind der Tarif O2 Free, der mit 1 MBit/s sogar Video-streaming in reduzierter Auflösung erlaubt und der Freenet-Tarif „Funk“, der schon für etwas über 30 Euro im Monat eine echte Flatrate enthält. Dieser Tarif lässt sich nur mit einer App verwalten, einziger Zahlungsweg ist PayPal. Weitere Verträge mit großem Datenvolumen sowie Flatrates haben wir in c't 4/2019, S. 98 aufgelistet.

## Das richtige Netz

Die wichtigste Frage beim Abschluss eines Neuvertrags ist, welches der drei deutschen Mobilfunknetze man nutzen möchte. Hier gilt die Faustregel, dass man das bekommt, wofür man bezahlt. Angebote im Netz der Telekom sind am teuersten, dafür gewinnt das Unternehmen seit vielen Jahren mit schöner Regelmäßigkeit die Abdeckungstests verschiedener Fachzeitschriften. Auf dem zweiten Platz landet, meist mit geringem Abstand, Vodafone. Auf dem dritten Platz findet man Telefónica (O2) – dort findet man die günstigsten Angebote, vor allem weil der Discounter Drillisch mit rund einem Dutzend Marken wie Winsim, Simply oder Maxxim sich des Telefónica-Netzes bedient. Dafür taugt aber auch das Netz wenig. Außerhalb der Ballungszentren ist die Abdeckung spürbar schlechter als bei Telekom und Vodafone.

Von dem Gesamtbild sollte man bei der Netzabdeckung aber nicht auf den Einzelfall schließen. Wer fast ausschließlich in Großstädten unterwegs ist, fährt mit allen drei Netzbetreibern gut. Die Unterschiede im Netzausbau sind in dicht bebauten Gebieten marginal, jedes Netz weist dort im einen oder anderen Straßenzug einmal Schwächen auf. Dennoch sollte man genau hinsehen. Wichtig für regelmäßige ÖPNV-Nutzer in Großstädten ist beispielsweise der Ausbau auf Tunnelstrecken – wenn Sie dort oft unterwegs sind, sollten Sie vor einem Netzwechsel unbedingt im Freundeskreis herumfragen, wie die Versorgung bei möglichen künftigen Netzbetreibern aussieht.

Eine böse Falle ist, dass auch bei Vertragstarifen oft kein LTE enthalten ist. Das ist nur dann uninteressant, wenn man das Handy ausschließlich zum Telefonieren verwendet, denn dann ist es egal, mit welcher Netztechnik man unterwegs ist. Te-

lefonate klappen in allen Netzen mit ordentlicher Qualität.

Bei der Datenrate macht die Technik hingegen einen erheblichen Unterschied: Das 2G-Netz liefert maximal 0,2 MBit/s, und das auch nur unter günstigsten Umständen. Oft ist die Datenrate dort so niedrig, dass sich das Smartphone offline wähnt. Im 3G-Netz lassen sich maximal 42 MBit/s erreichen, im 4G-Netz sind es je nach Netzbetreiber 225 MBit/s (Telefónica), 300 MBit/s (Telekom) oder 500 MBit/s (Vodafone). Diese Maximaldatenraten werden aber längst nicht in allen Tarifen erreicht.

Viel entscheidender als die Datenrate ist jedoch die Netzabdeckung. Als das 4G-Netz startete, stoppten die Netzbetreiber den 3G-Ausbau nahezu vollständig, weil die Bundesnetzagentur strikte Ausbauvorgaben für LTE machte. Der UMTS-Ausbau aber war zu diesem Zeitpunkt in viele Landstriche noch gar nicht vorgedrungen. Große Gebiete in Deutschland sind daher mit 2G und 4G, jedoch nicht mit 3G versorgt. Wer nur einen 3G-Vertrag hat, fällt gerade auf dem Land oft auf die 2G-Basisversorgung zurück, die nahezu gleichbedeutend mit „kein Netz“ ist.

Obendrein sind die Netze unter Last unterschiedlich leistungsfähig. Das 3G-Netz kommt bei vielen gleichzeitigen Nut-

zern häufig an seine Grenze. Dann stockt der Datenfluss, Online-Spiele brechen ab und Downloads dauern ewig. LTE hingegen war von vornherein als All-IP-Netz konzipiert und ist daher erheblich lastfester als das als Universalnetz gedachte UMTS. Die UMTS-Basisstationen mussten nachträglich mit erheblich höherer Rechenleistung ertüchtigt werden, um das nicht prognostizierte Nutzerverhalten mit vielen gleichzeitigen Verbindungen bei jeweils geringen Datentransfermengen zu bewältigen. Kurz zusammengefasst: Auf LTE sollten Sie beim Abschluss eines Mobilfunkvertrags nicht verzichten, außer Sie möchten damit ein Notfall-Handy zum Telefonieren bestücken.

UMTS-Tarife sind leicht zu erkennen: Fehlt ein Hinweis auf LTE, ist nur UMTS möglich. LTE ist ein starkes Verkaufsargument, das in Angebotsbeschreibungen stets deutlich herausgestellt wird. Reine UMTS-Angebote findet man nicht nur bei den Billigheimern, selbst die Netzbetreiber machen da mit. Die im Vergleich nicht aufgeführten Easy-Tarife von Vodafone, die als Einsteigerangebot vermarktet werden, lassen etwa keine LTE-Nutzung zu.

## Kostenfallen

Für den Abschluss eines Postpaid-Mobilfunkvertrags muss man in der Regel voll-

## Richtig bestellen

Der Mobilfunkmarkt ist unübersichtlich. Und so suchen viele Kunden Hilfe im Ladengeschäft des von ihnen favorisierten Anbieters. Das allerdings ist die denkbar schlechteste Wahl, wenn es darum geht, eine Schneise in den Tarifdschungel zu schlagen. Das liegt nicht nur an der reduzierten Auswahl – im Shop gibt es ja nur Tarife des jeweiligen Anbieters –, sondern auch daran, dass man im Ladengeschäft in einer verkaufpsychologisch ungünstigen Position ist.

Die Zeit, seitenweise Vertragsbedingungen und Kleingedrucktes zu lesen oder gar das Angebot mit dem der Konkurrenz zu vergleichen, hat man dort nicht, dafür aber womöglich unterschwelligen Druck vom Verkäufer, der auf seine Provision aus ist.

Noch schlimmer ist es, telefonisch zu bestellen, denn hier haben Sie erst

einmal gar kein Papier in der Hand, sondern müssen sich alles erzählen lassen. Wenn in der schriftlichen Vertragsbestätigung nicht das drinsteht, was Sie eigentlich meinen vereinbart zu haben, oder wenn Sie ein besseres Angebot gefunden haben, können Sie den Vertragsabschluss aber immerhin 14 Tage lang widerrufen.

Die beste Wahl ist es, einen Vertrag online abzuschließen. Hier können Sie alle in Frage kommenden Angebote ohne Zeitdruck untersuchen, alle Dokumente in Ruhe lesen, sichern und ausdrucken, was für Sie relevant ist, und ganz ohne Zeitdruck Ihre Entscheidung treffen. Obendrein gibt es oft noch attraktive Rabatte beim Online-Abschluss. Und wenn Sie es sich doch noch anders überlegen, haben Sie ein 14-tägiges Widerrufsrecht.



**Unsere Mobilfunk-Tarife**  
Wie viel Datenvolumen brauchst Du?

**4 GB**  
24,99 €

**8 GB**  
29,99 €

**16 GB**  
34,99 €

Die auf den ersten Blick angezeigten Preise gelten nur für die ersten Monate. Nach dem wirklichen Preis, oft klein und unauffällig dargestellt, muss man erst suchen.

Mehr Tarifinformationen

**24,99 €** ~~29,99 €~~  
pro Monat

Ab dem 13. Monat 29,99 €. 24 Monate Mindestlaufzeit

**Zum Warenkorb**

Produktinformationsblatt

jährig sein und eine zumindest passable Schufa-Auskunft vorweisen können. Da die Rechnung erst am Monatsende gestellt wird, geben die Anbieter einen Kredit und prüfen deshalb sehr sorgfältig, mit wem sie einen Vertrag abschließen. Schlechte Schuldner müssen notgedrungen auf Prepaid-Angebote ausweichen, bei denen das finanzielle Risiko auf den Kunden verlagert wird.

Postpaid-Verträge eignen sich grundsätzlich nicht für Kinder und Jugendliche. Auch ältere, unerfahrene Nutzer sollten lieber Prepaid-Angebot nutzen, bei denen sie kein Kostenrisiko tragen. Immer wieder produzieren Postpaid-Kunden horrenden Monatsrechnungen, beispielsweise durch WAP-Billing. Zwar lässt sich die Abrechnung über Drittanbieter sperren, was grundsätzlich für jeden Anwender empfehlenswert ist, damit hat man aber noch lange nicht alle Kostenfallen vermieden.

Mit Ausnahme des Freenet-Tarifs „Funk“ lassen sich alle hier vorgestellten Tarife auch im Ausland mit Roaming nutzen. In der EU sind die Roaming-Gebühren für Telefonate, SMS und die Internet-Nutzung praktisch abgeschafft. Nur bei sehr intensiver Auslandsnutzung werden von der EU vorgegebene Gebühren fällig.

Außerhalb der EU birgt Roaming aber ein erhebliches finanzielles Risiko. Zwar gibt es eine Vorschrift, nach der das Entgelt fürs Datenroaming weltweit auf maximal 50 Euro netto pro Monat beschränkt ist, diese Vorschrift kennt aber Ausnahmen. So reicht es aus, wenn der Anbieter im Nicht-EU-Ausland darauf hinweist, dass die Kostenobergrenze im Einzelfall nicht greift. Und ausgerechnet die besonders teuren Satellitendienste sind von der Kostengrenze ausgenommen. Zwar haben die meisten Provider zum Schutz ihrer Kunden auch ohne rechtliche Verpflichtung eine Kostengrenze implementiert, bei

Drillisch-Marken muss der Kunde das Satelliten-Roaming aber selbst deaktivieren.

Selbst in Deutschland kann man Roaming-Opfer werden, denn die Schweiz ist in den meisten Verträgen vom EU-Roaming ausgenommen. Ist man entlang des Hochrheins unterwegs, besteht immer ein gewisses Risiko, dass sich das Smartphone in einem gut ausgebauten eidgenössischen Mobilfunknetz anmeldet und damit erhebliche Kosten produziert. Die Begrüßungs-SMS mit detaillierten Kosteninformationen kommt gerne einmal ein paar Stunden nach Beginn der Roaming-Nutzung. Preise bis zu 20 Euro pro Megabyte – oft als 99 Cent pro 50 Kilobyte ausgewiesen – sind bei der Nutzung im Nicht-EU-Ausland üblich. Schon das Update einer einzigen App kann so hundert Euro und mehr kosten.

Aber auch sonstige Dienste können teuer werden: Mobilfunktelefonate kosten in vielen Ländern ein bis fünf Euro pro Minute. Wer beispielsweise aus Versehen nicht per Instant Messenger telefoniert, sondern über den Telefondienst seines Netzanbieters, kann damit erhebliche Rechnungen produzieren. Auch ankommende Anrufe können einen in den Ruin treiben – am schlimmsten ist es, wenn der Anruf nicht angenommen und anschließend an die Mailbox umgeleitet wird. Dann fallen doppelte Kosten an, nämlich für die ankommende und die abgehende Verbindung.

## Die richtige Größe

Wählt man einen Tarif mit zu geringem Monatsvolumen, kann man zwar damit nicht arm werden, aber dennoch kräftig draufzahlen. Wenn das Volumen aufgebraucht ist, bieten die Provider einen kostenpflichtigen Nachschlag an, üblicherweise per Nachbuchung mit der App, mit einem Steuercode zur Auswahl oder

per SMS. Weniger kundenfreundlich ist die Nachbuchung per Datenautomatik, die man deaktivieren muss, wenn man den Nachschlag nicht will. Auf diese Weise nachgebuchtes Volumen ist im Vergleich zum Inklusivvolumen meist sehr teuer.

Auf den Unmut der Kunden haben einige Anbieter reagiert und bieten Flexitarife an, die sich jederzeit an einen geänderten Bedarf anpassen lassen. Congstar beispielsweise bietet eine „Fair Flat“, die aber im Vergleich zu den unflexiblen Standardtarifen bei gleichem Volumen erheblich teurer ausfällt.

Wenn Sie feststellen, dass das Datenvolumen nicht reicht, können Sie stets auf einen teureren Tarif mit mehr Datenvolumen wechseln. Das allerdings sollten Sie gut überlegen, denn der Wechsel klappt nur in eine Richtung. Wollen Sie auf einen günstigeren Tarif wechseln, müssen Sie in aller Regel das Ende der Vertragslaufzeit abwarten.

Besonderes Augenmerk sollten Sie auf die Laufzeiten richten. Schon bei einem monatlichen Betrag von 30 Euro verpflichten Sie sich mit einem Zweijahresvertrag, insgesamt 720 Euro an den Mobilfunkanbieter zu bezahlen. Solche langen Laufzeiten sind nicht mehr die Regel; immer mehr Angebote sind auch mit kurzen Laufzeiten verfügbar. Für den Kunden bedeutet das mehr Flexibilität und unterm Strich geringere Kosten.

Natürlich verkaufen die Anbieter weiterhin lieber Verträge mit langer Laufzeit, weil diese für sie profitabler sind. Und so locken sie mit Smartphone-Schnäppchen, die natürlich nur für Kunden erhältlich sind, die das Gerät zwei Jahre lang abzahlen. Hier lohnt sich der kritische Vergleich: Wenn Sie das Geld für den Smartphone-Kauf flüssig haben, fahren Sie oft günstiger, wenn Sie das Smartphone im freien Handel erwerben und dafür die günstigere Vertragsvariante ohne Gerät wählen. Mitunter kann man aber auch ein Hardware-Schnäppchen bei Vertragsschluss machen.

Wenn es für einen lange laufenden Vertrag Gutscheine gibt, sollten Sie aber darauf achten, dass Sie nicht etwa zwei Verträge mit verschiedenen Partnern schließen – einen mit dem Mobilfunkanbieter, in dem Ihre Zahlungen festgeschrieben sind, und einen mit dem Händler, der Ihre Erstattungen enthält. Sonst kann es Ihnen passieren, dass der Händler seinen Vertrag nicht mehr erfüllen kann



Wenn es sich nur um einen UMTS-Tarif handelt, verstecken die Provider die Information gerne in den technischen Details.

Datenverbindungen	
Internet Flatrate	✓
■ Drosselungsgrenze in MB	11.264
■ Bandbreite in Mbit/s	42,2
■ Max. Bandbreite Download - nach Verbrauch des Inklusiv-Datenvolumens	64 kbit/s
■ Max. Bandbreite Upload	5.8 Mbit/s
■ Max. Bandbreite Upload - nach Verbrauch des Inklusiv-Datenvolumens	16 kbit/s
Funkstandard für Tarif	UMTS
Daten-Taktung	1 KB
Über den Service <a href="http://www.breitbandmessung.de">www.breitbandmessung.de</a> der Bundesnetzagentur können Sie Ihre Datenübertragungsrate überprüfen.	

oder will, aber Sie trotzdem den Mobilfunkvertrag bis zum letzten Cent bezahlen müssen.

## Vorteil Multi-SIM

In vielen der hier vorgestellten Angebote lässt sich eine zweite und dritte SIM-Karte hinzubuchen. Die ist allerdings bei den meisten Angeboten nicht als günstige Alternative für Familienmitglieder gedacht, sondern dient als reine Datenkarte, beispielsweise für Tablet, Notebook oder die mobile Internetanbindung des Autos. Das verfügbare Datenvolumen lässt sich mit allen SIM-Karten eines Vertrags nutzen, SMS und Telefonate sind jedoch nur mit der Hauptkarte möglich. Solche Multi-SIMs sind bislang ausschließlich Vertrags-tarifen vorbehalten. Allerdings sollte man sich vor Augen halten, dass man für den Preis einer Multi-SIM durchaus auch ein vollkommen flexibles Prepaid-Angebot mit bis zu einem Gigabyte Monatsvolumen erhalten könnte.

Mit Dual-SIM-Geräten lässt sich eine Multi-SIM für Datendienste elegant einsetzen. So kann man Telefon und SMS unter einer eigenen Nummer über SIM1 abwickeln, beispielsweise über einen günstigen Prepaid-Vertrag ohne Grundgebühr, und als SIM2 eine Multi-SIM aus dem Familienbundle für den Internetzugang nutzen. Das Datenvolumen können sich alle Nutzer dann flexibel aufteilen.

## Richtig wechseln

Im Mobilfunkmarkt haben Sie das Recht, Ihre Telefonnummer jederzeit zu einem neuen Anbieter mitzunehmen, auch während eines laufenden Vertrags. Sie erhalten dann vom alten Anbieter eine neue Nummer zugewiesen. Das kann durchaus nützlich sein, beispielsweise wenn Sie in einem

UMTS-Vertrag festsitzen und ein LTE-Upgrade lieber bei einem anderen Anbieter oder in einem anderen Netz wählen würden. In einem solchen Fall müssen Sie den alten Vertrag zwar bis zum Schluss erfüllen, können Ihre gewohnte Nummer aber bereits im neuen Netz nutzen.

Falls Sie den Anbieter wechseln wollen, kündigen Sie rechtzeitig. Wenn Sie einen lange laufenden Vertrag nach der Mindestlaufzeit ohnehin kündigen wollen, machen Sie es am besten gleich, dann verpassen Sie den Kündigungsstermin nicht, der bis zu drei Monate vor dem tatsächlichen Vertragsende liegen kann. Falls Sie es sich anders überlegen, können Sie dann zum Vertragsende noch einmal günstigere Konditionen herausverhandeln.

Garantiert zu viel zahlen Sie, wenn Sie einen Vertrag viele Jahre unverändert laufen lassen, denn die Preise im Mobilfunkmarkt kennen nur eine Richtung: nach unten. Der Anbieter wird das Geschenk,

das Sie ihm damit machen, gerne annehmen. Selbst wenn Sie vollkommen zufrieden sind, sollten Sie kurz vor Ablauf der Vertragslaufzeit Ihren Anbieter kontaktieren und einmal nachfragen, welche Konditionen Sie für eine Vertragsverlängerung bekommen könnten.

Besonders wichtig ist das, wenn Sie auch für ein vergünstigtes Smartphone bezahlen. Die monatlichen Preise sind in diesem Fall so kalkuliert, dass Sie alle zwei Jahre ein neues Gerät bekommen können. Das sollten Sie ausnutzen – wenn Sie das Gerät nicht selbst brauchen, findet sich dafür auch ein anderer Abnehmer. Aber Achtung: Noch immer kastrieren einige Anbieter die Smartphones mit einem SIM-Lock, sodass sie sich nicht mit den SIM-Karten anderer Provider nutzen lassen. Das müssen Sie mit einkalkulieren, wenn sie ein neues Smartphone aus einem solchen Laufzeitvertrag verkaufen wollen.

(uma@ct.de) **ct**

Bei Congstar gibt es eine Flex-Flat. Bei gleichem Volumen ist sie allerdings deutlich teurer als der Standard-Tarif, LTE kostet nochmals 5 Euro extra im Monat.



## Smartphone-Tarife ab 3 GByte/Monat (Auswahl)

Anbieter	1&1	1&1	1&1	Blau	Congstar
Tarif	All-Net-Flat LTE M	All-Net-Flat LTE L	All-Net-Flat LTE XL	Allnet-L / -XL / -Plus	Allnet Flat/ Allnet Flat Plus mit LTE-Option
URL	www.1und1.de	www.1und1.de	www.1und1.de	www.blau.de	www.congstar.de
Netz / Mobilfunktechnologie	02 / LTE	02 / LTE	02 / LTE	02 / LTE	Telekom / LTE
<b>Grundkonditionen</b>					
max. Datenrate Download / Upload	225 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s	21,6 / 11,2 MBit/s	50 / 25 MBit/s
Drosselung Download / Upload, Nachkauf von Volumen möglich	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, —	32 / 32 kBit/s, ✓
Grundvolumen ohne Aufpreis	10 GByte/Monat	15 GByte/Monat	20 GByte/Monat	3 / 5 / 8 GByte/Monat	8 / 12 GByte/Monat
Grundpreis Telefonminute / SMS	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)
Grundpreis Daten	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)
<b>Optionen und Erweiterungen</b>					
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	—	—	—	—	—
Optionen SMS Deutschland	—	—	—	—	—
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	—	—	—	—	—
Multi-SIM	6,99 €/Monat	kostenlos	kostenlos	—	—
Kosten für Ersatz-SIM	15,39 €	15,39 €	15,39 €	k. A.	15 €
Wunschrufnummer	—	—	—	—	15 €
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>					
Mindestvertragslaufzeit / Verlängerung/Kündigungsfrist	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	24 / 12 / 3 Monate	— / — / 14 Tage
Einmalige Gebühren abzüglich Rabatte und Guthaben	29,90 €	29,90 €	29,90 €	—	30 / 30 €
Monatliche Kosten (ohne Rabatte) mindestens	24,99 € <sup>1</sup>	29,99 € <sup>1</sup>	34,99 € <sup>1</sup>	9,99 / 14,99 / 24,99 €/Monat	25 / 30 € <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ermäßigungen bei 24 Monaten Laufzeit <sup>2</sup> gerechnet auf 24 Monate Vertragsdauer <sup>3</sup> nach 24 Monaten reduziert auf 5 GByte <sup>4</sup> nach 24 Monaten reduziert auf 10 GByte <sup>5</sup> 225 / 50 MBit/s für 5 € monatlich Aufpreis

## Smartphone-Tarife ab 3 GByte/Monat (Auswahl, Teil 2)

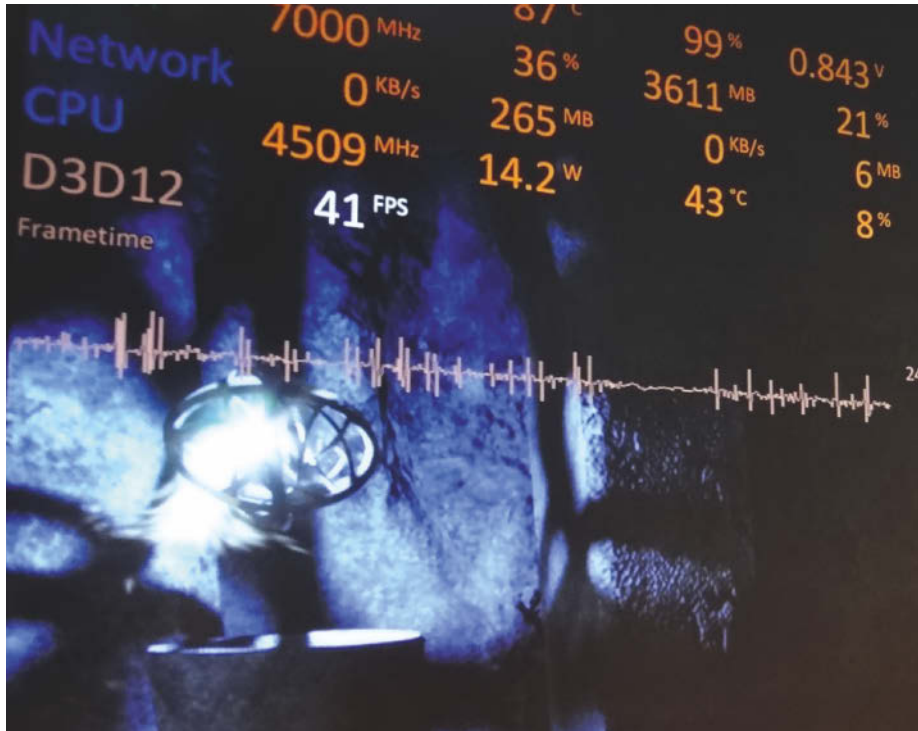
Anbieter	02	02	Otelo	Otelo	Simquadrat
Tarif	Free M	Free M Boost	Allnet Flat Go 5 GB	Classic 7 GB / Max 12 GB	5000 / 10000 MB Internet-Paket
URL	www.o2.de	www.o2.de	www.otelo.de	www.otelo.de	www.simquadrat.de
Netz / Mobilfunktechnologie	02 / LTE	02 / LTE	Vodafone / LTE	Vodafone / LTE	02 / LTE
<b>Grundkonditionen</b>					
max. Datenrate Download / Upload, Mobilfunktechnologie	225 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s	21,6 / 3,6 MBit/s	21,6 / 3,6 MBit/s	50 / 32 MBit/s
Drosselung Download / Upload, Nachkauf von Volumen möglich	1000 / 1000 kBit/s, —	1000 / 1000 kBit/s, —	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, ✓
Grundvolumen ohne Aufpreis	10 GByte/Monat	20 GByte/Monat	5 Gigabyte/Monat	7 / 12 GByte/Monat	5 / 10 GByte/Monat
Grundpreis Telefonminute / SMS	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	9 / 9 Cent
Grundpreis Daten	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)
<b>Optionen und Erweiterungen</b>					
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	Kostenlose Festnetz-Nummer	Kostenlose Festnetz-Nummer	—	—	kostenlose Festnetznummer; Allnet-Flat, 9,95 €/Monat,
Optionen SMS Deutschland	—	—	—	—	SMS to Mail kostenlos
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	—	—	—	—	—
Multi-SIM	—	Zweite SIM kostenlos	—	—	—
Kosten für Ersatz-SIM	24,99 €	24,99 €	9,90 €	9,90 €	kostenlos
Wunschrufnummer	—	—	—	—	—
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>					
Mindestvertragslaufzeit / Verlängerung / Kündigungsfrist	1 Monat / 1 Monat / 30 Tage	1 Monat / 1 Monat / 30 Tage	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	1 Monat / 1 Monat / 1 Tag
Einmalige Gebühren abzüglich Rabatte und Guthaben <sup>2</sup>	39,99 €	39,99 €	9,99 €	9,99 €	—
Monatliche Kosten (ohne Rabatte) mindestens	34,99 €	39,99 €	14,99 €	19,99 / 29,99 €	19,90 / 29,90 €

<sup>1</sup> Ermäßigungen bei 24 Monaten Laufzeit <sup>2</sup> gerechnet auf 24 Monate Vertragsdauer <sup>3</sup> nach 24 Monaten reduziert auf 5 GByte <sup>4</sup> nach 24 Monaten reduziert auf 10 GByte <sup>5</sup> 225 / 50 MBit/s für 5 € monatlich Aufpreis

Freenet	Klarmobil	Maxxim	Mobilcom-Debitel	Mobilcom Debitel	Mobilcom Debitel
Funk 1 GB / unlimited	Allnet Flat 4 GB / 12 GB mit LTE-Option	LTE 3000 / 5000	Allnet 4 / 8 GB	Allnet 4 / 8 GB	Allnet 10 / 20 GB LTE
www.freenet-funk.de	www.klarmobil.de	www.maxxim.de	www.mobilcom-debitel.de	www.mobilcom-debitel.de	www.mobilcom-debitel.de
02 / LTE	Vodafone / LTE	02 / LTE	Telekom / UMTS	Vodafone / UMTS	02 / LTE
225 / 50 MBit/s	50 / 25 MBit/s	50 / 32 MBit/s	21,6 (42,2 mit 8 GB) / 5,8 MBit/s	42,2 / 5,7 MBit/s	225 / 50 MBit/s
64 / 64 kBit/s, —	32 / 32 kBit/s, ✓	16 / 16 kBit/s, Datenautomatik deaktivierbar	64 / 16 kBit/s, —	64 / 64 kBit/s, —	64 / 64 kBit/s, —
1 GByte/Tag / Flatrate	4 / 12 GByte/Monat	3 / 5 GByte/Monat	4 / 8 GByte/Monat	4 / 8 GByte/Monat	10 / 20 GByte/Monat
— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)
— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
(kein Roaming möglich)	—	—	—	—	—
—	—	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 30 € einmalig, 4,95 €/Monat	—	Weitere SIM je 30 € einmalig, 4,99 €/Monat
10 €	24,95 €	14,95 €	25,95 €	25,95 €	25,95 €
—	—	—	39,99 bis 199,99 €	39,99 bis 199,99 €	39,99 bis 199,99 €
1 Tag / 1 Tag / —	24 / 12 / 3 Monate	1 / 1 Monat / 30 Tage	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage
—	192 / 192 € Gutschrift	9,99 €	16,01 / 100,01 € Gutschrift	16,01 / 100,01 € Gutschrift	80,01 € Gutschrift
20,99 / 30,11 €	29,99 / 34,99 €	9,99 / 14,99 €	19,99 / 24,99 €	19,99 / 24,99 €	19,99 / 24,99 €
✓ vorhanden — nicht vorhanden					

Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	WinSIM	Yourfone
MagentaMobil S / M	MagentaMobil L	Red XS / S	Red M	LTE All 3 / 5 / 10 GB	LTE 3 / 5 / 10 GB
www.telekom.de	www.telekom.de	www.vodafone.de	www.vodafone.de	www.winsim.de	www.yourfone.de
Telekom / LTE	Telekom / LTE	Vodafone / LTE	Vodafone / LTE	02 / LTE	02 / LTE
300 / 50 MBit/s	300 / 50 MBit/s	500 / 100 MBit/s	500 / 100 MBit/s	50 / 32 MBit/s	50 / 32 MBit/s <sup>5</sup>
64 / 16 kBit/s, ✓	64 / 16 kBit/s, ✓	32 / 32 kBit/s, Datenautomatik, fallweise deaktivierbar	32 / 32 kBit/s, Datenautomatik, fallweise deaktivierbar	16 / 16 kBit/s, ✓, Datenautomatik deaktivierbar	16 / 16 kBit/s, ✓, Datenautomatik deaktivierbar
3,5 / 8 GByte/Monat <sup>3</sup>	16 GByte/Monat <sup>4</sup>	4 / 8 GByte/Monat	16 GByte/Monat	3 / 5 / 10 GByte/Monat	3 / 5 / 10 GByte/Monat
— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)
— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
mit Einschränkungen	mit Einschränkungen	—	—	—	—
2 weitere SIM für je 4,95 €/Monat	2 weitere SIM für je 4,95 €/Monat	4 Partnerkarten für 15,99 bzw. 20,99 €/Monat	4 Partnerkarten für 15,99 bzw. 20,99 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat
29,95 €	29,95 €	29,95 €	29,95 €	14,95 €	14,95 €
24,95 €	24,95 €	20 €, nur bei Vertragsschluss im Shop	20 €, nur bei Vertragsschluss im Shop	—	—
24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	1 / 1 Monat / 30 Tage	24 / 12 / 3 Monate
39,95 €	39,95 €	20,01 / 80,01 € Gutschrift	140,01 € Gutschrift	9,99 €	66,01 / 114,01 / 114,01 € Gutschrift
36,95 / 46,95 €	56,95 €	29,99 / 39,99 €	49,99 €	7,99 / 12,99 / 22,99 €	12,99 / 19,99 / 29,99 €
✓ vorhanden — nicht vorhanden					





# Mehrwerte-Benchmark

## Zu aussagekräftigen Benchmark-Ergebnissen mit ein bisschen Mathematik

**Benchmarks sollten die Leistungsfähigkeit von Prozessoren, Grafikkarten und anderen Hardwarekomponenten aufzeigen und veranschaulichen, ob ein Spiel flüssig läuft. Doch vermeintlich klare Benchmark-Sieger können verborgene Schwächen haben, die sich nur durch zusätzliche Datenpunkte enttarnen lassen: sogenannte „Minimum-fps“ oder besser noch Perzentile.**

Von Carsten Spille

Die übliche Maßeinheit für Spiele-Leistung ist „Bilder pro Sekunde“: Aus der Anzahl der gerenderten Bilder geteilt durch die während des Benchmarks vergangene Zeit in Sekunden erhält man die durchschnittlichen Bilder pro Sekunde (frames per second, fps). Das Kernproblem solcher Leistungstests ist die Fixierung auf die Durchschnitts-fps als einzige Kenngröße. Ob nun 60 Bilder pro Sekunde durchweg gehalten werden oder sich etwa aus abwechselnden Sequenzen mit 30 und 90 fps zusammensetzen, verrät der Durchschnittswert nämlich nicht. Dass manche Benchmarks wie der 3DMark sie in eine abstrakte, gewichtete Punktzahl umrechnen, um unausgewogene Kombinationen von Prozessor und Grafikkarte auszugleichen, macht es nicht besser.

Die Bildrate schwankt, weil nicht jedes Bild in einem Spiel denselben Rechenaufwand, ergo gleich viel Rechenzeit erfordert. Manche Szenen, in denen etwa nur wenig von der aufwendigen Spielwelt, dafür aber viel vom einfach gestalteten Himmel zu sehen ist, laufen mit hohen Bildraten. Andere, in denen aufwendige Effekte zu bestaunen sind, fordern die Grafikkarte stärker und haben eine niedrigere Bildrate. Wieder andere zeigen in kurzer Zeit viele verschiedene Ansichten eines Spielabschnittes – wie ein virtuelles 360°-Panorama bei einer Drehung um die eigene Achse – und belasten so das Streaming-System, welches Geometrie und Texturen nachlädt. Und schließlich gibt es auch Szenen etwa mit realistischen Partikeleffekten oder einer großen Anzahl KI-gesteuerter Modelle, wo die Leistung des Prozessors und nicht der Grafikkarte limitiert.

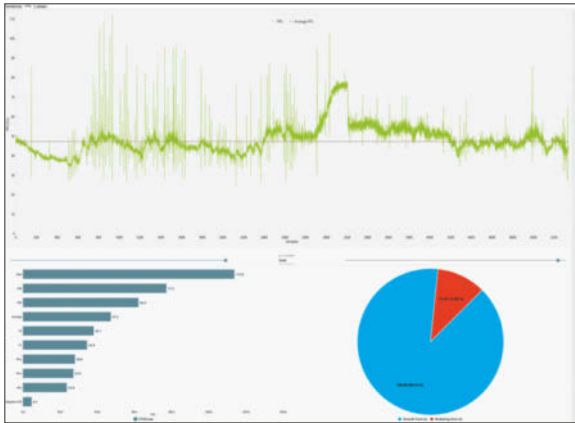
Ein erster Schritt zur besseren Leistungsbewertung ist die Angabe eines Minimalwertes, der die niedrigste Leistung während des Benchmark-Durchlaufes anzeigt. Im oben genannten Beispiel hätte man dann bei einem Minimalwert von 30 fps einen Indikator, dass der PC die 60 fps nicht dauerhaft schafft.

Doch auch diese Zahl sagt noch nicht allzuviel aus: Denn sie steht unverrückbar da, auch wenn der Minimalwert nur auf Basis eines einzelnen Bildes errechnet wird. Eine grafische Darstellung der erzielten Bilder pro Sekunde als Liniendiagramm zeigt Ausreißer sowie Passagen mit besonders hoher oder niedriger Performance. Ein solches Diagramm passt aber nicht in eine kompakte Tabelle und erschwert es, die Werte mehrerer Produkte miteinander zu vergleichen.

Besser ist es, auch für die untere Leistungsgrenze über eine bestimmte Anzahl an Bildern zu mitteln und als Ergebnis eine Zahl anzugeben. Das ginge per Integration über ein kurzes Zeitintervall wie etwa die Sekunde mit den niedrigsten fps-Werten im Benchmark oder über ein sogenanntes Quantil, mit dem man den Schwellwert für die Minimal-Angabe relativ frei wählen kann.

### Auf die Quanten

Das einfachste Quantil kennen auch mathematisch weniger Interessierte: Es ist der Median – oder das Perzentil P50, im Englischen 50th percentile. Der Median unterscheidet sich in unserem Fall vom Durchschnittswert dadurch, dass er eine Reihe



CapFrameX bietet verschiedene Perzentile zur Auswahl, kann per Mausklick einen Ausschnitt der Messung analysieren und zeigt im Tortendiagramm den Anteil flüssiger sowie ruckeliger Darstellung.

Eine quelloffene, von AMD auf GitHub (siehe [ct.de/ydqv](https://ct.de/ydqv)) gepflegte Alternative ist das Open Capture and Analysis Tool (OCAT). Es greift ebenfalls auf die beschriebene „Present“-Funktion zu und liefert Frametime-Listen, die man zum Beispiel mithilfe einer Tabellenkalkulation analysieren kann. Das beliebte Grafikkarten-Tool MSI Afterburner loggt auf Wunsch ebenfalls Bilder pro Sekunde oder Frametimes. Programme wie CapFrameX (ebenfalls quelloffen und auf GitHub, [ct.de/ydqv](https://ct.de/ydqv)), bieten eine Vielzahl von Optionen zur Visualisierung und Analyse der mitgeloggten Daten.

## Fazit

Durchschnitts-fps eignen sich nur zum Vergleich sehr ähnlicher Produkte. Perzentile ermöglichen eine wesentlich differenziertere Einschätzung der Leistungsentfaltung. Das Perzentil P99 zeigt die Leistung, die über 99 Prozent der Testlaufzeit mindestens zu erwarten ist. Dabei bestraft es Aussetzer nicht so hart wie Minimum-fps, die nur auf wenigen Bildern basieren.

Wer noch strenger selektieren will, nutzt höhere Perzentile wie P99,9 oder P99,8, welche nur einen oder zwei Ausreißer pro tausend berechneter Spiele-Bilder verzeihen. Das ist aber nur sinnvoll, wenn sich andere Störeinflüsse weitgehend ausschließen lassen – sonst erhält man Zufallswerte ohne Bedeutung.

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

**Download Benchmark- und Frametime-Tools:** [ct.de/ydqv](https://ct.de/ydqv)

von Messwerten in zwei Hälften teilt: eine, die höher liegt und eine die darunter liegt. Weil die Höhe der Einzelwerte im Vergleich zum Durchschnitt keine Rolle spielt, ist er gegenüber starken Abweichungen vom Durchschnitt sehr robust.

Andere Perzentile funktionieren ähnlich, teilen die Messreihe jedoch an anderer Stelle. Das oft genutzte Perzentil P99 grenzt das langsamste Prozent der Messwerte ab. Dabei spielt es keine Rolle, ob diese vereinzelt über die Laufzeit der Messung auftreten oder gebündelt, etwa in einer bestimmten Spielszene.

Die P99-Bildfrequenz ist also der Mindestwert, der nur in einem Prozent der Fälle, also etwa einer von 100 Sekunden unterschritten wird.

Einige in PC-Spielen eingebaute Benchmarks geben bereits Perzentile aus. Der von Shadow of the Tomb Raider liefert zum Beispiel das Perzentil P95, also die langsamsten 5 Prozent als zusätzliche Metrik. In den meisten anderen Titeln, die das bereits eingebaut haben, sind Perzentile von 99 oder 99,9 üblich. Das Spiel Strange Brigade etwa schreibt in die Protokolldateien des integrierten Benchmarks die Perzentile P1, P3, P5, P95, P97 und P99 – zusätzlich zu den Frametimes des jeweils „kürzesten“ und „längsten“ Bildes (Minimum- und Maximum-Frames). Andere wie etwa Metro Exodus verwirren, indem sie für durchschnittlich, minimal und maximal erreichte fps fälschlicherweise jeweils „99th percentile“ angeben.

## Zeit für Presente

Gängige Benchmarks oder Tools zur Ermittlung der Spiele-Performance messen zur Leistungsbestimmung den Zeitabstand zwischen den einzelnen „Present“-Kommandos (siehe Kasten) auf den Bruchteil einer Millisekunde genau. Diese

Bildberechnungszeiten, sogenannte Frametimes, sind Zielvorgaben für die Optimierungen der Spieleentwickler. Um daraus die gängige fps-Angabe zu gewinnen, teilt man 1000 durch diesen Frametime in Millisekunden: Während bei eher gemächlichen Adventures oder Aufbau-Strategiespielen 30 Bilder pro Sekunde genügen, für jedes Bild also rund 33,3 Millisekunden Rechenzeit zur Verfügung stehen, sind bei Shootern mindestens 60 fps erwünscht und die maximale Frametime sinkt auf 16,7 ms. VR-Titel sollen 90 Hz erreichen, sodass pro Bild nur noch 11,1 ms Berechnungszeit übrig bleiben.

## Selbstgemacht

Auch wenn ein Spiel keine Benchmarkfunktion besitzt, lässt es sich für Leistungsmessungen verwenden. Dazu braucht man ein separates, im Hintergrund laufendes Tool. Früher nutzte man dafür Fraps, das der Entwickler jedoch vor mehr als sechs Jahren zuletzt aktualisierte.

## fps-Messung mit Grafik-Puffern

Um die Bildschirmausgabe bei vertikaler Synchronisation (VSync) nicht flackern zu lassen und keine halbleeren Bilder anzuzeigen, hält der PC für typische Spiele mindestens zwei Pufferspeicher (Buffer, Double Buffering) bereit, in denen aufeinanderfolgende Bilder des Spiels liegen: der Front- und den Back-Buffer. Komplexere Synchronisationstechniken, temporale Kantenglättung (TAA) oder Effekte wie Bewegungunschärfe können auch mehrere Back-Buffer erfordern.

Die Display-Engine liest den Front-Buffer aus und schickt dessen Inhalt als

Bildsignale an den Monitor, während der Rest der GPU das nächste Bild fertig berechnet und in den Back-Buffer schreibt. Ist es fertig, sendet die Anwendung ein Kommando (IDXGISwapChain::Present) und die beiden Puffer tauschen ihre Aufgabe (Buffer Flip). So stellt die Grafikkarte sicher, dass immer ein fertiges Bild zur Ausgabe vorhanden ist – liegt die Bildrate sehr niedrig und das folgende Bild ist noch nicht fertig, wird beim Double-Buffering das alte Bild einfach noch einmal angezeigt. Daher sinkt die fps-Rate bei aktiver VSync auf einem 60-Hz-Display auch von 60 auf 30 fps.

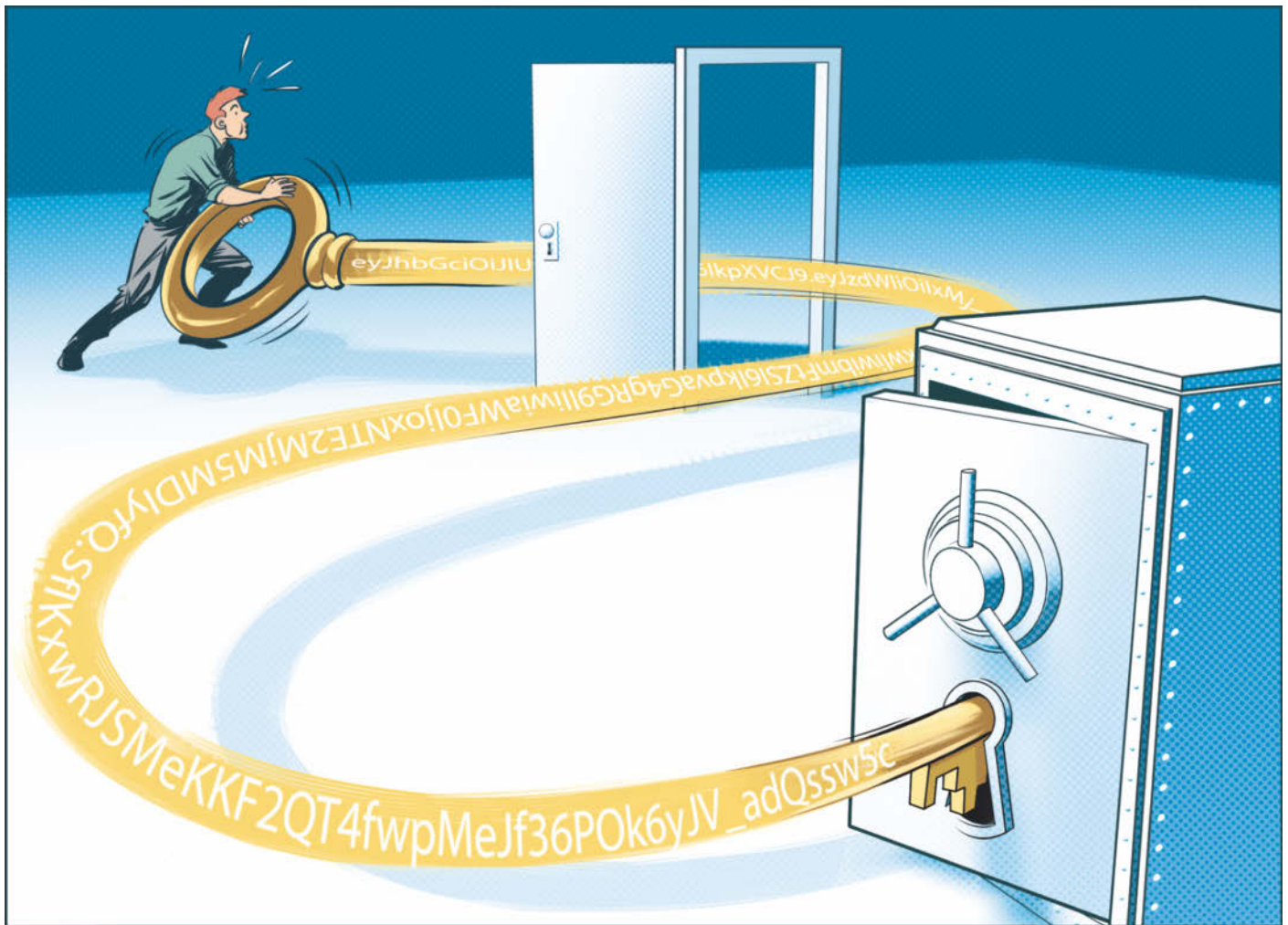


Bild: Albert Hulm

# Drum prüfe, wer sich bindet

## Web-Authentifizierung mit JSON Web Tokens statt Sessions

**Der Benutzer gibt Benutzernamen und Passwort ein, klickt auf den Login-Button und ist angemeldet. Damit eine solche Anmeldung im Web erhalten bleibt, muss der Entwickler einen Mechanismus zur Wiedererkennung einer Sitzung einbauen. Nachdem sogenannte Sessions lange das Mittel der Wahl waren, wird heute vermehrt mit JSON Web Tokens gearbeitet. Interessant sind sie vor allem für verteilte Anwendungen.**

Von Manuel Ottlik

Die Authentifizierung innerhalb von HTTP-Webanwendungen lösen Entwickler traditionell mit Sessions: Ein Benutzer meldet sich mit seinen Anmeldedaten an; stimmen diese mit Werten aus der Benutzerdatenbank überein, legt der Server eine Session mit Daten über den Benutzer an – einen Datensatz mit Informationen zur Benutzersitzung. Den Datensatz speichert der Server zum Beispiel auf seiner Festplatte – in vielen Implementierungen als einfache Textdatei. Der Datensatz wird mit einer Session-ID verknüpft, eine zufällige und lange Zeichenkette. Diese ID bekommt der Client nach der Anmeldung als Cookie gesendet. Er speichert diese und sendet sie bei zukünftigen Anfragen an den Server quasi als Ausweis mit.

So schafft man es, über das zustandslose Protokoll HTTP eine nicht-zustandslose Verbindung zwischen Client und Server herzustellen. Wenn der Client nun eine weitere Anfrage an den Server sendet, hängt er die Session-ID an. Dieses Verfahren hat lange gut funktioniert, stößt aber in modernen Webanwendungen, die auf viele Server verteilt sind, an seine (Performance-)Grenzen.

### Gebunden

Die Session selbst wird nämlich auf genau einem Server gespeichert. Sobald mehrere Server redundant laufen, um etwa einen Lastenausgleich herstellen zu können und hohe Zugriffszahlen zu bewältigen, taucht ein Problem auf: Damit alle am Lastenausgleich beteiligten Server die hinterlegten



Informationen zu einer Session-ID kennen, müsste man die Sessions aufwendig synchronisieren. Ein ähnliches Problem tritt auf, wenn der Nutzer per Single-Sign-On (SSO) mit einer Anmeldung mehrere Anwendungen nutzen soll. Jeder beteiligte Dienst bräuhete eine Kopie aller Sessions. Kommt es in einem Dienst zu einem Leck, wären alle anderen Dienste ebenfalls kompromittiert. Verteilte Systeme verlangen also nach einer Möglichkeit, Nutzer zu authentifizieren, ohne dass ein zentraler Session-Speicher als Flaschenhals im Wege steht.

## Eigenständig

Für diesen Zweck haben sich seit einigen Jahren Access-Tokens durchgesetzt. Eine besonders beliebte Form dieser Tokens ist der JSON Web Token (JWT). Im Gegensatz zu Sessions hat er vor allen Dingen einen Vorteil: Die Informationen über den Nutzer werden nicht mehr auf dem Server, sondern in dem Token selbst gespeichert und manipulationssicher signiert. Die Idee: Ein Anmeldeserver, der Benutzername und Kennwort prüfen kann, stellt ein JWT aus und signiert ihn. Andere Dienste können seine Gültigkeit prüfen, ohne mit dem Anmeldeserver kommunizieren zu müssen.

## Standardisiert

Bei einem JWT handelt es sich um ein JSON-Dokument, das im IETF-Standard RFC 7519 (siehe [ct.de/y1m2](https://tools.ietf.org/html/rfc7519)) beschrieben ist – die Entwickler haben darin auch festgelegt, dass man JWT englisch „dschot“ aussprechen darf. Mit JWTs muss man nicht unbedingt Authentifizierungen bauen, sie eignen sich grundsätzlich, um jegliche Informationen geschützt vor Veränderung über unsichere Kanäle zu versenden. Genau genommen ist „JWT“ nur eine Sammelbezeichnung für zwei konkrete Implementierungen: JSON Web Sig-

nature (JWS) und JSON Web Encryption (JWE). Während per JWE verschlüsselt wird, signiert eine JWS den Payload nur und lässt die Daten lesbar.

Aber genug der Theorie – verschlüsselte JWEs sind in der Praxis bisher nur selten zu sehen. Auch dieser Artikel beschäftigt sich nur mit JWS. Um die Unveränderlichkeit der Daten zu gewährleisten, besteht ein JWT aus drei Teilen: dem Header, der Payload und einer Signatur. Im Header wird der Signaturalgorithmus angegeben. Die Payload enthält die Informationen, die versendet werden sollen, formatiert als JSON-Objekt.

Im JWT-Standard gibt es einige reservierte „Claims“, also JSON-Attribute für festgelegte Inhalte. Besonders häufig werden `exp` („Expiration Date“ für das Ablaufdatum) und `iss` („Issuer“ für den Aussteller) verwendet, um die Gültigkeit und Herkunft eines Tokens anzugeben. In der Tabelle auf dieser Seite finden Sie die komplette Liste reservierter Claims.

Neben diesen reservierten Claims gibt es „Public Claims“, die der Entwickler nach Belieben nutzen kann, um Informationen über den Nutzer, seine Rechte oder die Anwendung zu speichern, zum Beispiel `name` oder `email`. Damit könnten JWT-Payload und Header so aussehen:

```
{
  "alg": "HS256",
  "typ": "JWT"
},
{
  "sub": "m.mustermann",
  "name": "Max Mustermann",
  "email": "m.mustermann@beispiel.de",
  "admin": false,
  "iat": 1516239022
}
```

Um das JWT zu versenden, werden alle drei Teile `base64url`-kodiert und mit

## Reservierte Claims in der Payload

Claim	Name	Beschreibung
iss	Issuer	Aussteller des Tokens
sub	Subject	Zielperson, auf die sich das Token bezieht
aud	Audience	Zieldomäne, für die das Token ausgestellt wurde
exp	Expiration Time	Zeitpunkt, zu dem das Token abläuft
nbf	Not Before	Zeitpunkt, ab dem das Token gültig ist
iat	Issued At	Zeitpunkt, zu dem das Token ausgestellt wurde
jti	JWT ID	ID des Tokens, um bspw. Mehrfachnutzung zu verhindern

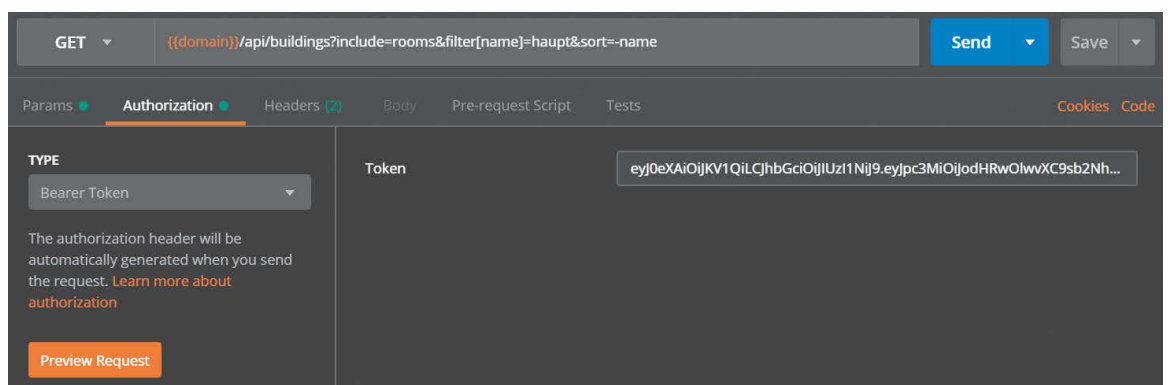
Punkten getrennt aneinandergehängt. Die Zeichenkette ist so klein, dass sie im HTTP-Authorization-Header mitgesendet werden kann und durch die Kodierung werden Übertragungsfehler durch unterschiedliche Zeichensätze minimiert.

Dabei darf man nicht vergessen: Das JWT (genauer JWS) wird nicht verschlüsselt, sondern lediglich signiert, bietet also keine Vertraulichkeit, sondern nur Integrität der Daten. Die Informationen in der Payload sind zwar vor ungewollten Änderungen sicher und können auf Integrität geprüft werden – lesen kann sie aber erst mal jeder, der sie in die Finger bekommt, indem er einfach den mittleren Teil des JWT (siehe Abbildung auf Seite 120) aus Base64 zurückkodiert. Deshalb sollte das JWT keine komplette Akte des Benutzers enthalten, sondern sich auf Daten beschränken, die der Authentifizierung nützen.

## Signiert

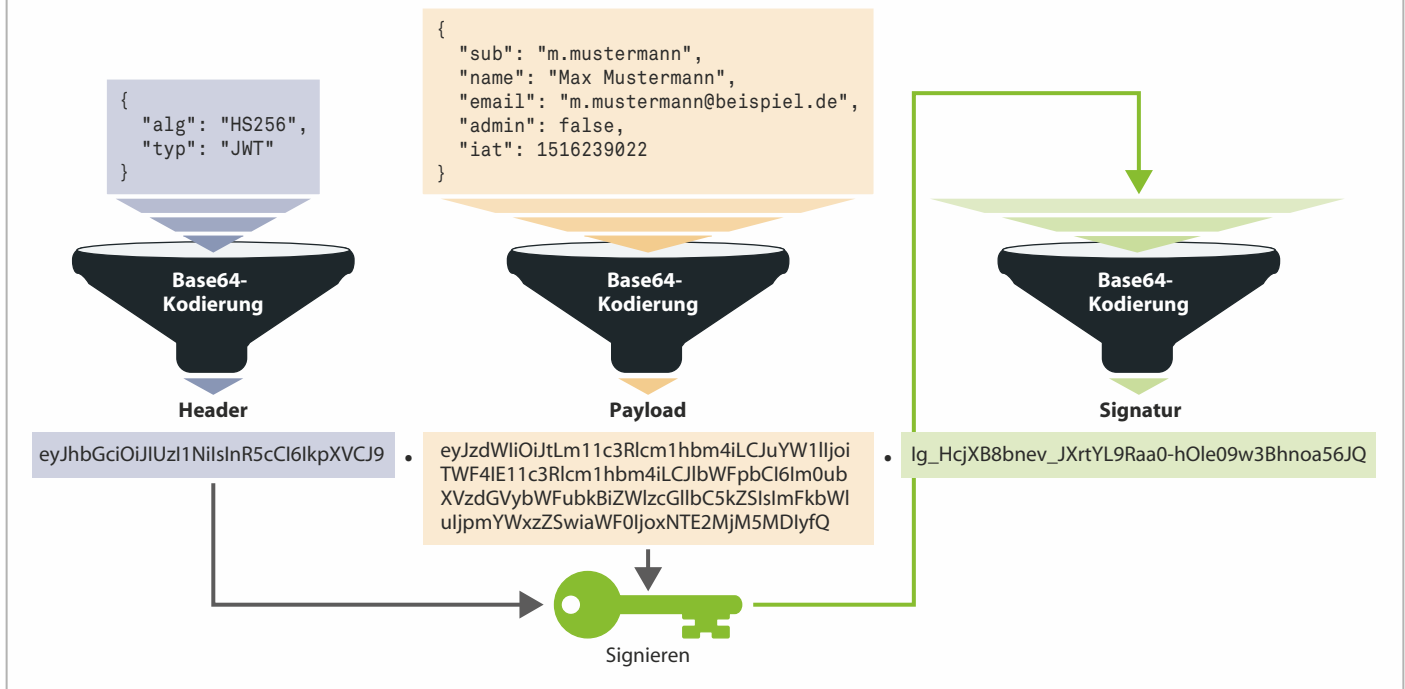
Um die Signatur zu erstellen, wird ein Schlüssel zusammen mit Header und Payload in den Signaturalgorithmus geworfen, der im Header angegeben ist. Ein solcher Signaturalgorithmus besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen: einer Hashfunktion und einem Verschlüsse-

Ein JWT ist so klein, dass er im Authorization-Header des HTTP-Protokolls mitgesendet werden kann, wie zum Beispiel mit dem API-Client Postman.



## Aufbau eines JWT

Header und Payload werden mit Base64 kodiert und zusammen mit dem Schlüssel signiert. Die drei Bestandteile Header, Payload und Signatur werden mit Punkten getrennt.



lungsalgorithmus. Die Aufgabe der Hashfunktion ist, einen beliebig langen String in eine Zeichenkette umzuwandeln, die eine feste Länge hat. Diese Umwandlung ist nicht umkehrbar, erzeugt aber einen eindeutigen Fingerabdruck des Textes. Dieser Hash wird dann verschlüsselt. Verschlüsselungsalgorithmen gibt es viele, sie lassen sich aber in zwei Arten unterteilen: symmetrische und asymmetrische.

Während bei einem symmetrischen Verfahren mit dem gleichen Schlüssel verschlüsselt und entschlüsselt wird, gibt es bei asymmetrischen Verfahren zwei Schlüssel: Mit dem öffentlichen Schlüssel werden Nachrichten verschlüsselt, der private Schlüssel entschlüsselt sie wieder – und umgekehrt.

Wird ein symmetrischer Signaturalgorithmus wie zum Beispiel HS256 (HMAC mit der Hashfunktion SHA-256) verwendet, muss der einzige Schlüssel geheim gehalten werden – schließlich kann sonst jeder, der ihn besitzt, selbst einen gültigen JWT erstellen. Dieses Verfahren wird häufig benutzt, wenn es nur einen Server gibt, der den Schlüssel ausstellt und prüft, also eine einzige Anwendung, die sowohl die Authentifizierung als auch die Geschäftslogik enthält. Da der geheime Schlüssel mit niemandem geteilt werden muss, kann das Verfahren eingesetzt wer-

den – es ist etwas schneller als asymmetrische Verfahren.

Bei einem asymmetrischen Signaturverfahren wie zum Beispiel RS256 (RSA mit der Hashfunktion SHA-256) dürfen den privaten Schlüssel nur Anwendungen kennen, die selbst Token ausstellen. Mit ihm ist man in der Lage, eine Signatur zu erstellen. Den öffentlichen Schlüssel muss jede Anwendung kennen, die die Gültigkeit prüfen soll. Es schadet aber auch nicht, ihn der Welt bekannt zu machen. Das passiert meist über eine URL in den Metadaten des Tokens.

### Autonom

Zu so einer Situation kommt es in verteilten Systemen, also wenn der Authentifizierungsserver von der Geschäftslogik getrennt ist oder mit einem Single-Sign-On mehrere Applikationsserver bedient. Asymmetrische Verfahren haben einen weiteren großen Vorteil: Da nur der Authentifizierungsserver den privaten Schlüssel hat, kann nachgewiesen werden, dass das JWT wirklich von ihm kommt – es kann also die Authentizität des JWT nachgewiesen werden. Bei symmetrischen Verfahren ist das nicht möglich, es gibt schließlich nur einen Schlüssel, den sich alle beteiligten Systeme teilen.

Dank der Signatur und des Schlüssels, mit dem die Gültigkeit überprüft werden kann, funktioniert ein JWT komplett autonom. Bei jeder eingehenden Anfrage überprüft der Server, ob das Token und seine Signatur gültig sind. Das passiert abhängig vom Verschlüsselungsverfahren auf unterschiedliche Weise: Wird ein symmetrisches Verfahren verwendet, baut der Anwendungsserver selbst eine Signatur aus dem Header, der Payload des JWT und dem geheimen Schlüssel. Dann prüft er, ob sie mit der mitgesendeten Signatur übereinstimmt. Bei asymmetrischen Verfahren kann die Überprüfung nicht einfach durch das Nachbauen der Signatur geprüft werden, schließlich hat der Anwendungsserver nur den öffentlichen Schlüssel. Stattdessen wird die Signatur mit dem öffentlichen Schlüssel entschlüsselt und gleichzeitig ein Hash des Tokens mit der im Header angegebenen Funktion gebildet. Stimmen diese beiden Werte überein, ist das JWT nicht manipuliert worden – natürlich immer unter der Bedingung, dass der private Schlüssel nicht in falsche Hände geraten ist.

### Integer

Die Daten des Nutzers liegen mit einem JWT nicht mehr auf dem Server, sondern

auch frei lesbar beim Client – da ist die Versuchung, mal kurz eine Adminberechtigung hinzuzufügen, schon groß: Max Mustermann aus dem Beispiel-JWT auf Seite 119 könnte zum Beispiel Böses im Sinn haben: Obwohl es ihm nicht zusteht, möchte er gerne die Admin-Oberfläche sehen und versucht deshalb, die Payload zu verändern. Diese ist schließlich nicht verschlüsselt, sondern nur base64url-kodiert. Er kodiert den mittleren Teil zurück, setzt das Attribut `admin: true` und setzt die veränderte Payload in das Token ein, nachdem er es erneut kodiert hat. Hier muss der Server einschreiten, die ungültige Signatur erkennen und die Anfrage mit dem HTTP-Statuscode 403 `Unauthorized` ablehnen. Sie können das Verfahren ohne Programmierarbeit selbst ausprobieren: Auth0 hat ein Online-Tool veröffentlicht, mit dem Sie JWTs bauen, signieren und bearbeiten können (siehe [ct.de/y1m2](https://ct.de/y1m2)).

Natürlich müssen auch noch andere Angaben überprüft werden, um ein JWT als gültig zu erklären. Es sollte zum Beispiel vorausgesetzt werden, dass ein bestimmtes Signaturverfahren im Header angegeben wurde und es sollte auch geprüft werden, ob das Token noch im Gültigkeitszeitraum (`exp` in der Payload) ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, kann jede Anwendung mit dem Schlüssel das Token für gültig erklären – ohne einmal einen anderen Server fragen zu müssen. Diese Autonomie bringt aber auch Probleme mit sich.

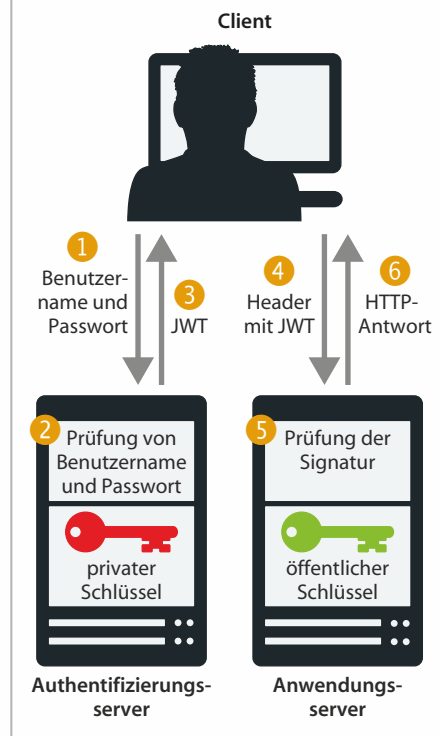
## Besonders

Ein beliebter und bekannter Angriff auf das Verfahren: Ein JWT abfangen, Payload manipulieren, aber im Header als Algorithmus `none` angeben. Wenn der empfangende Server eine treue Seele wäre und nicht überprüfen würde, was da als Algorithmus angegeben wurde, würde er das JWT als gültig ansehen.

Die Lösung gegen dieses Vorgehen ist denkbar einfach: `none` als Signaturalgorithmus verbieten und im besten Fall nur ein ausgewähltes Verfahren zulassen. Sollten Sie einmal eine Authentifizierung mit JWTs in einem Projekt verwenden wollen, fangen Sie besser nicht selber an, die Token-Validierung zu entwickeln, sondern greifen Sie lieber auf eine Bibliothek zurück, eine Liste finden Sie über [ct.de/y1m2](https://ct.de/y1m2). Sie übergeben das JWT an eine Funktion `validate()` zusammen mit dem Schlüssel und bekommen `true` oder `false` als Antwort. Sollten Sie dennoch an

## JSON Web Token

Der Client meldet sich mit Benutzername und Kennwort beim Authentifizierungsserver. Dieser stellt ein JWT aus und signiert es mit dem privaten Schlüssel. Der Anwendungsserver kennt nur den öffentlichen Schlüssel.



den Details interessiert sein, finden Sie ausführliche Literatur über [ct.de/y1m2](https://ct.de/y1m2). In der Vergangenheit gab es einige Bibliotheken, die für diesen simplen Angriff empfänglich waren. Verwenden Sie unbedingt eine aktuelle Version.

Im Vergleich zu klassischen Sessions bringen JWTs aber auch ein paar Nachteile mit. Sie sind zum Beispiel deutlich größer, je nach Payload schnell über 50-mal so groß wie eine Session-ID. Zugegeben, es geht um einige Bytes, aber diese werden bei jedem Aufruf übertragen.

## Zurückgezogen

Das größte Problem mit JWTs: Der Standard sieht keine Möglichkeit vor, die Gültigkeit eines ausgestellten Tokens rückgängig zu machen. Ist ein JWT signiert, werden andere Dienste es als gültig ansehen.

Wenn ein JWT zum Beispiel wegen Missbrauchsverdacht sofort ungültig gemacht werden muss, braucht man ein entsprechendes Verfahren. Hier scheiden sich die Geister: Man könnte den Anwen-

dungsservern den Auftrag geben, bei jeder Anfrage beim Authentifizierungsserver anzuklopfen und zu fragen, ob das JWT denn wirklich gültig ist. Damit würde man aber den gleichen Flaschenhals wie bei Sessions produzieren und die Idee eines autonomen Tokens unterlaufen. Stattdessen könnte man zum Beispiel eine Blacklist für Tokens auf jedem Server führen, und diese regelmäßig Authentifizierungsserver aktualisieren lassen.

Um das Problem der nicht rückrufbaren Tokens einzudämmen, kann man mit Refresh-Tokens arbeiten. Der Client bekommt zwei JWTs nach der Anmeldung: Zusätzlich zum Access-Token, dessen Gültigkeit auf wenige Minuten beschränkt ist, bekommt er ein Refresh-Token. Mit diesem kann er sich nach der Ablaufzeit wieder beim Anmeldeserver melden, um ein neues Access-Token zu bestellen. Der Nutzer muss also nicht alle paar Minuten sein Kennwort erneut eingeben. Liegt ein Problem vor, sperrt der Anmeldeserver das Refresh-Token. Die Gültigkeit von Refresh-Tokens kann sehr lang gewählt sein, die von JWTs sollte möglichst kurz sein. Mit Refresh-Tokens kann man die Vorteile von JWT und zentralisierter Anmeldung kombinieren. Der Anwendungsserver muss keine Blacklist verwalten und der Anmeldeserver wird entlastet, weil er nur noch alle paar Minuten ein neues Access-Token ausstellen muss.

## Umgewöhnung

JSON Web Tokens können Probleme lösen, die mit serverseitigen Sessions typischerweise entstehen. Sie sind aber keine Nachfolger von Sessions und werden diese nicht ersetzen. JWTs gehen die Aufgabe nur anders an und bringen neue Herausforderungen mit. Wer darüber nachdenkt, eine Webanwendung von zentralem Session-Speicher auf JWT umzustellen, sollte sich darüber im Klaren sein, dass es sich um einen Umbau am offenen Herzen der Anwendung handelt, der nur dann angebracht ist, wenn das bisherige System nicht mehr ausreicht. Bei einem Neubau sollte man JWTs aber eine Chance geben. Die unproblematische Trennung von Anwendungs- und Anmeldeserver macht es möglich, die Anwendungen über mehrere Cloud-Anbieter und eigene Maschinen zu verteilen und in mehreren Teams zu arbeiten. (jam@ct.de) **ct**

**Dokumentation und Bibliotheken:**  
[ct.de/y1m2](https://ct.de/y1m2)



# Treffen der Nussknacker

## Wireshark: Was auf einem SharkFest passiert

**Weltweit gibt es nicht viele Netzwerkanalysten. Auf dem jährlich wiederkehrenden SharkFest, das sich der Anwendung und Weiterentwicklung des Netzwerk-Tools Wireshark widmet, kann man diese seltene IT-Spezies treffen, um von ihr zu lernen, wie man die ganz harten Nüsse knackt.**

Von Jasper Bongertz

**E**in Netzwerkanalyst muss sich seine Sporen mühsam verdienen. Nach Meinung von Chris Sanders, einem der Referenten beim SharkFest 2019 an der Universität Berkeley, sollte sich ein Netzwerkanalyst im Security-Bereich in mindestens einem der Teilbereiche Hauptspeicher-, Netzwerk- und Festplattenforensik „sehr gut“ auskennen, bevor er sich so nennen kann. Alternativ akzeptiert Sanders auch die Security-Bereiche Friendly Intel und Threat Intel. In einem weiteren dieser fünf Bereiche sollte sich der Analyst „ziemlich gut“, und im Rest noch „recht gut“ auskennen.

Doch lassen Sie sich davon nicht abschrecken – die meisten tatsächlichen Netzwerkanalysten teilen diesen extrem hohen Anspruch nicht. Eigentlich ist auch bei dieser Kunst nur der Weg das Ziel und nicht die Meisterschaft selbst. Der Wireshark-Begründer Gerald Combs sagt: „Das primäre Ziel des Wireshark-Projekts ist es, so vielen Menschen wie möglich zu helfen, ihr Netzwerk so gut wie möglich zu verstehen.“

In den USA läuft das SharkFest als dreitägige Konferenz meist Mitte Juni, gefolgt vom etwas kleineren europäischen Ableger im vierten Quartal – in diesem Jahr in Portugal (4. bis 8. November, siehe [ct.de/y7zk](http://ct.de/y7zk)).

Die Atmosphäre ist familiär und auch geprägt von abendlichen Veranstaltungen inklusive einer mehrstufigen Netzwerkauf-

gabe (Challenge), die man in Gruppen angehen kann. Als Gewinn winkt eine Trophäe in Form einer Haifischflosse. Nicht jedes Jahr wird die Challenge geknackt. Aber jedes Jahr kehrt etwa die Hälfte der letztjährigen Teilnehmer zurück.

Den offiziellen Rahmen bilden Vorträge von Spezialisten. Fast alle sind aufgezeichnet und veröffentlicht, sodass man sich einen Eindruck gratis verschaffen kann (siehe [ct.de/y7zk](http://ct.de/y7zk)). Etliche der Vorträge gehen in die Tiefe, aber im Prinzip wird jedes Niveau berücksichtigt. Im Weiteren reißen wir einige der spannenden Vorträge an, um Anregungen zum Stöbern in der „SharkFest-Videothek“ zu geben.

### Strukturierte Ausbildung

Chris Sanders, der die Keynote zum zweiten Tag der Veranstaltung hielt, erzählte einleitend von seinen Anfängen als Netzwerkadministrator an seinem College und wie er darauf kam, Wireshark einzusetzen (das damals noch Ethereal hieß). Ein Student hatte anscheinend seine Noten aufgebessert und Chris sollte herausfinden, wie das möglich war. Mit Hilfe von Netzwerkmitschnitten und Vergiften des ARP-Caches konnte er nachweisen, dass er (und vermutlich auch jeder halbwegs technisch begabte Student) so das Passwort des Schulleiters ermitteln konnte.

Sanders meint, dass die Ausbildung von Analysten zu wenig formalisiert sei und nennt die Medizin als Vorbild. Anfangs waren gute Ärzte knapp, so wie heute Netzwerkanalysten. Längst werden Ärzte aber strukturiert ausgebildet. Daher fordert Sanders eine ähnlich grundlegende Ausbildung für IT-Sicherheitsspezialisten – und zwar inklusive der Spezialisierung auf verschiedene Teilbereiche, wie sie bei Medizinern üblich ist. Seinen Vortrag finden Sie wie alle übrigen über [ct.de/y7zk](http://ct.de/y7zk).

Simon Lindermann analysierte die Flusskontrollen verschiedener TCP-Stacks und erklärte die unterschiedlichen Konzepte, die Leitungskapazität auszuerschöpfen – also das TCP-Kunststück, ohne wirkliche Kenntnis der Leitungsgeschwin-

digkeit, die Senderate möglichst am Anschlag zu halten.

John Pittle widmete sich im Rahmen der Flusskontrolle den Selective Acknowledgements (SACK). SACK senkt den Aufwand bei Sendewiederholungen, die nach Paketverlusten erforderlich sind.

Brad Duncan genießt mit seiner Webseite [malware-traffic-analysis.net](http://malware-traffic-analysis.net) einen gewissen Bekanntheitsgrad in der Branche. Dort veröffentlicht er regelmäßig Fälle der Malware-Kommunikation, die er untersucht hat. Er stellte seine Wireshark-Konfiguration vor und erklärte, wie er bei der Analyse von Schadsoftware vorgeht und welche Filter er einsetzt.

Besonders seine Spaltenkonfiguration weicht deutlich von der eines Analysten ab, der sich um Troubleshooting-Dinge kümmert. Zum Beispiel entfernt er Paketnummern, Protokoll- und Längenangaben und verwendet stattdessen eine Spalte mit dem HTTP-Hostnamen und der URL. Außerdem nutzt er UTC-Zeitstempel statt der lokalen Zeitzone, um Abgleiche mit anderen UTC-basierten Log-Quellen zu erleichtern.

### Behandlungszimmer

Der Vortrag „The Packet Doctors are in!“ ist genau genommen keiner: Auf dem Podium sitzen drei bis vier Netzwerkanalysten und bearbeiten Problemstellungen aus dem Publikum. Da die Experten die Problemstellung nicht kennen, ist es besonders interessant, ihnen zuzusehen, wie sie sich auf unbekanntem Terrain bewegen. Die Methoden sind unterschiedlich – zum Beispiel kommt nicht immer nur Wireshark zu Einsatz. So geben sie Zuschauern Impulse, wie sie ähnliche Probleme selbst angehen könnten.

Die Packet Doctors fragen unter anderem: Wo wurde aufgezeichnet, wie sieht die Infrastruktur aus, welche Symptome gab es vor der Messung? All dies führt in vielen Fällen und selbst bei einer nur fünfzehnminütigen Analyse zu erstaunlich stichhaltigen Ergebnissen und vereinzelt sogar zu konkreten Lösungen.

vlan and (ether[14:2]&0xffff=10 or ether[14:2]&0xffff=12).

Jedes Jahr beliebt ist der von Graham Bloece präsentierte Vortrag zur Weiterentwicklung und Anpassung von Wireshark namens „Writing a Wireshark Dissector: 3 ways to eat bytes“. Graham ist einer der Hauptentwickler von Wireshark und erklärt, wie man selbst Hand an den Code legen und ihn um die sogenannten Dissectors – Dekodiermodule für bisher nicht unterstützte Protokolle – erweitern kann.

LUA eignet sich gut zum Ausprobieren, weil der Implementierungsaufwand gering ist. Zwar lässt die Leistung in der Interpreter-Umgebung zu wünschen übrig. Aber das genügt, um das Konzept zu prüfen.

Außer den Vorträgen lohnt sich auch ein Besuch in der „Developer Den“, der Höhle der Entwickler. Dort findet man viele der Core Developer, der Hauptentwickler von Wireshark.

**SharkFest-Vorträge:** [ct.de/y7zk](https://ct.de/y7zk)

Diese Veranstaltung wird aber nicht auf YouTube veröffentlicht, denn die untersuchten Messdaten sind oft nicht anonymisiert und sollen daher Unbefugten nicht in die Hände fallen. Auch deshalb dürfte diese Mini-Veranstaltung innerhalb des SharkFests für viele interessant sein, die eine Untersuchung alleine nicht abschließen können oder einfach sehen möchten, wie andere Analysten vorgehen.

Loris Degioanni nahm das Publikum mit auf eine Reise durch die Methoden zur Paketmessung und -aufzeichnung und erklärte, wie die erste Implementierung der WinPCAP-Bibliothek für die Aufzeichnung von Paketen unter Windows als Abschlussprojekt seines Studiums entstand.

Abhilfe können die auf Netzwerkmes-  
sungen spezialisierten FPGA-Aufzeich-  
nungskarten bringen (Field Programm-  
able Gate Array). Sie liefern – zu einem  
deutlich höheren Preis – wesentlich höhe-

re Messgenauigkeit, meist im einstelligen Nanosekundenbereich. Normale Netzwerkarten lösen höchstens im Mikrosekundenbereich auf. Bei Geschwindigkeiten jenseits von 16 Bit/s können damit zwei aufeinander folgende Pakete fälschlich denselben Timestamp bekommen.

Außerdem erklärte Degioanni Wire-sharks Berkeley Packet Filter (BPF). Wenn man zum Beispiel nur IPv4-TCP-Pakete aus dem Datenstrom extrahieren will, sieht die BPF-Syntax sehr simpel aus:

ip and tcp

BPF übersetzt das intern in eine Art Maschinensprache:

```
(000) ldh [12] (001) jeq #0x800␣
↳ jt 2 jf 5 (002) ldb [23] (003) jeq␣
↳ #0x6 jt 4 jf 5 (004) ret #262144␣
↳ (005) ret #0
```

Wireshark prüft zunächst, ob im Paket an Offset 12 der Wert hex 800 steht, was für das IPv4-Protokoll steht. Wenn ja (jt, jump if true), wird als nächstes geprüft, ob an Offset 23 der Protokolltyp 6 zu finden ist. Damit ist TCP gemeint. Schließlich wird entweder der Wert 262144 für „Paket behalten“ oder 0 für „Packet verwerfen“ zurückgegeben.

Wenn Sie tcpdump oder dumpcap verwenden, können Sie sich diese Instruktionstabelle mit dem Parameter -d für den gerade verwendeten Filter anzeigen lassen, um sie auf Korrektheit zu überprüfen.

Das empfiehlt sich, wenn man auf mehrere VLAN-IDs filtern will, denn damit hat BPF so seine Schwierigkeiten: Beim Laden der Werte addiert es für jedes VLAN 4 Bytes zum Offset – und findet



# Nasse Füße, heißer Kopf

Überzeugende Story und anspruchsvolle Knochelei

**Rätselfreude allein genügt in diesem Detektiv-Adventure nicht, um mit den Gruselfiguren des Horror-Schriftstellers H. P. Lovecraft fertigzuwerden.**

Von Peter Kusenberg

**P**rivatdetektiv Charles Reed fahndet in den frühen 1920ern nach der Quelle seiner Alpträume. Wie der Held des jüngst erschienenen Lovecraft-Adventures „Call of Cthulhu“ reist er dazu nach Oakmont im entlegensten Winkel Neu-Englands. Anders als im erzählerisch vermurksten Spiel des Herstellers Cyanide erkundet der Spieler in Frogwares Abenteuer eine Großstadt von beachtlicher Größe. Bereits am Hafen von Oakmont begegnet er dem ersten Quest-Geber, dessen wunderliches Affengesicht den Spieler auf die merkwürdige Welt einstimmt, die er in den nächsten gut 25 Stunden erkunden wird.

Zur Erledigung der Aufträge ist es nötig, Oakmont zu erforschen, das hinsichtlich Baustil an Lovecrafts Heimat Providence erinnert – nur dass der rampolierte Ort zum Teil unter Wasser steht. Der erzählerische und stilistische Einfluss des Autors ist stets präsent; Kenner der Novelle „Schatten über Innsmouth“ und

der Kurzgeschichte „Cthulhus Ruf“ entdecken im Spiel zig Figuren und Sujets aus jenen Werken – und sei es in Gestalt der Straßennamen.

Die Reisen nehmen einen großen Teil der Spielzeit in Anspruch. Reed läuft im Joggingtempo durch versiffte Gassen und fährt mit dem stets am Pier wartenden Motorboot durch überflutete Straßen. Telefonzellen dienen als Schnellreise-Portale. Leider darf man Schnellreisen nicht via Menü-Karte antreten, und als ähnlich geduldstrapazierend erweisen sich die 30 und mehr Sekunden langen Ladezeiten. Gespeichert wird automatisch und manuell, doch der Spieler startet nicht vom Sterbeort, sondern meist ein gutes Stück davon entfernt. Im ersten Drittel der Spielzeit ist das Ambiente interessant genug, um keine Langeweile aufkommen zu lassen. Da die Zimmer der Häuser und ihre Fassaden einander stark ähneln und keine Interaktion mit den Bewohnern der Stadtteile gelingt, möchte man später nur schnell zum Ziel gelangen.

Einen Strich durch die Rechnung machen die Monster, die an bestimmten Orten plötzlich auftauchen und in „befallenen Gebieten“ leben. Leider ist der Kampf-Part misslungen: Reed kann Angriffen nicht ausweichen; es gibt keine automatische Zielerfassung und abgesehen

von den Spinnenviechern sind die meisten Monster anfangs zu stark. Die Entwickler haben es versäumt, eine Schleich-Funktion einzubauen, die das Umgehen der Gegner ermöglicht hätte. Vermutlich steigt die Spielzeit um gut 25 Prozent durch die Wiederholung von Passagen infolge verlorener Monsterkämpfe. Die Kreaturen sind wenig detailliert gestaltet, was ebenso für die Mimik und Gestalt der Menschen gilt.

Doch man gewöhnt sich an die Plagegeister, nicht zuletzt, weil „The Sinking City“ vornehmlich ein Detektivspiel ist. Der Spieler sammelt Dokumente und durchstöbert Archive an der Uni, bei der Polizei und der Zeitung. Bei kluger Kombination werden Quest-Passagen und -Orte freigeschaltet, an denen man die Vorgänge rekonstruiert. Dank Reeds visionärer Kraft entlockt er den Fundstücken Informationen und beschwört die Vergangenheit in Form mehrerer Szenen mit Geistern herauf. Der Spieler bringt diese Szenen in die richtige Reihenfolge, um den Tathergang zu erfassen. In einigen Fällen muss man herumprobieren, bis alle Hinweise beisammen sind. Im Falle einer Denkblockade wechselt man einfach zu einem anderen Fall, dessen Adresse man auf der konfigurierbaren Stadtkarte markiert.

Die Quests fügen sich hervorragend in die überzeugende Story. Publisher Bigben hat dem Spiel eine passable deutsche Sprachausgabe spendiert. Der erstklassige Soundtrack erzeugt auf Dauer ein Gefühl der Bedrohung, wobei in den „befallenen Gebieten“ die Musik dramatisch anschwillt. Manchmal ergibt sich der Horror eher aus der Angst, nach einer Niederlage vom letzten Speicherpunkt im Stadtteil Advent bis ins nördliche Red Heights joggen zu müssen.

Trotz frustrierender Kampf-Steuerung, technischer Mankos und fader Statisten hält Entwickler Frogwares den Spieler bei Laune: mit bedrohlicher Horrorstimmung, fabelhaftem Missionsdesign, anspruchsvoller detektivischer Knochelei und einer motivierenden Story, die ganz im Stil des Meisters die spielerischen Elemente des voluminösen Abenteuers zusammenhält. (lmd@ct.de) **ct**

## The Sinking City

Detektiv-Adventure	
Vertrieb	Bigben Interactive, <a href="http://www.thesinkingcity.com/de">www.thesinkingcity.com/de</a>
Systeme	Windows 10, PS4, Xbox One
Preis	60 bis 70 €





# Immer gut für neue Ideen.

**Sparen Sie 10% im Abo und sammeln wertvolles Know-how:**

- 6 Ausgaben kompaktes Profiwissen für nur 55,80 €
- Workshops und Tutorials
- Tests und Vergleiche aktueller Geräte
- Sparvorteile mit Gutscheinen und Sonderaktionen
- Bequeme Zustellung direkt nach Hause
- Inklusive HD-Actioncam



**Ihr Geschenk**

**Jetzt bestellen:**

**[www.ct-foto.de/abo](http://www.ct-foto.de/abo)**





# Es ist offen!

## Schlösser knacken leicht gemacht

**Den Schlüssel zum Server-Rack verlegt oder ist die Tür ins Schloss gefallen? Kein Problem, denn gerade billige Sicherheitsschlösser tragen diesen Namen zu Unrecht. Mit ein wenig Übung kann man sie leicht selbst öffnen, ohne Schäden oder Spuren zu hinterlassen – genauso wie Einbrecher.**

Von Mirko Dölle

**D**as Sicherheitsschloss aus dem Baumarkt für zehn Euro ist ein echtes Schnäppchen, über das sich jeder Einbrecher freut. Denn mit dem richtigen Werkzeug, das frei erhältlich ist, benötigt man nur wenige Sekunden, um Profilzylinder auch ohne Schlüssel zu öffnen – zerstörungsfrei und ohne sichtbare Spuren zu

hinterlassen. Man muss dafür nicht einmal besonders geschickt sein, etwas Hintergrundwissen und Übung genügen.

Nicht nur für Einbrecher und Nachrichtendienste, sondern auch für Angreifer von Servern und Netzwerken ist die analoge Form des Hackings interessant: Hat man erst einmal physischen Zugriff auf den Rechner oder Netzwerkanschluss, ist es meist ein Kinderspiel, einzudringen und sie quasi von innen zu manipulieren. Kaum ein Admin kommt auf die Idee, dass hinter dem kurzen Server-Ausfall vom Wochenende ein Angreifer stecken könnte, der das Schloss zum Server-Raum spurlos geknackt und seine Hintertüren direkt auf der Server-SSD eingespielt hat.

### Spurlos geknackt

Ein Problem: Dem Schloss sieht man es gar nicht an, ob es per Lockpicking geöffnet wurde – denn oberstes Gebot beim Lockpicking ist, das Schloss nicht zu be-

schädigen. Allenfalls Schlagschlüssel, die mit einem Schlägel ins Schloss gekopft werden, hinterlassen einen charakteristischen Abdruck am Kern des Schließzylinders. Sie sind deshalb bei den Sportsfreunden der Sperrtechnik, wie der Verein der Lockpicker in Deutschland heißt, verpönt. Auch E-Picks („Sperrpistolen“) arbeiten nach dem Perkussionsprinzip und werden von Sportlern nicht benutzt – wohl aber von Kriminellen und Nachrichtendiensten. Sie hinterlassen praktisch keine erkennbaren Spuren.

Auch bei den klassischen Tastwerkzeugen („Picks“) gibt es keine von außen sichtbaren Spuren. Man müsste schon den Schließzylinder zerlegen und unter dem Mikroskop untersuchen, um etwas zu finden. Öffnet man ein zuvor von Hand gepicktes Schloss nichts ahnend mit dem Schlüssel, vernichtet man außerdem die Picking-Spuren. Das macht es schwierig bis unmöglich, etwa der Versicherung gegenüber einen Einbruch zu belegen.

### Banale Technik

Wie auch beim Computer-Hacking geht es nicht ganz ohne Hintergrundwissen. Doch keine Angst, die Mechanik gerade der billigen Schlösser ist simpel: Um die Tür (regulär) zu öffnen, muss der kreisrunde Kern des Schließzylinders gedreht werden. Das verhindern jedoch Metallstif-

te, die in senkrechten Bohrungen unterhalb des Kerns im Gehäuse des Schlosses sitzen und von Federn in den Kern hineingedrückt werden. Üblich sind, je nach Preislage, fünf oder sechs Bohrungen mit Stiften. Das Foto rechts unten zeigt einen transparenten Schließzylinder mit jeweils fünf Stiften, wobei im linken Teil ohne Schlüssel deutlich die unterschiedliche Länge der Stifte oberhalb der Federn zu erkennen ist.

Die Stifte bestehen aus zwei Teilen unterschiedlicher Länge; dem oberen Teil, der im Kern sitzt, und dem unteren Teil, der im Gehäuse sitzt. Dementsprechend werden die beiden Teile auch Kernstift und Gehäusestift genannt. Unterhalb des Gehäusestifts sitzt die Feder, die beide Stifte nach oben in den Kern drückt. Ohne Schlüssel sorgt sie dafür, dass der Gehäusestift bis in den Kern hineinragt und so verhindert, dass man den Kern etwa mit einem Schraubenzieher drehen kann.

Steckt man nun einen Schlüssel in das Schloss, so wie auf dem Foto auf der rechten Seite des Schlosses zu sehen, werden die Stifte – je nach Form des Schlüsselbarts – mehr oder weniger weit nach unten gedrückt. Der passende Schlüssel drückt die einzelnen Stifte genau so weit herunter, dass die sogenannte Trennfuge zwischen Kern- und Gehäusestiften genau an der Grenze zwischen Kern und Gehäuse liegt. Auf dem Foto kann man gut erkennen, dass alle Gehäusestifte auf der rechten Seite genau gleich tief in den Bohrungen sitzen. So lässt sich der Kern frei drehen. Wäre der Bart zu lang, würden die Kernstifte – man erkennt sie auf dem Foto im verdrehten Kern rechts – tiefer bis ins Gehäuse gedrückt und so sperren.

## Sechs setzen

Beim Lockpicking geht es darum, die fünf bis sechs Stifte des Schließzylinders ohne Schlüssel so weit herunterzudrücken („setzen“), dass die Trennfuge zwischen den Stiften genau an der Kante des Gehäuses liegt. Da es viele verschiedene Stiftlängen gibt, müssten Lockpicker theoretisch etliche tausend Möglichkeiten durchprobieren, um das Schloss ohne Schlüssel auf zu bekommen. In der Praxis sind es Fertigungstoleranzen, die es Lockpickern leicht machen, gerade billige Schlösser binnen Sekunden zu öffnen.

So werden etwa die Löcher für die Stifte von fünf bis sechs Bohrern gleichzeitig ins Gehäuse gebohrt, was dazu führt, dass sie nicht perfekt auf einer geraden Linie lie-

gen. Dreht man den Kern mit Hilfe eines sogenannten Spanners leicht, so blockiert zunächst nur ein Stift den Kern, während die anderen noch freigängig sind. Lockpicker nutzen dies aus und drücken den klemmenden Stift mit einem Öffnungswerkzeug, dem Pick, so weit herunter, bis die Trennfuge auf Höhe des Gehäuserands liegt und der Kern sich ein winziges Stück drehen lässt. Anschließend suchen sie den nächsten klemmenden Stift, drücken auch ihn herunter, bis sie nacheinander alle Stifte bis zur Trennfuge heruntergedrückt haben und sich der Kern schließlich drehen lässt. Das Schloss ist offen.

Das Setzen einzelner Stifte, etwa mit einem Haken („Hook“) oder einem dreieckigen Zahn („Diamond“), ist vergleichsweise zeitraubend. Mit dem Six Mountains Pick, dessen Form einem Schlüsselbart ziemlich ähnelt, geht es manchmal schneller. Der Six Mountains ist eigentlich dazu gedacht, die Stifte durch schnelle Vorwärts- und Rückwärtsbewegung so in Schwingung zu versetzen, dass sich ein großer Spalt zwischen Gehäuse- und Kernstiften bildet und sich so der Kern drehen lässt.

## Werkzeugkunde

Den perfekten Pick gibt es nicht, jeder Lockpicker hat seine Lieblingswerkzeuge. Ein kleines Pick-Set mit zwei Spannern und sechs bis acht Picks für etwa 30 Euro ist ein guter Anfang. Ein transparentes Übungsschloss sollten Sie sich jedoch nicht kaufen: Beim Lockpicking kommt es darauf an, den Tastsinn zu schulen und zu fühlen, wann ein Stift klemmt und wann er gesetzt ist. Ein transparentes Schloss verleitet jedoch dazu, stattdessen die Bewegung der Stifte zu beobachten. Auch fühlt sich das Schloss anders an.

Bessere Übungsobjekte sind kleine Vorhängeschlösser, etwa für Koffer und Taschen, denn diese haben nur drei oder

vier Stifte und oft große Toleranzen. Damit trainiert man den Tastsinn, hat aber relativ schnell ein Erfolgserlebnis und kann sich nach und nach zu den größeren Schlössern und später Profilzylindern vorarbeiten. Da es nur um den Tastsinn geht, ist Lockpicking eine prima Nebenbeschäftigung beim Fernsehen oder Streaming.

Wie man die einzelnen Picks nutzt, ist ebenfalls individuell verschieden. Der Autor etwa nimmt den Six Mountains am liebsten, um damit mehrere Stifte gleichzeitig zu setzen und nutzt aus, dass viele gerade billige Schlösser ein mehr als mäßiges Profil besitzen. Etwa der Halbzylinder von Abus aus der Serie Buffo – das Foto auf Seite 128 oben zeigt, wie sehr dessen Schlüsselbart dem Pick ähnelt.

## Sicherheit kostet

Ein gutes Schloss erkennt man daran, dass es viele verschiedene Schließtechniken vereint. Es ist aber immer ein Kompromiss zwischen Kopierschutz und Pick-Schutz. Oft sind besonders schwer zu kopierende Schlösser leicht zu picken und umgekehrt. Nach dem heutigen Stand der Technik sollte ein gutes Schloss sowohl Stifte als auch Bohrmulden in mindestens zwei Ebenen verwenden sowie ein bewegliches Element oder eine Magnetcodierung abfragen.

Die VdS-Sicherheitseinstufung der Versicherer ist ein guter Orientierungspunkt, Schlösser der VdS-Stufen 3 und 4 sind oft schwer zu picken – die Preise liegen allerdings bei 50 bis 150 Euro pro Schließzylinder für rein mechanische Schließsysteme. Im Zweifel hilft eine Google-Suche nach dem Schlossmodell und den Schlagwörtern „picking“ und „lockpicking“, um etwa in Foren oder auf YouTube erfolgreiche Öffnungsversuche zu finden und sich einen Eindruck vom Aufwand zu verschaffen.

**Federn drücken die fünf Gehäusestifte auf der linken Seite in den Kern und blockieren ihn so. Der Schlüssel rechts bringt die Stifte auf gleiche Höhe, sodass sich der Kern drehen lässt – das Schloss ist offen.**





Doch das beste Schloss nützt nichts, wenn sich die alte Holztür schon mit einem Schraubenzieher aufhebeln lässt. Deshalb sind einfache Schlösser in Server-Racks durchaus angemessen, die Tür leistet im Zweifel keinen ernsthaften Widerstand. In großen Rechenzentren ist das kein Problem, diese sind ohnehin mit Alarmanlagen, Bewegungsmeldern und Zugangssystemen gesichert.

Anders herum hat eine mehrere tausend Euro teure Haustür mit Dreifach-Verriegelung keinen Sinn, wenn man dort ein Billig-Schloss einbaut. Ein unterschätztes Risiko sind Schließsysteme in Firmen – je mehr Schließberechtigungen ein Schloss akzeptieren muss, desto leichter ist es zu picken. Das betrifft besonders Haupteingangstüren, die ja jeder Mitarbeiter auf- und abschließen können soll.

## Schließsysteme als Einfallstor

Der Hintergrund ist, dass in Schließsystemen zwischen den Kern- und den Gehäusestiften zusätzliche Plättchen oder sehr kurze Stifte eingesetzt werden. So gibt es nicht mehr nur eine Trennfuge, an der der Stift den Kern freigibt, sondern zwei oder mehr. Üblich sind bis zu fünf Trennfugen pro Bohrung, je nach Schließanlage und Ausgestaltung bei gleich mehreren Bohrungen. Das potenziert die Chancen des Lockpickers, eine funktionierende Stellung zu finden – auch wenn sie bei der konkreten Schließanlage vielleicht gar nicht in Gebrauch ist. Bei sogenannten



**Fast schon ein Schlüssel:** Das Profil des Six Mountain Picks ist diesem Schlüssel eines Halbzylinders sehr ähnlich, was das Picken stark vereinfacht. Schlösser wie dieses finden sich tausendfach an Server-Racks.

Zentralschlössern an Haupteingängen kann es sogar nötig sein, manche Bohrungen gar nicht mit Stiften zu bestücken, weil es einfach zu viele berechnete Schließgruppen gibt. Darüber freut sich jeder Einbrecher.

Auch elektrische Türöffner, wie sie in tausenden Mehrfamilienhäusern und Firmen im Einsatz sind, spielen Einbrechern in die Hände. Statt die Tür mit einem von einem Motor angetriebenen Riegel zu verschließen, rastet beim Schließen meist nur der Schnapper („Schlossfalle“) ein und wird vom elektrischen Türöffner am Rahmen freigegeben, falls ein Bewohner den Knopf an seiner Hausanlage drückt. In Firmen übernimmt die Freigabe etwa ein Transpondersystem – oder der Mitarbeiter öffnet den Schnapper, indem er ihn mit dem Schlüssel im Schloss zurückzieht. Mancher nutzt die Methode auch bei der

eigenen Wohnungstür, indem er sie nur ins Schloss fallen lässt und nicht abschließt. Das ist aber grob fahrlässig.

## Cola-Flasche als Türöffner

In allen Fällen ist der Schnapper das einzige Verriegelungselement. Diese lässt sich aber ganz leicht überwinden, indem man eine Plastikkarte in den Spalt zwischen Rahmen und Türblatt hindurch steckt und diagonal herunterzieht, bis sie den Schnapper zurückdrückt. Kreditkarten sind dafür jedoch zu dick, zu steif und zu spröde. Optimal geeignet sind dafür Plastikkarten, etwa aus einer Mehrweg-PET-Flasche: Man schneidet einfach den Bereich mit dem Etikett unterhalb der Flaschenschulter heraus – die Rundung ist sogar bestens geeignet, um den aufgeschnittenen Plastikring in den Türspalt zu schieben.

Leichter geht es, wenn man die Tür an der oberen Ecke nach innen drückt – da der Schnapper in der Mitte der Tür sitzt, hat man oft genügend Hebelwirkung, um den Türspalt zu vergrößern. Noch leichter wird es, wenn man mit einer Spitznasenzange die Türdichtung zu fassen bekommt und aus dem Rahmen herausziehen kann. Anschließend bewegt man die Plastikkarte diagonal und mit sägenden Bewegungen bis knapp oberhalb des Türschlosses, zieht die Tür leicht zu sich, um den Schnapper zu entlasten, und drückt ihn dann mit der Plastikkarte zurück.

Auf diese Weise lässt sich jede Wohnungstür, die der Wind zugeschlagen hat, auch ohne Schlüsseldienst wieder öffnen: Man genehmigt sich zur Beruhigung der Nerven einfach ein zuckerhaltiges Getränk und benutzt die leere Flasche anschließend, um wieder reinzukommen. Und spart so hundert Euro und mehr.

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



Kein Einbruchswerkzeug, sondern klassische Sportgeräte: Zwei Spanner und vier bis sechs Standard-Picks sind genug für angehende Lockpicker. Für Briefkästen und andere Doppelbart-Schlösser gibt es spezielle Picks.



# GAME OF IT-SECURITY

FACHMESSE, KONFERENZ, NETWORKING –  
DIE PLATTFORM FÜR SECURITY-EXPERTEN

26. – 27. September  
Phantasialand, Brühl



**#Keynote**  
**Herausforderungen  
im Cyberraum**

**Michael Niemeier**  
*Vizepräsident des  
Bundesamtes für  
Verfassungsschutz*

INTERESSE?  
MEHR INFOS UNTER:  
<https://isd.eco.de>

Mit freundlicher  
Unterstützung von:



# SIP, SIP, hurra!

## Androids eingebaute VoIP-Funktionen wieder aktivieren

**Mit einem SIP-Konto sind Sie weltweit unter einer Festnetznummer erreichbar, telefonieren günstig und sind nicht auf Mobilfunkempfang angewiesen. Allerdings haben Samsung und einige weitere Smartphone-Hersteller die in Android eingebauten SIP-Funktionen stillgelegt. Wir zeigen, wie Sie sich SIP zurückholen.**

Von Mark Liebrand

Es könnte so einfach sein: Gehen Sie in die Anrufeinstellungen der Telefonie-App Ihres Android-Handys, fügen Sie ein SIP-Konto hinzu – fertig, nun können Sie VoIP-Anrufe tätigen und die vielfältigen Vorteile nutzen [1]. Auf einigen Geräten haben die Hersteller allerdings die SIP-Fähigkeiten eingeschränkt – vermutlich auf Drängen der Provider, denen durch SIP-Telefonate Geld entgeht.

Die bisherige Lösung war, spezielle SIP-Apps zu installieren, beispielsweise Zoiper und Linphone. Inzwischen ist ihnen aber aufgrund neuer Regularien von Google die Integration in die Telefonie-App und die Anruferliste verwehrt.

Doch gibt es eine andere Lösung: Beim Herausnehmen der SIP-Funktionen beschneiden die Handy-Hersteller meistens glücklicherweise nicht das Android selbst, sondern nur die Telefonie-App. Die seit Android 7 ins System eingebauten SIP-Funktionen sind weiterhin vorhanden und lassen sich mit folgenden Tricks nur durch die Installation einiger Apps wiederbeleben – Root oder Custom-ROM sind nicht erforderlich.

Die folgenden Tipps funktionieren auf vielen der Android-Smartphones mit kastriertem SIP, darunter die Galaxy-S-Reihe von Samsung. Nur bei einigen wenigen Geräten waren die Hersteller sorgfältiger, beispielsweise Samsung bei günstigeren Smartphones. Hier helfen die Tipps nicht, sondern Sie bleiben auf Zoiper & Co. samt suboptimaler Integration angewiesen.



Mit einigen helfenden Apps lassen sich die fehlenden SIP-Funktionen von Samsung-Smartphones reaktivieren.

### Android 7 – verschwundene Dialoge

Wollen die Hersteller beim „Veredeln“ ihrer Android-Anpassungen eine eigentlich eingebaute Funktion weglassen, dann entfernen sie im Allgemeinen nur in ihren Apps die Stellen, an denen man die zugehörigen Fenster, Dialoge oder Einstelloptionen öffnet. Diese Komponenten selbst, sogenannte Activities, bleiben aber vorhanden und würden sich auch wieder öffnen lassen. Und sie sind aufspürbar, denn Android erlaubt es, solche von Systemdiensten oder Apps exportierte Activities aufzulisten.

Glücklicherweise gibt es in Google Play einige Apps, die das Gerät nach diesen exportierten Activities durchforsten und auf dem Homescreen Shortcuts (Aufrufe) zu ihnen anlegen können. Sie sind interessante Tools, um zu erforschen, was sich alles in Android versteckt. Beispielsweise listet QuickShortcutMaker alle Apps und Dienste mitsamt ihrer Activities auf. Tippt man auf eine Activity, kann man sie unter anderem „versuchen“, also starten. Das funktioniert nicht bei jeder Activity, denn manche verlangen Parameter, ohne die sie nicht funktionieren.

Für die SIP-Telefonie ist die App „Telefon“ (com.android.phone, nicht eine der Samsung-Varianten) interessant. Aus den Package-Namen findet man zügig die verschiedenen Activities für SIP-Telefonie, die entscheidende heißt com.android.phone.settings.PhoneAccountSettingsActivity. Legen Sie im ShortcutMaker ein Icon mit dem Verweis auf die Activity auf dem Homescreen an.

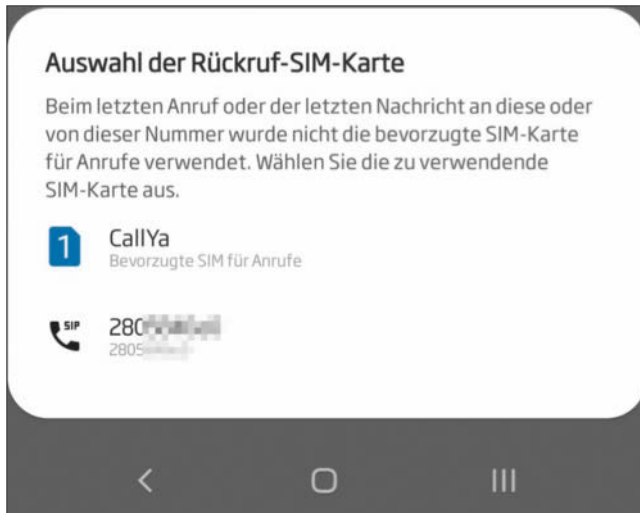
Einfacher ohne einen Shortcut-Erzeuger geht es mit der von mir entwickelten, kostenlosen App Galaxy SIP Settings, die Sie im Play Store finden. Rufen Sie dann die App oder den erzeugten Shortcut auf und legen Sie Ihren SIP-Account an. Damit wäre das Problem der eingehenden Anrufe zunächst mal für Android 7 gelöst. Zu den abgehenden Anrufen später mehr.

### Unter Android 8

Als Android 8 veröffentlicht wurde, berichteten mir mehrere Nutzer von Galaxy SIP Settings, dass das Vorgehen mit der neuen Android-Version nicht mehr funktioniert. Zu diesem Zeitpunkt verzeichnete meine App über 10.000 Downloads.

Schnell wird klar, dass die SIP-Einstellungen nun in einer anderen Activity zu finden sind. Diese ist mit dem gleichen Vorgehen wie bei Android 7 schnell gefun-





So soll es sein:  
Beim Anrufen soll das Handy fragen, ob man die eingesteckte SIM oder ein konfiguriertes SIP-Konto nutzen möchte.

Eine SIP-Rufnummer einfach über die Wähltastatur einzugeben funktioniert leider selbst mit den genannten Apps nicht. Will man den Vorgang abschließen, muss man über den entsprechenden Knopf „den Hörer abnehmen“, worauf Android unveränderlich einen Anruf per SIM aufbaut. Legen Sie als Workaround sofort wieder auf und wählen Sie die Nummer über die Wischgeste im Anruf-Log.

Das Katz-und-Maus-Spiel um die SIP-Telefonie wird irgendwann wohl zum Nachteil der Nutzer ausgehen, solange bei den Herstellern kein Umdenken stattfindet. Dabei widersetzen sie sich durchaus den Wünschen der Provider, sind doch mittlerweile fast alle aktuellen High-End-Smartphones als Dual-SIM-Version erhältlich. Doch die SIP-Telefonie wird immer weiter erschwert; dass es hier so viele Apps braucht, ist zudem eine Notwendigkeit angesichts der restriktiven Vorgaben von Google. (jow@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Urs Mansmann, Spardosen, Mit Festnetztelefon und Smartphone günstig telefonieren, c't 2/2018, S. 56

**Vollversion des SIP Outbound Call Helper:** [ct.de/yx49](http://ct.de/yx49)

Die eigentlichen Funktionen zum Anlegen von SIP-Konten und zum Telefonieren per VoIP sind in Android vorhanden.

den, sie heißt nun `com.android.services.telephony.sip.SipSettings`. Leider sind das noch nicht alle Änderungen: Das Anlegen von SIP-Accounts geht, doch es lassen sich nirgendwo eingehende Anrufe aktivieren. Diesmal hat Samsung also nicht nur Menüpunkte entfernt, sondern auch einzelne UI-Elemente gelöscht.

Nach einem Blick in den öffentlichen Sourcecode von Android wird klar, was fehlt. Android steuert das Verhalten über eine Einstellung in den Systemeinstellungen. Der dazu notwendige Schlüssel heißt `„sip_receive_calls“` und nimmt als Werte 0 und 1. Somit habe ich für Android 8 eine andere App entwickelt – Galaxy SIP Accounts –, die nicht nur die neue Activity aufruft, sondern auch den Schlüssel richtig setzt. Sie müssen der App erlauben, die Systemeinstellungen zu modifizieren.

## Abgehende Anrufe

Als SIP-Telefonie noch auf den Geräten funktionierte, wählte man in der Telefonie-App aus, wie man einen Kontakt erreichen wollte – also per SIM-Anruf oder über welches SIP-Konto. Doch nach Samsungs Modifikationen an der Telefonie-App ist das heute nicht mehr so. Außerdem funktioniert die Systemeinstellung `sip_call_options` nicht mehr. Hier gab es drei Werte: SIP für alle abgehende Anrufe (`SIP_ALWAYS`), SIP nur für Kontakte mit SIP-Rufnummer (`SIP_ADDRESS_ONLY`) und eine Nachfrage bei jedem Anruf (`SIP_ASK_ME_EACH_TIME`). Letzteres sollte bei abgehenden Anrufen ein Fenster erscheinen lassen, wo man zwischen allen SIM-Karten und SIP-Konten wählt. Doch `SIP_ASK_ME_EACH_TIME` funktioniert nicht mehr, weil der neuere Android-Code diesen Wert nicht kennt.

Glücklicherweise gibt es eine einfache Lösung: Tippt man in der Anrufer- oder Kontakte-Liste nicht auf eine Rufnummer, sondern streicht man den Eintrag nach rechts, wird direkt der Ruf aufgebaut. Das Verhalten für diese Streichfunktion lässt sich unter „Einstellungen/Andere Anrufeinstellungen/Anrufrufen“ konfigurieren – jedenfalls wenn Sie mindestens zwei Telefoniemöglichkeiten per SIM oder SIP-Konten konfiguriert haben. Wenn Sie hier ein SIP-Konto wählen, erfolgt der Rufaufbau beim Streichen nach rechts via SIP. Sie können auch „immer fragen“ auswählen, dann bekommen Sie nach einem Rechtswisch ein Auswahl-Fenster – hier funktioniert das durchaus. Die App Galaxy SIP Outbound Call Helper erlaubt den direkten Zugriff auf diese Konfigurationseinstellung, falls sie fehlen sollte.

Einige Samsung-Handys kennt diese Wischfunktion nicht, etwa das Note 8, aber dort funktioniert die Option wieder, bei jedem Anruf nachzufragen, welche SIM oder welches SIP-Konto die App nutzen soll.

Eine weitere Hürde sind eingegangene SIP-Anrufe in der Anruferliste. Sie erscheinen mit einem angehängten `@sip_provider` im Log. Android erkennt sie daher nicht als Rufnummer und weigert sich, diese Nummer zu wählen. Ursprünglich sollte meine App Outbound Call Helper App eine Funktion enthalten, die nach einem Anruf den unnötigen Anhang von der Telefonnummer abschneidet. Leider war Google nicht davon zu überzeugen, eine App mit dieser Funktion in den Play Store aufzunehmen. Eine Version der App mit dieser Funktion können Sie unter [ct.de/yx49](http://ct.de/yx49) von meiner Website herunterladen.



# Badlüfter reloaded

## Node-Red: Innenbäder mit IoT richtig lüften

**Bäder ohne Fenster sind aufgrund hoher Luftfeuchte besonders anfällig für Schimmel und Schäden an Möbeln. Wir zeigen, wie eine automatisierte Badlüftersteuerung nachhilft – von der einfachen Zeitsteuerung bis hin zur Interaktion mit Heizung und Sensoren.**

**Von Andrijan Möcker**

**W**er mit einem innenliegenden Bad „gesegnet“ ist, kennt die Probleme mit Schimmel, gammelnden Möbeln und muffiger Luft. In den meisten Bädern soll ein Lüfter diese Probleme lösen. Oft wird der aber händisch über einen Schalter oder von einer unzureichenden Automatik gesteuert. So läuft der Lüfter eventuell zu kurz, was Feuchtigkeitsschäden im Bad begünstigt, oder aufgrund der manuellen Steuerung den ganzen Tag lang, sodass unnötig Strom verbraucht wird. Lüfter mit

Sensoren funktionieren zwar besser, können aber nicht mit weiteren Smart-Home-Komponenten interagieren.

Sonoff hat eine Lösung: Der Smart-Home-Hersteller bietet Wandschalter mit integriertem WLAN-Mikrocontroller unter dem Namen Sonoff T1 für 100 bis 240 Volt Wechselspannung. Es gibt ihn mit einem, zwei oder drei Relais, sodass man bis zu drei klassische Schalter durch einen smarten ersetzen kann. Die verwendeten Relais schalten bis zu zwei Ampere, also etwa 460 Watt – die meisten Badlampen und -lüfter liegen deutlich darunter. Besonders praktisch: Der Schalter bleibt auch beim Ausfall sämtlicher Smart-Home-Infrastruktur über das Frontpaneel bedienbar. Je nach Online-Händler kostet der Sonoff T1 25 bis 30 Euro.

Herzstück der Schalter ist der beliebte WLAN-Mikrocontroller ESP8266. Sonoffs Firmware ersetzt man schnell durch eine Open-Source-Alternative wie Tasmota, ESPEasy oder Espurna. Der Schalter kann



dann per MQTT oder HTTP lokal bedient werden. In unserem Beispiel ersetzen wir die Kippschalter für Badlicht und -lüfter durch einen Sonoff T1 mit zwei Relais. Logiken, die den Lüfter zeitgesteuert oder nach Sensoren schalten sowie mit einer Heizung kombinieren, erstellt man mit wenigen Klicks in der Flusssteuerung Node-Red [1].

Zur Umsetzung sollten Sie erste Erfahrungen mit Node-Red und MQTT [2] haben und bereits eine Smart-Home-Installation auf dieser Basis betreiben. Weiter ist ein 3,3-Volt-UART-Adapter mit vier Weiblich-Männlich- sowie zwei Männlich-Männlich-Jumper-Kabeln (Beispielangebote: ct.de/yvgb) und ein Schlitzschraubendreher nötig. Bitte lesen Sie auch die Warnhinweise zum Thema elektrische Sicherheit im Kasten auf dieser Seite. Außerdem sollten Sie planen, das alte Loch des zweiten Schalters zu verschließen oder alternativ eine Abdeckung darüber zu setzen. Da das Sonoff-Touch-Gehäuse keine Standardgröße hat, kann unterhalb

kein Schalter und keine Steckdose verbleiben.

## Vorbereitung

Bevor eine fachkundige Person den Schalter an die Netzspannung anschließt, müssen Sie die alternative Firmware installieren. Dazu entfernen Sie zunächst die Steuerplatine aus dem Gehäuse: Stecken Sie einen Schlitzschraubendreher in den Spalt unter dem Schalter und drehen Sie ihn, um den Deckel abzuhebeln. Fassen Sie die Platine mittig mit zwei Fingern und ziehen Sie sie von der Klebefläche. Winkeln Sie sie dabei nicht an, da sonst die Pins zur Relaisplatine verbiegen.

Unter Windows laden Sie zunächst das ESPEasy-Paket herunter (ct.de/yvgb) und entpacken es. Die enthaltene Flash-ESP8266.exe macht das Flashen besonders einfach. Über ct.de/yvgb finden Sie das ESPurna-Repository in GitHub, wo Sie die gerätespezifische Firmwaredatei für Ihren Schalter herunterladen: espurna-VERSION-itead-sonoff-t1-2ch.bin ist für

## Warnhinweise

Elektroinstallationen, dazu zählt der Einbau des Sonoff T1, dürfen nur von Elektrofachkräften ausgeführt werden. Elektrischer Strom kann Sie schwer verletzen oder töten. Der Sonoff T1 benötigt einen Nullleiter und hat rund ein Watt Eigenverbrauch. Die benötigte Leistung der angeschlossenen Verbraucher darf die Schaltleistung der Relais nicht überschreiten. Nehmen Sie den Schalter niemals lose an der Wand oder ohne Abdeckung in Betrieb – die Kontaktschrauben führen Spannung und das interne Netzteil des Schalters schützt Sie beim Kontakt mit der Platine nicht vor hohen Überspannungen (z. B. Blitzschlag).

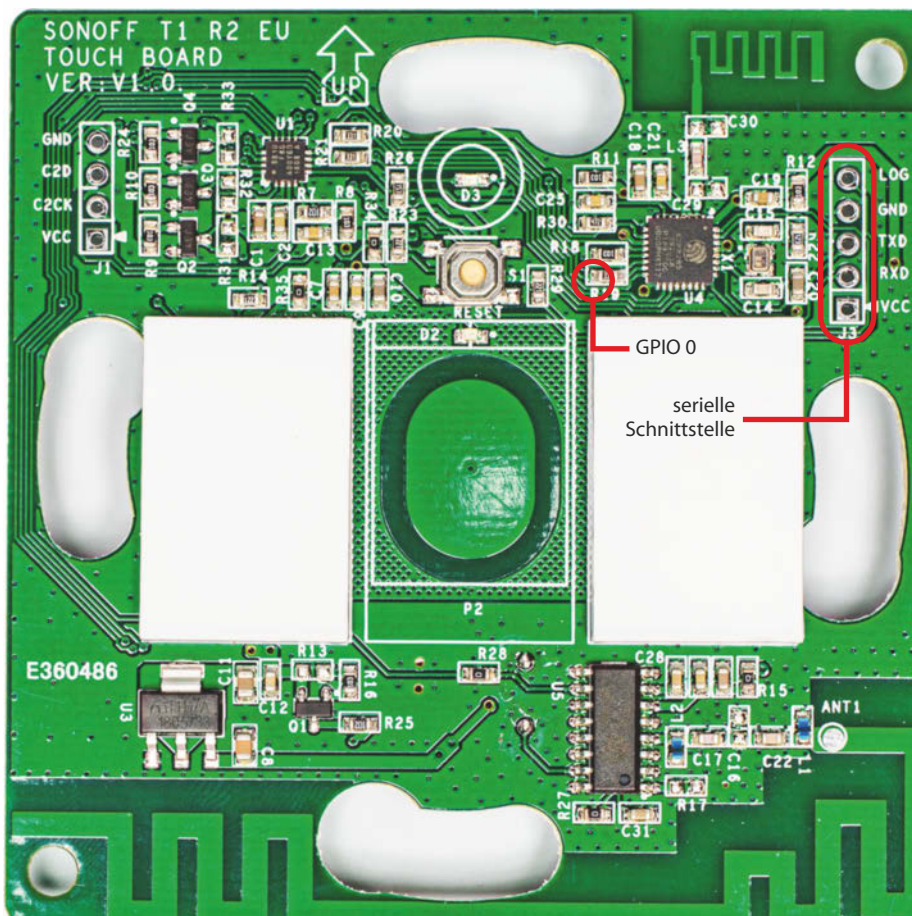
die Variante mit zwei Relais. Kopieren Sie sie in den zuvor entpackten ESPEasy-Ordner.

Unter Linux und macOS öffnen Sie eine Kommandozeile und installieren das esptool mit `sudo pip install esptool`. Wie unter Windows laden Sie danach die Firmwaredatei herunter, können Sie aber im Downloadordner belassen. Für den Installationsbefehl benötigen Sie noch die Adresse der seriellen Schnittstelle: Stecken Sie den UART-Adapter unbestückt ein und führen Sie `ls /dev/tty*` aus. In Linux heißen USB-Adapter meist `tty-USBX`, in macOS `tty.usbserial`. Notieren Sie sich die Bezeichnung.

## Schalter flashen

Bestücken Sie GND, TX, RX und VCC/3,3V an Ihrem UART-Adapter mit Männlich-Weiblich-Jumper-Kabeln, stecken Sie ihn aber noch nicht an Ihren Rechner. Biegen Sie die männlichen Pins leicht zur Seite und stecken Sie sie anhand der Infografik auf dieser Seite lose in die Steuerplatine. Achten Sie dabei darauf, den TX-Pin des UART-Adapters in das RX-Loch auf der Platine zu stecken und umgekehrt das TX-Loch an den RX-Pin.

Um den Flash-Modus zu starten, halten Sie den ersten Touchschalter (links, wenn der Resetknopf unten ist) zusammen mit dem Reset-Knopf, dem metallischen Taster auf der Platine, gedrückt und stecken den UART-Adapter an Ihren Rechner. Dann lassen Sie zuerst den Reset-Knopf, danach den Touchschalter los. Klappt es



Der Sonoff T1 hat die nötige serielle Schnittstelle bereits auf der Platine. Verkeilt man die Pins der Jumper-Kabel gut, klappt das Flashen ganz ohne Löten.





Der Sonoff T1 kann einen, zwei oder drei Schalter ersetzen. Die übrigen Löcher verschließt man einfach mit einer Abdeckung.

mit den Knöpfen mehrere Male nicht, starten Sie den Flash-Modus über den in der Infografik beschriebenen GPIO 0. Verbinden Sie dazu ein weiteres Jumper-Kabel mit einem Masse-Pin (GND) an Ihrem UART-Adapter. Dann halten Sie es an GPIO 0, während Sie den UART-Adapter mit Ihrem Rechner verbinden. Nach spätestens fünf Sekunden können Sie loslassen und die Platine ist im Flash-Modus.

Unter Windows starten Sie Flash-ESP8266.exe, wählen die serielle Schnittstelle (COM) und die Firmwaredatei aus und drücken auf „Flash“. Die aufgehende Kommandozeile zeigt Ihnen den aktuellen Fortschritt an. Unter macOS oder Linux starten Sie den Flashvorgang mit

```
esptool.py -port (Schnittstelle) \
  write_flash -fs 1MB -fm dout \
  0x000000 espurna-VERSION- \
  titead-sonoff-t1-2ch.bin
```

Vermeldet das Tool Erfolg, ziehen Sie den UART-Adapter kurz aus dem USB-Anschluss und stecken ihn dann wieder ein. Öffnen Sie auf einem beliebigen Gerät die WLAN-Suche. Taucht ein Netz mit dem Prefix „Espurna“ auf, übergeben Sie den Schalter der fachkundigen Person zum Anschließen.

## Schalter einrichten

Sobald der Schalter läuft, verbinden Sie sich mit dem Schlüssel „fibonacci“ mit seinem WLAN und rufen in einem Browser

sein Webinterface über <http://192.168.4.1> auf. Der Benutzername lautet „admin“, das Passwort wieder „fibonacci“. Legen Sie ein neues Passwort fest und melden Sie sich im Webinterface an. Nun wechseln Sie in das Untermenü „WIFI“ und klicken auf „Add network“. Tragen Sie den Namen Ihres WLANs („Network SSID“) und den dazugehörigen Schlüssel („Password“) ein, dann klicken Sie auf „Save“ und anschließend auf „Reboot“.

Ermitteln Sie über die Weboberfläche Ihres Routers oder eine Netzwerkscanner-App wie Fing, welche IP-Adresse der Schalter in Ihrem Heimnetz bekommen hat. Rufen Sie die Weboberfläche des Schalters über die IP wieder auf und testen Sie über die „OFF/ON“-Schaltflächen, ob die Relais ordnungsgemäß die Verbraucher schalten. Wenn nicht, muss der Elektriker erneut die Beschaltung prüfen. Gehen Licht und Lüfter, wechseln Sie auf der Weboberfläche ins Menü „MQTT“, klicken bei „Enable MQTT“ auf „Yes“, tragen Ihre MQTT-Servertypen ein und setzen einen Roottopic.

## Zeitschaltung

Eine einfache Zeitschaltung, die anhand der Schaltdauer des Lichts den Lüfter einschaltet, können Sie in wenigen Schritten in Node-Red zusammenklicken. Unser Beispiel finden Sie über [ct.de/yvgb](http://ct.de/yvgb). Die Logik ist simpel: Wird das Badlicht aus der Ferne oder am Glaspaneel eingeschaltet, sendet ESPurna eine „1“ per MQTT. Das startet einen 5- und einen 14-Minuten-Timer. Nach Ablauf des 5-Minuten-Timers wird die „1“ an den Badlüfter weitergegeben, sodass dieser angeht, und gleichzeitig ein 15-Minuten-Timer gestartet. Wird das Licht vor Ende des 14-Minuten-Timers abgestellt, läuft der Lüfter also 15 Minuten. Brennt das Licht länger als 14 Minuten, stoppt der abgelaufene 14-Minuten-Timer den 15-Minuten-Timer und startet wiederum einen 31-Minuten-Timer, sodass der Lüfter insgesamt 45 Minuten läuft. Schaltet man das Licht ab, setzt die geänderte Nachricht „STOP“ („PLD to STOP“) sofort beide Timer zurück – unabhängig davon, ob die Timer „dahinter“ bereits laufen.

Damit das Beispiel funktioniert, benötigen Sie noch die Erweiterungen `node-red-node-rbe` und `node-red-contrib-stoptimer`. Erstere sorgt dafür, dass eine Nachricht nur durchgelassen wird, wenn Sie sich verändert. Das ist nötig, da die Schalter auch ohne Änderung regelmäßig Zustandsmeldungen verschicken, die sonst den Timer

neu starten würden. Zweitere verhält sich ähnlich wie ein Delay-Node, kann aber nach Ablauf eine angepasste Nachricht auswerfen. So ist kein weiteres Change-Node nötig, um beispielsweise „Off“ oder „0“ an den Schalter weiterzugeben.

Nach dem Import müssen Sie nur noch ein MQTT-Input- und ein MQTT-Output-Node für das Badlicht beziehungsweise den Badlüfter andocken. Die Relais-Topics sind bei ESPurna durchnummeriert. Der Status-Topic des ersten Relais ist beispielsweise `badschalter/relay/0`, der zweite `*/1`. Befehle, also „1“ und „0“, empfängt die Firmware dann in `badschalter/relay/0/set`.

## Sensoren, Taster und Heizung

Da Node-Red herstellerunabhängig die Verbindung unterschiedlicher Smart-Home-Geräte ermöglicht, sind der Erweiterung keine Grenzen gesetzt. Welche Komponenten Sie verwenden, ist also ganz Ihnen überlassen.

Wer Spaß am Lötens hat, kann beispielsweise einen DHT22 (Temperatur-/Luftfeuchtesensor) mit einem ESP8266 verbinden und so die Luftfeuchte im Bad als Indikator für die Lüftersteuerung verwenden. Programmieren muss man hierfür nicht, Tasmota läuft auch auf „nackten“ ESP8266 und unterstützt eine Reihe von Sensoren.

Zusätzliche Taster zur manuellen Steuerung kann man beispielsweise mit Zigbee2mqtt installieren. Kleine Knöpfe zum Kleben hat beispielsweise Xiaomi im Angebot.

Wenn das bloße Ausleiten der Luft nicht mehr hilft, muss möglicherweise geheizt werden. Fertige Steuerungsknoten gibt es für Tado, Homematic, eq3 und viele weitere Systeme. In Kombination mit einem Luftfeuchtesensor dreht man so nach einiger Zeit auch die Heizung auf.

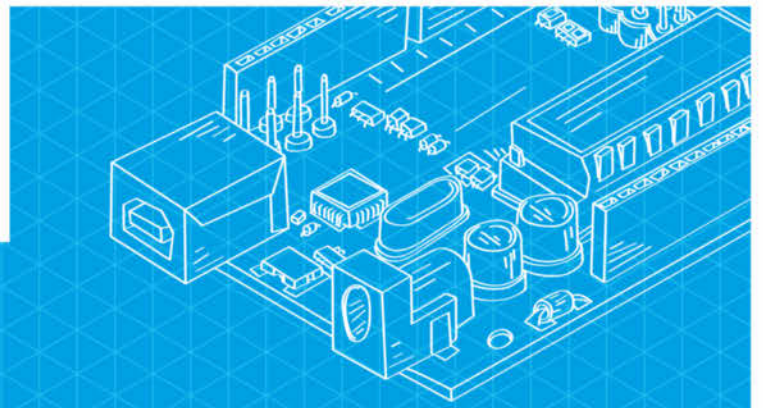
Weitere fertige Beispiele zur Vervollständigung mit den von Ihnen eingesetzten Komponenten finden Sie über [ct.de/yvgb](http://ct.de/yvgb). (amo@ct.de)

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [2] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [3] Jan Mahn, Luftbrückenbau, Zigbee-Geräte ohne Cloud und Hersteller-Bridge betreiben, c't 24/2018, S. 164

Software und Beispiele: [ct.de/yvgb](http://ct.de/yvgb)

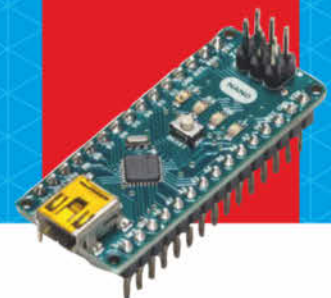
# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



**GRATIS!**



## 2× Make testen und 6 € sparen!

**Ihre Vorteile:**

- ✓ **GRATIS dazu:** Arduino Nano
- ✓ **NEU:** Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

**Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.**

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

**Jetzt bestellen: [make-magazin.de/miniabo](https://make-magazin.de/miniabo)**



# Schwarz-Weiß-Labor zum Mitnehmen

## Monochrom-Fotos auf Smartphone und Tablet gestalten

**Charakterstarke Foto-Kunstwerke in purem Schwarz-Weiß, getönt oder mit Farbeffekten entstehen rasch auf Smartphone und Tablet. Wir erklären die wichtigsten Handgriffe anhand kostengünstiger Apps für Android und iOS.**

Von Andrea Trinkwalder

Schwarz-Weiß-Fotos reduzieren Motive auf das Wesentliche: Linien, Kontraste, Struktur und feine Helligkeitsverläufe. Sie unterstreichen den Charakter porträtierter Personen, Szenen und Objekte. Viele Smartphone-Apps können Fotos entfärben. Einige reproduzieren auch den Look klassischer Filme und geben Raum für eigene Gestaltung.

### Wichtige Basisfilter

Der einfachste Weg zum Schwarz-Weiß-Foto führt über den Sättigungsregler. Entzieht man den Farben die Sättigung, bleiben Graustufen übrig. Nur mit Glück entstehen dabei ausdrucksstarke Bilder. Ein Grund: Mitunter besitzen farblich stark kontrastierende Objekte wie eine pinkfarbene Rose und ihre grünen Blätter denselben Helligkeitswert. Beim Entsättigen geht der Farbkontrast verloren, zurück bleibt kaum unterscheidbares Einheitsgrau.

In den für Android und iOS erhältlichen Bildbearbeitungs- und Monochrom-Apps **Lightroom**, **Hypocam** (beide als kostenlose Basisversion), **Snapseed** (kostenlos) und **Dramatic B&W** (1,09 Euro) kann der Anwender steuern, wie dunkel oder hell bestimmte Farbtöne wiedergegeben werden – mit digitalen Filtern, die optische Effekte nachahmen.

Analogfotografen schrauben Farbfilter vors Objektiv, die Licht in ihrer eigenen

Farbe durchlassen und die Wellenlängen der Komplementärfarbe blockieren. Bildbearbeitungs-Apps simulieren diese Wirkungsweise: Ein Gelbfilter etwa hellt Gelb auf und dunkelt Blau ab, Orange- und Rotfilter verstärken diese Wirkung. Die sogenannten Warmfilter machen also nicht nur Rosen und Blätter unterscheidbar, sondern lassen auch den Himmel in Landschaftsfotos dramatischer wirken. Filter in kalten Farben wie Grün und Blau differenzieren die Vegetation in Landschaftsaufnahmen aus, Blaufilter verstärken außerdem Dunst und verleihen dem Foto dadurch mehr Tiefe. Weitere wichtige Gestaltungsmittel bei der Schwarz-Weiß-Umsetzung sind Kontrast, Helligkeit, Filmkorn, Farbtönung sowie Farbakzente (Color Key).

### Klassischer Film-Look

**Hypocam** bearbeitet vorhandene Fotos aus der Galerie oder nimmt sie direkt als

Monochrom-Bild auf. Vor der Aufnahme können Sie Belichtung, Kontrast und Farbfilter wählen.

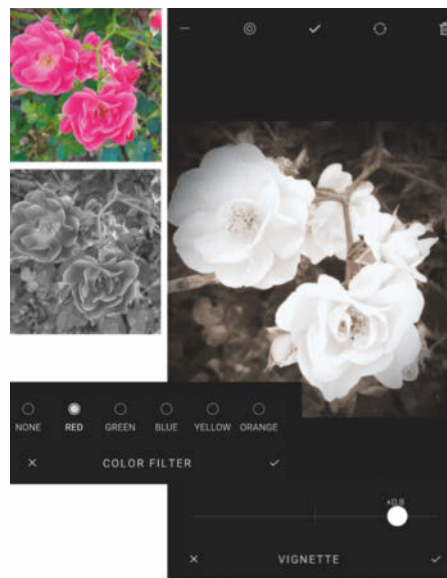
In der kostenlosen Version gelangen mit wenigen Klicks ansprechende Schwarz-Weiß-Interpretationen. Einen Hauch Retro mit verblassten Farben und körniger Optik erzielen Sie per Fade-Regler sowie simuliertem Filmkorn einiger Silberhalogenid-Klassiker. Zusätzliche Pakete mit Instant-Looks und Texturen kosten allerdings zwischen einem und 5,50 Euro. Größere Kritikpunkte sind das hakelige Beschneiden und Drehen sowie die fehlende Zoomfunktion: So lässt sich die Wirkung von Filmkorn- und anderen Texturen nicht beurteilen.

### Drama und Tönung

Mit **Dramatic B&W** kann man sich weiter von der natürlichen Vorlage entfernen als mit **Hypocam**: Dramatische Stimmung und akzentuierte Objekte sind das Ziel.

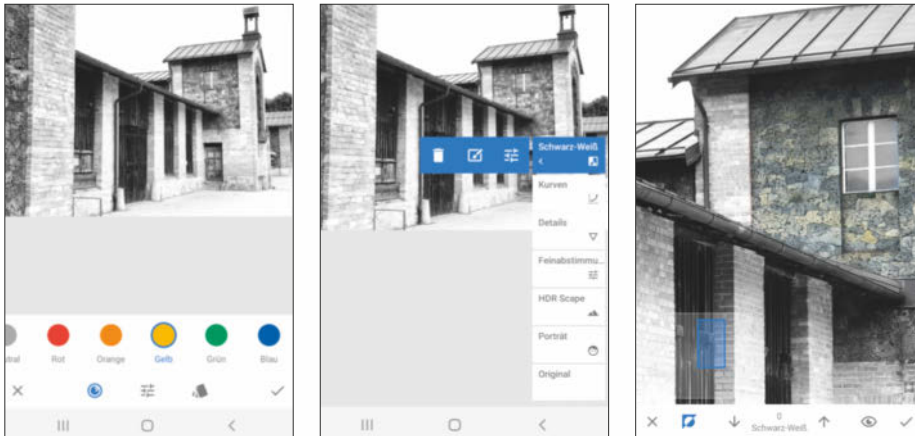


Neu ausgeleuchtet: Kontrastreiche, dynamische Szenen sind das Spezialgebiet von **Dramatic B&W**.



In dieser **Hypocam**-Umsetzung bringt der Rotfilter die Rosen zum Vorschein; Vignette und Sepiatönung lassen das Motiv weicher wirken.





Der Gelbfilter bringt in Snapseed die unterschiedlichen Holz- und Steinstrukturen des Salinengebäudes zur Geltung (links). „Änderungen ansehen“ aus dem Ebenenmenü blendet sämtliche Filter ein (Mitte). Ein Pinsel mit Effektstärke null legt die Originalfarben frei.

Dazu leuchtet die App eine Szene mit Hilfe elliptisch geformter Spots komplett neu aus. Solche Spots können Sie in beliebiger Anzahl im Bild verteilen und interaktiv verändern. Bereiche außerhalb der Spots werden abgedunkelt. Anders als bei Hypocam lässt sich die Farbe der Tönung frei wählen und deren Intensität einstellen – was den Charakter des Motivs noch besser unterstreicht: Warme, dezent Töne unterstreichen romantische, nostalgische Anmutung, kühles Grün und Blau wirkt technisch und futuristisch, in Kombination mit hartem Kontrast auch unheimlich.

## Mit Snapseed Farbakzente setzen

Beim Color Key nimmt man Objekte durch Radieren von der Schwarz-Weiß-Umsetzung aus. Beispiele sind knallrote Dessous auf entfärbten Körpern, roter Klatschmohn vor langweiligen Beet-Strukturen und goldene Saxophone in den Händen lustvoll blasender Jazzer im schwarzen Anzug. Setzt man die Technik sinnvoll und dosiert ein, entfaltet sie eine feine Wirkung.

Das Foto des Salinengebäudes haben wir im Bildbearbeitungs-Allrounder **Snapseed** zunächst per Accentuate-Look verstärkt und anschließend per Schwarz-Weiß-Filter in Graustufen gewandelt. Die Vorgabe „Kontrast“ in Kombination mit dem Gelbfilter arbeitet den Farbunterschied zwischen Backsteinwand und den typischen Schlackensteinen am besten heraus. Der Kontrast wurde etwas verringert, um die leicht abgesoffenen Holzelemente zurückzuholen. Künstliches Korn

ist hier fehl am Platz, es würde die Schlackentextur zerstören.

Sämtliche Filter lassen sich in Snapseed lokal mit Hilfe eines Maskierungspinsels abschwächen oder ganz zurücknehmen – ideal, um die Originalfarbe stellenweise wieder freizulegen. Öffnen Sie dazu das Ebenenmenü rechts oben und blenden Sie über den Eintrag „Änderungen ansehen“ den Filterstapel ein. Dort wählen Sie Schwarz-Weiß und das Pinselsymbol in der Mitte. Das Foto erscheint zunächst wieder farbig, per Klick auf das Filter-Icon lässt sich die Schwarz-Weiß-Umsetzung wieder aktivieren. Mit den Pfeiltasten stellen Sie die Deckkraft des Pinsels in vier Stufen ein. Um die Originalfarbe der Wand und der Holzelemente freizulegen, habe ich die Deckkraft auf null gesetzt, den Ausschnitt stark vergrößert und die Bereiche dann sorgfältig markiert. Die Qualität der Maske lässt sich via Vorschausymbol kontrollieren.

## Feintuning mit Lightroom

Adobes Fotoentwickler **Lightroom Mobile** gibt es in einer kostenlosen und dennoch sehr umfangreichen Basisversion gegen Registrierung. Hier steht das professionelle, aber auch etwas zeitintensivere Abstimmen von Hand im Vordergrund. Die Schwarz-Weiß-Umsetzung verbirgt sich im Abschnitt Farbe: Die Option SW entsättigt das Bild, die Schaltfläche Mix führt zum mächtigen Farbmischer. Hier kann man sehr differenziert die Helligkeit für die Umsetzung der Grundfarben Rot, Orange, Gelb, Grün, Türkis, Blau, Violett und Magenta justieren. Wem dafür die Vorstellungskraft fehlt, der greift zum in-

teraktiven Tool und ändert die Helligkeit eines Bereichs – etwa den Himmel – einfach per Fingertipp ins Bild und Wischen nach unten/oben oder links/rechts. Lightroom errechnet daraufhin automatisch, wie hell jede einzelne der im Himmelsblau enthaltenen Grundfarben wiedergegeben werden muss.

Helle und dunkle Bereiche lassen sich getrennt voneinander tönen (Split Tone), was mehr kreativen Spielraum gewährt als die schlichten Färbungen der anderen Apps. Die professionellen Belichtungs-, Kontrast- und Strukturfilter steuern exakt, wie weich oder hart das Monochrom-Bild ausfällt. Dem kostenlosen Lightroom Mobile fehlen gegenüber der lizenzierten Version unter anderem Funktionen zur selektiven Korrektur und Reparatur; außerdem synchronisiert es sich nicht mit der Desktop-Version.

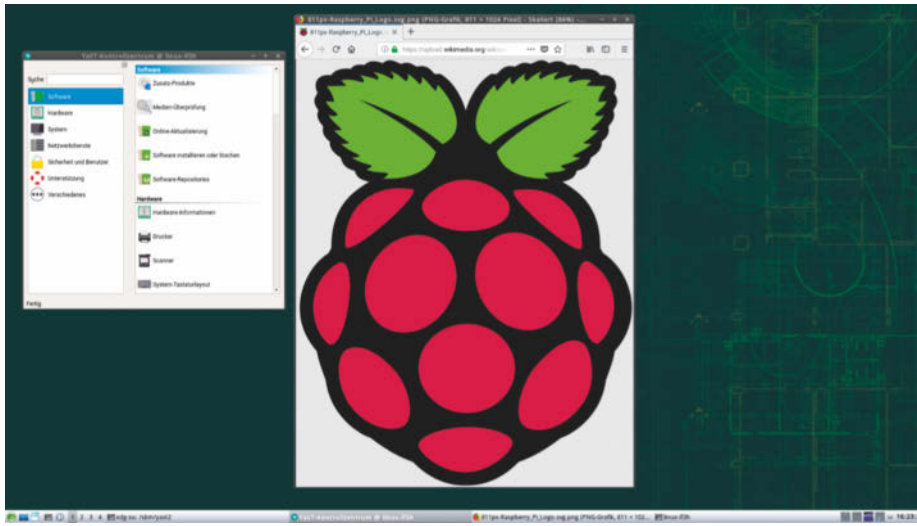
## Mehr Auswahl für iOS

Mit Snapseed, Lightroom, Dramatic B&W und Hypocam kann man sich ein feines und kostengünstiges Schwarz-Weiß-Labor auf Android- und iOS-Geräten einrichten. Für etwas mehr Geld eröffnen sich unter iOS weitere Möglichkeiten: Die künstlerisch angehauchte App Enlight (4,50 Euro), das auf Farbakzente spezialisierte Color Splash (1 Euro), Vintage Scene (2,30 Euro) für Retro-Look und Noir Photo (3,50 Euro) für dramatische Effekte.

(atr@ct.de) **ct**



Wie hell der Himmel werden soll, teilt man Lightroom einfach per Tippen und Wischen mit.



# Passend gemacht

## openSUSE Leap 15.1 auf dem Raspberry Pi

**Schluss mit Raspbian-Einheits-Image: Ein neuer Installer erlaubt es, openSUSE Leap 15.1 vom USB-Stick ganz nach eigenen Wünschen als Server oder Client mit unterschiedlichen Desktops auf dem Raspberry Pi zu installieren. Das Bootmedium dafür herzustellen ist allerdings eine Herausforderung.**

Von Heike Jurzik

Bei Linux für den Raspberry Pi hat man praktisch keine Wahl: Es gibt immer nur fertige Dateisystem-Images, die irgendjemand anderes installiert hat – inklusive weltweit bekanntem Standard-Passwort, das bitte sofort nach dem ersten Start zu ändern ist. Allenfalls bei der Geschmacksrichtung hat man etwas Entscheidungsspielraum und darf zwischen Raspbian, Debian, Ubuntu Mate und ein paar Appliance-Systemen wählen. Anschließend muss man selbst herausfinden, welche Pakete für den angedachten Einsatzzweck überflüssig sind und nur Speicherplatz und bei Updates unnötiges Datenvolumen kosten – oder man lebt mit dem im Zweifel überladenen Standardsystem.

Bei openSUSE Leap 15.1 sind die Entwickler einen anderen Weg gegangen: Sie haben den vom PC bekannten Installer

der Linux-Distribution auf den Raspberry Pi 3 portiert, sodass sich openSUSE Leap nun vom USB-Stick booten und individuell angepasst als Server oder als Client mit verschiedenen Desktops auf dem Mini-Rechner installieren lässt. Allerdings darf man von den Client-Installationen mit Desktop nicht allzu viel erwarten, sie überfordern den Prozessor und vor allem den Speicher des Raspi 3 – der gerade erschienene Raspi 4 wird noch nicht unterstützt. Als Server läuft openSUSE aber auch auf dem Raspi 3 gut.

Perfekt ist die Portierung des Installers für den Raspi aber nicht, es hakt noch bei der Partitionierung und es gibt keine Unterstützung bei der WLAN-Konfiguration. Deshalb sollten Sie dem Raspi zumindest für den Zeitraum der Installation eine Internetverbindung via Ethernet bereitstellen.

### Henne-Ei-Problem

Besonders aufwendig ist es im Moment aber noch, den Bootloader auf die MicroSD-Karte des Raspi zu kopieren und damit das Installationssystem vom USB-Stick zu starten. Das gelingt nämlich aktuell nur unter openSUSE selbst, Sie benötigen also Zugang zu einem Rechner oder einer virtuellen Maschine mit installiertem openSUSE Leap.

Zunächst schließen Sie die MicroSD-Karte an den openSUSE-Rechner an, öffnen ein Terminal mit Root-Rechten und

schauen mit den Befehlen `lsblk` oder `fdisk -l`, wie das Device der Partition auf der Karte heißt. Übliche Namen sind `/dev/mmcblk0p1` bei internen Kartenlesern oder `/dev/sdb1` bei USB-Adaptern. Haben Sie mehrere interne oder externe Laufwerke angeschlossen, kann der Name aber auch ein anderer sein. Auf unserem Testrechner hieß die Partition der Karte `/dev/mmcblk0p1`.

Mit den folgenden beiden Shell-Befehlen hängen Sie die Karte zunächst aus und partitionieren sie anschließend neu:

```
umount /dev/mmcblk0p1
fdisk /dev/mmcblk0p1
```

Das Programm `fdisk` arbeitet interaktiv: Löschen Sie zunächst mit „d“ alle Partitionen der Karte. Anschließend legen Sie mit „n“ eine neue primäre Partition mit der Nummer 1 und einer Größe von 128 MByte an („+128M“) und verpassen ihr mittels „t“ den Typ „c“. Anschließend verlassen Sie mit „w“ `fdisk` und formatieren die gerade angelegte Partition mittels:

```
mkfs -t vfat /dev/mmcblk0p1
```

Dabei werden alle vorher auf der Karte gespeicherten Daten gelöscht. Die veränderte Partitionierung hat den Vorteil, dass der Installer später die Bootloader-Partition nicht verändern muss. Als Nächstes binden Sie die Karte ein und kopieren die Raspberry-Pi-3-Firmware dorthin:

```
mount /dev/mmcblk0p1 /mnt/
zypper -n in \
  raspberrypi-firmware-config
cp -a /boot/vc/* /mnt/
```

Nun kopieren Sie den Bootloader auf die Karte. Dazu müssen Sie das Paket `u-boot-rpi3` aus dem openSUSE-Repository etwa mit dem Browser oder per `wget` herunterladen, die URL finden Sie auf [ct.de/y4x4](http://ct.de/y4x4). Am besten speichern Sie es im Verzeichnis `/tmp`. Anschließend entpacken Sie es im Terminal:

```
cd /tmp
mkdir tmp_uboot
cd tmp_uboot
rpm2cpio ../u-boot-rpi3.aarch64.rpm \
| cpio -id
```

Das Unterverzeichnis `boot/vc` enthält nun den Bootloader des Raspi 3, dieses kopieren Sie auf die SD-Karte und hängen sie anschließend aus:

```
cp boot/vc/* /mnt/
umount /mnt
```

Die MicroSD-Karte ist nun bereit für ihren Einsatz, Sie müssen nun lediglich noch das openSUSE-Installations-Image für die Architektur aarch64 herunterladen, den Download-Link finden Sie ebenfalls auf [ct.de/y4x4](https://ct.de/y4x4). Um das Image auf den USB-Stick zu schreiben, ist das App-Image von balenaEtcher von [etcher.io](https://etcher.io) die komfortabelste Methode.

### Gut gekühlt installieren

Für die Installation sollten Sie unbedingt einen schnellen USB-3.0-Stick verwenden. Außerdem sollten Sie den Raspberry Pi gut kühlen, denn der grafische Installer und später auch der openSUSE-Desktop benötigen viel Rechenleistung und überlasten den Mini-Rechner mitunter, sodass er heiß läuft. Nachdem wir den Raspberry Pi 3B+ von seinem Plastikgehäuse befreit hatten und mit einem Lüfter anbliesen, flutschte die Installation regelrecht. Ein Kühlkörper ist also eine gute Investition.

Einige Sekunden, nachdem Sie den Raspi eingeschaltet haben, sehen Sie den

grafischen Boot-Manager und wählen dort „Installation“ – so, wie Sie es von der PC-Installation kennen.

Es gibt dennoch ein paar Unterschiede: So rät der Installer aufgrund der sehr beschränkten Speicherausstattung des Raspi 3 davon ab, Online-Repositorys schon während der Installation hinzuzufügen. Auch beim Partitionieren erlebten wir eine Überraschung: In einem Fall verweigerte der sonst eigentlich zuverlässige Partitionierungsdialog den Dienst und meldete zweimal „Auch nach Anpassung der Einstellungen in Geführtes Setup konnte kein anfängliches Partitionierungslayout vorgeschlagen werden“. Der dritte Versuch über „Geführtes Setup“ schließlich zeigte die SD-Karte und den USB-Stick an. Nach Auswahl der SD als Root-Partition aktivierten wir die Option „Separate Swap-Partition vorschlagen“, und es konnte weitergehen. In einem anderen Fall schlug der Installer vor, openSUSE auf dem Installationsmedium selbst zu installieren. In beiden Fällen

konnten wir die SD-Karte mit einem Klick auf „Geführtes Setup“ von Hand partitionieren und so die Installation fortsetzen.

Während der Installation können Sie zwischen fünf Anwendungsszenarien wählen: Ein Desktop mit KDE Plasma, ein Desktop mit Gnome, ein „Allgemeiner Desktop“ mit IceWM oder zwei Server-Varianten. Mit Rücksicht auf die knappen Ressourcen sollten Sie zunächst IceWM wählen: KDE Plasma ist zu speicherhungrig und Gnome zu langsam. Selbst IceWM arbeitete nur zähflüssig, weshalb wir später mittels YaST zum noch schlankeren LXDE wechselten. Eine gute Entscheidung, dennoch eignet sich der Raspberry Pi 3 unter openSUSE Leap nicht als Desktop-Ersatz. Als Miniatur-Server hingegen macht er eine gute Figur, und dank individueller Konfiguration können Sie openSUSE für den Server-Einsatz passgenau für Ihren Zweck maßschneidern. ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)) **ct**

**open SUSE Leap:** [ct.de/y4x4](https://ct.de/y4x4)



3.– 5. Dezember 2019

Karlsruhe, Haus der Wirtschaft

## Die neue Entwicklerkonferenz von Mac & i

Die **heise MacDev** ist die erste Entwicklerkonferenz von Mac & i, dem Apple-Magazin der c't. Sie beschäftigt sich mit allen Aspekten der Softwareentwicklung für Apple-Geräte, also Mac, iPhone, iPad, aber auch Apple Watch und Apple TV.

Um unser Programm optimal auf die Teilnehmer zuzuschneiden, würden wir uns freuen, wenn Sie uns etwas über Ihre Interessen und Tätigkeitsschwerpunkte mitteilen.

Bitte geben Sie Ihre Interessen und Wünsche unter: <https://heise-macdev.de/> ein.

Programm demnächst online

[www.heise-macdev.de](https://www.heise-macdev.de)





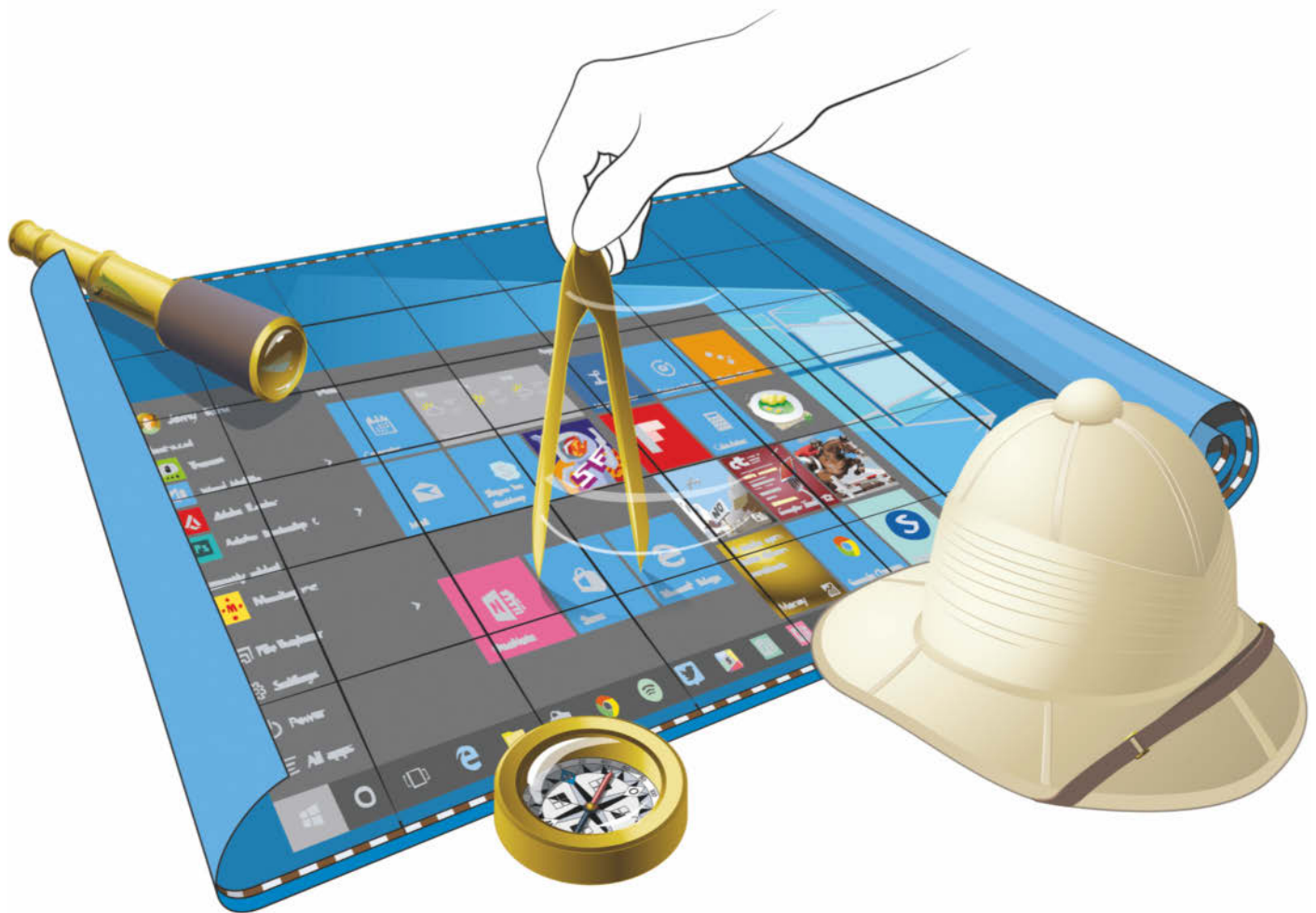


Bild: Rudolf A. Blaha

# Systemforscher

## Sysinternals Process Explorer ausreizen

**Wo der in Windows enthaltene Task-Manager an seine Grenzen stößt, läuft sich der Process Explorer von Microsoft Sysinternals gerade erst warm. Ob bei der Virenjagd, zur Fehlersuche oder einfach nur aus Neugier: Kaum eine Information über das System und die darin laufenden Prozesse bleibt ihm verborgen.**

Von Hajo Schulz

Eigentlich ist bei Windows mit dem Task-Manager schon ein Werkzeug im Lieferumfang, mit dem man recht komfortabel etwa die aktuelle Auslastung der CPU oder des Hauptspeichers ergründen

oder eine Liste der laufenden Programme einsehen kann. Die präsentierten Informationen bleiben allerdings recht oberflächlich: Wenn man etwa wissen will, welche DLLs ein Programm geladen oder welche Dateien es geöffnet hat, kann der Task-Manager nur mit den Achseln zucken. Auch bei der Frage, warum ein Programm überhaupt läuft, ist er nur selten eine Hilfe.

All diese Informationen – und zahlreiche mehr – liefert ein Programm namens Process Explorer, das Microsoft über seine Sysinternals-Webseite kostenlos zum Download anbietet (alle hier erwähnten Downloads finden Sie über [ct.de/yg88](http://ct.de/yg88)). Warum der Process Explorer dann nicht gleich in Windows enthalten ist? Zum einen ist es ein mächtiges Werkzeug, das unbedarfte Anwender überfordern könnte. Bei unvorsichtiger Benutzung kann es

sogar Schäden bis hin zu Datenverlusten anrichten. Schließlich leistet Microsoft für den Process Explorer keinerlei Support und weist darauf hin, dass die Verwendung auf eigene Gefahr erfolgt.

### Her damit

Wen das nicht abschreckt, der kann sich den Process Explorer auf verschiedene Arten besorgen: Es gibt ihn einzeln oder im Rahmen der – empfehlenswerten – Sysinternals Suite gemeinsam mit zahlreichen weiteren System- und Diagnosewerkzeugen als ZIP-Datei. Eine echte Installation brauchen sie alle nicht: Es reicht, sie in einen Ordner zu entpacken. Um zu verhindern, dass Windows bei jedem Programmstart davor warnt, dass ein aus dem Internet stammendes Programm böse sein könnte, empfiehlt es sich, vor dem Entpacken die Eigenschaften der ZIP-Datei mit dem Explorer aufzurufen und unten auf der Seite „Allgemein“ die Option „Zulassen“ hinter „Die Datei stammt von einem anderen Computer ...“ einzuschalten. Wenn Sie diese Option nicht sehen, ist das Archiv nicht als aus dem Internet stammend gekennzeichnet und alles ist in Ordnung.

Weil es sich bei den Sysinternals-Tools teils um sehr mächtige Werkzeuge

handelt, empfiehlt es sich, sie auf der Festplatte in einem Ordner aufzubewahren, der vor zufälliger Überschreibung geschützt ist. Bewährt hat sich etwa ein neu zu erzeugender Ordner namens Sysinternals im Verzeichnis „C:\Program Files“. Um den anzulegen und zu befüllen, brauchen Sie Administratorrechte. Per Explorer bekommen Sie die nicht. Verwenden Sie besser ein externes Archivprogramm wie das kostenlose 7-Zip und starten Sie es per Kontextmenü mit Admin-Rechten. Zur Not können Sie das Archiv auch erst mit dem Explorer in einen temporären Ordner entpacken und den dann aus einer mit vollen Rechten gestarteten Eingabeaufforderung oder PowerShell in den „Program Files“-Ordner kopieren.

Für den Process Explorer nicht unbedingt nötig, aber für einige der anderen Sysinternals-Werkzeuge praktisch ist es, den Sysinternals-Ordner in die Umgebungsvariable PATH aufzunehmen. An den zuständigen Einstellungsdialog kommen Sie am schnellsten, indem Sie die Tastenkombination Win+Pause betätigen und dann auf „Erweiterte Systemeinstellungen“ gefolgt von „Umgebungsvariablen“ klicken.

Eine andere Art, den Process Explorer zu benutzen, ist besonders praktisch, wenn Sie an einem fremden Rechner sitzen, auf dem Sie nichts installieren wollen. Dann können Sie einfach in die Eingabezeile eines Windows-Explorer-Fensters (nicht Internet Explorer!) den UNC-Pfad \\live.sysinternals.com\tools eingeben und den Process Explorer mit einem Doppelklick auf die Datei procexp.exe starten. Ein Nachteil dieser Methode ist, dass das Programm für jede Benutzung neu heruntergeladen werden muss – es landet dann in einem temporären Ordner. Auf der Haben-Seite können Sie sicher sein, stets die allerneueste Programmversion zu verwenden.

Wie alle Sysinternals-Werkzeuge bietet Sie der Process Explorer beim ersten Start, seine Lizenzvereinbarung zu bestätigen. Mit der Befehlszeilenoption /accept-eula lässt sich dieser Schritt überspringen.

Wenn der Process Explorer an alle Eigenschaften aller laufenden Prozesse herankommen soll, muss er mit Administratorrechten laufen. Wie alle Programme können Sie ihn dazu über den entsprechenden Befehl aus dem Kontextmenü der EXE-Datei oder einer Verknüpfung starten. Sollten Sie das mal vergessen haben, startet der Menübefehl „File/Show Details

for All Processes“ innerhalb des Process Explorer das Tool mit vollen Rechten neu. Um sich diese Klicks zu sparen, empfiehlt es sich, zum Starten des Process Explorer eine Verknüpfung auf dem Desktop, im Startmenü oder gut erreichbar sonst wo anzulegen und in deren Eigenschaften unter „Kompatibilität“ die Option „Programm als Administrator ausführen“ einzuschalten. Alternativ können Sie auch die in der Verknüpfung enthaltene Befehlszeile („Ziel“) bearbeiten und dem Process Explorer die Kommandozeilenoption /e mitgeben: Diese startet das Werkzeug mit vollen Rechten („elevated“).

## Erstkontakt

Zwei Eigenschaften des Process Explorer springen direkt beim ersten Start ins Auge: Die Liste der Prozesse ist sehr bunt und sie ist nicht flach, sondern bildet eine baumartige Hierarchie ab. Je nachdem, welche Informationen man gerade sucht, kann beides nützen oder auch stören.

Die Farben lassen sich mit dem Menübefehl „Options/Configure Colors“ einstellen. Wenn man nicht gerade auf der Suche nach bestimmten Diensten oder speziell nach UWP-Apps ist, kann hier beispielsweise das Entfernen der Häkchen vor „Services“ beziehungsweise vor „Immervative Process“ die Augen schonen. Letzteres ist ohnehin von zweifelhaftem

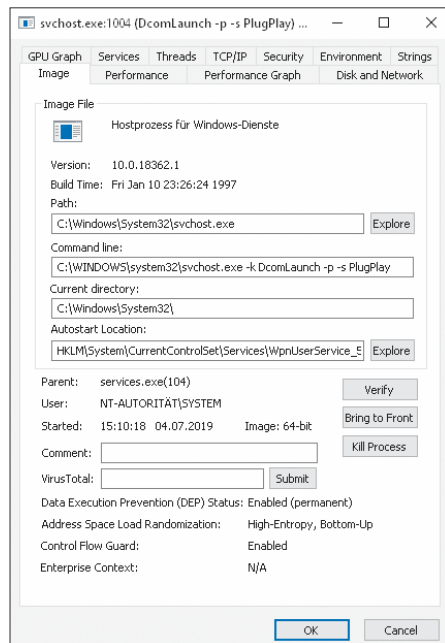
Wert, weil es unter anderem auch den Explorer hervorhebt, eine klassische Win32-Anwendung. „New Objects“ und „Deleted Objects“ markieren gerade gestartete und beendete Prozesse (auch just ge- und entladene DLLs sowie geöffnete und geschlossene Dateien – dazu gleich mehr). Wie lange die Hervorhebung dauern soll, lässt sich unter „Options/Difference Highlight Duration“ einstellen; ein brauchbarer Wert ist fünf Sekunden.

Zu den empfehlenswerten Grundeinstellungen gehört außerdem das Einschalten von „Options/Allow Only One Instance“, damit nicht aus Versehen mehrere Instanzen das System ausbremsen. Ob man „Options/Replace Task Manager“ einschalten mag, ist Geschmackssache: Dieser Schalter sorgt dafür, dass die Tastenkombination Strg+Umschalt+Esc und der Link „Task-Manager“ auf der Strg+Alt+Entf-Seite nicht mehr den Windows-eigenen Task-Manager starten, sondern den Process Explorer.

Die Einrückungen in der Liste der Prozessnamen stellen dar, welcher Prozess welche anderen gestartet hat. Zur Suche nach einem bestimmten Prozess eignet sich aber eine einfache, alphabetisch sortierte Liste meist besser. Die bekommt man, indem man auf den Spaltenkopf „Process“ klickt. Ein zweiter Klick kehrt die Sortierreihenfolge um, ein dritter stellt die

Process	CPU	Private Bytes	Working Set	PID	Description	Company Name
Secure System	Susp...	184 K	40.324 K	72		
Registry		14.632 K	99.320 K	128		
System Idle Process	90.54	60 K	8 K	0		
System	0.42	196 K	128 K	4		
Interrupts	0.63	0 K	0 K		n/a Hardware Interrupts and DPCs	
smss.exe		1.168 K	1.084 K	476	Windows-Sitzungs-Manager	Microsoft Corporation
Memory Compression	< 0.01	540 K	207.384 K	2564		
csrss.exe	< 0.01	1.860 K	4.272 K	708	Client-Server-Laufzeitprozess	Microsoft Corporation
wininit.exe		1.420 K	6.144 K	812	Windows-Startanwendung	Microsoft Corporation
services.exe	< 0.01	5.812 K	10.028 K	104	Anwendung für Dienste und ...	Microsoft Corporation
svchost.exe		972 K	3.708 K	1004	Hostprozess für Windows-Di...	Microsoft Corporation
svchost.exe		14.444 K	30.100 K	640	Hostprozess für Windows-Di...	Microsoft Corporation
csrss.exe		1.712 K	6.532 K	7516	COM Surrogate	Microsoft Corporation
Start					Command Line: C:\WINDOWS\system32\svchost.exe -k DcomLaunch -p	
Search					Path: C:\Windows\System32\svchost.exe (DcomLaunch -p)	
Runtime					Services: DCOM-Server-Prozessstart [DcomLaunch]	
Setting					Infrastrukturdienst für Hintergrundaufgaben [BrokerInfrastructure]	
Skype					Systemereignissebroker [SystemEventsBroker]	Microsoft Skype
YourP					Stromversorgung [Power]	
Skype					SkypeApp	Microsoft Corporation
LockApp.exe		16.172 K	47.088 K	2576	LockApp.exe	Microsoft Corporation
RuntimeBroker.exe	Susp...	7.896 K	29.964 K	3244	Runtime Broker	Microsoft Corporation
RuntimeBroker.exe		3.916 K	15.808 K	7400	Runtime Broker	Microsoft Corporation
RuntimeBroker.exe		6.628 K	26.444 K	8444	Runtime Broker	Microsoft Corporation
SkypeBridge.exe		48.776 K	56.700 K	10464	SkypeBridge	Microsoft Corporation
RuntimeBroker.exe		4.712 K	18.512 K	10936	Runtime Broker	Microsoft Corporation
dllhost.exe		5.060 K	12.340 K	1812	COM Surrogate	Microsoft Corporation
ApplicationFrameHost.exe		24.116 K	34.084 K	13368	Application Frame Host	Microsoft Corporation
WinStore.App.exe	Susp...	55.676 K	860 K	6104	Store	Microsoft Corporation
RuntimeBroker.exe		4.812 K	16.336 K	13632	Runtime Broker	Microsoft Corporation

Der bunte Prozessbaum des Process Explorer mag auf den ersten Blick verwirren. Umfang und Darstellung der angebotenen Informationen lassen sich aber konfigurieren.



Die Detailtiefe der Informationen, die zu einzelnen Prozessen zur Verfügung stehen, ist beeindruckend.

Baumstruktur wieder her. Dass man zum Sortieren der Liste nach einem bestimmten Merkmal den dazugehörigen Spaltenkopf klicken kann, gilt für alle Spalten; ein zweiter Klick sortiert jeweils andersherum. Strg+T wechselt stets in die Baumstruktur, egal, wonach vorher sortiert war.

Ein Doppelklick auf einen Eintrag der Prozessliste ruft einen Dialog mit einer überwältigenden Zahl an Eigenschaften dieses Prozesses auf den Plan, mehr oder weniger übersichtlich verteilt auf mehrere Seiten. Die Performance-bezogenen Angaben werden regelmäßig aktualisiert. Was sich vielleicht nicht auf den ersten Blick erschließt: Der Dialog lässt sich in der Größe ändern. Außerdem ist er nicht modal. Man kann also trotz eines geöffneten Eigenschaften-Dialogs zum Hauptfenster zurückkehren und hier beispielsweise die Eigenschaften eines weiteren Prozesses aufrufen, um beide Fenster nebeneinander zu stellen und zu vergleichen.

Um bestimmte Eigenschaften aller Prozesse gemeinsam im Blick zu haben, bietet es sich an, der Prozessliste Spalten mit diesen Angaben hinzuzufügen. Der dafür zuständige Befehl „Select Columns“ steckt im Menü „View“ sowie im Rechtsklickmenü der Spaltenköpfe. Auch hier ist die Auswahl riesig; einfach alle zur Verfügung stehenden Spalten einzublenden, bietet sich nicht an. Stattdessen kennt der

Process Explorer sogenannte „Column Sets“: Zusammenstellungen von Eigenschaften-Spalten lassen sich speichern und später bei Bedarf einfach wiederherstellen. So kann man sich beispielsweise ein Column Set einrichten, das die Angaben einblendet, die bei der Suche nach CPU- oder Speicherverschwendern wichtig sind, einen weiteren für die Malware-Jagd und so weiter. Die notwendigen Befehle finden Sie im „View“-Menü.

Die Reihenfolge der Spalten lässt sich übrigens ändern: einfach mit dem Mauszeiger einen Spaltenkopf anfassen und auf die gewünschte Position ziehen. Reihenfolge und Breite der Spalten landen ebenso im Column Set.

Dasselbe gilt für die Spalten, die der Process Explorer in seiner „Lower Pane“ anzeigt: einem zusätzlich in der unteren Fensterhälfte einblendbaren Bereich, der wahlweise die vom oben ausgewählten Prozess geladenen DLLs oder die geöffneten Handles – also Dateien, Ordner, Registry-Schlüssel und dergleichen – auflistet. Umschalten lässt sich mit den Tastenkürzeln Strg+L (Lower Pane ein/aus), Strg+D (DLLs anzeigen), Strg+H (Handles listen) oder den dazugehörigen Knöpfen in der Symbolleiste. Welche Spalten hier jeweils angezeigt werden, konfiguriert man auf den Seiten „Handle“ und „DLL“ des „Select Columns“-Dialogs. Ein Doppelklick auf eine DLL oder ein Handle öffnet einen Dialog mit weiteren Eigenschaften dieses Objekts.

## Suchen und Finden

DLLs und Handles lassen sich nicht nur prozessweise anzeigen, sondern global suchen: In den Dialog hinter dem Menübefehl „Find/Find Handle or DLL“ können Sie beispielsweise den Namen einer Datei oder einer DLL – es reicht auch ein Fragment – eingeben und auf „Search“ klicken. Dann füllt sich die untere Liste mit den Namen aller Prozesse, die ein passendes Objekt im Zugriff haben. Ein Klick auf einen Eintrag markiert im Hauptfenster den dazugehörigen Prozess, blendet bei Bedarf die Lower Pane ein und selektiert dort das gefundene Objekt.

Dieses Vorgehen ist durchaus praktisch, wenn sich etwa eine Datei im Explorer mal nicht löschen lässt und die Fehlermeldung behauptet, sie sei in Benutzung. Dann lässt sich über die Suche im Process Explorer zunächst feststellen, welcher Prozess die Datei im Zugriff hat. Anschließend kann man entscheiden, wie man weiter

vorgeht: Vielleicht stellt sich ein Aha-Effekt ein und man verzichtet besser aufs Löschen. Möglicherweise ist es auch sinnvoll, das gefundene Programm normal zu beenden oder mithilfe des Process Explorer abzuschließen – der Befehl „Kill Process“ aus dem Kontextmenü eines Prozesses erledigt das. Als letzte Möglichkeit bleibt noch, dem Prozess die Datei mit dem Befehl „Close Handle“ aus dem Rechtsklickmenü des Suchergebnisses zu entreißen. Achtung: Sowohl das unkontrollierte Beenden von Prozessen als auch das gewaltsame Schließen von Handles kann zu Datenverlusten führen. Beide Aktionen sollten also Notfällen vorbehalten bleiben.

Ein solcher Notfall kann unter anderem darin bestehen, dass sich eine Windows-Anwendung aufgehängt hat, nicht mehr auf Eingaben reagiert und sich auch das Fenster nicht mehr über das X rechts oben schließen lässt. Welcher Prozess zu dem Fenster gehört, findet man dann am einfachsten mit dem Fadenkreuz-Symbol ganz rechts in der Icon-Leiste des Process Explorer heraus: Man klickt es nicht an, sondern zieht es mit gedrückter Maustaste. Daraufhin verzieht sich der Process Explorer in den Hintergrund. Nun kann man das Fadenkreuz über einem beliebigen Fenster loslassen. Der Process Explorer erscheint daraufhin wieder und wählt in der Liste den zum Fenster gehörenden Prozess aus.

Das Fadenkreuz kann manchmal auch nützlich sein, um ein mehrfach parallel ausgeführtes Programm zu identifizieren. Leider hilft es nicht, um den für ein bestimmtes Browser-Fenster oder -Tab verantwortlichen Prozess zu finden. Die aktuellen Browser sind alle so gestrickt, dass sie zwar für jedes Fenster und jeden Tab einen eigenen Prozess starten. Die Prozesse erledigen aber nur die Arbeit innerhalb der Webseite, also zum Beispiel das Ausgeben von Text und Bildern oder das Abarbeiten von JavaScript-Code. Die eigentliche Fenster-Behandlung im Windows-Sinne findet dagegen in einem einzigen gemeinsamen Prozess statt. Bei Firefox und Chrome-Derivaten ist das der Vater der anderen Prozesse, bei Edge der Prozess namens MicrosoftEdge.exe. Hier werden die einzelnen Fenster in Instanzen von MicrosoftEdgeCP.exe kontrolliert.

## Dienste

Es gibt einen Job, bei dem der Windows-eigene Task-Manager dem Process Explorer überlegen ist: bei der Suche nach dem



# Mit allen Wassern gewaschen:

Portofrei  
ab 15€



## 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.

Als PDF-Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-ml](http://shop.heise.de/ix-ml)

9,99 € >

NEU

## ix kompakt IT-Sicherheit

Das neue Sonderheft der ix-Experten bringt alle Sicherheitsaspekte ins Bewusstsein und schafft reale Sicherheit: Red Teaming fürs effektive Testing, Malware-Erkennung durch KI, DSGVO und IT-Sicherheit, Anwendung in Containern, Marktübersichten und Tools.

Auch komplett digital verfügbar.

[shop.heise.de/ix-security2019](http://shop.heise.de/ix-security2019)

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/specials2018-19](http://shop.heise.de/specials2018-19)

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

[shop.heise.de/specials2018-19](http://shop.heise.de/specials2018-19) >



Process	PID	Description	Company Name	Verified Signer	VirusTotal
RuntimeBroker.exe	2928	Runtime Broker	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/68
MicrosoftEdgeSH...	3104	Microsoft Edge Web Platform	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/68
MicrosoftEdgeCP.exe	13292	Microsoft Edge Content Process	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/68
WindowsInternal.Com...	4460	WindowsInternal.ComposableShell...	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/67
Microsoft.Photos.exe	7656			(Es war keine Signatur im Antr...	0/68
RuntimeBroker.exe	1296	Runtime Broker	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/68
SystemSettings.exe	11144	Einstellungen	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/67
Explorer.exe	11188	Windows-Explorer	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/67
WINWORD.EXE	14072	Microsoft Word	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Corporation	0/71
splwow64.exe	14796	Print driver host for applications	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/70
lview64.exe	17724	IrfanView 64-bit	Irfan Skljanc	(Verified) Irfan Skljanc	0/70
ShellExperienceHost...	7628	Windows Shell Experience Host	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/71
RuntimeBroker.exe	9096	Runtime Broker	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/68
smartscreen.exe	14860	Windows Defender SmartScreen	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/71
WmiPrvSE.exe	16460	WMI Provider Host	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/67
WmiPrvSE.exe	17296	WMI Provider Host	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/67
WUDFHost.exe	1068	Windows Driver Foundation - Ben...	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/67
svchost.exe	1148	Hostprozess für Windows-Dienste	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/70
svchost.exe	1196	Hostprozess für Windows-Dienste	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/68

Name	Description	Path	Company Name	Verified Signer	VirusTotal
{1883FD18-1E36-4...		C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Cache...		(Das für den Antrag...	Unknown
{2E0B12FD-E6B3-4...		C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Cache...		(Das für den Antrag...	Unknown
{39A80E38-1D0A-4...		C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Cache...		(Das für den Antrag...	Unknown
{3DA71D5A-20CC-...		C:\Users\hajos\AppData\Local\Microsoft\...		(Das für den Antrag...	Unknown
{6AF0698E-D558-4...		C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Cache...		(Das für den Antrag...	Unknown
{AFBF9F1A-8EE8-4...		C:\Users\hajos\AppData\Local\Microsoft\...		(Das für den Antrag...	Unknown
{DDF571F2-BE98-4...		C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Cache...		(Das für den Antrag...	0/53
7-zip.dll	7-Zip Shell Extension	C:\Program Files\7-Zip\7-zip.dll	Igor Pavlov	(Es war keine Signa...	0/68
actxprxy.dll	ActiveX Interface Marshaling Library	C:\Windows\System32\actxprxy.dll	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft...	0/71
advapi32.dll	Erweiterte Windows 32 Base-API	C:\Windows\System32\advapi32.dll	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft...	0/66
apphelp.dll	Clientbibliothek für Anwendungsko...	C:\Windows\System32\apphelp.dll	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft...	0/72
AppResolver.dll	App-Resolver	C:\Windows\System32\AppXDeploymentCli...	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft...	0/71
AppXDeploymentCli...	AppX Deployment Client-DLL	C:\Windows\System32\AppXDeploymentCli...	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft...	0/70
atl100.dll	ATL Module for Windows	C:\Windows\System32\atl100.dll	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft...	0/66
atthunk.dll	atthunk.dll	C:\Windows\System32\atthunk.dll	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft...	0/67
BCP47Langs.dll	BCP47 Language Classes	C:\Windows\System32\BCP47Langs.dll	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft...	0/68

Um abzuschätzen, ob sich hinter einem laufenden Prozess oder einer geladenen DLL Malware versteckt, kann der Process Explorer die Meinung der Antivirenseite VirusTotal.com einholen.

zu einem laufenden Systemdienst gehörenden Prozess. Wenn Sie also etwa wissen wollen, was der Windows-Update-Dienst gerade so treibt, dann starten Sie am besten den Task-Manager, schalten auf die Seite „Dienste“ und suchen sich die PID heraus, die zu dem Dienst mit der Beschreibung „Windows Update“ gehört. Die Liste im Process Explorer sortieren Sie anschließend nach den PIDs und finden so recht schnell die gesuchte Instanz von svchost.exe.

Andersherum hat aber wieder der Process Explorer die Nase vorn: Welche Dienste eine svchost-Instanz beherbergt, zeigt er schon an, wenn man den Mauszeiger einen Moment über dem Prozessnamen verharren lässt. In den Eigenschaften gibt es dann außerdem eine Seite „Services“ mit ein paar Details zu den Diensten.

## Fehlersuche

Einer der wahrscheinlich häufigsten Anwendungsfälle für den Process Explorer besteht darin, die Ursachen dafür aufzuspüren, dass der Rechner mal wieder nur zäh auf Eingaben reagiert oder das Lämpchen an der Festplatte oder der SSD signalisiert, dass diese ständig in Benutzung ist. Der schuldige Prozess ist dann meist

schnell gefunden: einfach die passende Spalte einblenden und die Prozessliste danach sortieren. Prozessorzeitverschwendung fallen durch einen hohen Wert bei „CPU Usage“ (Seite „Process Performance“ in der Spaltenauswahl) auf, Datenträger-Rödl durch ein hohes „Delta Total Bytes“ (Kategorie „Process Disk“), großer RAM-Hunger zeigt sich durch einen hohen Wert in der Spalte „Working Set Size“ (Kategorie „Process Memory“).

Bei der Fehlersuche in selbstgeschriebenen Programmen oder wenn Sie einen guten Draht zu den Entwicklern einer Anwendung haben, kann es zudem nützlich sein, die CPU-Auslastung eines Prozesses nach seinen Threads aufzuschlüsseln – die Liste findet sich auf der gleichnamigen Seite in den Prozess-Eigenschaften. Noch nützlicher wird diese Liste, wenn Sie dem Process Explorer erlauben, die Debug-Symbole der Windows-eigenen DLLs anzuzeigen. Dazu müssen Sie zunächst die Microsoft'schen Debugging Tools for Windows installieren. Die gibt es nicht als eigenen Download, sondern nur im Rahmen des Windows-SDK-Installers. Sie können bei der Installation aber alle anderen Komponenten abschalten.

Im Process Explorer rufen Sie anschließend den Menübefehl „Options/

Configure Symbols“ auf. Dort tragen Sie bei „Dbghelp.dll path“ den Pfad zu dieser DLL aus dem SDK ein, auf einem 64-Bit-System normalerweise „C:\Program Files (x86)\Windows Kits\10\Debuggers\x64\dbghelp.dll“. In das Feld „Symbol path“ gehört ein Eintrag nach dem Muster „srv\*D:\Symbols\*http://msdl.microsoft.com/download/symbols“. Der lokale Ordner (im Beispiel D:\Symbols) muss existieren und sollte sich auf einem Datenträger mit reichlich freiem Platz befinden: Dort speichert der Process Explorer die von Microsofts Symbol-Server heruntergeladenen Dateien zwischen, die schnell etliche MByte groß werden.

## Malware-Suche

Eine weitere Aufgabe, bei der sich der Process Explorer als wertvolles Werkzeug erweist, ist die Suche nach Viren, Backdoors und ähnlichem Unrat. Für diesen Zweck sollte man zunächst einmal die Spalte „Verified Signer“ einblenden (im „Select Columns“-Dialog zu finden auf der Seite „Process Image“) und der Übersichtlichkeit zuliebe neben die Spalte „Company Name“ schieben. Damit sie mit Werten gefüllt wird, muss die Menüoption „Options/Verify Image Signatures“ eingeschaltet sein.

Alle laufenden Prozesse als Gefährdung anzusehen, deren EXE-Datei keine gültige Signatur trägt, wäre sicher zu weit gegriffen. Misstrauen sollten aber Einträge erzeugen, die im Feld „Company Name“ behaupten, von einem namhaften Softwarehersteller wie Microsoft, Apple oder Google zu stammen, und keine, eine ungültige oder eine auf einen anderen Firmennamen lautende Signatur tragen. Aber auch hier gibt es Ausnahmen: UWP-Apps wie die in Windows enthaltenen Apps für Wetter, Nachrichten oder Karten tragen grundsätzlich keine Signatur – jedenfalls keine, die der Process Explorer interpretieren könnte. Die Integrität der ausführbaren Dateien prüft Windows beim Start der jeweiligen App auf andere Weise.

Ein anderer Weg, das Gefahrenpotenzial von Programmdateien einzuschätzen, besteht darin, sie von einem oder mehreren Virenschaltern überprüfen zu lassen. Das macht der Process Explorer besonders bequem: Er enthält eine Schnittstelle zu Googles Virenjäger-Webseite VirusTotal, auf der man verdächtige Dateien durch über 60 Antivirenprogramme überprüfen lassen kann. Um dieses Feature zu nutzen, muss man zunächst „Options/

VirusTotal.com/Check VirusTotal.com“ im Menü einschalten und beim ersten Mal bestätigen, dass man die Benutzungsbedingungen der Webseite akzeptiert. In den Seiten „Process Image“ und „DLL“ des „Select Columns“-Dialogs kann man anschließend für die Prozessliste und die DLL-Ansicht der Lower Pane eine Spalte „VirusTotal“ einschalten.

Die Spalte enthält nach kurzer Wartezeit im Idealfall lauter Einträge nach dem Muster „0/70“, wobei die Zahl hinter dem Schrägstrich leicht variieren kann. Die Zahl vor dem Schrägstrich gibt an, wie viele der auf VirusTotal.com versammelten Malware-Scanner diese Datei für verdächtig halten. Eine 1 oder 2 kann als False Positive durchgehen, größere Zahlen sollten die Alarmglocken läuten lassen. Ein Klick auf einen Eintrag in der VirusTotal-Spalte öffnet die Webseite im Standard-Browser und navigiert dort gleich zu dem Datensatz für die betrachtete Datei. So lassen sich genauere Informationen zu einer möglichen Infektion sammeln.

Normalerweise überträgt der Process Explorer keine kompletten Dateien an VirusTotal. Vielmehr berechnet er einen Hash und schickt den an die Webseite. Die meisten Dateien wurden dort schon zuvor gescannt, sodass die Seite einfach die vorhandenen Ergebnisse zurückliefern kann. Taucht im Process Explorer die Angabe „Unknown“ auf, liegt so ein Ergebnis noch nicht vor. Dann kann man durch einen Rechtsklick auf die Spalte und Auswahl von „Submit to VirusTotal“ doch die komplette Datei an die Webseite schicken und erhält nach einiger Wartezeit ein Ergebnis. Der Menübefehl „Options/VirusTotal.com/Submit Unknown Executables“ automatisiert das, kann aber unter Umständen viel Netzwerk-Traffic erzeugen oder Programmdateien aus dem Haus geben, die Ihr Arbeitgeber lieber vertraulich halten möchte.

Bei einem Malware-Fund ist das sofortige Abschießen des betroffenen Programms per „Kill Process“ meist nur die zweitbeste Reaktion. Geschickter ist es, den infizierten Prozess mit dem Befehl „Suspend“ aus dem Kontext- oder dem „Process“-Menü zunächst nur schlafen zu legen. Unheil kann er dann erst mal auch nicht mehr anrichten, aber er befindet sich für eine weitere Analyse noch im Speicher. So kann man zum Beispiel versuchen, über das Feld „Autostart Location“ auf der Seite „Image“ in den Eigenschaften he-

rauszufinden, wodurch der Prozess gestartet wurde. Manchmal hilft es auch, die im Prozessbaum benachbarten Einträge genauer zu untersuchen: Manche Viren bestehen aus mehreren ausführbaren Dateien, die sich gegenseitig starten und überwachen. Stirbt einer der Prozesse, startet ihn ein anderer gleich wieder neu. Auf angehaltene Prozesse können solche Mechanismen meist nicht reagieren.

## Systeminformationen

Der Process Explorer liefert nicht nur Informationen zu einzelnen Prozessen, sondern auch zum Zustand des Systems insgesamt. Einen groben Überblick über die Auslastung von CPU, Speicher und Datenträgern liefern die kleinen Histogramme neben der Symbolleiste. Die wichtigsten Werte erscheinen numerisch, wenn man den Mauszeiger einfach über sie schiebt. Ein Klick öffnet das Fenster „System Information“ und selektiert dort gleich die Seite mit den passenden Detail-Informationen. Dasselbe Fenster öffnet die Tastenkombination Strg+I oder der Menübefehl „View/System Information“.

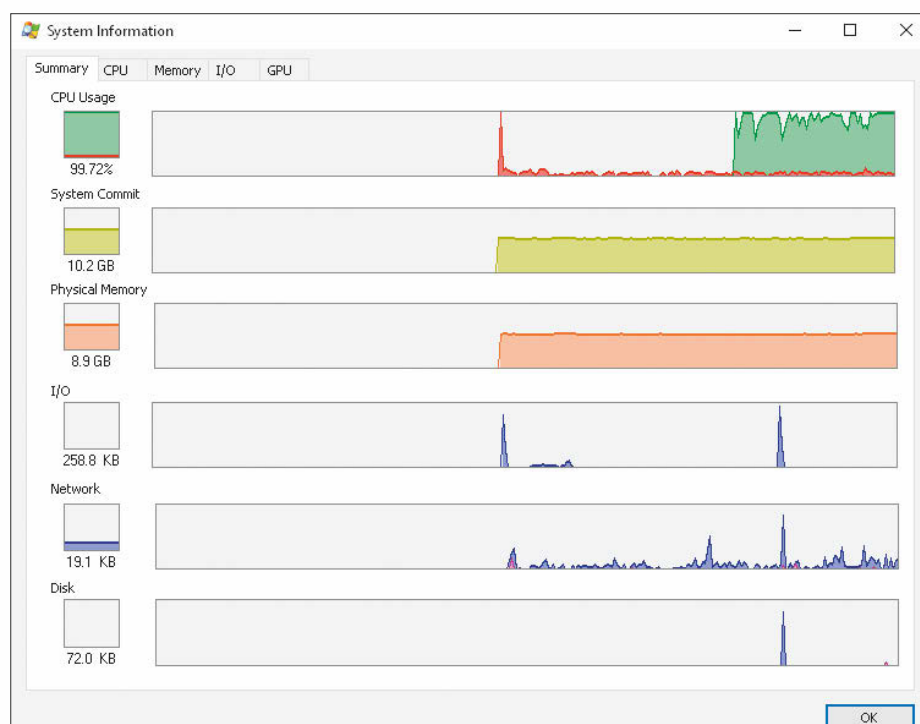
Um die wichtigsten Kenngrößen für den Systemzustand ständig im Blick zu haben, ohne dauernd das Process-Explorer-Fenster in den Vordergrund zu holen, kann man das Tool auch anweisen, ein

oder mehrere Symbole in den System-Tray einzuklinken. Auf denen laufen dann Mini-Kurven durch und stellen den Verlauf der verschiedenen Auslastungen dar. Die Icons lassen sich mithilfe der Unterbefehle im Menü „Options/Tray Icons“ ein- und ausschalten.

Normalerweise optimiert Windows solche Tray-Symbole externer Anwendungen nach kurzer Zeit weg. Damit das nicht passiert, sollten Sie über einen Rechtsklick auf die Taskleiste deren Einstellungen aufrufen und auf der Seite hinter dem Link „Symbole für die Anzeige auf der Taskleiste auswählen“ die zum Process Explorer gehörenden Schalter einschalten.

Wenn Sie nur die Icons mit den Auslastungen sehen wollen, aber den Process Explorer ansonsten gerade nicht brauchen, können Sie ihn mit dem Anhängsel /t an seine Befehlszeile starten – praktisch auch für einen Autostart-Eintrag. Um das Process-Explorer-Fenster zu schließen, ohne die Icons zu entfernen, können Sie den Schalter „Options/Hide When Minimized“ einschalten und sich angewöhnen, den Process Explorer nur zu minimieren, statt ihn zu schließen. (hos@ct.de) **ct**

**Download der erwähnten Tools:**  
[ct.de/yg88](http://ct.de/yg88)



**Nicht sexy, aber informativ: Der Process Explorer liefert die wichtigsten Angaben zur Systemauslastung auf einen Blick.**





Bild: Albert Hulm

# Gute Karten

## Eigene Lerninhalte erstellen und effizient pauken

**Die Software Anki hilft dabei, das zu lernen, was noch nicht sitzt, egal ob Vokabeln, chemische Formeln oder Allgemeinwissen. Die Inhalte erstellt man am besten selbst, denn Anki hat viel mehr zu bieten als schnöde Lernkarten.**

Von Keywan Tonekaboni

Anki holt den guten, alten Karteikasten zum Vokabellernen ins 21. Jahrhundert. Dabei setzt die Lernanwendung

auf ein pfffiges System aus Wiederholung, Sortierung und zeitlichem Abstand der erlernten Inhalte. Es automatisiert dabei gerade so viel, dass es einen ernsthaft unterstützt, und lässt einem dennoch genügend Entscheidungshoheit, dass es nicht nervt oder gar frustriert. Anki ist bezüglich der Inhalte flexibel: ob Business English oder Japanisch, Quiz-Wissen oder die nächste Uni-Prüfung. Eine umtriebige Community stellt fertige Lernkarten bereit; man kann aber auch selbst sehr einfach eigenes Lernmaterial zu beliebigen Themen erstellen. Besser als die alten Papierkarten beherrscht Anki mehr als simple Wortabfragen. Bei Bedarf motzt man

die Lernkarten mit Lückentexten, Bildern, Audio und Videos auf.

### Für alle Betriebssysteme

Anki ist sicher kein Vorzeigeprodukt für schöne Programmoberflächen. Dafür ist es freie Software und für alle gängigen Betriebssysteme verfügbar. In der Desktop-Variante gibt es ein Hauptfenster zum Lernen und das öffnet alle weiteren Bestandteile in separaten Fenstern. Mit einem übersichtlichen Hinzufügen-Dialog pflegt man schnell neue Vokabeln oder die Formeln für die nächste Klausur ein. Die bereits vorhandenen Daten verwaltet man über die Kartenübersicht (Browser), die

diese in einer langen Tabelle auflistet. Über Filter und eine Suchfunktion bewältigt man den eigenen Datenschatz.

Am besten pflegt man die Inhalte am PC oder Laptop ein und verwaltet sie auch dort. Zum Üben nutzt man dann bequem eine der Apps auf dem Tablet oder Smartphone, ganz gleich ob auf der Couch, im Zug oder im Garten. Der kostenlose Online-Dienst AnkiWeb synchronisiert die Daten auf allen Geräten. Dazu muss man sich lediglich mit einer gültigen E-Mail-Adresse registrieren.

Die Open-Source-Software ist für Android, Windows, macOS und Linux kostenlos und werbefrei; lediglich die proprietäre Variante fürs iPhone schlägt gleich mit gut 28 Euro zu Buche. Wem das zu happig ist, der greift auf dem iPhone alternativ zur Webanwendung AnkiWeb, auch wenn diese kein vollwertiger Ersatz für eine native App ist. Zwar gibt es eine ähnlich klingende AnkiApp, aber diese ist nicht kompatibel mit Anki und hat auch sonst nichts damit zu tun.

## Lernkarten

Wie beim Karteikasten verteilt man die Inhalte in Anki häppchenweise auf einzelne Karten. Die Anwendung unterstützt Nutzer bei der Abfrage und entscheidet, was wann und wie oft abgefragt wird. Die App zeigt zunächst die „Vorderseite“ an, also eine Vokabel oder Frage. Diese beantwortet man entweder im Geiste für sich selbst oder gibt die Antwort ein. Blendet man dann die Rückseite ein, erscheinen neben der korrekten Antwort mehrere Schaltflächen, mit denen man selbst einschätzt, wie gut man geantwortet hat. Da Anki keine Prüfungssoftware ist, würde man mit frisierten Rückmeldungen nur sich selbst betrügen.

Anki achtet darauf, die Lernkarten mit einem gewissen Abstand zu wiederholen und nicht zu viele auf einmal anzuzeigen. Neue Karten sind zunächst in einer Lernphase. Diese legt Anki binnen weniger Minuten so oft wieder vor, bis man den Inhalt beherrscht. Dann wandern die Karten in die Wiederholungsphase. In dieser Phase steigt nach jeder korrekten Antwort der zeitliche Abstand zur nächsten Wiederholung der Karte. Hakt es beim Erinnern, verringert Anki den Abstand. Wie lange es bis zur nächsten Wiederholung dauert, steht auf den Feedback-Schaltflächen. Die Wartezeit reicht von einer Minute über einige Tage und Wochen bis hin zu mehreren Monaten oder gar Jahren. Vergisst man

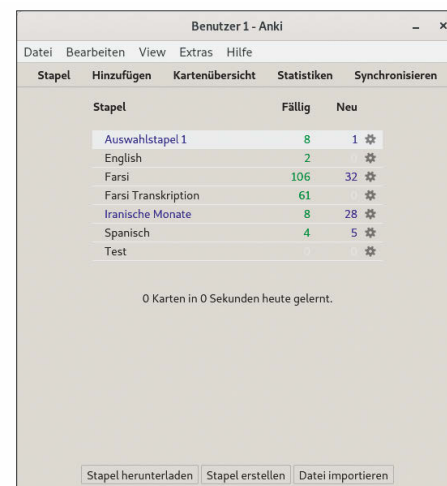
eine einmal gelernte Karte wieder, wandert diese zurück in die Lernphase. Die eingebaute Statistik-Funktion dokumentiert den Lernerfolg.

In Anki verwaltet man unterschiedliche Inhalte in unterschiedlichen Stapeln (engl. „Decks“), wie „Englisch“, „Informatik“, „Allgemeinwissen“, aber auch Unterstapel wie „Lektion I“, „Datenbanken“ et cetera sind möglich. Man kann die Themengebiete gesondert lernen, aber auch querbeet durcheinander, also aus mehreren Stapeln auf einmal. Zu viele (kleinteilige) Stapel sollte man laut der Online-Hilfe aber nicht anlegen, da sonst die Methodik nicht greift (siehe [ct.de/y7d9](http://ct.de/y7d9)). Stattdessen strukturiert man die Lernkarten mit Tags, also Schlagwörtern.

Doch bevor es ans Büffeln geht, benötigt man dafür Lernstoff. Am schnellsten laden Sie diesen aus dem Netz herunter. Ob Arabisch, Russisch oder gar Japanisch, Anatomie, Geschichte oder Physik: Die Anki-Community hat für viele Gebiete bereits Karten erstellt – leider meist auf Englisch.

Die Lernkarten sind bei Anki in Stapeln gruppiert. Um so einen Stapel aus dem Netz zu importieren, klicken Sie im Anki-Hauptfenster auf die Schaltfläche „Stapel herunterladen“. Anki öffnet dann den Webdienst im Webbrowser. Durchstöbern Sie die Kategorien und laden Sie einen gewünschten Stapel als apk-Datei herunter. Nachdem Sie diese mit Anki geöffnet haben, können Sie sofort mit dem Lernen loslegen.

Das ist zwar die schnellste Methode, aber meist nicht die beste. Denn eine Sprache beispielsweise lernt man nicht allein durch stumpfes Vokabellernen. Das

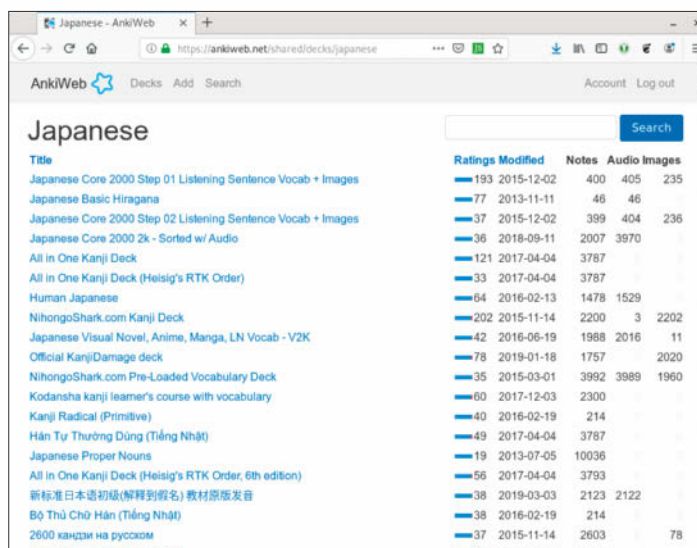


**Im unscheinbaren Anki-Hauptfenster lernt man die Karten aus dem gewünschten Stapel oder öffnet andere Bereiche der Anwendung wie die Kartenübersicht oder Statistiken.**

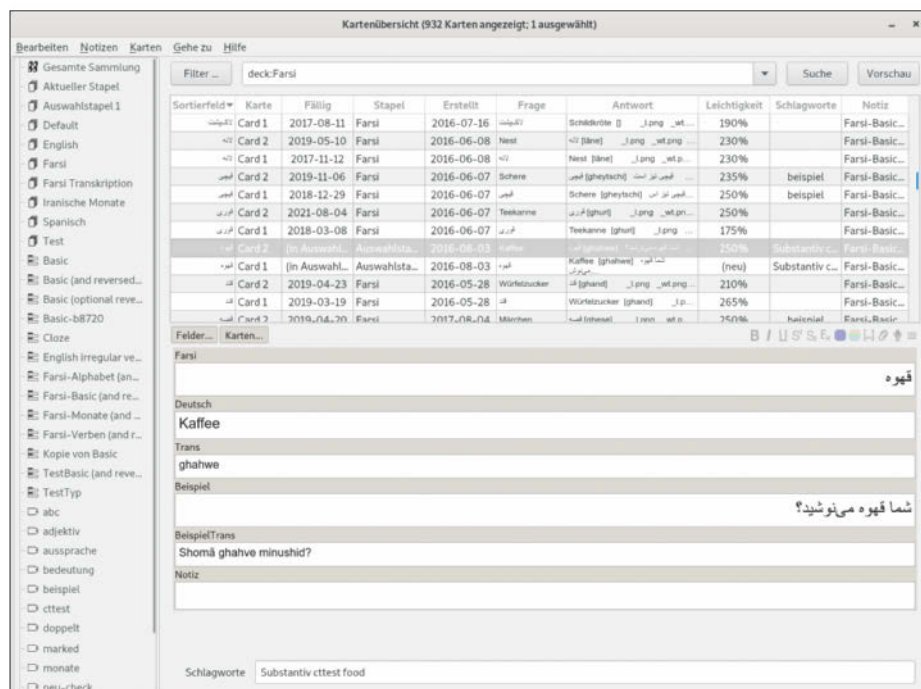
ist mehr eine begleitende Maßnahme. Außerdem sind die Community-Stapel selten von professionellen Didaktikern zusammengestellt und daher von unterschiedlicher Qualität.

## Lerninhalte selbst erstellen

Besser ist es, den Lernstoff selbst zu erstellen. Tragen Sie neue Vokabeln in die Anwendung ein oder fassen Sie dort die Abschnitte eines Lehrbuchs zusammen. Sie können aber auch Begriffe einpflegen, über die Sie in einem fremdsprachigen Film oder Artikel gestolpert sind. Bereits das Eintragen der Vokabeln, die Kontrolle beim Abtippen oder die Auswahl der relevanten Informationen eines Lehrbuchs für die Karteikarten helfen beim Lernen.



**Anki-Nutzer aus der ganzen Welt teilen kostenlos auf AnkiWeb ihre Lernkarten. Umfang und Qualität schwanken dabei, sind aber trotzdem beeindruckend.**



Um eine bereits vorhandene Karte zu bearbeiten, sucht und öffnet man diese in der Kartenübersicht.

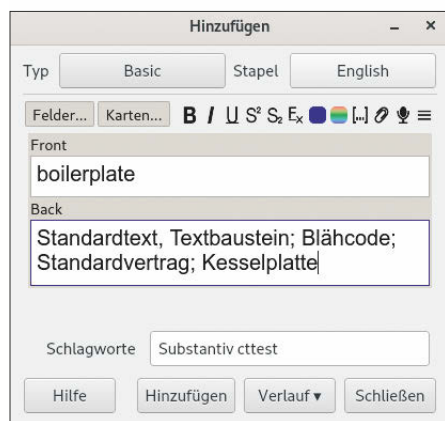
Meist braucht man dann beim eigentlichen Lernvorgang weniger Durchgänge.

Der Vorteil von Anki ist seine Bandbreite. Man fängt mit schlichten Karten an: ein Wort auf die Vorderseite, eine Antwort auf die Rückseite. Nach und nach erweitert man die Karten dann um multimediale Materialien, ausgefeilte Lückentexte bis hin zu mehrdimensionalen, komplexen Abfragetypen. Vorlagen erleichtern das Einpflegen der Lerninhalte und helfen dabei, vielfältige Abfragen zu gestalten. Mit den mobilen Apps fügen Sie multimediale Inhalte ohne Umwege hinzu: Fotografieren Sie ein Schaubild aus einem

Lehrbuch mit dem Handy ab oder nehmen Sie damit die korrekte Aussprache über das Mikrofon auf und speichern Sie es direkt in Anki.

### Von der Theorie in die Praxis

Wie Sie Ihre eigenen Lernkarten erzeugen, erklären wir jetzt Schritt für Schritt. Erstellen Sie zunächst einen neuen Stapel mit der gleichlautenden Schaltfläche auf der Startseite der Anki-Anwendung. Dann wählen Sie diesen Stapel aus und klicken auf „Hinzufügen“. Daraufhin öffnet sich ein Dialogfenster. Den Typ stellen Sie für den Anfang auf „Basic“ ein und wählen Sie als Stapel den neu erzeugten aus. In die beiden zentralen Eingabefelder tragen Sie die Begriffe für die Vorder- und Rückseite ein, beispielsweise das englische Wort „boilerplate“ und seine Übersetzung „Standardtext, Textbaustein ...“. Diese Felder sind nicht auf Texte beschränkt. Sie können auch ein erklärendes Bild oder eine Tonaufnahme der Aussprache einfügen und den Text mit HTML gestalten. Die korrekte Anzeige des Satzes des Pythagoras oder die Summenformel für Koffein erzeugen Sie mit LaTeX oder MathJax, die Anki zu interpretieren weiß. Am Ende geben Sie gegebenenfalls noch Schlagwörter an. Mit diesen können Sie später umfangreiche Lerninhalte filtern und Meta-Stapel erstellen, etwa um alle Karten mit dem Schlagwort „Verben“ zu lernen.



Die Eingabemaske für eine einfache Abfrage mit Vorder- und Rückseite. Die Schlagwörter helfen dabei, die Inhalte zu strukturieren.

Nach dem Hinzufügen ist eine Karte im Stapel. Wenn Sie nun mit „Jetzt lernen“ die Abfrage starten, zeigt Anki „boilerplate“ und erwartet, dass Sie sich an „Standardtext“ und die weiteren Bedeutungen erinnern. Anki fragt umgekehrt aber nie nach „Standardtext, Textbaustein; Blähcode; Standardvertrag; Kesselplatte“. Dazu müssen Sie die Kartenübersicht (engl. Browser) öffnen, die entsprechende Karte auswählen und im Menü unter Notizen den Notiztyp auf „Basic (and reversed card)“ ändern. Umgehend zeigt die Kartenübersicht zwei Einträge (Card 1, Card 2) zu „boilerplate“ an. Eine fragt nach dem englischen Begriff, die andere nach den deutschen Bedeutungen.

### Notizen und Karten

Anki verhält sich so, da es die von Ihnen angelegten Lerninhalte als Notizen (engl. Notes) speichert. Aus diesen Notizen erzeugt Anki anhand des zugewiesenen Notiztyps automatisch alle benötigten Karten. Den Lernerfolg erfasst es für jede Karte getrennt. Jeder Notiztyp besteht aus mehreren Vorlagen, den Kartentypen, die meist eine eigene Lernkarte erzeugen.

Um die Kartentypen anzusehen, klicken Sie im Hinzufügen-Dialog oder in der Kartenübersicht auf „Karten ...“. Im daraufhin sich öffnenden Fenster wählen Sie den gewünschten Kartentyp mit der Drop-down-Liste am oberen Rand. Über die Textfelder auf der linken Seite bearbeiten Sie die Vorlagen, während in der rechten Hälfte eine Live-Vorschau das Resultat anzeigt. Begriffe in doppelten geschweiften Klammern verweisen in der Regel auf gleichlautende Felder in der Notiz. Aus `{{Front}}` wird in unserem Beispiel „boilerplate“. Ansonsten gestaltet man wie bei Webseiten die Karten mit HTML und CSS. Der Feldbefehl `{{FrontSide}}` kopiert die gesamte Vorderseite auf die Rückseite. So verschwindet die Frage nicht, wenn die Antwort eingeblendet wird. Hier darf man sich vom Begriff „Front“ nicht verwirren lassen. Die Felder könnten auch „English“ statt „Front“ und „Deutsch“ statt „Back“ heißen.

Auf der Antwortseite wäre jetzt noch die Anzeige der Lautschrift sinnvoll. Um nicht die Standard-Vorlagen zu verändern, erzeugen Sie zunächst einen eigenen Notiztyp. Dazu öffnen Sie den Menüpunkt „Notiztypen verwalten“ im Hauptfenster unter Extras oder in der Kartenübersicht unter Notizen. Wenn Sie in der Notiztyp-Verwaltung auf die Schaltfläche „Hinzufü-



gen“ klicken, öffnet sich ein Dialog mit einer Liste bereits vorhandener Notiztypen. Die Einträge fangen mit „Hinzufügen: ...“ oder „Klone: ...“ an. Erstere erzeugen einen neuen Typ anhand der unveränderlichen Grundmuster, während jene Einträge mit „Klone“ einen bereits vorhandenen Typen duplizieren. Bei den Basis-Vorlagen gibt es zwischen Hinzufügen und Duplizieren keinen Unterschied, außer Sie haben diese bereits angepasst. Einen Kartentyp zu duplizieren lohnt sich, wenn Sie beispielsweise bereits einen Notiztyp für Persisch haben und diesen als Vorlage für einen weiteren Typ Persisch-Verben nutzen wollen.

Wählen Sie „Basic (and reversed Card)“ und bestätigen Sie mit OK. Anschließend geben Sie für den neuen Typen einen Namen an, zum Beispiel „Basic Lautschrift“. Zurück in der Notiztyp-Verwaltung wählen Sie diesen neuen Eintrag mit einem einfachen Klick aus. Fügen Sie dann über den Dialog hinter „Felder ...“ ein weiteres Feld namens „Lautschrift“ hinzu, ohne die anderen Optionen groß zu beachten.

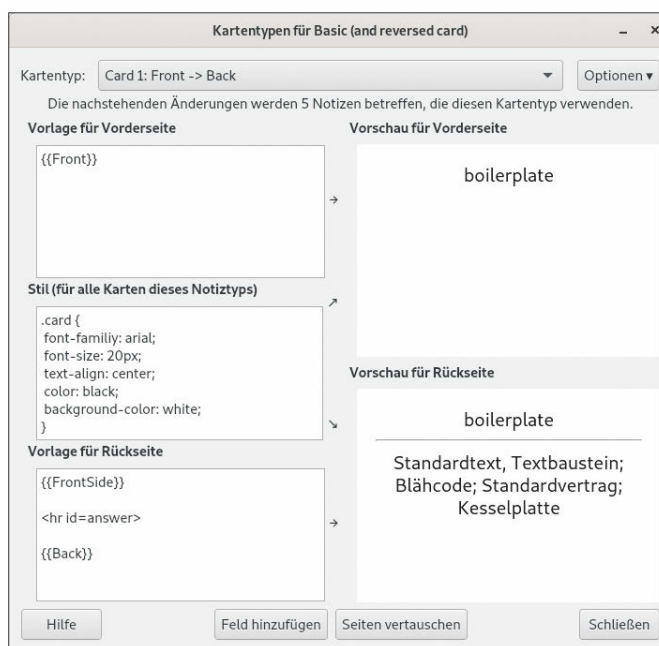
Öffnen Sie die Notiz für „boilerplate“ in der Kartenübersicht und weisen Sie über „Notizen/Notiztyp ändern“ den neuen Typ zu. In das neue Feld fügen Sie die Lautschrift ein. Ob Sie lautmalen oder die korrekte IPA-Notation aus einem Wörterbuch kopieren, bleibt Ihnen überlassen. Anschließend öffnen Sie wieder über „Karten ...“ die Kartentypen, um das neue Feld der Vorlage hinzuzufügen. Wählen Sie dafür „Karte 2“ und ändern Sie dessen Rückseite wie folgt:

```
{{FrontSide}}
<hr id=answer>
{{Front}}
<p class="klein">{{Lautschrift}}<p>
```

Damit die Lautschrift dezent angezeigt wird, ergänzen Sie die Stil-Vorlage um folgenden CSS-Code:

```
.klein {
font-size: 16px;
color: grey;
}
```

Als Resultat erhalten Sie die Lautschrift in einer weniger aufdringlichen Schriftart:



Nach diesem Prinzip können Sie Ihre Lernkarten beliebig um Inhalte erweitern. Bilder und andere Medien können zwar in jedes Feld eingefügt werden. Mit einem eigenen Feld kontrollieren Sie aber flexibler, wo und wie diese angezeigt werden. Fügen Sie über „Felder ...“ daher ein weiteres Feld „Bild“ hinzu und wählen Sie über die Büroklammer ein passendes Foto aus. Damit das Bild auf der Vorderseite angezeigt wird, müssen Sie noch die Vorlage anpassen. Im folgenden Beispiel steht zusätzlich eine Bedingung, die abfragt, ob das Feld „Bild“ etwas enthält.

```
{{Back}}
{{#Bild}}
<br />{{Bild}}
{{/Bild}}
```

Die Bedingung wird durch `{{#...}}` eingeleitet und `{{/...}}` beendet und prüft, ob ein Feld Inhalt enthält. Nur dann wird der Abschnitt mit dem Absatz gerendert. Damit steuern Sie auch, welche Karten für eine Notiz erzeugt werden. Anki generiert im Normalfall eine Karte, wenn in einem der Feldbefehle (z. B. `{{Front}}`) auf der Vorderseite der Vorlage in der Notiz auch etwas eingetragen ist. Wäre im obigen Beispiel mit „and reversed Card“ das Feld „Back“ leer, dann würde Anki für diese Notiz keine Rückwärts-Karte erzeugen. Sind mehrere Feldbefehle auf der Karten-Vorderseite vorhanden, dann ist dies eine Oder-Verknüpfung. Eines der Felder müsste einen Inhalt haben, damit Anki eine Karte erzeugt. Der obere Code bedeutet also, dass Anki eine Karte erzeugt,

Mit HTML und CSS gestaltet man das Aussehen jeder Karte und der angezeigten Inhalte.

wenn die Felder „Back“ oder „Bild“ Daten enthalten, aber das Bild samt Zeileneinbruch nur einfügt, wenn das Feld „Bild“ Inhalt enthält. Beim Notiztyp „Basic (optional reversed card)“ wird nur eine Karte in die andere Richtung erzeugt, wenn etwas im Feld „Add Reverse“ steht. Daher ist auf der Vorderseite der zweiten Karte notiert:

```
{{#Add Reverse}}{{Back}}
{{/Add Reverse}}
```

Mit dieser Bedingung können Sie also die Erzeugung einer Karte verhindern, obwohl das Feld „Back“ ausgefüllt ist. Auch Und-Verknüpfungen sind möglich, indem Sie die Bedingungen verschachteln. Im folgenden Beispiel müssen die Felder „Front“ und „Bild“ Daten enthalten, damit eine Karte erstellt wird:

```
{{#Front}}
{{#Bild}}
{{Front}}
<br />{{Bild}}
{{/Bild}}
{{/Front}}
```

Man kann Oder- und Und-Bedingungen nicht mischen. Es gibt zwar eine Negation (Nicht-Funktion), aber mit dieser steuern Sie lediglich die Darstellung der Karten, nicht, ob diese erzeugt werden. Wenn Sie beispielsweise ein Feld „Audio“ für Sprachaufnahmen erstellt haben und Sie die Lautschrift nur anzeigen wollen, wenn keine Sprachaufnahme verfügbar ist, prüfen Sie mit dem vorangestellten Zirkumflex (^) das Feld „Audio“ auf Inhalt:

```
{{^Audio}}
<p class="klein">{{Lautschrift}}</p>
{{/Audio}}
```

Anki prüft dabei allerdings nur, ob das Feld leer ist, nicht, ob der Inhalt eine Audio-Datei ist.

## Schreibtest und Lückentexte

Sie können die Antworten auch eintippen und Anki Ihre Rechtschreibung prüfen lassen. Dazu erweitern Sie den Code auf der Vorderseite um den gesuchten Begriffstyp, ergänzt um ein type:

```
{{Back}}
{{#Bild}}<br />{{Bild}}{{/Bild}}
{{type:Front}}
```

Bei der Abfrage erscheint ein Eingabefeld, das Sie ausfüllen können, aber nicht müssen. Die Eingabe vergleicht Anki zeichenweise mit der Antwort.

Wollen Sie Ihr Wissen auch in Form von Lückentexten auf die Probe stellen, bietet Anki dafür einen besonderen Notiztypen, genannt Cloze. Statt Karten mit Vorder- und Rückseite anzuzeigen, entfernt Anki aus einem Text nach Ihrer Vorgabe Wörter oder Textteile. Dazu ändern

Sie den Notiztyp auf „Cloze“ und fügen zunächst ins Feld „Text“ die vollständigen Sätze ein. Begriffe, die Anki auslassen soll, kennzeichnen Sie nach folgendem Schema: `{{c1::Begriff}}`. Das müssen Sie aber nicht selbst tippen. Es reicht, wenn Sie das gewünschte Wort oder den Abschnitt markieren und dann in der Symbolleiste auf die mit „[...]“ beschriftete Schaltfläche klicken oder das Tastaturkürzel Strg+Umschalt+C nutzen:

```
{{c1::Koffein}} ist ein
{{c3::Alkaloid}} und hat die
Summenformel {{c2::C8-H10-N4-O2}}.
```

In diesem Fall erstellt Anki drei Karten, bei denen je einmal Koffein, Alkaloid und die Summenformel ausgelassen werden. Bei den Markierungen für die Lücken müssen Sie sich nicht an Wortgrenzen orientieren. Bei Bedarf definieren Sie auch nur Teilwörter (z. B. `K{{c1::offein}}` für K[...]) oder ganze Sätze als potenzielle Lücken. Die Zahl nach dem `c` gibt an, welche Wörter Anki gleichzeitig auslassen soll. Die Zahl gruppiert diese Lücken. Ändern Sie bei Alkaloid die Anweisung zu `c1`, dann wird dieser Begriff gemeinsam mit Koffein ausgelassen:

```
[...] ist ein [...] und hat die Summenformel C8-H10-N4-O2.
```

Anki erstellt für jede Gruppe von Lücken eine eigene Lernkarte. Leider entfernt Anki diese nicht wieder von alleine. Im Beispiel von Alkaloid bleibt eine leere, verwaiste Karte im Stapel. Da man aber einzelne Karten nicht löschen kann, sondern nur das ganze Set der Notiz, müssen Sie über den Menüpunkt „Extras/Leere Karten“ im Hauptfenster den Stapel aufräumen.

Möchten Sie statt der Auslassungspunkte einen Hinweis auf den gesuchten Begriff geben, fügen Sie nach zwei Doppelpunkten den Tipp ein: `{{c1::Begriff::Hinweis}}`.

Die Lückentexte kombinieren Sie mit der Textprüfung, indem Sie sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite Folgendes eintragen:

```
{{cloze:Text}}
{{type:cloze:Text}}
```

Der erste Feldbefehl erzeugt die Anzeige, der zweite mit der type-Anweisung generiert das Eingabefeld.

Gibt es mehrere Lücken im Text, dann trennen Sie im Lernmodus die Ant-



Externe Ressourcen wie Online-Wörterbücher kann man sehr einfach mit den eigenen Vokabeln verknüpfen.

worten im Antwortfeld mit einem Komma.

## Karteikarten hübsch und interaktiv

Da Anki HTML und CSS verarbeitet, können Sie die Lernkarten fast beliebig gestalten. Das ist aber nicht auf das Aussehen beschränkt. Nützlich sind beispielsweise Links zu Quellen, einem Online-Wörterbuch oder zur Wikipedia. Sind Sie sich beim Lernen der Bedeutung unsicher oder möchten mehr Kontext haben, öffnen Sie so mit einem Klick den Webbrowser. Einen Quellenverweis schreiben Sie einfach in das gewünschte Feld der Notiz. Über das Hamburger-Menü ganz rechts in der Symbolleiste bearbeiten Sie den HTML-Code des Feldes.

Auf diesem Weg Vokabeln mit einem Online-Wörterbuch zu verknüpfen, wäre viel zu umständlich. Stattdessen kombinieren Sie die Anki-Feldbefehle mit der URL. Die meisten Suchmaschinen nehmen den Suchbegriff als HTTP-GET-Parameter entgegen. Der folgende Code übergibt den Inhalt des Front-Feldes an die Suche des Online-Wörterbuchs von Leo.org:

```
<a href="https://dict.leo.org/?
&german-english/{{text:Front}}">
Wörterbuch</a>
```

Dieser kommt in die Vorlage für die Kartenrückseite. Das ist zwar funktional, aber nicht schön. Besser wäre ein grafischer Button mit dem Icon der Website. Sie können in der Vorlage auf in Ihrer Sammlung vorhandene Mediendaten zugreifen. Dazu müssen Sie diese aber als global verfügbar definieren. Benennen Sie dafür vor dem Hinzufügen das Bild so um, dass der Name der Datei mit einem Unterstrich be-



Die Lernkarten können auch Bilder, Videos oder Ton enthalten und prüfen, ob die Antworten korrekt sind. Den Lernerfolg schätzen aber Sie selbst ein.

ginnt. Anschließend fügen Sie diese Datei einer Notiz hinzu. Nach dem Import löschen Sie das Bild wieder aus der Notiz. Es ist aber weiter in der Sammlung vorhanden. In der Vorlage ersetzen Sie den Linktext durch die Angabe des Bildes:

```
<a href="https://dict.leo.org/↵
german-english/{{text:Front}}">
</a>
```

Auf diese Weise blenden Sie auch das eigene Firmenlogo oder andere wiederkehrende Grafiken auf Karten ein. So unterstützt etwas HTML den Lernprozess und kürzt zeitfressendes Nachschlagen ab.

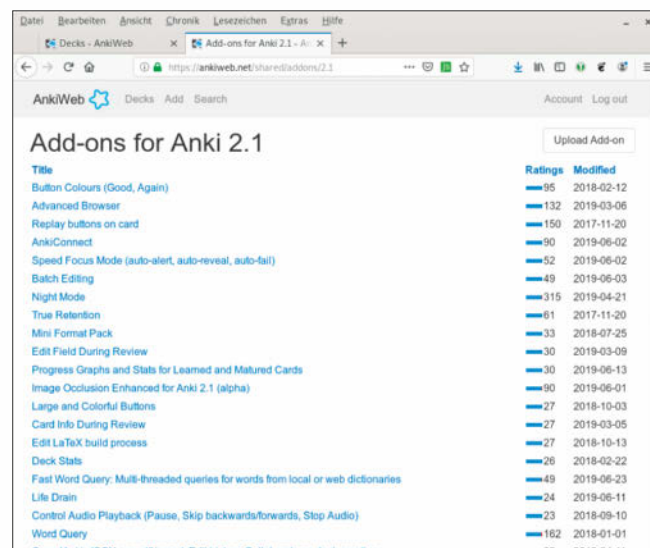
Um Informationen zur aktuellen Karte während der Abfrage anzuzeigen, bietet Anki neben `{{FrontSide}}` weitere spezielle Feldbefehle. Während `{{Tags}}` die Stichwörter auflistet und `{{Deck}}` beziehungsweise `{{Subdeck}}` den Stapel ausgibt, nennt `{{Type}}` den Namen des Notiztypes und `{{Card}}` jenen der aktuellen Karte.

## Die nächste Dimension

Mit Ausnahme des Lückentext-Typs bestanden bisher die Karten aus Vorder- und Rückseite. Sie sind nicht darauf beschränkt, da Anki mehr eine Datenbank als ein Karteikasten ist. Einer Notiz können Sie nicht nur beliebige Felder hinzufügen, sondern auch mehrere Kartentypen, die die Felder für unterschiedlichste Abfragen kombinieren. Denken Sie an unregelmäßige Verben im Englischen. Wollen Sie jede der Zeiten – Grundform, einfache Vergangenheit, Partizip Perfekt – gesondert lernen, legen Sie für diese jeweils ein eigenes Feld an, wahlweise auch noch eines für die Lautschrift pro Form. Öffnen Sie dann die Kartentypen, um die Vorlagen zu bearbeiten. Über die Schaltfläche „Optionen“ fügen Sie zusätzliche Karten hinzu, bis Sie für jede Zeitform eine Karte haben. Damit Sie bei der Abfrage wissen, welche Form abgefragt wird, ergänzen Sie die Vorderseiten-Vorlage mit einem Hinweis. Die CSS-Klasse sorgt dafür, dass dieser dezenter dargestellt wird:

```
<!-- Vorderseite -->
{{deutsch}}
<div class="klein">
  (Simple Past)
</div>
<!-- Rückseite -->
{{FrontSide}}
<hr id=answer>
{{simple past}}
<div class="klein">
```

Fügen Sie mit den zahlreichen Add-ons fehlende Funktionen Anki hinzu und passen es an Ihre Bedürfnisse an.



```
{{lautschrift sp}}
</div>
```

Anki erzeugt daraus die verschiedenen Karten. Sie sind aber nicht darauf festgelegt, für jede Zeitform eine Karte anzulegen. Denkbar sind Kartentypen für Deutsch-Englisch, jede Zeitform, alle Zeitformen auf einmal und so weiter. Möchten Sie beispielsweise nur die unregelmäßigen Formen lernen, geben Sie die englische Grundform auf der Vorderseite und die beiden anderen Formen auf der Rückseite an.

## Fremdsprachen und Erweiterungen

Anki unterstützt auch die Eingabe nicht-lateinischer Schriften, wie Japanisch, Arabisch oder Russisch, da es die Texte in Unicode speichert. Läuft die Schrift wie bei Persisch oder Hebräisch von rechts nach links, sind noch zwei Einstellungen notwendig, damit der Text adäquat verarbeitet wird. Für die korrekte Anzeige im Bearbeitungsmodus oder in der Kartenübersicht öffnen Sie den Felder-Dialog. Dort aktivieren Sie die Option „Textrichtung umkehren“ bei allen gewünschten Feldern. Für die richtige Darstellung auf den Lernkarten, passen Sie das CSS der Kartenvorlage an. Dazu legen Sie am besten eine sprachspezifische CSS-Klasse an, die gleich auch eine optimale Schrift vorgibt:

```
.farsi {
  direction: rtl;
  font-size: 24pt;
  font-family: "Lateef", "Arial";
}
```

Wenn Sie eine Funktion in Anki vermissen, lohnt sich ein Blick in die Erweiterungen.

Diese von anderen Nutzern erstellten Add-ons bieten Unterstützung beim Japanisch-Lernen, schalten die Oberfläche in einen dunklen Modus um oder helfen beim teilautomatisierten Import von Vokabeln aus anderen Quellen. Die Installation ist etwas ungewöhnlich und umständlich. Öffnen Sie zunächst im Menü Extras/Erweiterungen und klicken Sie dann auf „Erweiterungen herunterladen“. Der folgende Dialog fragt nach einem Code. Öffnen Sie über „Erweiterungen durchsuchen“ AnkiWeb im Browser für eine Liste der verfügbaren Erweiterungen. Den Download-Code finden Sie in den Beschreibungen. Kopieren Sie den Code in den Herunterladen-Dialog; Anki lädt die gewünschte Erweiterung dann herunter und installiert diese. Nach einem Neustart der Anwendung ist die Erweiterung aktiv.

## Lernstrategien

Im Unterschied zu vorgefertigten Lern-Apps lässt sich Anki gut an die eigenen Bedürfnisse anpassen und für beliebige Wissensgebiete abseits von Sprachen nutzen. Bedenken Sie dabei, dass es besser ist, sowohl die Vorlagen als auch den Lernkorpus nach und nach auszubauen. Viele weitere Tipps zur Nutzung von Anki, Lernstrategien und der Anpassung der Vorlagen finden Sie in der ausführlichen Online-Hilfe. Doch bei all den Möglichkeiten sollten Sie darauf achten, nicht während des Gestaltens und Verwaltens der Lernkarten zu prokrastinieren und darüber die eigenen Lernziele aus den Augen zu verlieren. (ktn@ct.de) **ct**

**Anki Online-Hilfe:** [ct.de/y7d9](https://ct.de/y7d9)





# Kunst-liche Intelligenz

## CycleGANs übertragen den Stil eines Malers auf Fotos

**Wie hätte wohl Claude Monet die Fotomotive des letzten Urlaubs gemalt? Ein KI-Algorithmus aus der Forschung erzeugt Bilder, die einer Antwort darauf erstaunlich nahekommen. In diesem Artikel erklären wir, wie mehrere neuronale Netze lernen, ein Bild so zu manipulieren, dass aus Ihren Urlaubsfotos Gemälde im Stil berühmter Künstler entstehen.**

Von Bastian Wandt

Mit dem sogenannten „Stiltransfer“ beschäftigen sich immer mehr KI-Forscher. Der macht es möglich, tote Maler wie Claude Monet virtuell wieder auferstehen zu lassen. Der wiederbelebte Maler ist eigentlich ein Algorithmus, der mit einem Foto als Vorlage ein Bild berechnet, das den Stil eines Künstlers nachahmt. Beispielsweise erzeugt der KI-Maler aus einem im Yosemite-Nationalpark geschossenen Urlaubsfoto ein Bild, welches

das gleiche Motiv zeigt, jedoch im Stil von Monets Abendstimmung in Venedig.

Diese anspruchsvolle Aufgabe meistert eine Technik namens „Convolutional Neural Networks“ (CNNs) [1], [2]. Diese neuronalen Netze brauchen normalerweise zu jedem Eingabedatum die perfekt richtige Ausgabe. Produzieren sie während des Trainings eine andere Ausgabe, haut der Trainingsalgorithmus ihnen auf die Finger.

Der Maler Monet hat das Yosemite-Tal jedoch nie besucht, sodass es zum Urlaubsfoto keine Vorlage gibt, an der das neuronale Netz lernen könnte. Außerdem brauchen die Netze sehr viele Beispiele zum Lernen und selbst Monets viele Bilder von der japanischen Brücke in seinem Garten würden als Trainingsdaten für ein einzelnes CNN nicht ausreichen. Mit der CNN-Variante der CycleGANs lernen CNNs auch ohne direkt einander entsprechende Trainingsdaten den Stil eines Malers zu imitieren. Einige hundert Fotos und Gemälde muss man als Trainingsdaten aber dennoch sammeln – sie dürfen aber unterschiedliche Motive zeigen.

CycleGANs verwenden fürs Training einen Trick: Ähnlich wie DeepFakes [3] setzen sie auf sogenannte „Generative Adversarial Networks“ (kurz: GAN). Ein GAN besteht aus zwei neuronalen Netzen, einem Generator und einem Diskriminator. Der Generator ist ein professioneller Kunstfälscher, während der Diskriminator ein Kunstkritiker ist, der Fälschungen von Originalen unterscheidet. Die beiden Netze arbeiten gegeneinander: Zuerst erzeugt der Generator aus einem Foto ein Gemälde. Anschließend bewertet der Diskriminator mit dem Blick des geschulten Kritikers das Werk. Fällt ihm die Unterscheidung leicht, hat der Fälscher schlechte Arbeit abgeliefert. Hat er dagegen Probleme, Fälschungen von Originalen zu unterscheiden, zeugt das von meisterhaften Fälschungen. Da der Trainingsalgorithmus stets weiß, ob er dem Diskriminator eine Fälschung oder ein Original zur Begutachtung vorlegt, fällt es ihm leicht, dem Diskriminator bei Fehlern im Training auf die Finger zu hauen.

Den Generator zu trainieren ist jedoch schwieriger. Er soll lernen, den Diskriminator immer besser zu täuschen; zu Beginn

sind seine Werke jedoch wenig überzeugend. Der Trainingsalgorithmus weiß aber: Der Fälscher hat gerade dann gute Arbeit geleistet, wenn der Diskriminator keine Ahnung hat, ob ihm Original oder Fälschung vorliegt. Der Algorithmus haut dem Diskriminator also so lange auf die Finger, bis er Bilder erzeugt, die den Kritiker täuschen. Das gelingt ihm nur, wenn seine Werke den Vorlagen des Künstlers immer mehr ähneln. Die beiden Netze trainieren sich so gegenseitig und lernen, ihre jeweiligen Aufgaben immer besser zu erfüllen. Am Ende des Trainings erzeugt der Generator Bilder, die sowohl der Diskriminator als auch ein Mensch kaum mehr von echten Gemälden unterscheiden kann.

## Gepaartes Doppel

Durch das Spiel aus Täuschen und Entlarven wird ein einzelnes GAN gut darin, den Stil zu treffen. Der Generator hat aber wenig Anreiz, den Inhalt des Fotos im Gemälde zu erhalten. Das könnte man wie eingangs erwähnt mit Trainingsdaten erzwingen, die zu einem Foto immer ein Gemälde mit dem gleichen Motiv aus der gleichen Perspektive enthalten, gemalt mit der gleichen Lichtstimmung. Im Normalfall gibt es zu einem Gemälde aber kein passendes Foto und zu einem Foto kein passendes Gemälde. Deswegen besteht ein CycleGAN aus zwei solcher GANs.

Ein zweiter Generator erzeugt aus einem Gemälde ein Foto, welches wiederum ein zweiter Diskriminator bewertet. Der zweite Diskriminator trainiert dafür, echte Fotos von Fakes zu unterscheiden. Berechnet das Netz mit dem ersten Generator ein Gemälde und mit dem zweiten Generator wieder ein Foto, kann der Algorithmus einfach vergleichen, wie ähnlich das so erzeugte Bild dem ursprünglichen Bild ist. Im Idealfall entsteht nach dem zweiten Generator wieder das Ursprungsbild. Diesen „Kreislauf“ nennen die Forscher „cycle consistency“, woraus der Name CycleGAN entstanden ist. Durch die „cycle consistency“ müssen die erzeugten Bilder nicht nur stilistisch zum Maler, sondern auch inhaltlich zur Vorlage passen.

Beim Training kann man den Kreis sowohl mit einer Fotografie als auch mit einem Gemälde starten. Somit ist es nicht erforderlich, dass zu jedem Gemälde ein zugehöriges Foto und umgekehrt zu jedem Foto ein Gemälde existiert. Mit einer großen Menge an Bildern (beim Monet-Datensatz 1337 Gemälde und 2944 Fotos)

lernt dieses zyklische Netzwerk bestehend aus den vier zusammengeschalteten neuronalen Netzen nun, wie Monet zu malen.

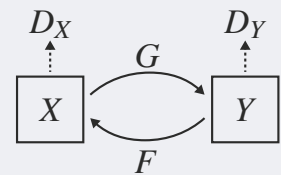
Dass die beiden Diskriminatoren dabei richtig gute Detektive fürs Erkennen der Fakes werden, spielt für die Anwendung nach dem Training keine Rolle. Die Aufgabe der Diskriminatoren besteht nur darin, das Training der beiden Generatoren in die richtige Richtung zu lenken. Will man ein Urlaubsfoto in ein Monet-Gemälde umwandeln, reicht der erste Generator. Das Ergebnis sieht überzeugend realistisch aus. Die Berge wirken wie per Pinsel gemalt und auch die Büsche und das Wasser sind leicht verschwommen gestrichelt, wie bei einem Ölgemälde.

## Eigene Gemälde erzeugen

So viel zur Theorie, nun folgt die Praxis: Sie möchten ein Urlaubsfoto in ein Gemälde verwandeln? Kein Problem! Richten Sie zunächst eine KI-Arbeitsumgebung ein. Wir haben mit Anaconda gute Erfahrungen gemacht. Das Projekt bietet unter [www.anaconda.com](http://www.anaconda.com) Installer für alle Desktop-Betriebssysteme zum Download an. Die Installation ist je nach System menügeführt oder grafisch. Lassen Sie Anaconda eine Default-Umgebung einrichten. Die trägt alle nötigen Pfade in Umgebungsvariablen ein. Anaconda aktiviert die Umgebung auch gleich automatisch in allen neu gestarteten Konsolenfenstern. Wenn Sie das stört, schalten Sie es einfach nach der Installation mit folgendem Befehl ab:

## Cycle GAN

In einem CycleGAN erstellt der Generator G aus einem Bild X (z. B. ein Foto) ein Bild Y (z. B. ein Gemälde). Ein weiterer Generator F berechnet aus dem Y wieder ein Bild, das X möglichst ähnlich sieht. Die jeweiligen Diskriminatoren  $D_X$  und  $D_Y$  bewerten dabei, ob die Bilder realistisch aussehen und dem Stil entsprechen.



```
conda config --set auto_activate_base false
```

Richten Sie anschließend eine neue Anaconda-Arbeitsumgebung mit dem Namen „cyclegan“ ein:

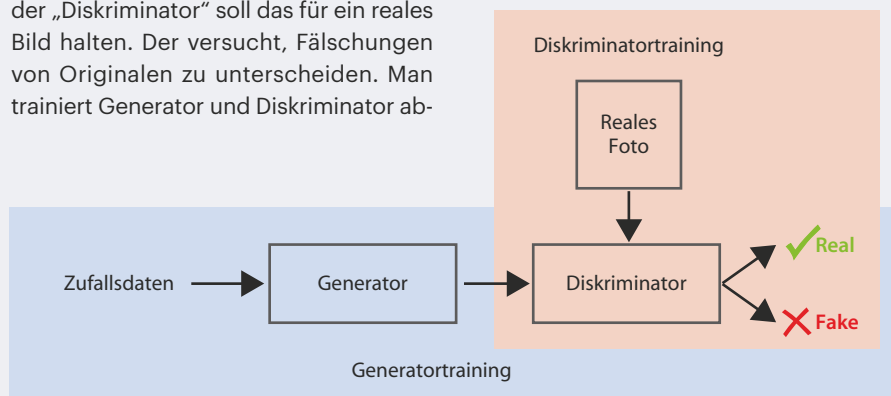
```
conda create -n cyclegan python=3.7
```

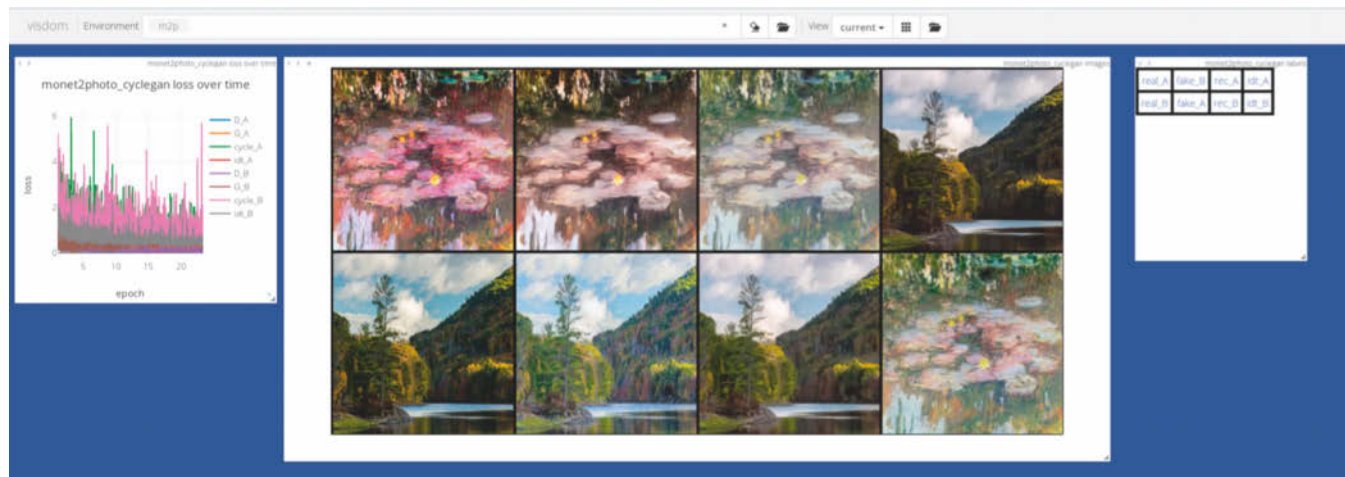
Wichtig ist, die aktuelle Python-Version 3.7 und nicht die veraltete 2.7 einzustellen. Falls Ihre Shell den Befehl `conda` nicht findet, geben Sie den ganzen Pfad an, beispielsweise:

## GAN: Generative Adversarial Network

In einem GAN erzeugt ein neuronales Netz, der „Generator“, aus beliebigen Eingangsdaten (beispielsweise ein Eingabebild oder auch nur Zufallszahlen) ein Bild. Ein weiteres neuronales Netz, der „Diskriminator“, soll das für ein reales Bild halten. Der versucht, Fälschungen von Originalen zu unterscheiden. Man trainiert Generator und Diskriminator ab-

wechselnd, sodass beide Netze lernen müssen, in ihrer Aufgabe immer besser zu werden.





Der Visdom-Server stellt eine lokale Webseite bereit, auf der Sie den Trainingsfortschritt verfolgen können. Das Diagramm links visualisiert die einzelnen Komponenten der Loss-Funktion. Die obere Reihe Beispielbilder zeigt das Monet-Original, das daraus imaginierte Foto und das aus dem imaginierten Foto rekonstruierte Original. Die Reihe darunter zeigt den Kreis für ein Foto: Original, Fake-Monet, Fake-Foto vom Fake-Monet.

```
~/anaconda3/bin/conda create j
└─n cyclegan python=3.7
```

Folgender Befehl lädt unter Linux die Anaconda-Arbeitsumgebung (unter Windows aktivieren Sie die Umgebung über das Menü):

```
conda activate cyclegan
```

Laden Sie als nächsten Schritt den Code für die CycleGANs herunter. Mit git geht das sehr einfach:

```
git clone https://github.com/junyanz/pytorch-CycleGAN-and-pix2pix
```

Sollten Sie kein Git installiert haben, laden Sie stattdessen einfach das Zip-Archiv von der Webseite des Repositories bei GitHub herunter und entpacken es (siehe [ct.de/y578](http://ct.de/y578)).

Danach befinden sich im Ordner `pytorch-CycleGAN-and-pix2pix` die Programmdateien. Damit die laufen, fehlen allerdings noch einige Pakete:

```
conda install numpy pyyaml setuptools
conda install mkl mkl-include cmake
conda install cffi typing pytorch
conda install torchvision -c pytorch
conda install visdom -c conda-forge
conda install dominate -c conda-forge
```

Unter Linux führen Sie fürs Installieren dieser Pakete ganz bequem folgendes Skript aus dem Repository aus:

```
bash ./scripts/conda_deps.sh
```

Danach fehlt nur noch ein Datensatz. Zum Testen laden Sie am besten einen der fer-

tigen Datensätze. Die haben sprechende Namen wie `maps` oder `horse2zebra`. Unser Beispiel verwendet `monet2photo`. Den Download erledigt ebenfalls ein Skript:

```
bash ./datasets/download_cyclegan_j
└─dataset.sh monet2photo
```

Falls das Skript bei Ihnen nicht läuft, können Sie die Datensätze auch von [https://people.eecs.berkeley.edu/~taesung\\_park/CycleGAN/datasets/](https://people.eecs.berkeley.edu/~taesung_park/CycleGAN/datasets/) herunterladen und in einen passend benannten Ordner unterhalb von `datasets/` entpacken. Mehr macht das Skript auch nicht.

Die Trainings- und Testbilder befinden sich danach im Ordner `./datasets/monet2photo` in den Unterordnern `trainA`, `trainB`, `testA` und `testB`.

Das Training des neuronalen Netzes starten Sie mit folgendem Befehl:

```
python train.py j
└─--dataroot ./datasets/monet2photo j
└─--name monet2photo_cyclegan j
└─--model cycle_gan j
└─--preprocess none
```

Das Repository enthält auch eine Webanwendung, mit der Sie den Trainingsfortschritt visuell überwachen können. Um die zu sehen, starten Sie zuerst den Visualisierungsserver mit

```
python -m visdom.server &
```

Unter Windows sollten Sie dafür im Anaconda-Navigator ein neues Konsolenfenster des `cyclegan`-Environment starten, da das & den Prozess dort nicht im Hintergrund öffnet.

Anschließend sehen Sie im Webbrowser unter der Adresse `http://localhost:8097` den Trainingsfortschritt als Diagramm und jeweils zwei Beispiele aus den Trainingsdaten A und B (die ersten Bilder erscheinen erst, nachdem das Netz eine Weile trainiert hat).

Wir haben das Netz auf einer GeForce GTX 1080 Ti von Nvidia trainiert. Nach ungefähr 24 Stunden hatte es ausreichend lang gelernt und erzeugte in unserem Test schöne Ergebnisse.

## Inferenz

Nach dem Training können Sie das Netz mit eigenen Fotos testen. Legen Sie dafür Ihre Urlaubsfotos in den Ordner `./datasets/monet2photo/testA/` und führen Sie folgenden Befehl aus:

```
python test.py j
└─--dataroot ./datasets/monet2photo j
└─--name monet2photo_cyclegan j
└─--model cycle_gan j
└─--preprocess none
```

Der Code geht davon aus, dass Sie die Berechnungen mit CUDA und einer Nvidia-GPU beschleunigen. Wenn Sie keine haben, können Sie aber auch den Parameter `--gpu_ids -1` hinzufügen, um nur die CPU zu nutzen. Mit mehreren positiven `--gpu_ids` nutzt der Code auch mehrere Grafikkarten.

## Fertig trainierte Netze

Falls Sie keine Lust auf zeitaufwendiges Training haben, stehen unter der URL





```

cd ${1}_raw
list=`ls`
for img in $list; do
  name=`convert "$img" \
    ↵-format "%t" info:`
  convert "$img" -resize "256x256^" \
    ↵-gravity center -crop 256x256+0+0 \
    ↵./${1}/${name}_256x256.jpg
done

```

Das Skript rufen Sie mit einem Ordnernamen auf, beispielsweise `bash resize.sh trainA`. In diesem Fall sucht es die Quellbilder im Ordner `trainA_raw`. Die beiden Ordner müssen Sie vorher per Hand anlegen.

Anschließend starten Sie das Training mit folgendem Befehl:

```

python train.py \
↵--dataroot ./datasets/mein_datensatz \
↵ --name mein_datensatz_cyclegan \
↵ --model cycle_gan

```

Nach dem Training nutzen Sie wie beschrieben das Test-Skript, um eigene Bil-

der in den Ordnern `testA` und `testB` umzuwandeln.

## CycleGANs in der Praxis

Stiltransfer dient nicht nur algorithmischer Kunst. Nahe liegt die Nutzung in der Fotografie, die von einer automatischen Bildverbesserung in vielen Bereichen profitiert. Falls Sie sich ärgern, dass Sie Ihr Urlaubsfoto nicht in HDR aufgenommen hatten, können Sie mit der Technik nachträglich einen HDR-Effekt für das Bild erzeugen.

Auch die Schönheitsindustrie hat den Stiltransfer für sich entdeckt: Haben Sie in einem Schnappschuss nett gelächelt, aber vergessen sich zu schminken? Mit Stiltransfer können Sie virtuell ein Make-up samt Lippenstift auftragen lassen. Es gibt mittlerweile eine ganze Reihe von Beauty-Apps, die Sie sogar in Echtzeit auf Ihrem Smartphone oder Smart-Mirror per Augmented Reality schminken, frisieren oder umkleiden.

Aber auch in der Strafverfolgung, etwa bei der Erstellung von Phantombildern, können Fotos von Tätern oder Opfern verändert werden, um Personen virtuell zu rasieren, sie mit verschiedenen Frisuren zu betrachten oder sie altern zu lassen. Und damit sind die Möglichkeiten der Technik längst nicht ausgeschöpft.

Sollten Sie noch Fragen zu CycleGANs und maschinellem Lernen haben, können Sie diese gern per Mail an [wandt@heuwa.de](mailto:wandt@heuwa.de) stellen. ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)) **ct**

## Literatur

- [1] Pina Merkert, Superresolution, Bilder skalieren mit neuronalen Netzen und TensorFlow, c't 11/2017, S. 90
- [2] Pina Merkert, Bilderstürmer, Mit Keras effizient Trainingsdaten fürs maschinelle Lernen generieren, c't 16/2018, S. 174
- [3] Pina Merkert, Gesichtertausch, Wie man Video-Fakes erkennt und selbst berechnet, c't 8/2018, S. 104

**Quellcode bei GitHub, Trainingsdaten:**  
[ct.de/y578](https://github.com/ctde/y578)

## Halluzinierte Trainingsdaten

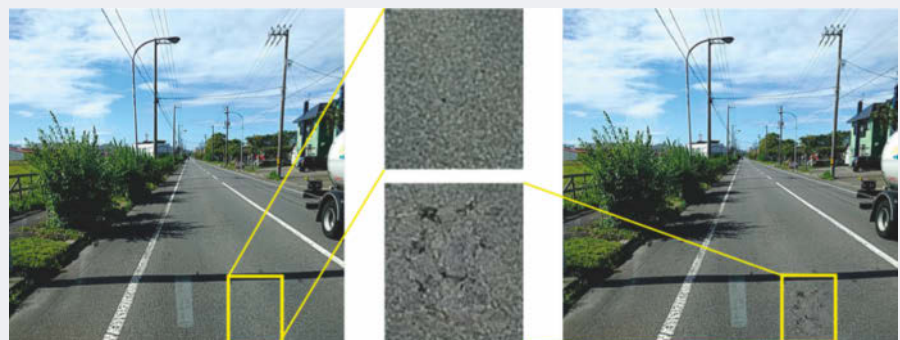
Per Stiltransfer erzeugte Bilder lassen sich auch fürs Trainieren anderer neuronaler Netze nutzen. Oft besteht eine der größten Herausforderungen fürs Training von neuronalen Netzen nämlich im Sammeln von ausreichend vielen Daten. Große neuronale Netze, beispielsweise zur Objekterkennung, nutzen beim Training oft Millionen von Bildern. Die manuelle Erstellung der zu Fotos passenden Labels sprengt viele Kosten- und Zeitbudgets.

Ein aktuelles Forschungsthema ist daher die Datenaugmentierung. Bei der erstellen Computer automatisch Trainingsdaten für neuronale Netze. Algorithmen generieren dabei aus einem kleinen Satz an bereits vorhandenen Daten viele neue Daten. Stiltransfer-Algorithmen haben dafür bereits bewiesen, dass sie in der Lage sind, sehr gute Trainingsdaten zu erzeugen. Die Fachliteratur spricht oft davon, dass ein Algorithmus (meist ein neuronales Netz) diese neuen Daten „halluziniert“. Beispielsweise erzeugt am Institut für Informationsverarbeitung der Leibniz-Universität Hannover im Rahmen eines Forschungsprojekts zum autonomen Fahren ein Stiltransfer-Algorithmus

künstliche Straßenschäden in Bildern. Ein Klassifikator lernt damit, später diese Schäden zu erkennen. Der Stiltransfer fügt dafür in eigentlich unbeschädigte Straßen sehr realistisch aussehende Risse und Löcher ein.

Neue Algorithmen zur Erkennung von Straßenschäden kann man auf den künstlich erstellten, aber trotzdem realistisch aussehenden Daten testen. Selbst Videos aus Computerspielen wie GTA V wurden bereits mittels Stiltransfer in realistisch aussehende Videos ver-

wandelt. Die verwenden dann Algorithmen zum autonomen Fahren zum Training. In Spielen und Simulatoren kann man damit Situationen simulieren, die in echten Aufnahmen nur selten geschehen. Beispielsweise erstellt man so beliebig viele Daten zu Unfällen, in denen Menschen unvorhersehbar auf die Straße laufen und mit dem Fahrzeug kollidieren. In der Simulation erzeugt man solche für ein sicheres System wichtigen Beispiele, ohne dass jemand in Gefahr gebracht wird.



**Fügt man per CycleGAN in Bilder von intakten Straßen virtuelle Schäden ein, kann der entstehende Datensatz für andere neuronale Netze zum Training dienen.**



# So spannend kann Wissen sein!

Das Magazin, das Wissen schafft.



**TESTEN SIE WISSEN  
MIT 30 % RABATT!**

**2 Ausgaben für nur 10,80€\*  
statt 15,40€\* im Handel**

**Hier anfordern:**

**[www.emedia.de/wissen-mini](http://www.emedia.de/wissen-mini)**

\*Preis in Deutschland.



(0541) 80009 126  
(werktags von 8 – 20 Uhr, samstags von 10 – 16 Uhr)



[wissen-abo@emedia.de](mailto:wissen-abo@emedia.de)



Leserservice eMedia Wissen,  
Postfach 24 69, 49014 Osnabrück



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

 **eMedia GmbH**





Bild: Rudolf A. Blaha

# Nützlicher Biber

## Datenbanken bearbeiten mit DBeaver

**Der universelle Datenbank-Client DBeaver inspiziert und modifiziert komfortabel den Inhalt von Datenbanken. Mit seiner Hilfe ändern beispielsweise Betreiber des Joomla-CMS ihr vergessenes Administratorpasswort, während Programmierer damit im Handumdrehen Testdaten einspeisen.**

Von Tim Schürmann

**D**ieses Tool ist ein wahrer Tausendsassa: DBeaver spricht mit zahlreichen Datenbanksystemen, bietet eine komfortable Bedienoberfläche für Änderungen an den Datensätzen, visualisiert das Datenbankschema als übersichtlichen Gra-

phen, erkennt in vielen Fällen das Format binärer Datenbankinhalte, exportiert Inhalte in verschiedene Formate und bietet einen SQL-Editor mit Auto-Vervollständigung.

Sie haben das Admin-Passwort für Ihr Joomla-CMS vergessen? Als Datenbank-administrator können Sie es mit DBeaver leicht zurücksetzen. Ist eine Datenbank für Testzwecke zu leer, kann das Open-Source-Tool sie mit beliebig vielen Blindtext-Datensätzen füllen. Der Datenbank-Allrounder hilft Programmierern außerdem dabei, Problemen auf die Spur zu kommen. Da DBeaver auch DBase- und Access-Dateien öffnen kann, rettet er bei Bedarf auch Inhalte aus alten Datenbanken.

### Datenbanken-Allerlei

DBeaver kommuniziert mit allen Datenbanken, die sich über die JDBC-Schnittstel-

le ansprechen lassen. Plugins können darüberhinaus die Verbindung zu MySQL, PostgreSQL, Oracle, DB2, SQL Server sowie zahlreichen weiteren Datenbanken herstellen. Je nach Plugin unterstützt DBeaver dabei sogar spezielle Funktionen des jeweiligen Datenbanksystems.

DBeaver gibt es in einer kostenlosen und einer kommerziellen Fassung. Letztere beherrscht unter anderem zusätzlich den Umgang mit einigen NoSQL- und BigData-Datenbanken. Außerdem enthält sie einen visuellen Query-Editor, mit dem sich komplexe SQL-Abfragen in der grafischen Oberfläche zusammenstellen lassen, und kann Diagramme entwerfen (siehe [ct.de/y8sa](http://ct.de/y8sa)). Der Preis für eine Lizenz beginnt bei 150 US-Dollar, für die man ein Jahr lang Updates und Support erhält. Die kostenlose Community Edition untersteht der Apache-2.0-Lizenz, einer Open-Source-Lizenz, die den Einsatz im

kommerziellen Umfeld gestattet. Sofern man ausschließlich mit SQL-Datenbanken hantiert, reicht ihr Funktionsumfang in den meisten Fällen aus.

## Angelockt

DBeaver läuft auf den 64-Bit-Versionen von Windows, macOS und Linux. Für Windows und macOS stellen die DBeaver-Entwickler Installationspakete bereit, die Sie nur herunterladen und starten müssen. Der schnellste Weg für einen DBeaver-Test führt bei Linux-Anwendern über ein Tar.gz-Paket. Nach dem Download müssen Sie dieses lediglich entpacken und anschließend das Programm dbeaver starten. Für Debian-basierte Distributionen und RPM-Systeme bieten die Entwickler zudem fertige Pakete an.

Der Haken dabei: Für ihre Aktualisierung müssen Sie anders als bei einem Paket aus den Repositories selbst sorgen. Arch-Linux-User finden DBeaver praktischerweise in den Paketquellen ihrer Distribution, für Debian GNU/Linux und Ubuntu gibt es externe Paketquellen, die Sie einbinden können. Unter Ubuntu erledigen Sie das beispielsweise mit dem Kommando

```
sudo add-apt-repository ppa:serge-j-
trider/dbeaver-ce
```

Anschließend holt `sudo apt update` & `sudo apt install dbeaver-ce` den Datenbank-Client auf die Platte. Die Befehle, um eine Debian-Paketquelle hinzuzufügen, finden Sie unter `ct.de/y8sa`. Alternativ gibt es noch ein distributionsübergreifendes Flatpak-Paket von DBeaver im Flathub-Repository (siehe `ct.de/y8sa`).

DBeaver ist ein Java-Programm, das eine Java-Laufzeitumgebung braucht. Die Windows- und macOS-Installationspakete bringen diese bereits mit. Eine bestehende Java-Installation bleibt unangetastet. Unter Linux müssen Sie manuell ein Java Runtime Environment mindestens in der Version 1.8 einspielen. Eine Ausnahme sind die fertig geschnürten Pakete aus den DBeaver-Repositories, die automatisch das passende Java Runtime Environment hinzuholen. Für Windows und macOS steht DBeaver zusätzlich in einem ZIP- beziehungsweise DMG-Archiv bereit, dem Java ebenfalls fehlt. Wer zu diesen Archiven greift, muss es daher gegebenenfalls noch nachinstallieren. DBeaver arbeitet als Client-Programm. Stellen Sie also sicher, dass Ihr Datenbankserver bereits läuft und halten

Sie die Zugangsdaten zu Ihrer Datenbank bereit. Der Datenbanknutzer muss dabei über die Rechte verfügen, Datenbankinhalte zu ändern.

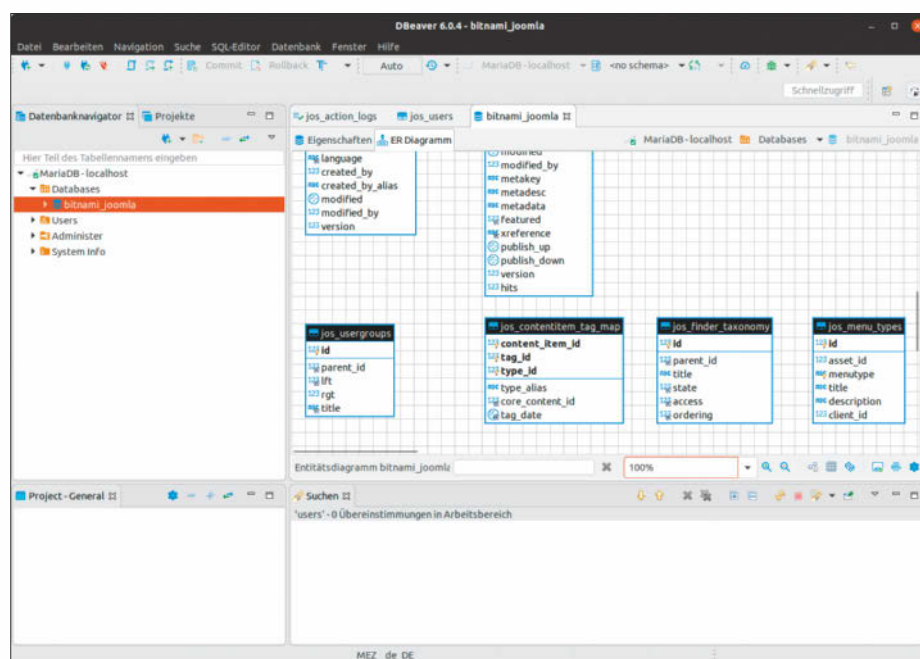
## Angeklopft

Nach dem ersten Start von DBeaver fragt ein Assistent, mit welcher Datenbank Sie eine Verbindung herstellen möchten. Um den Überblick zu wahren, verteilt der Assistent das Angebot auf mehrere Register. Im Beispiel der Joomla-Installation dürfte die Datenbank in den meisten Fällen MariaDB sein, das im Register „Popular“ zu finden ist. Wählen Sie den Datenbanktyp, gehen Sie einen Schritt „Weiter“ und hinterlegen Sie die Zugangsdaten. Welche der Assistent hier abfragt, hängt von der Datenbankvariante ab. Für MariaDB hinterlegen Sie im Feld „Server-Host“ die IP-Adresse oder den Domainnamen des Datenbankservers, darunter den Port, den Benutzernamen und das Passwort. Erfolgt die Kommunikation mit der Datenbank über einen SSH-Tunnel, einen SOCKS-Proxy oder verschlüsselt via SSL, klicken Sie auf die Schaltfläche „Netzwerkeinstellungen“. Dort wählen Sie das passende Register, aktivieren mit der einzig verfügbaren Checkbox die jeweilige Methode und tragen die zugehörigen Verbindungsdaten ein.

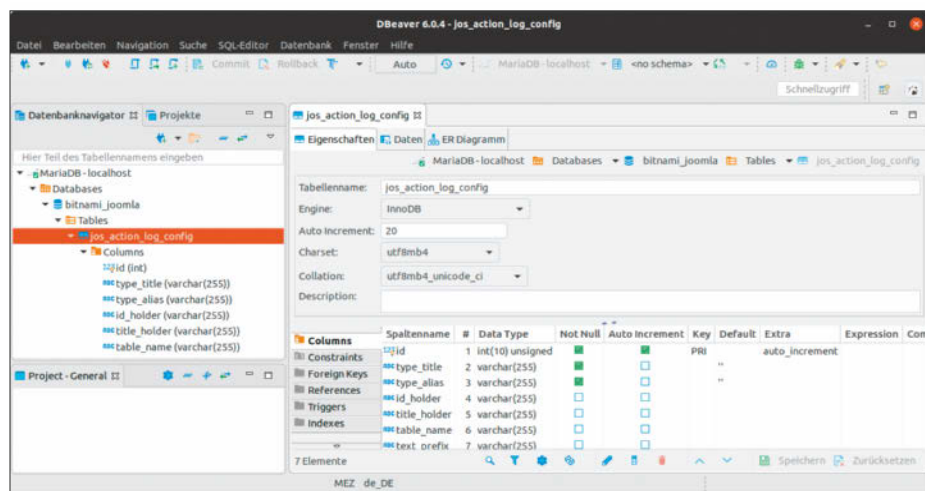
Mit „Verbindung testen...“ prüfen Sie anschließend, ob die Zugangsdaten stim-

men. Sehr wahrscheinlich möchte DBeaver jetzt den passenden Treiber für Ihre Datenbank installieren, was Sie mit „Herunterladen“ gestatten. Anschließend liefert DBeaver das Ergebnis des Verbindungstests. War dieser erfolgreich, beenden Sie den Dialog mit „Fertigstellen“. DBeaver bietet jetzt an, Beispieldaten in die Datenbank zu schieben. Das ist nur praktisch, wenn Sie als Programmierer eine Beispieldatenbank benötigen. Beim Zugriff auf eine bestehende Datenbank sollten Sie die Frage verneinen.

Via „Datenbank/Neue Verbindung“ können Sie eine weitere Verbindung zu einer anderen Datenbank aufbauen. DBeaver merkt sich sämtliche Verbindungen und stellt sie nach einem Neustart wieder her. Treten während der Arbeit Verbindungsprobleme auf, sollten Sie die Verbindung einmal trennen und wieder aufbauen. Das erledigt der Menüpunkt „Datenbank/Invalidieren/Neu verbinden“ in einem Abwasch. Hilfreich ist auch das Dashboard, das Sie via „Datenbank/Open Dashboard“ hinzuholen – sofern bereits eine Datenbank geöffnet ist. Am unteren rechten Rand präsentiert Ihnen DBeaver dann verschiedene Diagramme, die unter anderem den Traffic und die Anzahl der bisherigen Queries aufzeichnen. Sollten diese Statistiken Fehler nahelegen, können Sie im Menü „Datenbank“ das „Transaktionslog“ einsehen. Dort protokolliert



Im Register „ER Diagramm“ präsentiert DBeaver das Datenbankschema in einer schicken Grafik. Mit ihr lässt sich der Aufbau einer unbekannten Datenbank schnell nachvollziehen, Programmierer kontrollieren auf diesem Weg ihr Schema.



Im Reiter „Eigenschaften“ zeigt eine Breadcrumb-Leiste oben den Weg zur Tabelle. Ein Klick auf ein Element öffnet es in einem neuen Register.

DBeaver penibelt alle Anfragen, wobei Fehler hervorgehoben sind.

## FensterIn

Wer schon einmal mit der Entwicklungsumgebung Eclipse gearbeitet hat, dürfte sich im Hauptfenster gleich heimisch fühlen – kein Wunder, basiert DBeaver doch auf der Arbeit der Eclipse-Macher. Links oben sammelt das Register „Datenbanknavigator“ alle derzeit geöffneten Verbindungen. Indem Sie eine Verbindung über das kleine schwarze Dreieck aufklappen, erhalten Sie Zugang zu den Datenbankinhalten. Dazu gehören auch die einzelnen Datenbanken unter „Databases“. Über die Dreiecke können Sie sich weiter zu den Tabellen unter „Tables“ hangeln.

In einer dieser Tabellen speichert auch das Content-Management-System Joomla! die Daten seiner Benutzer nebst den entsprechenden Zugangsdaten. Wie bei den meisten Webanwendungen existieren zahlreiche Tabellen, wodurch die Liste im Datenbanknavigator entsprechend lang wird. Im Fall von Joomla lagern die Benutzerdaten in der Tabelle users. Um die nicht in der Liste suchen zu müssen, tippen Sie einfach user in das Eingabefeld im oberen Teil des Datenbanknavigators ein. DBeaver zeigt jetzt nur noch die Tabellen an, die das Wort user im Namen tragen.

Sobald Sie die Tabelle gefunden haben und auf ihren Namen doppelklicken, öffnet DBeaver auf der rechten Seite ein Register mit weiteren Informationen und den Inhalten der Tabelle. Bei einem Doppelklick auf ein anderes Element im Datenbanknavigator erscheint analog ein horizontales Register mit weiteren Infor-

mationen. Ein Klick auf einen Datenbanknamen würde beispielsweise eine Liste mit allen enthaltenen Tabellen liefern. Durch die zahlreichen Informationen, die DBeaver dabei ausspuckt, geraten die Register allerdings meist etwas unübersichtlich.

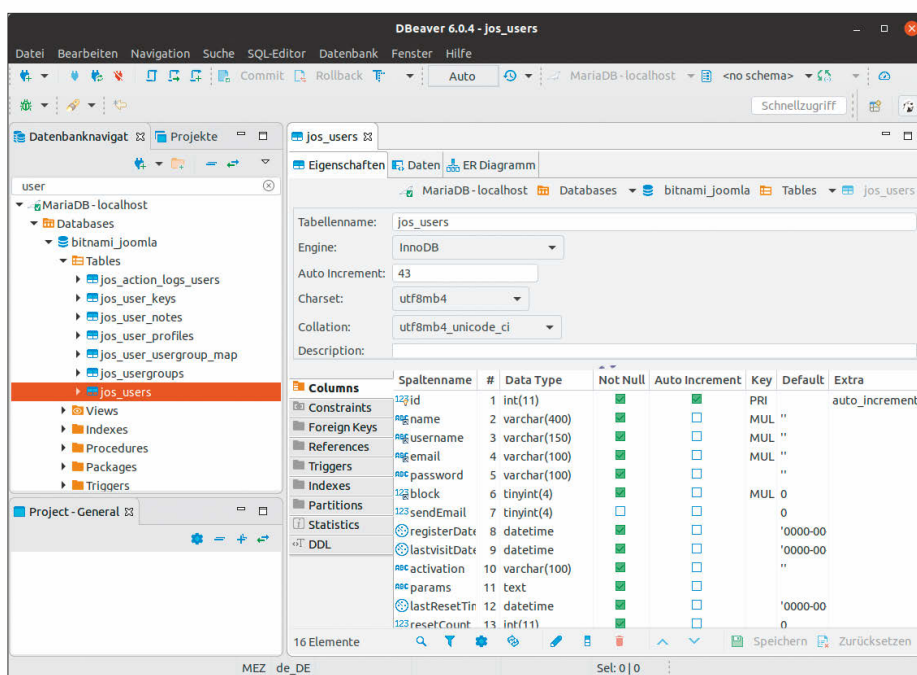
Im Fall einer Tabelle finden Sie im Register „Eigenschaften“ ein paar allgemeine Informationen über die Tabelle, etwa den Tabellennamen und die verwendete Zeichenkodierung. Darunter lassen sich über weitere Register noch mehr Informationen abrufen: „Columns“ liefert etwa eine Liste mit allen Spalten, „Triggers“ analog alle vorhandenen Trigger. Im Fall

von Joomla springen dort die Spalten für den Benutzernamen (username) und das password ins Auge – die Tabelle ist also genau die Richtige, um ein vergessenes Passwort zu ändern. Interessant ist auch das Register „DDL“: Es liefert den SQL-Befehl, der die gerade betrachtete Tabelle anlegt. Programmierer können diesen per Copy-and-Paste in ein Programm oder Installationskript übernehmen.

## Großfahndung

Häufig kennt man allerdings den Namen der gesuchten Tabelle nicht, wohl aber konkrete Inhalte. Im Beispiel des Joomla-CMS wäre das der Benutzername tim. In solchen Fällen schlägt die Stunde der mächtigen Suchfunktion von DBeaver, die Sie via „Suchen/Suchen“ auf den Bildschirm holen. Wechseln Sie im erscheinenden Fenster zum Register „DB Volltextsuche“ und tippen Sie den Suchbegriff in das Feld ein – im Beispiel den Benutzernamen tim. Kreuzen Sie dann alle „Databases“ an, in denen DBeaver suchen soll.

Über die Dreiecke können Sie die jeweiligen Inhalte aufklappen und so einzelne Inhalte gezielt von der Suche ausschließen. Wissen Sie beispielsweise, dass in der Tabelle jos\_action\_log ausschließlich Log-Daten liegen, entfernen Sie dort den Haken. Das beschleunigt die Suche, die Sie über den entsprechenden Button antoßen. Auf dem neuen Register „Suchen“ sehen Sie jetzt alle Tabellen, die den Be-



Hier zeigt DBeaver die Eigenschaften der Tabelle jos\_users an. Das Register „columns“ rechts verrät, welche Spalten sie enthält.



12.-15. November 2019, Congress Center Rosengarten, Mannheim

Die Konferenz für  
Continuous Delivery und DevOps

Die Konferenz zu  
Docker, Kubernetes und Co.

Frühbucherrabatt bis zum  
21. September 2019

>> AUSZUG AUS DEM PROGRAMM <<

DevOps in der Praxis  
Continuous Delivery skalieren  
Pipelines: Jenkins & Co.

Cloud-Native-Entwicklung  
meistern  
Alles rund um Kubernetes  
Service-Mesh:  
Blick hinter den Hype



Workshops zu DevOps, Microservices, Kubernetes und Service-Meshes

Platinsponsor



Goldsponsoren

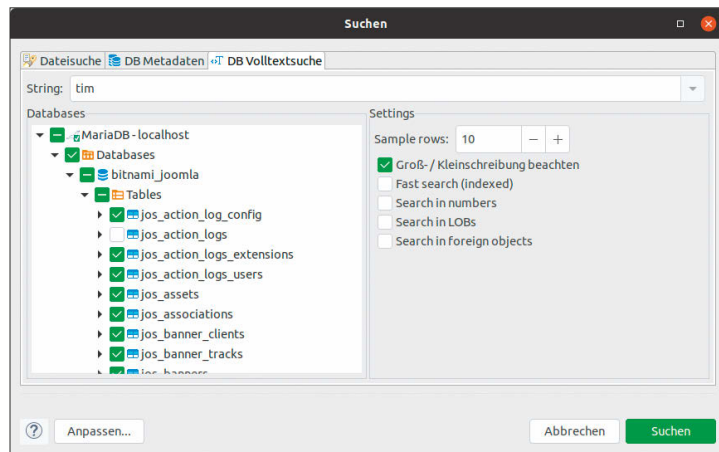


Silbersponsoren



Veranstalter





griff `tim` enthalten. Wie oft er in der Tabelle auftaucht, lesen Sie in der Spalte „Gefundene Zeilen“. Im Beispiel findet DBeaver acht Tabellen, von denen `jos_users` am wahrscheinlichsten das gesuchte Passwort enthält. Ein Doppelklick auf eine Tabelle öffnet ihr entsprechendes Register.

Die Volltextsuche betrachtet nur die Inhalte der Tabellen. Wenn Sie die Tabelle `users` oder ein anderes Datenbankobjekt suchen, müssen Sie in der Suchfunktion das Register „DB Metadaten“ bemühen. Den Suchbegriff schreiben Sie ins Eingabefeld, im Beispiel also den Tabellennamen `users`. Wählen Sie jetzt unter „Objektquelle“ die zu durchsuchende Datenbank. Die in ihr vorhandenen „Objekttypen“ listet DBeaver rechts in der gleichnamigen Liste auf. Wenn Sie wissen, dass es sich bei `users` um den Namen einer Tabelle oder einer Tabellenspalte handelt, setzen Sie einen Haken vor „Table“. Haben Sie keinen Anhaltspunkt, setzen Sie vor alle Objekttypen einen Haken. Unter „Namensübereinstimmung“ können Sie noch wählen, ob `users` am Anfang des Tabellennamens steht oder ob der Tabellename den Begriff „Enthält“. Wenn Sie sich nur noch dunkel erinnern, dass der Tabellename so ähnlich geklungen hat wie `users`, setzen Sie die Drop-down-Liste auf „Like“. Nach einem Klick auf „Suchen“ finden Sie im gleichnamigen Register alle Fundstellen. Im Beispiel liefert DBeaver alle Tabellen und Tabellenspalten, die im Namen den Begriff `users` aufweisen.

## Kästchenpapier

Wenn Sie die gesuchte Tabelle gefunden und per Doppelklick geöffnet haben, finden Sie dort neben dem Register „Eigenschaften“ noch den Kollegen „Daten“. Er präsentiert den kompletten Inhalt der Tabelle. Im Beispiel sind das alle Benutzer

des Content-Management-Systems, unter denen man jetzt den Datensatz für den Benutzer `tim` ausfindig machen und dann das zugehörige Passwort ändern muss.

Wenn die Tabelle sehr viele Daten enthält, sollten Sie auf mehreren Wegen für mehr Übersicht sorgen. Zunächst können Sie in das Eingabefeld über der Tabelle den WHERE-Teil einer SQL-Abfrage eingeben. Im Beispiel würde `username = "tim"` alle Zeilen liefern, die in der Spalte `username` den Wert `tim` besitzen. Um wieder alle Datensätze zu sehen, löschen Sie das Eingabefeld. Alternativ klicken Sie neben der Spaltenbeschriftung auf das kleine Filtersymbol – im Beispiel also neben `username`. Im neuen Fenster wählen Sie per Doppelklick einen anderen Wert zum Filtern aus. Für weitere Übersicht sorgt ein Klick auf die Pfeile neben einem Spaltennamen. DBeaver sortiert dann die Tabelle alphabetisch oder numerisch auf- oder absteigend anhand der Spalteninhalte.

DBeaver bietet außerdem eine Suchfunktion, die Sie mit Strg+F auf den Bildschirm holen. Damit können Sie den Inhalt der Tabelle nach einem Begriff durchsuchen. DBeaver unterstützt dabei sogar reguläre Ausdrücke. Nach einem Klick auf „Suchen“ präsentiert das Tool alle Zellen mit dem Begriff gelb hinterlegt.

## Eingriff

Den Inhalt einer Zelle ändern Sie wie in einer Tabellenkalkulation nach einem Doppelklick darauf. Alternativ nutzen Sie das große Eingabefeld „Wert“ auf der rechten Seite. Sofern der Datensatz Binärdaten enthält, versucht DBeaver diese zu erkennen und anzuzeigen. Das klappt unter anderem mit PNG-Bildern.

Im Beispiel müsste man für den Benutzer `tim` das Passwort im Feld `password` anpassen. Wie die meisten guten Web-

Hier sucht DBeaver in der Datenbank `bitnami_joomla`, wobei es die Groß- und Kleinschreibung berücksichtigt und die Tabelle `jos_action_logs` ignoriert.

Anwendungen speichert allerdings auch Joomla das Passwort in verschlüsselter Form. Wenn Sie es jedoch gegen `d2064d358136996bd22421584a7cb33e:trd7TvKHx6dMeoMmBVxYmg0vuXEA4199` austauschen, können Sie sich anschließend mit dem Passwort `secret` bei Joomla anmelden und das Passwort ändern. Das Passwort finden Sie auch unter `ct.de/y8sa` zum Kopieren. Der per Strg+F aufgerufene Suchdialog bietet übrigens auch eine Ersetzen-Funktion. Wie in einer Textverarbeitung sucht DBeaver den unter „Suchen“ hinterlegten Begriff und ersetzt seine Vorkommen in der Tabelle durch den unter „Ersetzen“.

Sämtliche modifizierten Felder kennzeichnet DBeaver in der Tabelle durch hell orange leuchtenden Hintergrund. Wollen Sie Ihre Änderungen übernehmen, müssen Sie mit „Save“ am unteren Rand der Tabelle speichern. Rechts neben „Save“

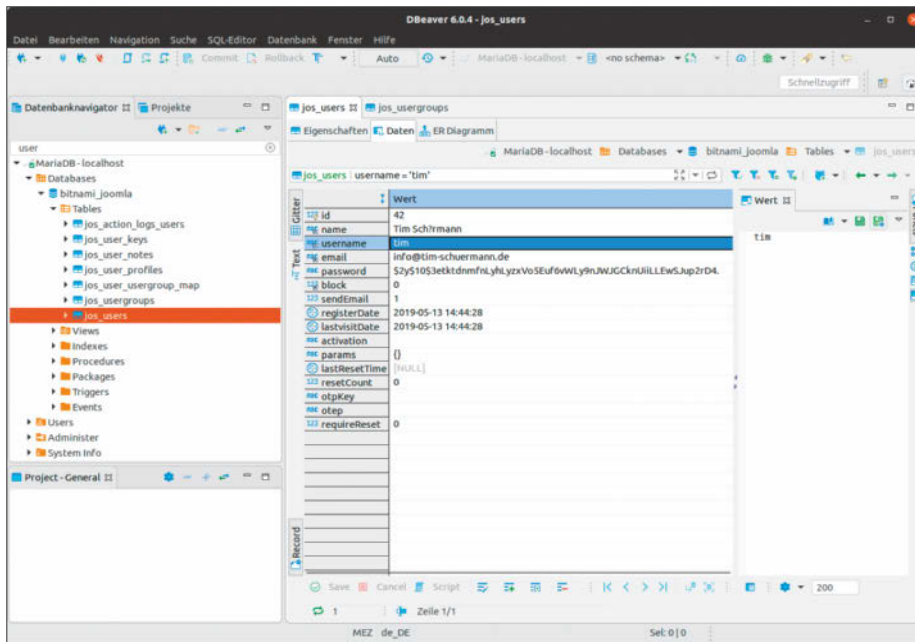
## SQL-Editor

Um in DBeaver direkt SQL-Befehle abzusetzen, wählen Sie im „Datenbanknavigator“ die Datenbank und rufen im Menü „SQL-Editor/SQL-Editor“ auf. Schreiben Sie den SQL-Code ins neu erscheinende Register. Der SQL-Editor beherrscht Syntax-Highlighting und bietet eine Auto-Vervollständigung. Letztere holen Sie mit der Tastenkombination Strg+Leertaste auf den Schirm.

Über das Kontextmenü im Editor können Sie via „Formatierung/SQL formatieren“ den SQL-Code automatisch aufhübschen. Über „Datei“ speichern Sie den SQL-Code zur späteren Wiederverwendung oder laden ein fertiges Skript erneut. Die Skripte lassen sich mit Platzhaltern (Dynamic Parameters) versehen, deren Werte DBeaver dann abfragt. Dazu denken Sie sich einen Parameternamen aus, stellen ihm einen Doppelpunkt voran und platzieren ihn im SQL-Code an der passenden Stelle. In folgendem Fall würde DBeaver einen Wert für `:name` einfordern:

```
SELECT * FROM users ↵
WHERE user = :name;
```

Das fertige SQL-Statement starten Sie mit einem Klick auf das kleine orange-farbene Dreieck oder der Tastenkombination Strg+Eingabe. Die Ergebnisse landen im unteren Bereich.



Wenn Sie links unten „Record“ anklicken, zeigt Ihnen DBeaver einen Datensatz in dieser Ansicht. Darin können Sie die Inhalte einfacher bearbeiten. Zwischen den Datensätzen wechseln die Pfeile in der unteren Symbolleiste.

finden Sie außerdem Symbole mit mehreren Strichen, um neue Datensätze hinzuzufügen oder die gewählte Zeile zu entfernen. Auch hier müssen Sie wieder alle Änderungen übernehmen. Bis dahin bleibt beispielsweise die zu löschende Zeile rot hinterlegt. „Cancel“ nimmt alle Änderungen zurück – allerdings nur, wenn Sie noch nicht „Save“ angewendet haben.

## Lückenfüller

Insbesondere für Software-Entwickler hält DBeaver ein kleines Schmankerl bereit: Wenn Sie eine Tabelle mit der rechten Maustaste anklicken, können Sie über das Kontextmenü via „Erstelle Modelldaten“ den „Mock Data Generator“ aufrufen. Er füllt die Tabelle nach Ihren Vorgaben mit Nonsense-Daten. Wenn Sie einen Haken vor „Remove Old Data“ setzen, löscht DBeaver vorher noch die alten Tabellendaten. Unter „Row count“ bestimmen Sie, wie viele Datensätze sich DBeaver ausdenken soll. Die „Batch size“ legt fest, wie viele Tabellenzeilen DBeaver jeweils in einem Schwung in die Tabelle schreibt.

Links unten im Mock Data Generator finden Sie eine Liste mit allen Tabellenspalten („Attribute“) und dem jeweils von DBeaver genutzten „Generator“, der die eigentlichen Test-Daten erzeugt. Der Generator „text“ legt beispielsweise den Blindtext Lorem Ipsum dolor sit im entsprechenden Feld ab. Per Klick können Sie

den Generator ändern. Sobald Sie eines der Attribute wählen, stehen rechts im Fenster Feineinstellungen bereit. Beim „text“-Generator dürfen Sie beispielsweise neben der minimalen und maximalen Länge auch vorgeben, wie viele Zeichen maximal im Feld landen dürfen. Darüber hinaus können Sie auch selbst neben „Vorlage“ einen Text vorgeben, indem Sie einfach in den Text klicken und ihn ändern. Die dort neben „Vorlage“ eingetragenen Wörter zerhackt der Generator allerdings abhängig von der minimalen und maximalen Länge. Um die Tabelle mit den Zufallswerten zu bestücken, klicken Sie ein-

In diesem Fall würde der Mock Data Generator 1000 Datensätze in die Tabelle schreiben und dabei unter anderem das Feld name mit dem Text „Lorem Ipsum ...“ füllen.

fach auf „Start“. Sobald DBeaver mit der Arbeit fertig ist, schließen Sie das Fenster und aktualisieren mit der Taste F5 die Anzeige. Die kommerzielle DBeaver-Version kennt übrigens deutlich mehr Generatoren als die kostenlose Fassung. Unter anderem kann sie Namen und E-Mail-Adressen erzeugen sowie Texte aus regulären Ausdrücken generieren.

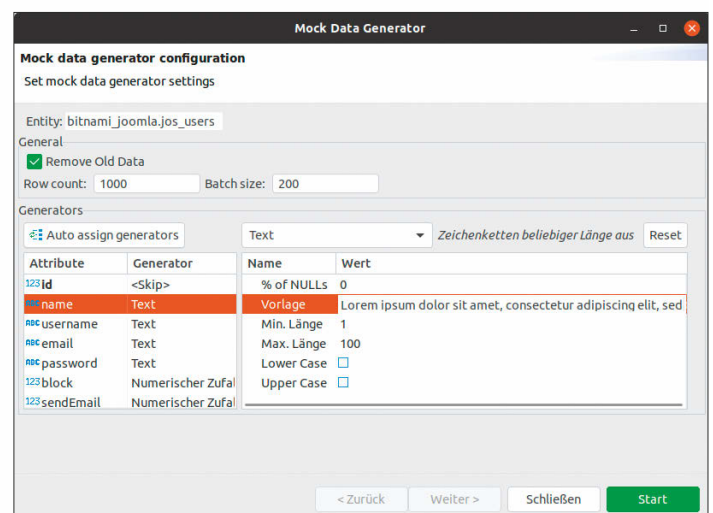
Nachdem Sie in einer Tabelle Zellen bei gedrückter Maustaste markiert haben, können Sie über das Kontextmenü dazu passende SQL-Statements erstellen. Wählen Sie einfach unter „SQL generieren“ die passende Vorlage.

Die Daten einer Tabelle lassen sich per Rechtsklick und „Ergebnis exportieren“ schnell in ein Dateiformat wie CSV, Markdown, HTML oder JSON bringen. Gleich die komplette Tabelle exportiert DBeaver, wenn Sie im „Datenbanknavigator“ mit der rechten Maustaste auf eine Tabelle klicken und „Daten exportieren“ wählen. Sofern Sie sich dabei für das CSV-Format oder die „Tabelle“ entscheiden, können Sie über den Punkt „Daten importieren“ die Tabelle auch wiederherstellen.

## Noch mehr

Neben den vorgestellten Funktionen bietet DBeaver noch viele weitere. So kann das Werkzeug unter anderem Datenbanken miteinander vergleichen. Damit lässt sich schnell herausfinden, welche Änderungen die Joomla-Entwickler in ihrer neuen Version an der Datenbank durchgeführt haben. Sämtliche Funktionen erläutert, wenn auch immer nur recht kurz und knapp, das DBeaver-Wiki. ([Imd@ct.de](mailto:Imd@ct.de)) **ct**

**Downloads & Dokumentation:** [ct.de/y8sa](https://ct.de/y8sa)



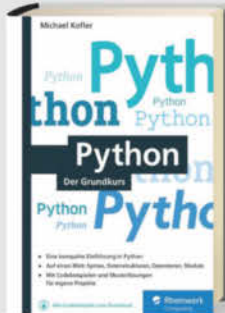


# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher

BEST-SELLER



Michael Kofler

### Python

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

ISBN 9783836266796

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

14,90 € >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe

### DSGVO für Website-Betreiber

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

ISBN 9783836267120

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

39,90 € >

BEST-SELLER



Jörg Frochte

### Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt.

In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

ISBN 9783446459960

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

38,00 € >



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 € >

BEST-SELLER



Ralf Wirdemann

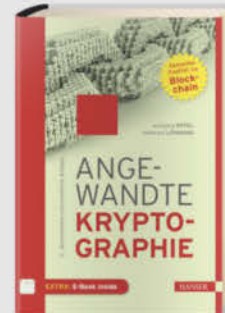
### SCRUM mit User Stories

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

ISBN 9783446450523

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

32,00 € >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann

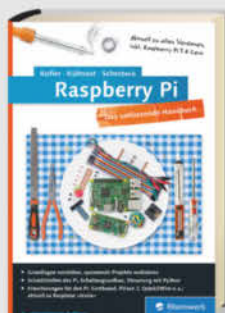
### Angewandte Kryptographie

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

ISBN 9783446454682

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

32,00 € >



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck

### Raspberry Pi, 5. Auflage

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung. Aktuell zu allen Versionen, inkl. Raspberry Pi 3B+ und Zero W!

ISBN 9783836265195

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

39,90 € >



Hans-Georg Schumann

### Calliope mini für Kids

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

ISBN 9783958458598

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

19,99 € >

PORTOFREI  
AB 15 €  
BESTELLWERT

Ab einem Einkaufswert von 15€ und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU



### Waveshare Game HAT für Raspberry Pi

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

shop.heise.de/game-hat

41,90 € ➤

BEST-SELLER



### ODROID-GO

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

shop.heise.de/odroid

49,90 € ➤



### NVIDIA Jetson nano

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

Im Set mit Netzteil!

shop.heise.de/jetson

129,90 € ➤



DAUER-TIEFPREIS

### Raspberry Pi 3 B+ Starterset Black Edition

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

shop.heise.de/raspi-black

64,90 € nur 59,90 € ➤



NEU

### ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung,

Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

shop.heise.de/arduitouch

69,90 € ➤



### Make: Teatimer „Teeodohr“

Lassen Sie Teeodohr die Ziehzeit Ihres Heißgetränks zwischen drei und zwölf Minuten sekundengenau überwachen! Kompletter Bausatz mit Microcontroller und allen Teilen aus dem

Make Magazin. Anleitung online verfügbar.

shop.heise.de/make-teebase

39,90 € ➤



NEU

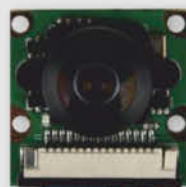
### Retro-Shirts von c't

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

Fans der ersten Stunde tragen alternativ das erste c't-Logo von 1983 auf der Brust.

shop.heise.de/ct-shirts

Je 15,00 € ➤

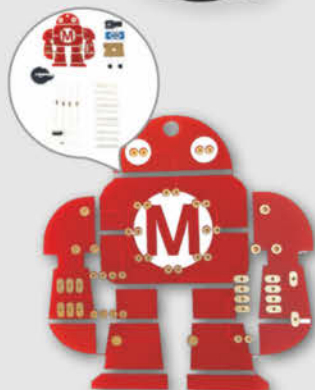


### Raspberry Pi-Kameras

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

shop.heise.de/raspi-kameras

18,50 € ➤



### Makey Lötbausatz

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

Jetzt neu mit Schalter!

shop.heise.de/makey-bausatz

ab 4,90 € ➤



### Badehandtücher für Nerds

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

shop.heise.de/handtuch

24,90 € ➤

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

heise shop

shop.heise.de ➤





# Grundrechte-Gefährder EU

## Wie eine EU-Verordnung den Datenschutz in Deutschland aushöhlen würde

**In- und ausländische Ermittlungsbehörden sollen im Verdachtsfall EU-weit leichter und schneller Daten von Bürgern abfragen können. So sieht es die „E-Evidence-Verordnung“ vor. Der Schutz von Grundrechten werde dabei geschwächt, befürchtet sogar die Bundesregierung.**

**Von Holger Bleich**

**S**tellen Sie sich vor, Sie befürworten in Facebook-Kommentaren politische Aktionen einer regierungskritischen Organisation in Ungarn. Eine Staatsanwaltschaft in Budapest ermittelt gegen diese Bürgerrechtler und alle Sympathisanten. Schon sind Sie im Visier der Ermittler. Geht es nach der EU-Kommission, soll die ungarische Behörde nun das Recht erhalten, ohne Ihr Wissen von Facebook Ihren Klarnamen und die Verkehrsdaten Ihres Facebook-Accounts zu erhalten – und zwar binnen Stunden.

Im Schatten der umstrittenen Urheberrechtsreform bahnte sich nahezu

unbemerkt von der Öffentlichkeit ein Gesetzespaket seinen Weg durch die EU-Institutionen, das genau ein solches Szenario ermöglichen würde: die E-Evidence-Verordnung. Dieses Paket birgt – ausgehend vom momentanen Entwurfsstand – jede Menge Konfliktpotenzial, denn es enthält massive Eingriffsmöglichkeiten aller EU-Mitgliedsstaaten in die Grundrechte der EU-Bürger. Doch außer in Fachzirkeln findet eine Debatte darüber kaum statt.

Das Vorhaben zielt laut EU-Kommission darauf ab, dass digitale Beweise unkomplizierter und schneller als bislang zu sichern sind. Die bisherigen Regelungen



– beispielsweise Rechtshilfeabkommen der Staaten untereinander – geraten demnach „immer stärker unter Druck, denn es gibt immer mehr Bedarf an raschem grenzüberschreitendem Zugang zu elektronischen Beweismitteln.“ Man wolle nun „Kooperationsverfahren an das digitale Zeitalter anpassen, der Justiz und der Strafverfolgung Instrumente für den Umgang mit den heutigen Kommunikationsmethoden von Straftätern an die Hand geben und gegen moderne Formen der Kriminalität vorgehen“.

Genau genommen geht es um den Entwurf einer „Verordnung über Europäische Herausgabeanordnungen und Sicherungsanordnungen für elektronische Beweismittel in Strafsachen“, kurz E-Evidence-VO-E (das letzte „E“ steht für Entwurf). Diese EU-Verordnung soll nach dem Willen der Kommission und des Rats flankiert werden von einer ergänzenden „Richtlinie zur Festlegung einheitlicher Regeln für die Bestellung von Vertretern zu Zwecken der Beweiserhebung in Strafverfahren“. Die Verordnung wäre – anders als eine EU-Richtlinie – unmittelbar nachdem sie in Kraft tritt, ein Gesetz, das nationale Gesetze überstimmt.

### Keine Kontrolle

Dem Verordnungsentwurf zufolge soll künftig jeder Staatsanwaltschaft und jedem Gericht innerhalb der EU ein standardisiertes Abfrageverfahren zur Verfügung stehen. Dieses Verfahren darf bei jeder strafrechtlichen Ermittlung eingesetzt werden. Adressat eines Datenauskunftsersuchens kann jeder Online-Dienst und jeder Provider sein, der seinen Sitz in der EU hat oder aber hier nur seine Dienste anbietet.

Die Ermittlungsbehörde hat damit grundsätzlich Anspruch auf Herausgabe von Bestandsdaten wie Postadresse, Telefonnummer und Rechnungen. Ermittelt sie wegen des Verdachts auf eine Straftat, auf die drei Jahre Haft oder mehr steht, darf sie außerdem Metadaten wie Kommunikationszeitpunkte, Mail- oder Chat-Partner und gespeicherte Standorte verlangen. Besonders brisant: Auch Inhaltsdaten wie Texte und Bilder dürfen abgefragt werden.

Der Entwurf sieht keinerlei behördliche Kontrolle im sogenannten „Vollstreckungsstaat“ vor. Die Ermittlungsbehörde richtet ihr Anliegen direkt an den datenhaltenden Online-Dienst, und dieser muss innerhalb von 10 Tagen reagieren.

In eilbedürftigen Verfahren ist diese Frist sogar auf sechs Stunden verkürzt. Für die Herausgabe von höchst privaten Inhaltsdaten sieht der Entwurf immerhin einen Richtervorbehalt vor – allerdings nur bei der ermittelnden Behörde, nicht aber im Vollstreckungsstaat.

Es gilt ein zweistufiges Verfahren: In einem ersten raschen Schritt erlässt die Ermittlungsbehörde eine zertifizierte „Europäische Sicherungsanordnung (EPOC-PR)“. Diese verpflichtet den Provider oder Online-Dienst zum „Quick Freeze“, also zur sofortigen Sicherung aller Daten der Zielperson für 60 Tage. Erhärtet sich der Verdacht, schickt die Behörde eine ebenfalls zertifizierte „Europäische Herausgabeanordnung“ (EPOC), um an die eingefrorenen Daten zu gelangen.

Kommt das adressierte Online-Unternehmen den Auskunftsbefehlen nicht fristgerecht nach, drohen ihm Strafen. Im Entwurf heißt es bislang lediglich: „Die vorgesehenen finanziellen Sanktionen müssen wirksam, verhältnismäßig und abschreckend sein.“ Der EU-Rat hat inzwischen vorgeschlagen, ähnliche Bußgeldhöhen wie in der DSGVO zu verabschieden: Bis zu zwei Prozent des globalen Jahresumsatzes müssten Facebook, Google und andere Großkonzerne somit berappen, wenn sie einer Anordnung nicht Folge leisten. Die Strafen könnten dann schnell in die Milliarden gehen. Doch auch für kleinere E-Mail- oder Cloud-Speicher-Anbieter könnte es richtig kostspielig werden.

### Unterschiedliche Strafgesetze

Die Initiative zur E-Evidence-VO entsprang – wie so viele neue Sicherheitsgesetze – einem gewissen Aktionismus nach einigen islamistisch motivierten Terroranschlägen in der EU. Die Staatenvertreter im Europäischen Rat beschlossen im Juni 2017, ein Maßnahmenpaket zur Terrorbekämpfung zu empfehlen. Unter anderem war darin der Satz zu lesen: „Der Europäische Rat ist der Auffassung, dass ein effektiver Zugang zu elektronischen Beweismitteln für die Bekämpfung von schwerer Kriminalität und Terrorismus unabdingbar ist und dass die Verfügbar-

keit von Daten vorbehaltlich geeigneter Garantien sichergestellt werden sollte.“

Diese Aussage hat die EU-Kommission, die als einzige EU-Institution Gesetze auf den Weg bringen kann, als Auftrag angenommen. Sie erarbeitete umgehend einen Richtlinien- und Verordnungsvorschlag. Beide Entwürfe stellte sie am 17. April 2018 vor. Die Entwürfe hatten nun allerdings schon nicht mehr die Terrorbekämpfung im Fokus, sondern richteten sich gegen jede Form von strafbaren Handlungen, also beispielsweise auch Betrug und Äußerungsdelikte. Bürgerrechtsorganisationen sowie Lobby-Verbände aus der Wirtschaft kritisierten das geplante Paket in den darauffolgenden Monaten scharf und wiesen auf jede Menge Ungeheimheiten hin.

Im Zentrum der Kritik steht das „Herkunftslandprinzip“: Die abfragende Ermittlungsbehörde bewertet mögliche Straftaten selbstredend nach den inländischen Gesetzen. Doch die Strafgesetze der 28 EU-Mitgliedsstaaten unterscheiden sich erheblich. Was in einem Staat strafbar ist, muss es noch lange nicht in dem Staat sein, in dem der abzufragende Online-Dienst seinen Firmensitz hat. Datenschützer bemängeln die geplante Abkehr vom Prinzip der doppelten Strafbarkeit, nach dem die Tat in beiden Staaten strafbar sein muss. Das gilt etwa bei Auslieferungsanträgen.

## »Dies führt in der Praxis zu einer weitgehenden Rechtlosigkeit der Betroffenen.«

Deutscher Richterbund

### Beispiel Abtreibungsverbot

Während beispielsweise Abtreibungen in Deutschland mit Einschränkungen zulässig sind, drohen in Polen oder auf Malta schwere Strafen. Frauen, die einen Schwangerschaftsabbruch durchführen lassen, werden auf Malta mit bis zu drei Jahren Haft bestraft, Ärzte, die dabei helfen, sogar mit bis zu vier Jahren, außerdem mit einem lebenslangen Berufsverbot.

Führt nun beispielsweise eine maltesische Ärztin, die heimlich Frauen bei Abtreibungen unterstützt, ihr E-Mail-Konto beim deutschen Provider GMX, wird dieser nach derzeitiger Lage keine Inhaltsdaten an eine maltesische Ermittlungsbehörde übermitteln, weil die Beratung nach deutschem Recht nicht strafbar ist. Würde die E-Evidence-VO gelten, müsste GMX

der Herausgabeanordnung Folge leisten, weil das Strafmaß von drei Jahren, das zur Herausgabe von Inhaltsdaten gilt, auf Malta erreicht ist.

In einer Stellungnahme kritisierte der Deutsche Richterbund insbesondere, dass eine richterliche Prüfung der Herausgabeanordnung nur im Staat der abfragenden Behörde geplant ist. Nach Ansicht des Verbands geht die EU-Kommission von falschen Voraussetzungen aus. Sie meine, dass „der Grundrechtsschutz der Betroffenen durch das vorherige Einschalten einer Justizbehörde beim Erlass der Anordnung gewährleistet werde. Dieses Gericht – im Falle einer EPOC-PR eine Staatsanwaltschaft – prüft jedoch ausschließlich nach nationalem Recht und unter Beachtung der dürftigen europarechtlichen Vorgaben der Verordnung zur Notwendigkeit und Verhältnismäßigkeit der Maßnahme.“

Die richterliche Prüfung einer EPOC im Vollstreckungsmitgliedstaat „könnte nur dann entfallen, wenn die materiellrechtlichen Voraussetzungen für deren Erlass weitgehend harmonisiert sind.“ Damit meint der Richterbund eine Angleichung der verschiedenen Strafrechtsnormen in den Mitgliedsstaaten. Doch eine solche ist weder vorgesehen noch politisch gewollt. Im Gegenteil: Einige osteuropäische Staaten, etwa Polen und Ungarn, entfernen sich mit Rechtsreformen immer weiter von westeuropäischen Werten, etwa der Presse- und Meinungsfreiheit.

## Rechtlosigkeit der Betroffenen

In diesem Konstrukt kommt den Datenhaltenden Unternehmen eine große Verantwortung zu: Sie sollen unter großem Zeitdruck in jedem Einzelfall prüfen, ob behördliche Anordnungen von ausländischen Ermittlungsbehörden formell und juristisch korrekt sind. Weil keine inländische Behörde sie dabei unterstützt, sind sie dabei auf sich allein gestellt. Sie sollen laut der flankierenden EU-Richtlinie ständig ansprechbare Ansprechpartner benennen.

Der deutsche Provider-Verband eco reagierte empört: „Das sind Forderungen, die nicht einmal große Anbieter mit einer eigenen Rechtsabteilung problemlos erfüllen könnten. Für die vielen kleinen und mittleren Provider in Deutschland und Europa ist das schlichtweg ein Ding der Unmöglichkeit“, erklärte Oliver Süme, eco-Vorstandsvorsitzender und Präsident des europäischen Provider-Verbands EuroISPA. Völlig ungeklärt sei die Frage der Haf-



Bild: EU

**Berichterstatte**rin Birgit Sippel plädiert vor dem LIBE-Ausschuss des EU-Parlaments für eine gründliche Prüfung des Verordnungsvorschlags.

tung im Falle zu Unrecht erhobener beziehungsweise herausgegebener Daten. „Die Wahrnehmung und Verantwortung hoheitlicher Aufgaben darf nicht auf Privatunternehmen abgewälzt werden. Das ist in einem Rechtsstaat absolut inakzeptabel.“

Es ist nicht nur so, dass im Vollstreckungsstaat keine Behörde Kenntnis von der erteilten EPOC-Anordnung erhalten soll – auch der Verdächtige, dessen Daten herausgegeben werden sollen, erfährt dem Entwurf zufolge nichts davon. Nur wenn der angefragte Provider oder Online-Dienst sich weigert, die Anordnung umzusetzen, muss die anordnende Stelle eine Behörde im Vollstreckungsstaat einschalten. Der Betroffene kann erst im Ausstellungsmitgliedstaat Rechtsmittel einlegen, nachdem er von der dortigen Ermittlungsbehörde nach Abschluss der Ermittlungen von der Maßnahme erfährt. Der Deutsche Richterbund urteilte drastisch: „Dies führt in der Praxis zu einer weitgehenden Rechtlosigkeit der Betroffenen.“

Gemessen an den strengen Bestimmungen, die in Deutschland für Datenabfragen von Polizei und Ermittlungsbehörden gelten, wäre die E-Evidence-VO ein enormer Eingriff in die Datenschutz- und Persönlichkeitsrechte der Bürger. Derzeit darf die Polizei ohne richterliche Unterstützung lediglich Bestandsdaten erfra-

gen. Die Abfrage von Verkehrsdaten (beispielsweise zur Account-Nutzung) ist nur Staatsanwaltschaften mit richterlichem Beschluss gestattet.

Noch höher liegen die Hürden für die Herausgabe von Inhaltsdaten. Hier greifen die Regeln zur Telekommunikationsüberwachung (TKÜ). Ohne richterliche Anordnung geht da nichts, auch wenn es sich nicht um eine Live-Überwachung (Quellen-TKÜ) handelt. Alle diese Schranken würden mit der E-Evidence-VO fallen, und zwar sowohl für deutsche als auch alle Behörden aus dem EU-Ausland.

## Bedenken ignoriert

Im Dezember 2018 stand – wie im gesetzgeberischen Prozess der EU üblich – die Stellungnahme des Europäischen Rats zum Kommissionsvorschlag an. Der Rat besteht aus Regierungsvertretern der EU-Mitgliedsstaaten. Auf ihn prasselten zuvor kritische Stellungnahmen ein, unter anderem vom Chaos Computer Club und der Bürgerrechtsorganisation European Digital Rights und Privacy International (EDRI).

Auch die Bundesregierung bezog unmissverständlich Stellung gegen den Kommissionsentwurf. Wenige Tage vor der Abstimmung hatte Bundesjustizministerin Katarina Barley (SPD) zusammen mit sieben Amtskollegen anderer Staaten einen Brandbrief an EU-Justizkommissarin Vera Jourova geschickt. Der Tenor: So geht es gar nicht, die E-Evidence-VO benötigt unbedingt mehr Ausgewogenheit zugunsten der Grundrechte aller EU-Bürger. Nur diese acht Staaten haben gegen das Projekt E-Evidence gestimmt.

Der Rat hat die Bedenken am 7. Dezember 2018 mehrheitlich ignoriert und an manchen Stellen des Entwurfs unter Federführung des österreichischen Justizministers Josef Moser sogar Verschärfungen vorgeschlagen. Moser gab sich überzeugt: „Mit der Neuregelung werden die derzeitigen aufwendigen Verfahren durch schnelle, effiziente Instrumente für die Erhebung und den Austausch elektronischer Beweismittel ersetzt. Dies trägt dazu bei, unsere Bürgerinnen und Bürger zu schützen, ohne ihre Rechte und Freiheiten zu beschneiden.“

Gemäß des Gesetzgebungsverfahrens wanderte der verschärfte Kompromiss danach zum EU-Parlament, das ebenfalls zustimmen muss. Behandelt wird er dort naturgemäß vom Ausschuss für bürgerliche

Freiheiten, Justiz und Inneres (LIBE). Als zuständige Berichterstatterin fungiert die deutsche Sozialdemokratin Birgit Sippel (S&D-Fraktion). Sippel kündigte umgehend an, in Sachen E-Evidence-VO kritischer zu sein: „Was auf den ersten Blick sinnvoll erscheinen mag, birgt auch eine ganze Reihe von Risiken. Mit Blick auf den Schutz der Grundrechte, auf Privatsphäre und Datenschutz und mit Blick auf Verfahrensrechte gibt es massive Zweifel an der Rechtmäßigkeit des Verordnungsvorschlags.“

Sie habe „als parlamentarische Verhandlungsführerin, gemeinsam mit meinen Kolleg\_innen der anderen Fraktionen, entschieden, das Dossier – anders als der Rat – nicht im Eilverfahren vor dem Ende der Legislaturperiode 2014–2019 durchzupeitschen, sondern es gründlich zu prüfen.“ Inzwischen hat der LIBE-Ausschuss eine Reihe von Sachverständigen-Anhörungen hinter sich und seine kritische Position in sieben Arbeitsdokumenten veröffentlicht.

„Diese Arbeitsdokumente werden in der neuen Legislaturperiode 2019–2024 als Grundlage des Berichts des Europäischen Parlaments zu den E-Evidence-Vorschlägen dienen“, erläuterte Sippel, die damit kräftig auf die Bremse tritt. Unterstützung erhält sie nach der Europawahl von einer neuen Kollegin im LIBE-Ausschuss: Die ehemalige Justizministerin Barley wird in diesem Gremium künftig ebenfalls vertreten sein. Nach derzeitigem Stand ist vor Herbst 2019 nicht mit einem Bericht des LIBE-Ausschusses zu rechnen.

## Neuer Player USA

Während das wohl harte Ringen um einen Kompromiss zwischen Kommission, Rat und Parlament im Trilog-Verfahren noch nicht einmal begonnen hat, droht weiteres Unheil für die Grundrechte von EU-Bürgern. Dem Europäischen Rat genügt es nicht, die E-Evidence-Regeln nur inner-europäisch zu denken. Seit März drängt er darauf, Verhandlungen mit den USA aufzunehmen. Am 6. Juni dieses Jahres nun hat er die EU-Kommission offiziell damit beauftragt, „im Namen der EU ein Abkommen mit den Vereinigten Staaten über einen leichteren Zugang zu elektronischen Beweismitteln für die justizielle Zusammenarbeit in Strafsachen auszuhandeln“. Sprich: Bevor die E-Evidence-VO überhaupt ausverhandelt ist, soll sie bereits auf die USA erweitert werden.

Dazu muss man wissen: Als Vorbild für die Verordnung gilt das US-Gesetz

„CLOUD Act“, das 2018 in Kraft getreten ist. Cloud steht hier für „Clarifying Lawful Overseas Use of Data“. Nach dem Cloud Act dürfen US-amerikanische Ermittlungsbehörden direkt auf die Kundendaten von privaten Unternehmen zugreifen – egal, ob die Daten in den USA gespeichert sind. So darf beispielsweise das FBI bei Microsoft Daten von US-Bürgern abfragen, auch wenn deren Daten im Microsoft-Rechenzentrum im EU-Staat Irland gespeichert sind.

Der Cloud Act geht an einigen Stellen noch weit über die E-Evidence-VO hinaus. Er ermöglicht Ermittlungsbehörden sogar das Mitschneiden von Daten in Echtzeit – also die Quellen-TKÜ – ohne richterliche Anordnung. Offensichtlich schreckt das den Europäischen Rat nicht ab. Ana Birchall, rumänische stellvertretende Ministerpräsidentin und Justizministerin, stellte für den Rat klar: „Ein Großteil der Daten, die benötigt werden, um Kriminelle aufzuspüren, ist in den Vereinigten Staaten oder bei US-Unternehmen gespeichert. Daher ist ein Abkommen zwischen der EU und den USA, das unseren Strafverfolgungsbehörden erlaubt, rascher auf elektronische Beweismittel zuzugreifen, immens wichtig.“

Wie kritisch selbst die Bundesregierung die Verhandlungen sieht, belegt ein Hintergrundpapier aus dem Bundesjustizministerium, das netzpolitik.org Anfang Juli geleakt hat. Die Regierung fürchtet demnach große Kollateralschäden für die Presse- und Meinungsfreiheit. Anhand von konkreten Beispielen erläutert das

Ministerium, wie die E-Evidence-VO außerdem Grundrechte von politischen Aktivisten – etwa den Klimaschützern von „Fridays for Future“ – gefährden würde.

In Bezug auf die Verhandlungen zwischen EU-Kommission und US-Regierung hegt das Ministerium große Bedenken, dass – anders als in der E-Evidence-VO vorgesehen – sogar die Quellen-TKÜ Bestandteil des Abkommens werden könnte: „Der US-Cloud-Act bezieht die Abfrage von Echtzeitdaten ein. Vom Anwendungsbereich der EPOC-VO in der Fassung der Allgemeinen Ausrichtung des JI-Rates vom Dezember 2018 sind sie dagegen ausgeschlossen. Gegen die Einbeziehung von Echtzeitmaßnahmen in das Abkommen bestehen gravierende Bedenken.“

Es ist völlig offen, was der Europäische Rat tatsächlich mit diesem Verhandlungsmandat für die Kommission erreichen will. Er betonte, dass er in die Vorbereitung und Durchführung der Verhandlungen eng eingebunden werden möchte. Eine Berichterstattung ans Parlament sieht er aber nicht vor. Laut netzpolitik.org hieß es von beteiligten Diplomaten, das Mandat schließe einen Zugriff für die Echtzeitüberwachung nicht aus. Der Rat könnte hier Fakten schaffen, noch bevor sich das EU-Parlament – ausgebremszt wegen des Legislaturwechsels – auf eine Position zur E-Evidence-VO festgelegt hat.

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

**Weiterführende Informationen und Quellen zur geplanten E-Evidence-Verordnung:** [ct.de/y27q](https://ct.de/y27q)



Nach Ansicht des Bundesjustizministeriums könnten beispielsweise Klimaschutzaktivisten Opfer der E-Evidence-Verordnung werden.

Bild: Cristophe Gateau, dpa





# Sie fragen – wir antworten!

## Automatische Registry-Backups fehlen

**?** Ich habe festgestellt, dass auf aktuellem Windows 10 (Version 1903) keine Backups der System-Registry-Hives mehr angelegt werden – vor einiger Zeit waren diese noch im Ordner `C:\Windows\System32\config\RegBack` vorzufinden.

**!** Das ist von Microsoft so gewollt, und zwar schon seit Windows 10 Version 1803. Die Änderung soll Festplattenplatz sparen; Microsoft empfiehlt Wiederherstellungspunkte als Ersatz.

Sie können die RegBack-Sicherung aber auch einfach wieder einschalten. Dazu bedarf es eines Registry-Eintrags. Öffnen Sie den Registry-Editor (Windows-Taste, `regedit`, Eingabetaste) und klicken Sie sich zum Schlüssel `HKEY_LOCAL_MACHINE\System\CurrentControlSet\Control\Session Manager\Configuration Manager` durch. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in den freien Bereich der rechten Fensterhälfte und auf „Neu/DWORD-Wert (32-Bit)“. Geben Sie dem Eintrag den Namen `EnablePeriodicBackup`. Doppelklicken Sie ihn danach und geben Sie ihm den Wert 1. Nach einem Neustart ist das automatische Backup der System-Registry-Hives in RegBack scharfgeschaltet. *(jss@ct.de)*

## Vorsicht! iCloud-Backup und Authenticator-Apps

**?** Ich habe mir ein neues iPhone gekauft und es mit einem aktuellen iCloud-Backup eingerichtet, damit ich damit nahtlos weiterarbeiten kann. Es hat auch alles geklappt, aber als ich mich in meinen per Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) gesicherten Google-Account einloggen wollte, traf mich der Schlag: Ich nutze die Authenticator-Apps von Google und Microsoft, um 2FA-Codes zu bekom-

men. Nur fehlten in diesen Apps nach dem Backup jegliche Einträge und ich kann für meine Accounts bei Amazon, Google, PayPal & Co. keine 2FA-Codes mehr erhalten. Das ist eine Katastrophe! Wie soll ich mich nun dort anmelden?

**!** Wir konnten das nachvollziehen: Die eigentlich mit mehreren Accounts gespeckte Authenticator-App von Google zeigte nach einem iCloud-Backup keinerlei Einträge mehr an. Das ist wirklich bitter! In unserem Fall hatten wir das alte Handy zum Glück noch in Betrieb und konnten über die damit generierten Codes in die Accounts und so die Authenticator-App auf dem neuen iPhone konfigurieren. Ist das bei Ihnen nicht der Fall, prüfen Sie, ob Sie sich 2FA-Codes alternativ via SMS zuschicken lassen können. Viele Onlinedienste erzeugen bei der 2FA-Einrichtung auch Einmal-Codes, mit denen man sich einloggen kann. Schauen Sie bitte in Ihre Unterlagen, ob Sie solche Codes haben. Wenn nicht, müssen Sie Google & Co. kontaktieren und hoffen, dass die Ihnen weiterhelfen können. Viel Glück! *(des@ct.de)*

## Windows-Updates ohne Anmeldung?

**?** Sucht und installiert Windows 10 eigentlich auch Updates, wenn der PC zwar hochgefahren, aber kein Benutzer angemeldet ist?

**!** Ja, weil die automatische Update-Suche mit Systemrechten und unabhängig vom Anmeldestatus dieses Systemkontos läuft. Erkennen kann man das übrigens in der Windows-Aufgabenplanung.

Die Update-Such-Aufgabe findet sich dort unter „Aufgabenplanungsbibliothek/Microsoft/Windows/WindowsUpdate“ und hat den Namen „Scheduled Start“. *(jss@ct.de)*

## Hohe Latenzen stören beim Musizieren mit Windows 10

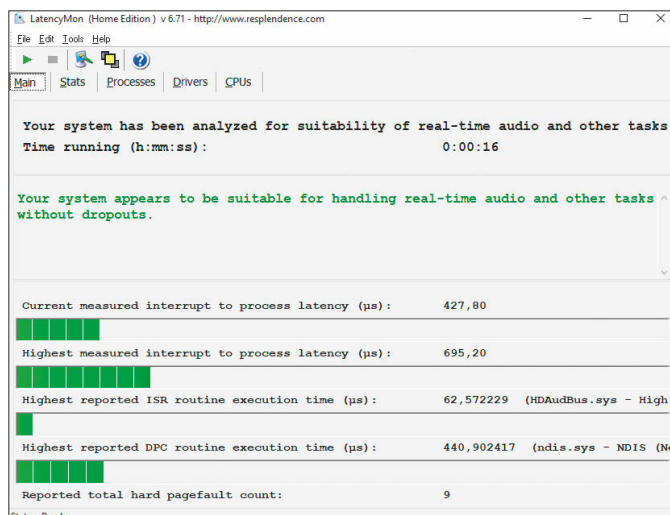
**?** Ich nutze meinen PC als Digital Audio Workstation (DAW) und für Live-Mitschnitte. Nach dem Upgrade auf Windows 10 Version 1903 fielen mir Tonaussetzer auf. Das Software-Tool LatencyMon meldet eine hohe Latenz von Deferred Procedure Calls (DPCs). Wie werde ich die los?

**!** Dafür kennen wir keine allgemeine Lösung, sondern nur Tipps, die leider nicht bei jedem System helfen. Denn die Eigenschaften sehr vieler Hardware-Komponenten, deren Treiber, das BIOS, individuelle Einstellungen im BIOS-Setup sowie in Windows können sich auf die „DPC Latency“ auswirken. Deshalb ist es erstens schwierig, die genaue Ursache für lange DPC-Latenzen zu finden, und kann zweitens kompliziert bis unmöglich sein, sie auch zu beseitigen.

Wenn ein Peripheriegerät wie die Tastatur oder ein USB-Audio-Device einen Interrupt auslösen, dann verarbeitet der Prozessor den zugehörigen „Procedure Call“ nicht sofort, weil er mit hunderten anderen Threads jongliert. Auflaufende Procedure Calls werden deshalb mit einer gewissen Verzögerung nacheinander abgearbeitet (to defer, „aufschieben“). Solange die Latenz dabei unter einigen Millisekunden liegt, macht sie sich bei der Audiodatenverarbeitung nicht störend bemerkbar.

Das Tool LatencyMon (siehe [ct.de/ykkg](http://ct.de/ykkg)) erfasst die DPC-Latenz über einen gewissen Zeitraum, zeigt Maximalwerte an (in Mikrosekunden, also tausendstel Millisekunden) und liefert eine Einschätzung, ob Audio-Aussetzer drohen. Der ältere „DPC Latency Checker“ funktioniert unter Windows 10 nicht mehr.

Die DPC-Latenz steigt, wenn andere laufende Prozesse den Prozessor stark belasten, falls das RAM zu voll ist und das



System Daten auf die Festplatte auslagert, wenn es Probleme mit Treibern gibt oder wenn der Prozessor mit Verzögerung aus Schlafzuständen erwacht – um nur einige Ursachen zu nennen. LatencyMon liefert Hinweise auf problematische Treiber, doch die können in die Irre führen. Bei vielen Notebooks etwa treten höhere Verzögerungen bei ACPI.sys auf – aber das ist auch nötig, weil der ACPI-Treiber die Energieverwaltung steuert, um die Akkulaufzeit zu verlängern.

Um die maximale DPC-Latenz zu verkürzen, sollten Sie schrittweise Veränderungen vornehmen. So sollten Sie alle Programme bis auf das jeweils kritische für die Audiotbearbeitung schließen. Deinstallieren Sie unnötige Software. Suchen Sie nach Treiber-Updates vor allem für Soundkarte/Soundchip, Grafikkarte und sämtliche USB-Geräte. Entfernen Sie so viele USB-Geräte und USB-Hubs wie möglich. Probieren Sie eine andere Netzwerkverbindung aus, schalten Sie unnötige (virtuelle) Netzwerkadapter (WLAN, Bluetooth) ab – zumindest, indem Sie sie unter „Adapteroptionen ändern“ nach einem Rechtsklick deaktivieren. Entfernen Sie unnötige PCI- und PCIe-Karten. Verwenden Sie probeweise einen anderen USB-Soundadapter – einfache Modelle gibt es für weniger als 10 Euro.

Bei manchen Systemen soll es helfen, als Energiesparplan „Höchstleistung“ zu wählen – dann kann aber die Leistungsaufnahme steigen und somit auch der Lüfterlärm; bei Notebooks sinkt die Akkulaufzeit. Bei Notebooks sollten Sie ausprobieren, ob sich das Verhalten mit und ohne Netzteil unterscheidet, weil im Akkubetrieb

ohne Netzteil oft schärfere Stromsparfunktionen greifen.

Führen Sie ein BIOS-Update durch, falls es eine neuere Version gibt. Im BIOS-Setup können Sie probeweise Stromsparfunktionen wie PCI Express Active Power State Management (PCIe ASPM), SATA Link Power Management (LPM) und tiefe C-States (C3, C6 ...) der CPU abschalten. Achtung: Dann steigt die Leistungsaufnahme im Leerlauf deutlich, bei manchen Systemen funktionieren Turbo-Modi der CPU nicht mehr – das ist kontraproduktiv, weil die DPC-Latenz dadurch wiederum steigen kann. (ciw@ct.de)

**LatencyMon:** [ct.de/ykjj](http://ct.de/ykjj)

## Benutzerprofilordner umbenennen

**?** Ich habe einen Benutzerkontonamen geändert, wie Sie es im Tipp „Windows 10: Benutzername ändern“ beschreiben. Da wird zwar der Name geändert, der Ordner unter „Benutzer“ aber nicht. Wie kann der Name des Ordners geändert werden?

**!** Dazu benötigen Sie zunächst ein zweites Benutzerkonto mit Administratorrechten. Falls es auf dem Rechner keines gibt, legen Sie es einfach neu an – Sie können es ja später wieder löschen.

Starten Sie den Rechner zur Sicherheit zweimal neu – seit dem letzten Bootvorgang sollten Sie sich keinesfalls mit dem Konto angemeldet haben, dessen Profilordner Sie umbenennen wollen. Melden Sie sich stattdessen nur mit dem zusätz-

lichen Admin-Konto an. Öffnen Sie dort den Registrierungs-Editor (regedit.exe) und navigieren Sie zum Schlüssel HKEY\_LOCAL\_MACHINE\Software\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\ProfileList. Suchen Sie den Unterschlüssel – sein Name beginnt mit S-1-5-21 –, bei dem im Eintrag ProfileImagePath der Name des neu zu benennenden Ordners steht. Ändern Sie ihn wunschgemäß.

Anschließend benennen Sie den eigentlichen Ordner um. Dazu sollten Sie nicht den Explorer verwenden, denn der verwirft dabei gerne mal die Benutzerrechte. Am sichersten klappt es mit dem Befehl `ren` in einer mit Administratorrechten geöffneten Eingabeaufforderung. Alternativ können Sie auch den Windows-eigenen Editor Notepad mit vollen Rechten starten und dessen Dateiöffnen-Dialog als Admin-Explorer missbrauchen.

Wenn die Änderungen in der Registry und auf der Festplatte abgeschlossen sind, können Sie den Rechner noch einmal neu starten und sich unter dem umbenannten Benutzerkonto anmelden. Das zusätzliche Admin-Konto können Sie nun wieder löschen, wenn Sie es nicht behalten wollen.

Bedenken Sie, dass eine solche Umbenennung des Profilordners auch zu Problemen führen kann. Das betrifft Fälle, in denen Programme oder auch andere Benutzer zum Zugriff auf den Profilordner nicht die interne Variable `%USERPROFILE%` verwenden, sondern einen Pfad im Klartext. Wenn Sie unsicher sind, fertigen Sie deshalb vorher besser ein Backup Ihres Systems an. (hos@ct.de)

## Kopieren und Einfügen à la Linux-Desktop

**?** In Ihrem Titelthema „Windows virtuos“ vor einigen Heften haben Sie allerhand Tipps zur komfortableren Bedienung gegeben. Was mir unter Windows stets schmerzlich fehlt, ist ein Mechanismus zum Kopieren und Einfügen, wie man ihn von Linux-Desktops kennt: Simple Markieren mit der Maus kopiert einen Text in die Zwischenablage; ein Klick mit der mittleren Maustaste fügt ihn anderswo ein.

**!** Dafür gibt es das Tool TXMouse. Es ist zwar uralt, funktioniert in unserem Test aber einwandfrei, auch unter


Windows 10 Version 1903 (64 Bit). Der Download besteht nur aus der ausführbaren Datei TXMouse.exe.


Wenn Windows das Tool beim Systemstart automatisch laden soll, schieben Sie es in den Ordner %appdata%\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\Startup. Andere Funktionen der mittleren Maustaste sind damit allerdings lahmgelegt, im Webbrowser etwa das Öffnen eines Links in einem neuen Tab.

(jss@ct.de)

**TXMouse:** [ct.de/yz3a](http://ct.de/yz3a)


## Eigene Symbolleisten entfernen


 Ich habe mir wichtige Ordner als Symbolleisten auf die Taskleiste gelegt, wie Sie es vor ein paar c't-Ausgaben im Artikel „Windows virtuos“ beschrieben haben. Nur: Wie kriege ich die wieder weg, wenn ich sie nicht mehr brauche?

 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Taskleiste und wählen Sie im Untermenü „Symbolleisten“ die nicht mehr gewünschten Einträge ab. Damit verschwinden die Einträge auch aus dem Untermenü – möchten Sie sie eine Symbolleiste später wieder haben, müssen Sie sie neu hinzufügen.

(jss@ct.de)

## Windows Update: Verzögerung fehlt

 Nach dem Upgrade meines Windows 10 Pro auf Version 1903 fehlen in den „erweiterten Optionen“ von Windows Update die Möglichkeiten zum Verzögern von Sicherheits-Updates und Funktions-Updates. Was läuft da schief?

 Diesen Hinweis haben wir von einigen Lesern bekommen. Offenbar ist die Bedienoberfläche an dieser Stelle in manchen Fällen kaputt. Das muss aber nicht der Fall sein: Wenn Sie nicht mit einem Administratorkonto angemeldet sind, fehlen die Optionen ebenfalls.

Fehlen die Menüpunkte trotz Admin-konto, können Sie Registry-Eingriffe ausprobieren, die bei einigen Anwendern wohl Abhilfe geschaffen haben. Öffnen Sie den Registry-Editor (Windows-Taste, regedit, Eingabetaste) und navigieren Sie zum Schlüssel HKEY\_LOCAL\_MACHINE\


SOFTWARE\Microsoft\WindowsUpdate\UX\Settings. Wenn sich darin ein Eintrag namens BranchReadinessLevel befindet, löschen Sie ihn; setzen Sie zudem die beiden mit „Defer...“ beginnenden Einträge auf den Wert 0. Starten Sie den Rechner neu.

In einigen Fällen hilft auch diese Maßnahme nicht – die Optionen wollen einfach nicht erscheinen. In diesem Fall können Sie die gewünschten Verzögerungen im oben genannten Registry-Schlüssel einstellen. Doppelklicken Sie die Einträge mit den selbsterklärenden Namen DeferFeatureUpdatesPeriodInDays beziehungsweise DeferQualityUpdatesPeriodInDays und tragen Sie die gewünschte Verzögerung in Tagen ein. Achtung: Windows erwartet an dieser Stelle einen Hexadezimal-Wert. Die Rechner-App von Windows 10 hilft Ihnen mit dem Programmierer-Modus, den passenden Wert zu ermitteln.

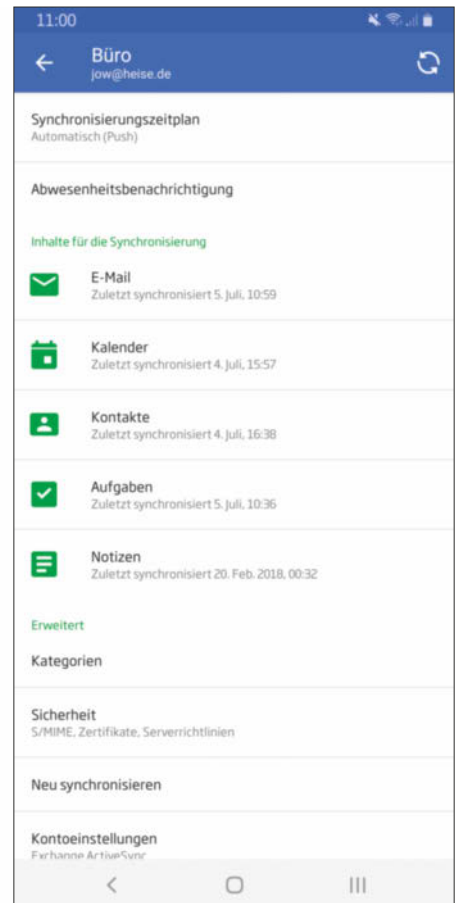
(jss@ct.de)

## Exchange und Android

 Nach einem Android-Update meines Google-Pixel-Smartphones sind plötzlich alle Kontakte und Termine verschwunden. Die liegen auf einem Exchange-Konto, das ich mit der App Nine einbinde. Alle Versuche, etwa in der Kalender-App oder in den Android-Konten neu zu synchronisieren, schlugen fehl.

 Die App Nine ist zwar in erster Linie ein Mailprogramm. Konfiguriert man ein Exchange-Konto, kümmert es sich aber im Hintergrund auch darum, dessen Termine und Kontakte ins Android-System zu synchronisieren. Das klemmt offenbar manchmal derart, dass auch ein Aus- und wieder Einschalten der Synchronisierung in den Systemeinstellungen nicht hilft. Eine Abhilfe wäre wohl, das Konto in Nine zu löschen und neu anzulegen, doch das dauert lange und man verliert seine Konfiguration.

Einfacher ist es, eine offenbar für diesen Fall eingebaute Funktion von Nine zu nutzen: Gehen Sie in Nine in die Einstellungen, wählen Sie oben das betroffene Konto aus und tippen Sie dann auf „Neu synchronisieren“ weiter unten im sich öffnenden Menü. Dann öffnet sich ein Fenster mit der Nachfrage, welche Datenart Sie reparieren möchten. Entfernen Sie vor allem den Haken bei E-Mail, damit der Neuaufbau nicht unnötig lange dauert




**Der Mailclient Nine hat eine eigene Funktion, um Synchronisationsprobleme zu reparieren. Die ist allerdings weiter unten in den einzelnen Konteneinstellungen versteckt.**

und tippen Sie auf OK. Daraufhin löscht Nine erst die ausgewählten Datentypen und lädt sie vom Exchange-Server neu herunter. So ließen sich bislang alle Synchronisationsprobleme lösen. Es gehen allerdings alle Änderungen verloren, die Sie seit Auftreten des Fehlers an Kontakten und Terminen durchgeführt haben.

(jow@ct.de)

Fragen richten Sie bitte an

 [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

 [c't magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

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



# 3 Profi-Ratgeber liegen Ihnen zu Füßen:

Portofrei  
ab 15 €



NEU

## 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 € >

## Landschafts- und Tierfotografie

Auf zu neuen Fototouren! Freuen Sie sich auf einen farbenfrohen Mix an Know-how und Praxis-Workshops zu verschiedenen Arten der Naturfotografie. Scheue Tiere vor der Kamera, Polarlichter gezielt einfangen, perfektes Makro-Zubehör und vieles mehr. Auf der DVD: wertvolle Videotutorials.

[shop.heise.de/mk-landschaft](http://shop.heise.de/mk-landschaft)

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, Videotrainings uvm.

[shop.heise.de/mk-reise](http://shop.heise.de/mk-reise)

12,90 € >

heise shop

[shop.heise.de/specials2019](http://shop.heise.de/specials2019) >

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.





# Basics zum Linux-Kernel, Teil 4

**Linux wird ganz anders entwickelt als kommerzielle Software, denn niemand legt fest, was programmiert wird oder mit welcher Priorität. Über Aufnahme oder Ablehnung von Änderungen entscheidet zudem letztlich immer eine einzelne Person.**

Von Thorsten Leemhuis

## Entwicklungsprioritäten

Ich las jüngst in Ihrem Magazin, der Linux-Kernel habe eine Infrastruktur erhalten, um den Prozessor-Cache zu partitionieren. Da hab ich mich zum wiederholten Mal gefragt: Warum arbeiten die Linux-Entwickler ständig an so exotischen Dingen? Warum konzentrieren die sich nicht auf die vielen anderen und wichtigeren Bereiche, in denen es große Defizite gibt, etwa bei der Unterstützung für aktuelle Notebooks oder Treibern für Grafik- und WLAN-Hardware?

Die Kurzantwort: weil niemand eine zentrale Marschrichtung vorgibt. Kein Wunder, schließlich gibt es keine große Organisation mit Mitarbeitern, die die Entwicklung leitet. Vielmehr arbeiten freie oder irgendwo angestellte Programmierer einfach Verbesserungen für Linux aus, an denen diese oder ihre jeweiligen Arbeitgeber ein Interesse haben. Diese Änderungen werden meist integriert, sofern keine guten Gründe gegen eine Aufnahme sprechen.

Letztlich gibt es daher keine Roadmap oder jemanden, der Prioritäten festlegt; vielmehr ergeben sich diese von selbst aus der Motivation der Entwickler. Auch wenn das vielleicht etwas paradox klingt: Die Linux-Entwicklung funktioniert seit jeher so. Hintergründe zur im Detail viel facettenreicheren Herangehensweise liefern die folgenden Fragen und Antworten.

## Wer entscheidet?

Wer legt fest, welche Verbesserungen in den offiziellen Linux-Kernel einfließen oder draußen bleiben?

Letztlich macht das immer noch Linus Torvalds, der 1991 die Entwicklung von Linux gestartet hat, das heute Kernel zahlloser Betriebssysteme ist. Torvalds schaut sich aber nicht jede als Quellcode-Patch eingereichte Änderung selbst an – kein Wunder, schließlich bringen die alle neun oder zehn Wochen freigegebenen Versionen der „Mainline“ genannten Hauptentwicklungslinie meist ungefähr 13.500 große und kleine Anpassungen.

Torvalds verlässt sich bei der Arbeit vielmehr stark auf einige Dutzende Mitstreiter, die festgelegte Bereiche des Quellcodes von Linux betreuen. Diese „Maintainer“ sammeln und begutachten die für das jeweilige „Subsystem“ eingesandten Änderungen. Beim Netzwerkcode macht das etwa David S. Miller. Ihm und einer Handvoll andere langjährigen Subsystem-Maintainern vertraut Torvalds nahezu blind; bei einigen Betreuern

schaut er sich Änderungen hingegen näher an, die ihm die Maintainer meist per Git-Pull-Request als Patch-Sammlung schicken, damit er sie integriert.

Wie in Führungshierarchien von Firmen herrscht dabei nicht immer Einigkeit. Daher geschieht es durchaus mal, dass Torvalds auch eine von Miller eingereichte Patch-Sammlung kritisiert oder gar zurückweist; dann kann es passieren, dass er die von Miller gesammelten Änderungen am Netzwerkcode als Druckmittel außen vor lässt und erst integriert, wenn Miller für Nachbesserung gesorgt hat. Der delegiert Letzteres womöglich an den Entwickler der Änderung, die Torvalds missfällt. Ohnehin ist das Netzwerk-Subsystem so groß, dass Miller bei der Pflege auf weitere Betreuer zurückgreift, die den Code für WLAN-Treiber, Bluetooth, VPN-Techniken, Firewalls und andere Unterbereiche wie ein eigenes Subsystem warten. So was ist aber eher die Ausnahme.



**Linux-Erfinder Linus Torvalds entscheidet nach wie vor, welche Änderungen in Linux einfließen oder nicht.**

## Entlohnung

Linus Torvalds arbeitet doch nicht zum Spaß. Wer bezahlt ihn und warum werden nicht mehr Leute angeheuert?

Torvalds ist bei der Linux Foundation beschäftigt, die lediglich eine Handvoll Entwickler für die Arbeit an Linux bezahlen. Diese Leute gelten offiziell als „Fellow“ und können somit weitgehend frei entscheiden, woran sie arbeiten. Ähnlich wie andere Firmenzusammenschlüsse dieser Art vermeidet die Linux Foundation so, dass sich ihre Mitglieder über die Prioritäten der Mitarbeiter zanken können. Aus dem gleichen Grund hält die Organisation auch die Zahl der Mitarbeiter so niedrig.

## Kann ich mithelfen?

? Kann ich auch bei der Entwicklung des Kernels mithelfen?

! Ja, suchen Sie sich einfach eine Stelle, wo es etwas zu verbessern gibt, und packen Sie an. Dazu muss man nicht mal unbedingt die von Linux verwendete Programmiersprache C können, wie eine Detailverbesserung zeigt, die wir bei im Rahmen von Linux-Tests auf Windows-Notebooks entwickelt und zum Kernel beige-steuert haben. Ein Artikel dazu beschreibt, dass das nicht sonderlich kompliziert war [1].

## Wie wird entschieden?

? Nach welchen Kriterien entscheiden Torvalds und die Subsystem-Betreuer darüber, welche Änderungen sie integrieren, ablehnen oder gar ignorieren?

! Vereinfacht gesagt: Die Entwickler integrieren alle Patches, solange die Änderung den Qualitätsansprüchen genügt. Hinter dieser Kurzaussage stecken allerdings zahlreiche, größtenteils ungeschriebene Richtlinien. Und selbst bei den niedergeschrieben gibt es Unterschiede zwischen den verschiedenen Subsystemen.

Letztlich muss ein Patch vor allem dem jeweiligen Subsystem-Maintainer gefallen; dazu sollte er normalerweise keinen Widerspruch von anderen Entwicklern ernten, die bei Linux generell oder im jeweiligen Bereich angesehen sind. Außerdem muss der Code zumindest gut strukturiert sein und dem Programmierstil des jeweiligen Subsystems entsprechen, sodass andere dort agierende Entwickler ihn leicht verstehen – das ist zur Wartung und Weiterentwicklung wichtig, denn manchmal steuern Programmierer kleine und größere Änderungen bei, um direkt danach wieder komplett von der Bildfläche zu verschwinden. Ein Patch darf zudem nichts kaputt machen, was schon mal funktioniert hat: Das wäre eine Regression, und solche sind bei Linux strikt untersagt. Ohnehin darf sich die Änderung nicht negativ auf die Weiterentwicklung von Linux oder Nutzer auswirken, die sich für die damit vorgenommene Verbesserung nicht interessieren.

Das sind aber nur einige von vielen Kriterien, die Maintainer bei der Entscheidung anlegen.

```

index : kernel/git/torvalds/linux.git
Linux kernel source tree

Input: elantech - add Fujitsu Lifebook E547 to force crc_enabled
Temporary got a Lifebook E547 into my hands and noticed the touchpad
only works after running:

echo "1" > /sys/devices/platform/18042/serio2/crc_enabled

Add it to the list of machines that need this workaround.

Cc: stable@vger.kernel.org
Signed-off-by: Thorsten Leemhuis <linux@leemhuis.info>
Reviewed-by: Ulrik De Bie <ulrik.debie-os@e2big.org>
Signed-off-by: Dmitry Torokhov <dmitry.torokhov@gmail.com>

diff --git a/drivers/input/mouse/elantech.c b/drivers/input/mouse/elantech.c
index efcbec342351..e73d95823177 100644
--- a/drivers/input/mouse/elantech.c
+++ b/drivers/input/mouse/elantech.c
@@ -1118,6 +1118,7 @@ static int elantech_get_resolution_v4(struct psmouse *psmouse,
 * Asus UX32VD 0x361f02 00, 15, 0e clickpad
 * Avatar AVIU-145A2 0x361f00 ? clickpad
 * Fujitsu LIFEBOOK E544 0x470f00 d0, 12, 09 2 hw buttons
+ * Fujitsu LIFEBOOK E547 0x470f00 50, 12, 09 2 hw buttons
 * Fujitsu LIFEBOOK E554 0x570f01 40, 14, 0c 2 hw buttons
 * Fujitsu T725 0x470f01 05, 12, 09 2 hw buttons
 * Fujitsu H730 0x570f00 c0, 14, 0c 3 hw buttons (**
@@ -1524,6 +1525,13 @@ static const struct dmi_system_id elantech_dmi_force_crc_enabled[] = {
},
{
+ /* Fujitsu LIFEBOOK E547 does not work with crc_enabled == 0 */
+ .matches = {
+ DMI_MATCH(DMI_SYS_VENDOR, "FUJITSU"),
+ DMI_MATCH(DMI_PRODUCT_NAME, "LIFEBOOK E547"),
+ },
},
+ /* Fujitsu LIFEBOOK E554 does not work with crc_enabled == 0 */
+ .matches = {
+ DMI_MATCH(DMI_SYS_VENDOR, "FUJITSU"),
+ },
},

```

Nicht sonderlich entscheidend ist indes, wie viel Nutzer die Verbesserung betrifft, die jemand zur Integration einreicht. Die Linux-Entwickler haben daher auch schon Treiber für Spezial-Hardware aufgenommen, die nur eine einzelne Firma hausintern an weniger als zehn Arbeitsplätzen einsetzt. Durch solche Treiber wächst zwar der Umfang des Quellcodes, aber da man Treiber beim Kompilieren eines Kernel-Images individuell ausknip-sen kann, hat das keine negativen Auswirkungen auf andere Anwender. Das verkompliziert zwar Wartung und Pflege leicht, aber darin sehen die Linux-Entwickler bei Treibern meist kein Hindernis.

## Treiber im Kernel?

? Warum sind Treiber ein fester Bestandteil des Linux-Kernels? Das bei Windows verwendete Modell ist doch viel besser!

! Das mag für Sie so wirken, bei näherem Hinsehen ist das aber längst nicht so eindeutig. Klar, bei Notebooks und Desktop-PCs ist Windows aus verschiedenen, teils historischen Gründen führend – in nahezu allen anderen Bereichen dominiert aber das jüngere Linux. Dass es Unmengen an Treibern gleich mitbringt, ist ein Faktor, der zu diesem Erfolg maßgeblich beigetragen hat. Es hat nämlich viele Vorteile, die Treiber unter eigener Kontrolle an einer Stelle zu haben. Der Ansatz erleichtert etwa Wartung und Weiterent-

wicklung von Treibern enorm. Ein Entwickler, der einen Fehler in einem Treiber entdeckt, kann ihn dadurch in Sekunden-schnelle gleich bei anderen Treibern korrigieren. Die Herangehensweise erleichtert auch größere Umbauten enorm, wenn sich Anforderungen stark ändern, wie es etwa bei der Einführung neuer USB-Generationen mehrfach passiert ist. Die Linux-Entwickler können dann die Basisinfrastruktur für USB-Treiber und alle darauf aufbauenden Treiber in einem Handstreich anpassen, statt sich jahrelang mit einem festen Programmierinterface zwischen Kernel und USB-Treibern quälen zu müssen, auf dem sich neue Anforderungen nicht recht abbilden lassen.

Die Bündelung zwingt konkurrierende Firmen außerdem zu besserer Zusammenarbeit, durch die sie mehr an einem Strang ziehen. Die Begutachtung durch erfahrene Kernel-Entwickler ist zudem eine gute Qualitätssicherung. Durch sie eignen sich viele Treiber etwa von vornherein für unterschiedliche Prozessorplattformen; dadurch lief viel auf x86-PCs ausgelegte Hardware auch sofort auf dem Raspberry Pi, weil die meisten Kernel-Treiber keine Anpassungen für dessen ARM-basierten Prozessor brauchten. Das Linux-Modell hat zudem Knoppix, Desinfec't und dessen Vorläufer Knoppicillin möglich gemacht: Dank der Kernel-Treiber konnten diese und andere Live-Linuxe enorm viel Hardware von Haus aus unterstützen und liefen so auf nahezu allen PCs.

Neben diesen und weiteren Vorteilen hat der Linux-Ansatz auch einige Nach-

Jeder kann Änderungen zu Linux beitragen, manchmal sogar ohne C- oder Programmierkenntnisse; diese Anpassung zur korrekten Handhabung eines Notebook-Touchpads ist etwa im Rahmen eines c't-Tests entstanden.



teile. Damit etwa ein neuer Grafikprozessor gleich bei der Markteinführung unterstützt wird, muss der jeweilige Hersteller den Support bereits zwei bis drei Monate vorher in den Linux-Kernel einbringen. Das ist kein Hexenwerk, wie AMD und Intel zeigen, denn deren Entwickler schaffen das in der Regel oder hängen nur ein bisschen hinterher. Außerdem hält nichts die beiden davon ab, ihre Treiber auch unabhängig anzubieten; das ist zwar sehr aufwendig, aber das liegt weniger am Kernel, sondern vor allem an den vielen, im Detail unterschiedlich arbeitenden Linux-Distributionen.

Oftmals liegt es nicht am Kernel und seinen Entwicklern, dass viele Mainstream-Distributionen neue Grafikchips erst Monate oder manchmal Jahre nach der Markteinführung unterstützen. Daran ist vielmehr die Pflegestrategie von Distributoren wie Debian, Ubuntu oder Linux Mint schuld: Sie liefern neuere Linux-Kernel meist nicht als Update nach, sondern integrieren sie erst viele Monate später in die nächste Version ihrer Distribution.

## Ignorierte Treiber

**?** In meinem Notebook sitzt ein WLAN-Chip von Realtek, für den das Unternehmen selbst einen Linux-Treiber anbietet, der super läuft. Warum nehmen die Kernel-Entwickler diese Treiber nicht einfach auf? Der Code steht unter der GPLv2, daher ist die Lizenz kein Hindernis. Eine ähnliche Situation gibt es beim Notebooks eines Freundes, wobei es dort ein MediaTek-Chip ist.

**!** Die Kernel-Macher haben eine Reihe solcher Treiber aufgrund von Qualitätsmängeln außen vor gelassen. Oft lag das am Ansatz: Die Treiber bauten nicht auf der im Kernel enthaltenen Basis-Infrastruktur für WLAN-Treiber auf, sondern brachten stattdessen eigene WLAN-Stacks mit. Diese Treiber aufzunehmen hätte nicht nur den Kernel unnötig aufgebläht, sondern auch die Entwicklung und den Einsatz von Managementprogrammen wie dem NetworkManager verkompliziert, die sich auf Eigenarten und Fehler verschiedener WLAN-Stacks einstellen müssten. Darüber hinaus hatten die Treiber oft Schwachstellen und größere Macken – Sie hatten nur Glück, dass die auf Ihrem System nicht hervortraten.



**Betriebssysteme wie Android wechseln immer mal auf neue Linux-Versionen von Kernel.org, um die vielen Verbesserungen aufzugreifen, die dort einfließen.**

Das Ablehnen dieser Treiber hat deren Entwicklern und vor allem Anwendern das Leben kurzfristig schwer gemacht. Programmierer und Unternehmen haben dadurch aber mittelfristig kapiert, Treiber auf Basis der Basisinfrastruktur des Kernel schreiben zu müssen. Dadurch ziehen mittlerweile viel mehr an einem Strang und erfinden das Rad nicht immer wieder neu. Vielfach haben Firmen dadurch mit der Zeit sogar festgestellt, dass solch eine Zusammenarbeit auch für sie selbst viel einfacher ist und viele Vorteile bietet.

## Ursprung aller Linux-Kernel

**?** Sind die von Linus Torvalds und seinen Mitstreitern entwickelten Linux-Kernel überhaupt wichtig für mich? Android, FritzOS!, Ubuntu & Co. haben doch schon einen Kernel auf Linux-Basis – teilweise sogar welche, die der jeweilige Anbieter stark angepasst hat, um seine Bedürfnisse besser zu erfüllen.

**!** Was die Entwickler um Torvalds treiben, ist auch für Sie enorm wichtig, denn früher oder später ist es im Eigeninteresse praktisch jedes Herstellers, wenigstens bei der Entwicklung neuer Produkte auf frischere Kernel zu setzen. Zwar ist der Linux-Kernel nur eine von vielen Betriebssystemkomponenten – aber halt die zen-

trale. Und die wandelt sich ständig, denn aus der Hauptentwicklungslinie gehen alle neun bis zehn Wochen neue Mainline-Kernel hervor, die einen Riesenschwung größerer Verbesserungen bringen.

Diese Neuerungen steigern oft Sicherheit und Performance; andere rüsten neue Mechanismen oder Protokolle nach, deren Unterstützung zum Bestehen in der sich ständig ändernden Welt manchmal schnell essenziell werden. Weil die meisten Treiber bei Linux im Kernel stecken, müssen Hersteller allein schon zur Unterstützung neuer Hardware auf eine neue Linux-Version der Hauptentwicklungslinie wechseln, denn das Zurückportieren von Treibern wird schnell immens aufwendig.

Das motiviert selbst Unternehmen zum Wechsel auf frische Kernel-Versionen, die lediglich ein Linux-basiertes Betriebssystem für Internet-fähige Waschmaschinen entwickeln.

## Triebkraft der Entwicklung

**?** Torvalds und die Subsystem-Maintainer sitzen doch an Schlüsselpositionen, da alle Änderungen durch ihre Hände gehen. Können sie diese Macht nicht irgendwie nutzen, damit jemand endlich mal Problembereiche angeht?

**!** Das tun sie, aber mit Augenmaß. Gerade die Betreuer von Teilbereichen des Linux-Quellcodes motivieren Entwickler beim Einbringen eines Features immer wieder dazu, allgemeine Probleme im direkten Umfeld des jeweiligen Schauplatzes anzugehen. Die leitenden Entwickler des Grafiktreiber-Subsystems von Linux bewegen damit etwa AMD, Intel und andere Firmen dazu, für viele oder alle Grafiktreiber relevante Dinge einmal in der Basisinfrastruktur zu lösen, die der Kernel für Grafiktreiber mitbringt. Das schafft nicht nur einheitliche Konfigurations- und Programmierschnittstellen, sondern vermeidet auch, dass Entwickler die gleichen Probleme immer wieder auf Neue und als Inselösungen in ihren Treibern angehen.

Dieser Hebel der Subsystem-Betreuer wird ab einem gewissen Punkt aber zur Erpressung. Und die funktioniert bei Open-Source-Software nur begrenzt, schließlich könnten AMD, Intel, Red Hat, Suse und jeder andere jederzeit sagen: Das wird uns jetzt aber zu bunt mit Linus Torvalds und seinen Leuten, wir tun uns

zusammen und entwickeln den Linux-Kernel unter anderem Namen und unserer Führung weiter. Eine solche Zersplitterung hätte allerlei Nachteile, daher versucht Torvalds sie von jeher zu vermeiden – bislang äußerst erfolgreich.

Beim Einreichen einer von Intel beigesteuerten Infrastruktur zur Prozessor-Cache-Partitionierung wird Torvalds daher nicht verlangen, dass das Unternehmen zuerst einen Treiber für irgendeinen Grafik- oder WLAN-Chip schreiben muss, den Linux bislang nicht oder nur schlecht unterstützt. Und erst recht würde er Entwickler nicht nötigen, Probleme in Bereichen zu korrigieren, die den Programmierer oder seinen Arbeitgeber überhaupt nicht jucken.

## Welche Firmen tragen bei?

Wie viele verschiedenen Firmen tragen zum Linux-Kernel bei? Und wie hoch ist der Anteil von Entwicklern, die Kernel-Entwicklung als Hobby betreiben?

Die Linux Foundation veröffentlicht alle ein bis zwei Jahre eine „State of Linux Kernel Development“ genannte Analyse, die grobe Antworten zu dieser und ähnlich gelagerten Fragen liefert. Bei der letzten, 2017 veröffentlichten Analyse (siehe [ct.de/yzpg](http://ct.de/yzpg)) trugen zu jeder neuen Linux-Version meist Entwickler von zwei- bis dreihundert Firmen bei, viele davon regelmäßig. Weit über 80 Prozent der Änderungen stammen im analysierten Zeitraum von Entwicklern, die Unternehmen für die Arbeit im Linux-Bereich bezahlen.

## Änderungen Linux 4.8 bis 4.13 – Top 12

Firmenzugehörigkeit	Commits	Anteil
Intel	10.833	13,1 %
Keine	6819	8,2 %
Red Hat	5965	7,2 %
Linaro	4636	5,6 %
Unbekannt	3408	4,1 %
IBM	3359	4,1 %
Consultants	2743	3,3 %
Samsung	2633	3,2 %
SUSE	2481	3,0 %
Google	2477	3,0 %
AMD	2215	2,7 %
Renesas Electronics	1680	2,0 %

Quelle: 2017 Linux Kernel Development Report, Linux Foundation

## Von Firmen gesteuert?

Sie sagten, dass Unternehmen die meisten Änderungen zum Linux-Kernel beisteuern und Linus Torvalds keine Marschrichtung vorgibt. Bedeutet das also, dass letztlich Firmen entscheiden, wo es mit Linux hingehet?

Jein: Die Sache ist komplizierter. Erst mal ist egal, wer eine Änderung entwickelt hat. Wer gute Arbeit macht und hilft, kann Einfluss durch seine Aktivitäten nehmen und sich so einen Ruf erarbeiten. Für ihre Arbeit am Kernel bezahlte Entwickler haben dazu allerdings meist mehr Zeit, daher sind sie in einer deutlich besseren Position mit mehr Einfluss. Durch richtig gute Arbeit können Entwickler auch zum Betreuer eines Subsystems aufsteigen und damit die erwähnten Schlüsselpositionen besetzen. Diese Aufgabe kostet aber einiges an Zeit und geht üblicherweise an Leute, die sich bereits bewiesen haben. Daher ist es auch kein Wunder, dass die meisten Subsystem-Betreuer von irgendwem für ihre Linux-Arbeit bezahlt werden.

Arbeitgeber können davon profitieren, Subsystem-Maintainer zu beschäftigen. Die Vorteile sind aber nicht so groß, wie es auf den ersten Blick scheint, schließlich findet die Entwicklung in der Öffentlichkeit statt. Ein beispielsweise bei Intel angestellter Subsystem-Maintainer kann nicht einfach alle von Intel-Mitarbeitern eingesandten Patches durchwinken und alle Änderungen von AMD-Leuten ablehnen: Er würde schnell kritisiert werden, worauf er Torvalds' Vertrauen schnell verlieren dürfte und den Posten bald los ist.

Entwickler wissen um diese und ähnlich gelagerte Aspekte, durch solche würden sie ihren Ruf auf Spiel setzen, der ist in Linux-Kreisen viel Wert ist. Wer bei welcher Firma arbeitet, ist bei der Kernel-Entwicklung dadurch viel weniger wichtig als etwa Code-Qualität, persönliche Sympathien und einiges andere. Ein Maintainer-Job hängt zudem an Personen, nicht an Firmen, daher wandert die Verantwortung mit, wenn ein Entwickler zum ärgsten Konkurrenten wechselt.

## Motivation für Firmen

Was veranlasst Unternehmen dazu, Änderungen für Linux zu entwickeln und auch in den offiziellen Kernel einzubringen?

Die Firmen tragen aus Eigeninteresse zur Entwicklung bei. So hat Intel vor einer Weile eine Infrastruktur zur Partitionierung des Prozessor-Caches in seine Server-CPUs eingebaut. Da Linux im Server-Bereich dominierend ist, hat Intel auch gleich die zugehörige Linux-Unterstützung entwickelt. Dadurch greifen Linux-Distributionen sie automatisch oder mit Intels Hilfe auf, sodass Kunden das Feature leicht nutzen können. Im Idealfall schneiden Intel-CPUs dadurch bei Tests besser ab; sie verkaufen sich dann besser als Prozessoren, wo eine solche Funktion von Linux nicht unterstützt wird oder ganz fehlt.

Diese Vorteile hat nicht nur Intel, sondern auch AMD längst erkannt. Beide sorgen daher dafür, dass ihre Chips gut mit Linux laufen, vor allem die Bausteine für Bereiche, in denen Linux dominiert, darunter Server, Smartphones oder Tablets. Beide Unternehmen kümmern sich aber auch um Linux-Support für Komponenten, die auf Desktop-Systeme und Notebooks zielen. In solchen PCs stecken allerdings noch Bausteine anderer Unternehmen, die vielfach keine vergleichbare Motivation an den Tag legen. Kein Wunder, da die wenigsten solcher Systeme mit Linux ausgeliefert werden, ist der Druck durch Kunden und Systemhersteller nicht sonderlich groß – außer bei Chromebooks, denn da benötigt Google die Zulieferer zu gutem Support im Mainline-Kernel.

Bei Desktop-PCs und Notebooks hängt es daher stärker vom Engagement Freiwilliger oder der Distributions-Entwickler ab, wie gut Linux auf solchen Systemen läuft. Extrem schwierig wird es beim Linux-Support zudem, wenn Unternehmen sich dem Linux-Modell verwehren und keine oder nur unzureichende Informationen zur Programmierung ihrer Hardware rausrücken. Das ist etwa bei der PC-Grafikchip-Abteilung von Nvidia der Fall. Sie baut sogar Sicherheitsfunktionen ein, die es quelloffenen Treibern schwer machen. Das ist etwa der Grund, warum Linux-Distributionen derzeit das volle Funktions- und Leitungspotenzial aktueller GeForce-Chips nicht mal ansatzweise auszuschöpfen vermögen. (thl@ct.de)

## Literatur

- [1] Thorsten Leemhuis, Kratz dein Jucken, Kompatibilitätsprobleme von Linux nachhaltig beseitigen, c't 9/2017, S. 102 oder <https://heise.de/4466282>

**Basics zum Linux-Kernel, Teil 1, 2 & 3:**  
[ct.de/yzpg](http://ct.de/yzpg)



Siegfried Kaltenecker  
**Tatort Kanban**  
Ein agiler Kriminalroman

dpunkt, Heidelberg 2019  
ISBN 978-3-8649-0653-4  
316 Seiten, 20 €  
(PDF-/Epub-E-Book: 16 €)

## Mörderische Prozesse

**IT-Wissen muss nicht unbedingt nüchtern und unterhaltungsarm transportiert werden. Siegfried Kaltenecker hat das Experiment unternommen, aus der Prozess-Steuerungsmethode Kanban einen spannenden Krimi zu machen.**

Mit seinem agilen Kriminalroman betritt der Unternehmensberater und Projektmanagement-Fachmann Kaltenecker literarisches Neuland. Genregerecht beginnt die Geschichte mit einem Mord, verübt am Vertriebsleiter eines erfolgreichen IT-Unternehmens in Wien. Dieses arbeitet konsequent nach der agilen Lehre und mit der Kanban-Methode. Das Opfer stand dieser neu eingeführten Organisationsform nicht nur skeptisch gegenüber, sondern boykottierte sie aktiv.

Die Ermittler lernen bei der Befragung von Zeugen und Tatverdächtigen nicht nur viel über deren Beziehungen, sondern tauchen auch tief in die Welt der agilen Entwicklung und der modernen Gestaltung komplexer Arbeitsprozesse ein.

Anstatt die theoretischen Gerüste der Verfahren zu beleuchten, stellt der Autor die zwischenmenschlichen Effekte der organisatorischen Veränderungen in den Vordergrund. Das Krimi-Format erweist sich schnell als gute Wahl, denn die Grenzerfahrung der Zeugenbefragung lockt die sehr unterschiedlichen Charaktere aus der Reserve.

Die meisten Akteure behalten kleine Geheimnisse für sich und stellen die Ermittler vor das eine oder andere Rätsel. Allzu kompliziert gestaltet sich die Lösung des eigentlichen Falls jedoch nicht. Viel interessanter als die Aufklärung des Verbrechens ist die Entwicklung der Polizisten. Die nutzen intuitiv schon immer agile Techniken, nennen sie bloß anders. Nach und nach erweitern sie ihr Repertoire; letzten Endes steht auch in der Polizeistube ein Kanban-Board, das den Beamten hilft, den Überblick in einer verworrenen Lage zu behalten.

Der Autor vermeidet jeden Medienbruch. Daher gibt es etwa auch zu Kanban-Boards keine zwischengeschalteten Erklärungen für die Leserschaft; alles wird innerhalb der Erzählung entfaltet. Hier hätten ein paar Abbildungen viel Prosa ersetzen können, dabei allerdings auch die Immersion beeinträchtigt.

Insgesamt ist das Experiment des Autors gelungen. Seine kurzweilige Geschichte vermittelt fast beiläufig die wichtigsten Prinzipien der Kanban-Methode. Diese Lektüre kann ein Lehrbuch zwar nicht ersetzen, aber bestens ergänzen.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Stimmen zu Big Data

**Ein Autorenteam um die Vienna Data Science Group hat Beiträge zu vielen wichtigen Aspekten der Datenauswertung in ein Buch gepackt, das den Anspruch eines Standardwerks erhebt. Auch Leuten, die bereits Vorwissen mitbringen, bietet es noch Stoff zum Lernen.**

Wenn es darum geht, die Effizienz von Datennutzung und -auswertung im Unternehmen zu verbessern, gehören Machine-Learning-Verfahren zu den Wegen, mit denen sich Einsparungen erreichen lassen. Oft sind die Auswirkungen von Data-Science-getriebenen Verbesserungskonzepten nicht auf den ersten Blick zu erkennen. Die Autoren des Buches vollführen einen Rundumschlag, der außer technischen Problemen auch organisatorische Anpassungen erfasst.

Zwischen den Kapiteln gibt es nur wenige Verknüpfungen; nur in den Einleitungen und am Ende jedes Abschnitts finden sich Querverweise. Die Stoffauswahl erscheint streckenweise willkürlich: So findet sich im Beitrag zu Datenplattformen eine Liste mit Tastaturkürzeln für Linux-Terminals. Ansonsten sind die Ausführungen aber durchaus brauchbar.

In den Abschnitten zu Statistik und Machine-Learning-Modellen muten die Autoren ihren Lesern einiges zu. Mathematische Grundkenntnisse sind dringend zu empfehlen; wer mit Niveaumissen und Gleichungsumformung nichts anfangen kann, steht ziemlich im Regen. Auch Python-Code sollte man lesen können, um von den Ausführungen zu profitieren.

Eine große Gruppe von Beiträgen erklärt, wie Big Data auf Unternehmensebene funktioniert. Außer Gedanken zur rechtlichen Lage und zu Anpassungen der Firmenkultur findet sich hier unter anderem ein Abschnitt, der Einsatzmöglichkeiten künstlicher Intelligenz in verschiedenen Branchen von Automotiv bis Sicherheit vorstellt. Die Autoren beschränken sich dabei allerdings auf die Vorstellung von Zukunftsvisionen und bleiben konkrete Umsetzungsstrategien schuldig.

Wer eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Erreichen der mythischen „Big Wins“ erwartet, wird enttäuscht. Einarbeitungswillige Leser finden jedoch in den durchweg im akademischen Stil gehaltenen Essays wertvolle Impulse, die insbesondere bei der Umsetzung von Datenauswertungsprojekten im Unternehmen helfen, Zeit und Geld zu sparen.

Käufer der Papiaausgabe erhalten die PDF-Version des Buches als kostenlose Dreingabe. (Tam Hanna/psz@ct.de)



Stefan Papp, Wolfgang Weidinger,  
Mario Meir-Huber, Bernhard Ortner,  
Georg Langs, Rania Wazir

**Handbuch  
Data Science**

Mit Datenanalyse und Machine Learning  
Wert aus Daten generieren

Hanser, München 2019  
ISBN: 978-3-4464-5710-2  
320 Seiten, 40 €  
(Epub-/PDF-E-Book: 32 €)



# 2. IT-Sicherheitstag Rhein-Main

Schutz ohne Ablaufdatum:  
Ist nachhaltige IT-Sicherheit für Unternehmen möglich?

Unsere zunehmend komplexen IT-Systeme bieten immer größere Angriffsflächen, die schwerwiegende Sicherheitslücken aufweisen und Angriffe wie Verschlüsselungstrojaner und großflächige Bot-Netze ermöglichen können.

Wie kann man nachhaltige Sicherheitslösungen entwickeln, die proaktiv und adaptiv aktuelle und zukünftige IT-Systeme zuverlässig und mit Mindesthaltbarkeit schützen können?

**Termin: 1. Oktober 2019, TU Darmstadt**

## Auszug aus dem Programm:

- **Transparente IT-Sicherheit – Möglichkeiten und Grenzen**  
*// Christian Stüble, CTO, Rohde & Schwarz Cybersecurity GmbH*
- **Post-Quanten Kryptografie und ihre Auswirkungen auf die Praxis**  
*// Stefan-Lukas Gazdag, genua GmbH*
- **Blockchain Technologie: Zwischen Hype, Innovation und technischer Herausforderung**  
*// Prof. Dr. Sebastian Faust, Fachbereich Informatik der TU Darmstadt*
- **Technische Mittel für den langfristigen, sicheren Betrieb von IT-Lösungen**  
*// Jan Krüger, Product Manager, IoT Security Solutions, Intel Corporation*

**Bis  
20. August 2019  
15 %  
Frühbucher-  
rabatt sichern!**

**Teilnahmegebühren (inkl. MwSt.):** Frühbucherticket: 135,00 Euro

Standardticket: 159,00 Euro



Organisiert von:



In Zusammenarbeit mit:



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



CYSEC  
Cybersecurity  
TU Darmstadt

Weitere Informationen und Anmeldung unter: **[www.heise-events.de/secrheinmain](http://www.heise-events.de/secrheinmain)**

# Funksalat

## Die Autovernetzung kommt nicht voran

**Dass Autos künftig vernetzt werden, gilt als sicher. So können sie sich zum Beispiel gegenseitig vor Gefahren warnen und Straßen kooperativ nutzen, um Sprit zu sparen und Stau zu vermeiden. Sehr unsicher ist aber plötzlich, ob dafür wirklich die beste Technik verwendet wird. Denn seit einer Weile mischt die EU-Kommission mit und favorisiert ein veraltetes, WLAN-ähnliches Protokoll.**

**Von Dr. Guido R. Hiertz und Dušan Živadinović**

**W**enn Forschung und Entwicklung zwei oder mehr Spezifikationen für dieselbe Anwendung hervorbringen, sind es Industrie und Verbraucher gewohnt, die Wahl zu haben – beispielsweise schreibt einem niemand vor, ob man sein Heim vernetzt, und wenn ja, ob per WLAN, Ethernet oder Glasfaser.

Das erwartet man auch bei der Autovernetzung. Es gibt viele Gründe, Autos zu vernetzen. Ein Hauptgrund liegt in der Verkehrslenkung zur Stauvermeidung, der andere darin, dass vernetzte Autos einander alarmieren können, etwa über Baustellen, Unfälle oder Glatteis. Geht ein Alarm ein, kann die Elektronik beispielsweise Bremsbereitschaft auslösen und so im optimalen Fall Unfälle vermeiden. Unterm Strich erhoffen sich Verfechter der Autovernetzung vor allem weniger Verkehrstote.

Die Industrie hat die Wahl zwischen zwei inkompatiblen Verfahren: 802.11p und C-V2X. Das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) hat 2010 auf Grundlage des heute veralteten WLAN-Verfahrens 802.11a die 802.11p-Norm spezifiziert (auch pWLAN genannt) [1, 2].

C-V2X hat die Mobilfunkbranche unter dem Dach des 3rd Generation Partnership Project (3GPP) im Jahr 2016 als Teil der LTE-Spezifikationen veröffentlicht;

es wird im Rahmen der 5G-Entwicklung fortgeschrieben. Grundlage sind LTE-Techniken für Rettungsdienste und Strafverfolger zum direkten Kommunizieren von Handy zu Handy. Das ist nützlich, wenn etwa bei Erdbeben Basisstationen wegbrechen oder in Innenräumen die Verbindung zum Mobilfunknetz fehlt.

Beide Verfahren, 11p und C-V2X, funken im 5,9-GHz-Band und können nicht gemeinsam im gleichen Funkkanal genutzt werden.

In einer solchen Situation kann man es normalerweise Industrie und Verbrauchern überlassen, im Laufe der Zeit das bessere Verfahren anhand etwa von Qualität oder Preis auszusieben (oder auch beide abzulehnen ...).

### Warten kostet Leben

Bei der Autovernetzung kann man sich das Abwarten nicht leisten. Sie hilft nur dann, die Anzahl von Verkehrstoten zu senken, wenn viele Autos vernetzt sind – schließlich nützt ein Funkalarm nur, wenn ihn andere Autos aufnehmen und Fahrer umsetzen.

Die Vernetzung verbreitet sich in Autos aber nur langsam, weil jährlich nur ein kleiner Teil der Fahrzeuge durch Neuwagen ersetzt wird. Und wenn auch noch zwei Verfahren miteinander konkurrieren, bremsen sie sich gegenseitig. Aber es erscheint auch unwirtschaftlich und unpraktisch, zwei Lösungen für dieselbe Anwendung weltweit oder auch nur europaweit zu betreiben.

Herkömmliche WLAN-Clients arbeiten normalerweise im Infrastructure-Modus. Alle WLAN-Verbindungen, ob zum Internet oder zu einem anderen WLAN-Client, laufen über den Access-Point (oder WLAN-Router). Zusätzlich gibt es für herkömmliche WLAN-Clients den Ad-hoc-Modus, über den sie direkt miteinander kommunizieren. Der Modus „outside the context of a Basic Service Set“ (OCB), den 11p verwendet, ähnelt am ehesten dem Ad-hoc-Betrieb.

Zudem arbeiten 11p-Funkmodule nach dem Prinzip „fire and forget“ – sie

verschicken Nachrichten weitgehend unkoordiniert und ohne Rückmeldung. Nicht nur andere Autos in Reichweite können die 11p-Nachrichten empfangen, sondern auch fest montierte Relaystationen namens Road Side Units (RSU). Eine RSU kann Warnmeldungen aus dem Festnetz via 11p weiterfunken, wenn sie verkabelt ist.

Bei C-V2X unterscheidet man zwei Betriebsmodi: Die Fahrzeuge kommunizieren wie Smartphones indirekt über Basisstationen miteinander aber auch direkt, also ohne Basisstation, wie 11p (auch als Sidelink, LTE-Direct oder Device-to-Device bezeichnet).

In der Straßeninfrastruktur unterscheiden sich 11p und C-V2X am auffälligsten: Die RSUs findet man laut Markus Schlitt, CEO Intelligent Traffic Systems, Siemens Mobility, auf europäischen Straßen mit einer Gesamtlänge von 50.000 Kilometern. Diese Strecken gehören zu Feldversuchen und Pilotprojekten der EU. Dabei sind die RSUs nur punktuell installiert, sodass bei Weitem keine durchgängige Funkabdeckung gegeben ist. Selbst wenn die Abdeckungen überlappen würden, kann man bei 11p nicht von einem flächenmäßigen Funknetz sprechen, weil 11p-Geräte nur in der Betriebsart OCB arbeiten.

Das heißt: Es gibt bei 11p kein Konzept einer Zelle oder einer Basisstation. Daher gibt es auch keinen Zellenwechsel (Handover), wie man ihn im Mobilfunk für eine unterbrechungsfreie Übergabe laufender Verbindungen spezifiziert hat. Praktisch daran ist, dass sich 11p-Geräte anders als Smartphones nicht an einem Kernnetz anmelden müssen. Sie können umgehend losfunken.

### Unterschiede auf der Straße

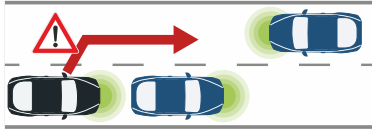
Mit Mobilfunk sind allein Autobahnen in Deutschland auf 70.000 km abgedeckt, Landstraßen und Autobahnen anderer europäischer Länder nicht mitgerechnet. Anders als bei RSUs steckt bei Basisstationen schon im Konzept der Vorsatz, Verkehrswege und angrenzende Umgebung kontinuierlich abzudecken – von unerwünschten Funklöchern mal abgesehen.

Allerdings wird zumindest in Deutschland die bestehende Abdeckung weiter verbessert. Laut Auflagen der Bundesnetzagentur müssen bis spätestens 2024 alle Autobahnen und Bundesstraßen mit mindestens 100 MBit/s und maximal 10 Millisekunden Latenz versorgt werden. Bei Lan-

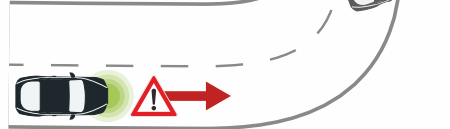
## Automobilvernetzung

Autos können sich gegenseitig in diversen Verkehrssituationen per Funk warnen. Die EU möchte die Technik möglichst bald auf der Straße sehen, um die Zahl der Verkehrstoten zu senken.

**Warnung:**  
Überholen verboten



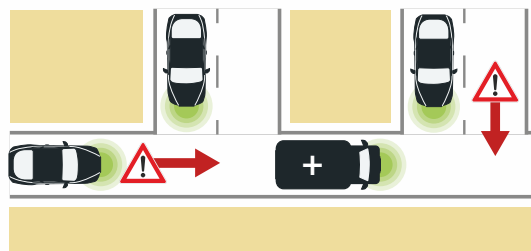
**Warnung:**  
unübersichtliche Kurve



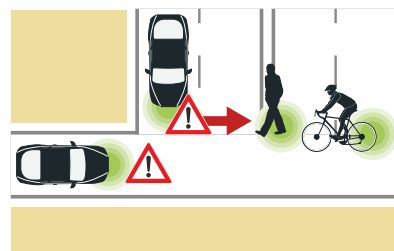
**Warnung:**  
Straßenbauarbeiten



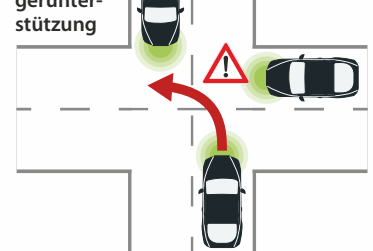
Unterstützung an unübersichtlichen Abzweigen



gefährdeter Verkehrsteilnehmer



Linksabbie-  
gerunter-  
stützung



des- und Staatsstraßen sind 50 MBit/s die Untergrenze. Damit sollten dann auch letzte Funklöcher an Straßen verschwinden.

Eine so weit verbreitete Infrastruktur spricht eigentlich klar dafür, sie auch zur Autovernetzung zu nutzen. Auch legen das Analysen nahe, in denen C-V2X besser abgeschnitten hat als die 11p-Technik [4, 5]. Die von 2017 und 2018 stammenden Ergebnisse bescheinigen C-V2X bessere Leistung, Reichweite und Zuverlässigkeit.

Andererseits liefert 11p aus dem Stand sehr kurze Latenzen um 1 Millisekunde herum. Das ist für umgehende Reaktionen etwa auf plötzliche Bremsvorgänge erforderlich.

Die Lage ist vertrackt. Politiker fordern die Autovernetzung so schnell wie möglich, um die Zahl der Verkehrstoten umgehend zu senken. Die Autoindustrie folgt dem Wunsch aber nur langsam und bietet bisher kaum vernetzbare Autos an.

### EU-Kommission drückt aufs Pedal

Diesen Teufelskreis will die EU-Kommission durchbrechen – am liebsten, indem sie die Autovernetzung schlicht zur Pflicht macht. Dafür verwendet die Politik den Oberbegriff Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS).

Die EU-Kommission wollte zur Überraschung von Beobachtern und Fachleuten ein bestimmtes Verfahren festlegen. Das an sich ist schon ungewöhnlich, weil Regulierer seit der Jahrtausendwende auf

technologieneutrale Rahmenbedingungen setzen, damit sich im Falle von konkurrierenden Verfahren das bessere durch Marktnachfrage durchsetzt, und auch, damit Hersteller bessere Nachfolger ohne administrativen Aufwand des Regulierers einsetzen können. Dennoch setzte die EU-Kommission zunächst auf die 11p-Technik.

Dazu hatte sie am 13. März einen delegierten Rechtsakt veröffentlicht, der Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS) näher spezifiziert [1]. Die Mobilfunkbranche und weite Teile der Autoindustrie schreckte diese Nachricht auf, denn sie erkannten darin eine Vorfestlegung auf 11p. Unter anderem die Global mobile Suppliers Association, aber auch große Autohersteller wie BMW erhoben Einspruch.

Denn obschon der Rechtsakt nicht dazu verpflichtet, Fahrzeuge zu vernetzen, wäre er wegweisend gewesen: Er hätte zementiert, dass in der EU ausschließlich die 11p-basierte Autokommunikation als C-ITS bezeichnet werden darf. So hätte C-V2X kaum eine Chance, in die engere Wahl zu kommen, wenn die EU die Autovernetzung später zur Pflicht machen wollte. Anfang Juli haben das die EU-Mitgliedsstaaten aber abgewendet und den Rechtsakt mit einer Mehrheit von 21 Stimmen abgelehnt. Am Ende waren nur noch Polen, Belgien und Österreich dafür.

Das bedeutet nicht, dass 11p damit vom Tisch ist. Für 11p spricht, dass Chips

und Module seit Jahren erhältlich sind. Auch hat sich 11p bereits im Massentest auf öffentlichen Straßen bewährt [7].

Aber nun haben alle Parteien neue Gelegenheit, das Für und Wider der beiden Techniken genauer abzuwägen, auch im Lichte einer öffentlichen Meinung. Dafür stellen wir wesentliche Merkmale der beiden Funkverfahren im separaten Beitrag ab Seite 182 gegenüber.

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

### Literatur

- [1] Lothar Stibor, Yunpeng Zang, Schutzengel 2010, Fahrzeugkommunikation schafft Sicherheitsreserven, c't 19/2007, S. 170
- [2] Lothar Stibor, Yunpeng Zang, Verkehrsfunk 2010, WAVE für die Fahrzeugkommunikation, c't 19/2007, S. 174
- [3] Specifications for the provision of cooperative intelligent transport systems (C-ITS): [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/ares-2017-2592333\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/ares-2017-2592333_en)
- [4] 5GAA, An assessment of LTE-V2X (PC5) and 802.11p direct communications technologies for improved road safety in the EU: <http://5gaa.org/wp-content/uploads/2017/12/5GAA-Road-safety-FINAL2017-12-05.pdf>
- [5] 5GAA, White Paper on ITS spectrum utilization in the Asia Pacific Region: [http://5gaa.org/wp-content/uploads/2018/07/5GAA\\_WhitePaper\\_ITS-spectrum-utilization-in-the-Asia-Pacific-Region\\_FINAL\\_160718docx.pdf](http://5gaa.org/wp-content/uploads/2018/07/5GAA_WhitePaper_ITS-spectrum-utilization-in-the-Asia-Pacific-Region_FINAL_160718docx.pdf)
- [6] Guillaume Jornod, Tianxiang Nan, Michael Schweins, Ahmad El Assaad, Andreas Kwoczek, Thomas Kürner, Sidelink Technologies Comparison for Highway High-Density Platoon Emergency Braking: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8566954>
- [7] Ingo Kuss, V2x-Kommunikation, Mobil- und Direktfunk im Vergleich: <https://www.elektroniknet.de/elektronik-automotive/mobil-und-direkt-funk-im-vergleich-133229.html>



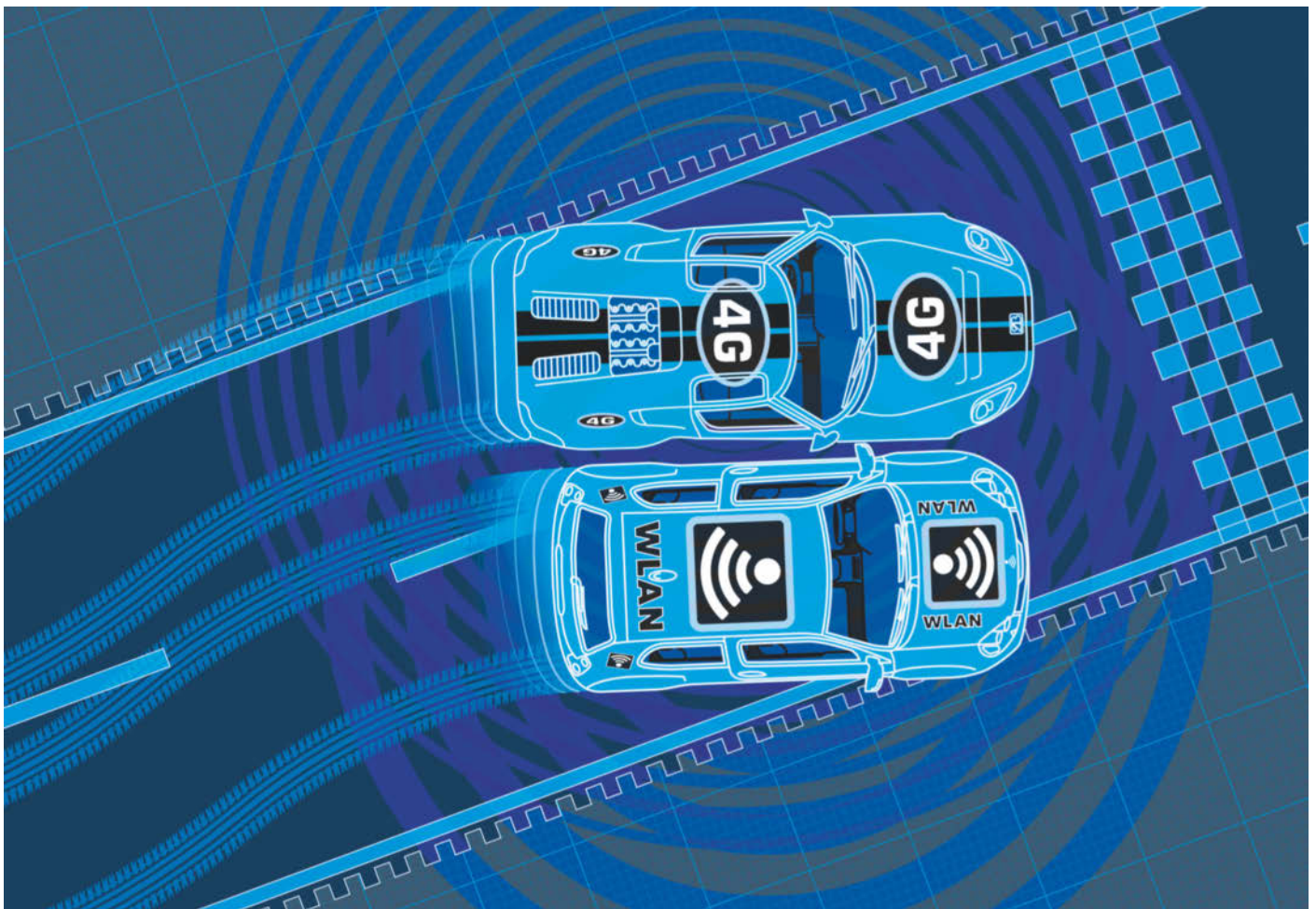


Bild: Rudolf A. Blaha

# Quersteher

## Autovernetzung: 802.11p gegen C-V2X

**Aktuell gibt es in Europa zwei Methoden, Autos miteinander zu vernetzen, um die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen. Sie könnten unterschiedlicher nicht sein. Das ältere Verfahren, 802.11p, besticht durch seine Schlichtheit. Das jüngere Cellular V2X könnte von der Mobilfunkinfrastruktur profitieren und so Kosten sparen.**

**Von Dr. Guido R. Hiertz, Dr. Yunpeng Zang und Dr. Maciej Mühleisen**

**T**echnisch gesehen hätte man Autos schon vor Jahrzehnten zusammen mit dem Siegeszug der WLAN-Technik vernetzen können. Doch der Autoindustrie fehl-

ten Anreize und Geschäftsmodelle. Nun fordert die Politik die Vernetzung immer vehementer, um Unfälle und Verkehrstote zu vermeiden. Dafür treibt die EU-Kommission die Autovernetzung unter dem Titel Cooperative Intelligent Transportation Systems (C-ITS) voran.

C-ITS beschreibt abstrakt den verlässlichen und sicheren Datenaustausch zwischen Verkehrsteilnehmern. Die dazu nötige Funkkommunikation zwischen Fahrzeugen (V2V), Fahrzeugen und der Straßeninfrastruktur (V2I), zu Fußgängern (V2P) und externen Datennetzen (V2N) fasst man mit V2X zusammen. V2X verspricht, Unfälle zu vermeiden, zum Beispiel indem sich Fahrzeuge ihre Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung mitteilen, um ausweichen zu können.

Erste Lösungen für C-ITS gehen auf 2004 zurück, als die Arbeitsgruppe 802.11

TGp des Ingenieursverbandes IEEE die Arbeiten an einer V2X-Funkspezifikation begann (alle Literaturhinweise, über 30 an der Zahl, finden Sie über [ct.de/yuyu](http://ct.de/yuyu)). Daraus entstand 2010 die heute noch verwendete Spezifikation 802.11p. Sie beerbt weitgehend das 5-GHz-WLAN-Protokoll IEEE 802.11a und definiert auf nur 51 Seiten die Unterschiede zu 11a.

802.11p halbiert gegenüber 11a den Funkkanal von 20 MHz auf 10 MHz Breite und damit auch die Übertragungsgeschwindigkeit. Aufgrund der 11a-Konzepte bleibt keine Zeit, um sich bei den schnellen Bewegungen an Basisstationen anzumelden. 802.11p löst das elegant: Wenn schon die Zeit für die Anmeldung fehlt, darf jeder Sender seine Daten ohne Rückkopplung als Rundsprüche verschicken. Das legt 802.11p mit dem OCB-Modus fest (Outside the Context of a Basic Service Set).

11p-Meldungen lassen sich von Auto zu Auto weiterreichen (Multihop-Modus). Das können auch fest in Ampeln oder Straßenlaternen installierte Relays übernehmen, Road Side Units genannt (RSU). Optional verkabelte RSUs reichen Verkehrsmeldungen aus dem Festnetz weiter.

Übliche WLAN-Geräte bestätigen sich den Erhalt einer Nachricht. Im OCB-Modus fehlt diese Quittung. 802.11p-Meldungen

werden also auf gut Glück gesendet und es lässt sich nicht sicherstellen, dass im Umfeld befindliche Fahrzeuge, Fußgänger oder Ampeln Nachrichten erhalten.

Deshalb sind mit 11p bei Übertragungsfehlern keine Sendewiederholungen möglich – manche Warnmeldungen sind jedenfalls auch einige Millisekunden später aktuell, sodass ein Erfolg im zweiten Versuch nützlich wäre. Mangels Quittungen fehlt 11p auch eine Ratenanpassung (Auswahl eines Modulation- und Coding-Schemes). Der Sender kann seine Sendegeschwindigkeit nicht an die Qualität des Funkkanals anpassen.

Betrachtet man nur die untersten Kommunikationsschichten PHY und MAC, lassen sich 11p-Funkpakete kaum einem individuellen Fahrzeug zuordnen. Sie wechseln zur Sicherung der Privatsphäre häufig ihre Geräteadresse. Auf dieser Ebene ist daher offen, wer mit wem kommuniziert. Auf höheren Schichten setzt aber eine Public-Key-Infrastruktur auf (PKI), die sicherstellt, dass nur zugelassene Geräte untereinander kommunizieren und keine Falschnachrichten eingespeist werden. Auf dieser Ebene wäre mit einigem Aufwand eine Identifikation der Fahrzeuge möglich. Offen ist, wer für die Einrichtung und Pflege der PKI-Infrastruktur aufkommt.

## Feldversuch am Nürburgring

Die RWTH Aachen hat schon 2011 mit 11p-Geräten experimentiert. Unter anderem prüfte sie mit Ford, ob sich 11a-Access-Points per Firmware-Änderung zu 11p-Geräten modifizieren lassen – denn die Autoindustrie feilscht um jeden Cent und 11a-Geräte waren als Massenprodukt weit billiger. Doch die Änderungen genühten nicht für einen zuverlässigen 11p-Betrieb. Dafür sind herstellersistenspezifische Anpassungen erforderlich.

Weitere Vergleiche am Nürburgring für einen angedachten Einsatz in der Formel 1 haben das bestätigt. Die 11p-Geräte des australischen Herstellers Cohda Wireless kamen mit dem schnellen Signal-Fading und stärkeren Dopplerverschiebungen bei den hohen Bewegungs- und Relativgeschwindigkeiten besser zurecht als modifizierte 11a-Access-Points und auch als 11p-Prototypen. Cohda hat sich seine Anpassungen patentieren lassen.

Deshalb stecken Cohdas 11p-Module in vielen Feldversuchen und Demo-Fahrzeugen. Auch der Halbleiterhersteller NXP, die Zulieferer Bosch und Autotalks setzen modifizierte Technik ein, damit

11p-Signale auch bei schnellen Bewegungen zwischen Fahrzeugen lesbar bleiben. Daraus ergeben sich weitere Kosten, die aus dem Bedarf nach besserer Kanalschätzung, Filtern und ähnlichem entstehen.

Unterm Strich haben Cohda und diverse andere Hersteller durchaus funktionierende 11p-Chips und -Module auf den Markt gebracht. Auch haben die USA und Länder in Europa ein Funksegment im 5,9-GHz-Band für V2X reserviert. Dennoch verlässt bis heute kaum ein Fahrzeug das Werk mit 11p-Funk an Bord.

Ausnahmen sind der in den USA erhältliche Cadillac CTS und der in Japan verkaufte Toyota Crown. Würden sich die beiden Modelle begegnen, könnten sie aber keine Daten austauschen, da 11p in Japan im 700-MHz-Band sendet. Das geringe Modellangebot und das brachliegende Spektrum hat die US-amerikanische Regulierungsbehörde Federal Communications Commission (FCC) schon 2015 kritisiert. Dennoch gab Toyota kürzlich bekannt, seine 2018 angekündigten Pläne für 11p in den USA auf Eis zu legen.

## 11p-Flaute unter Trump

Was hält Autohersteller davon ab, 11p auf breiter Front einzusetzen? Die US-Regierung hatte unter Präsident Obama noch geplant, V2X ab dem Jahr 2016 verpflichtend für alle leichten Neufahrzeuge zu machen.

Die aktuelle Regierung scheint das Thema kaum zu beachten. Es wird anhaltend gemunkelt, dass die USA V2X-Funk nicht mehr zur Pflicht machen wollen. Die FCC stellte 2016 infrage, ob angesichts des Fortschritts bei autonomen Fahrzeugen V2X-Funk gebraucht wird. Denn autonome Fahrzeuge müssten einander nicht mehr warnen, sondern könnten sie selbst rechtzeitig erkennen – so die Theorie. Um das eventuell freierwerdende 5,9-GHz-Band hat sich bereits die WLAN-Branche beworben.

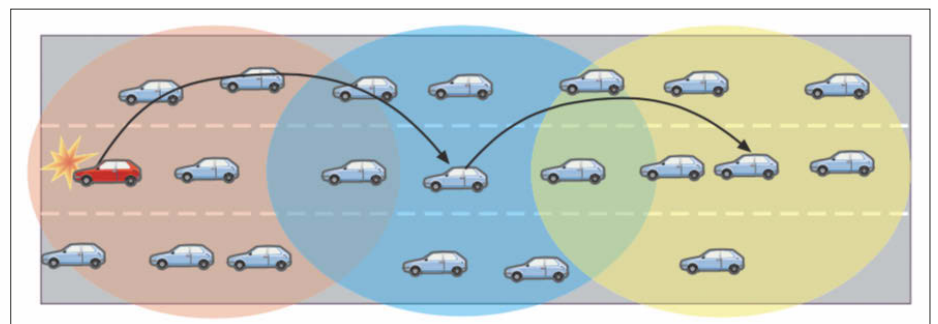
Europa zählt weiterhin zu den Verfechtern der Autovernetzung, bloß dass es offen ist, ob die 11p-Technik das Rennen macht oder das auf Mobilfunk basierende Cellular V2X (C-V2X). Die EU-Kommission hatte im März einen delegierten Rechtsakt angestoßen, um die Autovernetzung gemäß der Spezifikation C-ITS voranzutreiben. Dabei hat sie jedoch unterstellt, dass „Alternativen zur 11p-Technik“ nicht dieselbe Reife hätten. Gemeint war die Mobilfunkmethode C-V2X, die aber ebenso geprüft wird wie 11p. Weltweit laufen zahlreiche C-V2X-Experimente auf öffentlichen Straßen, darunter in China, Japan, Süd-Korea, Australien, Spanien und Deutschland.

In ihrem Rechtsakt wollte die EU-Kommission auch festlegen, dass die von ihr geförderten 11p-Projekte in Europa der Maßstab für C-ITS-Systeme sind. Deshalb sollten andere Techniken grundsätzlich interoperabel und kompatibel zu aktuellen und künftigen C-ITS-Lösungen sein – diesem zugespitzten Anspruch hätte nur 11p genügt. Die EU-Mitgliedsstaaten haben diese Vorfestlegung Anfang Juli mit großer Mehrheit abgelehnt (siehe S. 180). Nun muss sich die EU-Kommission erneut mit der Frage befassen, ob und welches Verfahren sie bevorzugt.

Offen ist, welche Rolle bei den Überlegungen der EU-Kommission Investitionen und Kosten laufender 11p-Feldversuche gespielt haben. Unter den Verfechtern der 11p-Technik in Europa findet man den Zulieferer Siemens. Das Unternehmen gilt als einer der maßgeblichen Mitspieler auf 11p-Teststrecken.

## Gegenspieler

Auf der anderen Seite bevorzugen zahlreiche Firmen die Mobilfunktechnik C-V2X. Darunter sind BMW, die PSA Gruppe (mit Peugeot, Citroën, Opel usw.), Qualcomm, Samsung, Intel, Ericsson, Nokia, Huawei,



Autos mit 11p-Funkmodul reichen Meldungen per Multihop-Verfahren untereinander weiter. Die schwankende Abdeckung lässt sich an kritischen Punkten mit fest in Ampeln oder Straßenlaternen installierten Relays verbessern.



die Deutsche Telekom und viele weitere. Sie wollen verhindern, dass die in der 3GPP entwickelte Alternative C-V2X in Europa ausgeschlossen wird.

C-V2X nutzt LTE- oder 5G-Spezifikationen. Dabei unterscheidet man zwei Interfaces: Über die Uu-Schnittstelle nutzt das C-V2X-Modem das Mobilfunknetz als Vermittler. Die PC5-Schnittstelle kann es simultan mit Uu verwenden, um zusätzlich direkt von Auto zu Auto zu kommunizieren. Wenn ein Mobilfunknetz fehlt, bleibt nur PC5 übrig.

Grundsätzlich kommen Paket-Kollisionen auch im Mobilfunknetz vor. Weil das Netz Funkressourcen individuell zu teilt, sind Kollisionen weit seltener und erst in überlasteten Zellen spürbar. Im Normalfall kann das Netz zudem eine verlässliche Dienstgüte gewährleisten – anders als 11p mit dem Best-Effort-Ansatz. Für den PC5-Mode merken sich C-V2X-Modems die Zuteilungen des Netzes und nutzen sie, wenn sie mangels Mobilfunknetz direkt miteinander kommunizieren.

Wenn die netzseitige Zuteilung der Funkressourcen fehlt, nutzen die Modems im PC5-Modus die PHY-Schicht „Sidelink“, um Funkressourcen selbst zu wählen. Sidelink gibt es als LTE- und als 5G-Variante (New Radio). Damit liegt die Latenz auf dem Niveau von 11p (LTE: 5 ms, 5G: 1 ms). Laut jüngeren Untersuchungen der TU-Braunschweig zum Thema Kollisionen nimmt bei C-V2X-Sidelink bei hoher Verkehrsdichte die Latenz gegenüber 11p stärker zu, aber die Zuverlässigkeit ist höher (Jornod et al.).

Zu den Nachteilen von C-V2X gehört, dass Fahrzeuge prinzipiell leichter identifizierbar sind, etwa anhand von SIM-Karten. Außerdem sind kommende C-V2X-Chips für 5G-Netze nicht abwärtskompatibel. Offen ist, wer beim C-V2X-Betrieb über die Uu-Schnittstelle die Nutzung von Mobilfunknetzen bezahlt.

C-V2X spielt aber in die Karten, dass die Bundesnetzagentur die Teilnehmer der 5G-Auktion verpflichtet hat, die Versorgung der Verkehrswege zu verbessern. Damit verdichtet sich die Infrastruktur, die C-V2X braucht. Eine solche Verpflichtung ist für 11p und die RSUs nicht abzusehen. Auch die Nachfrage nach Internet-Anbindung im Auto ab Werk spricht für C-V2X.

## Schwachpunkt Latenz

Ein Schwachpunkt von LTE-basiertem C-V2X ist die Signallaufzeit (Latenz). Bei 11p liegt die Latenz unter 1 Millisekunde (Paket-

Kollisionen mal ausgeklammert). Übliches LTE kann zwar auf bis zu 17 Millisekunden gedrückt werden, kann bei starker Auslastung aber ein bis zwei Größenordnungen langsamer sein, sodass Informationen, die umgehende Reaktionen erfordern, zu spät ankommen. Das ist etwa bei abruptem Bremsen des Vordermanns bei hohen Geschwindigkeiten oder bei plötzlichem Kollisionskurs eines Nebenmanns der Fall. Auch deshalb möchte die EU-Kommission C-V2X durchfallen lassen.

Wenn es aber darum geht, irgendeine Autovernetzung sobald wie möglich einzuführen, sollte man möglichst viele der Aufgaben betrachten, die die C-ITS-Norm fordert. Dann werden auch Aufgaben bedeutsam, die mit etwas längeren Latenzen auskommen. Dazu gehören Warnungen vor Stauende und Schlechtwetterlagen oder die Erkennung von Verkehrsteilnehmern außerhalb des Sichtfeldes. Man fast sie unter „Day-1“-Aufgaben zusammen.

Übliche LTE-Latenzen betragen zwar leicht 30 bis 60 Millisekunden und mehr, aber oft gerät außer Acht, dass die Reaktionszeit eines menschlichen Fahrers jede Mobilfunklatenz bei Weitem überschreitet. Hinzu kommen inhärente mechanische Verzögerungen von Autos. In China hat der Latenzvorteil 11p jedenfalls nicht zum Durchbruch verholfen; das Land hat sich auf C-V2X festgelegt.

## Notnagel Smartphone

Eine anfängliche Lockerung der Latenzanforderungen erscheint für Europa zumindest erwägenswert. Zwar werden C-V2X-Autos dadurch nicht eher produziert, aber man könnte für den Anfang ein bis-

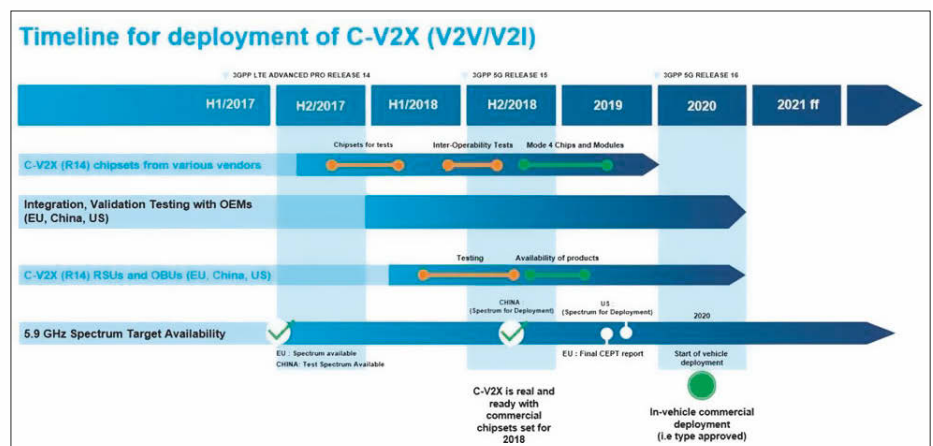
her kaum beachtetes Ökosystem zur Verbesserung der Verkehrssicherheit einspannen: Smartphones.

Natürlich wäre das nur eine Übergangslösung, denn assistierende oder automatische Aktionen der Bordelektronik sind damit nicht möglich. Aber anders als mit 11p könnte auf einen Schlag eine Vielzahl von Altfahrzeugen mit den wichtigsten Warnmeldungen per Mobilfunk versorgt werden. Dafür sind passende Apps für den Bezug von Warnmeldungen der Straßenverkehrsbehörden erforderlich. In vielen Ländern Europas werden sie schon über den Traffic Message Channel (TMC) per UKW-Radio ausgestrahlt. Man könnte sie nun zusätzlich übers Internet an Smartphones verteilen.

## Unmittelbare Reaktionen

Erst wenn es um unmittelbare Reaktionen geht, etwa um das Erkennen von Kollisionskursen und das automatische umgehende Ausweichen, braucht man das für C-ITS vorgesehene 5,9-GHz-Band. Nur dann kommunizieren C-V2X-Modems im Sidelink-Modus und liefern Latenzen wie 11p. Für die unmittelbaren Reaktionen braucht die Bordelektronik entsprechende Intelligenz, um die Warnungen umzusetzen – oder sie für spritsparende Konvoifahrten zu nutzen. Solche Anwendungen sind aber noch fern.

Die werkseitige Ausrüstung von Fahrzeugen mit Mobilfunk bekommt in Europa zusätzlichen Schub seit April 2018. Neufahrzeuge müssen seitdem mit einem Notrufsystem ausgestattet sein. Das verlangt die eCall-Verordnung, damit Pkw-Unfälle automatisch detektieren und



Laut dem Zeitplan der Mobilfunkorganisation 3GPP sollte es erste Chips und Module für C-V2X „etwa ab 2019“ geben. Quectel Wireless hat schon Anfang November 2018 erste Muster seines C-V2X-Moduls AG15 angekündigt, das auf Qualcomms Chip 9150 C-V2X gründet.



einen Notruf absetzen. Dafür müssen sie ihre per Satellitennavigation ermittelte Position, die Schwere des Unfalls und die Anzahl der Fahrzeuginsassen melden.

Diese Ausgangslage im Blick, haben sich etliche Autohersteller für C-V2X entschieden und sich mit Mobilfunkunternehmen und Zulieferern in der 5G Automotive Association organisiert (5GAA). Dazu gehören Audi, Ford, BMW und Daimler. Auch der Zulieferer Bosch hat sein Portfolio erweitert und bietet nach 11p auch C-V2X-Prototypen auf LTE-Basis an.

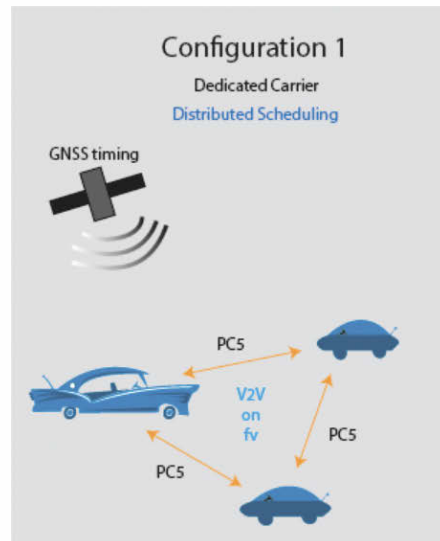
VW hatte noch 2017 angekündigt, ab 2019 in ersten Modellen 11p anzubieten. Aber 11p ist bei VW aktuell nicht einmal als Option erhältlich. Mittlerweile gehört auch VW zu den 5GAA-Mitgliedern. Der Konzern dürfte wie andere Hersteller erkannt haben, dass 11p nicht mehr alternativlos ist und viele Automobilhersteller und Zulieferer auf beiden Hochzeiten tanzen.

## Was aus 11p wird

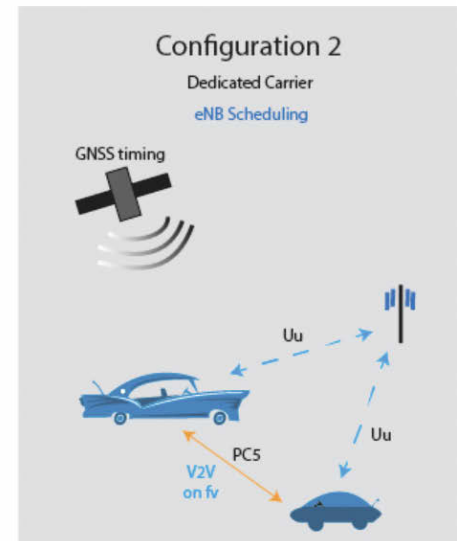
Um gegenüber C-V2X nicht ins Hintertreffen zu geraten, schlugen Mitarbeiter der Firmen Marvell, BlackBerry, Microsoft, Mitsubishi, Mediatek, ZTE, Cypress, Visteon und NICT im März 2018 unter dem Dach der IEEE vor, die Technik langfristig zu erweitern. So entstand die Arbeitsgruppe TGBd, die nun prüft, welche der vielen Verbesserungen der letzten zwanzig Jahre in die 11p-Nachfolgetechnik 802.11bd einfließen könnten.

Dabei stellt sich die Frage der Abwärtskompatibilität. 11bd-Sender müssen davon ausgehen, dass sich im Umfeld 11p-Empfänger befinden, die 11bd nicht verstehen. Um 11p nicht auszuschließen, dürften 11bd-Sender nur solche Dienste nutzen, die nicht sicherheitsrelevant sind. Alles übrige müsste sie weiterhin via 11p übermitteln. Der Vorteil des effizienteren 11bd wäre gering. Deshalb schlagen manche TGBd-Teilnehmer vor, dass 11bd-Geräte beobachten, ob sich 11p-Sender im Umfeld befinden. Wenn nicht, käme 802.11bd für alle Dienste zum Einsatz.

Viele Einzelheiten der 11bd-Spezifikation stehen noch aus, manches gilt aber schon als gesetzt. So wird 11bd den mit 802.11n eingeführten MIMO-Funk nutzen (Multiple Input Multiple Output). Dabei werden mittels mehrerer Antennen Daten auf räumlich getrennten Wegen gesendet. 11n erhöht mit MIMO die Übertragungsgeschwindigkeit. Man kann die Mehrwegeausbreitung aber auch nutzen, um die Fehlerrate zu senken. Dafür erhöht 11bd



Wenn Modems im C-V2X-Sidelink Funkressourcen selbst wählen (links), kommen Paket-Kollisionen immer mal vor. Wenn das Mobilfunknetz die Ressourcen zuteilt, passiert das nur bei Überlastung einer Basisstation.



die Redundanz mittels Space Time Block Coding (STBC) und folglich die Übertragungszuverlässigkeit. Auch Low Density Parity Check Coding (LDPC) soll die Zuverlässigkeit verbessern.

Daneben zieht man für 11bd das 60-GHz-Band für V2X-Anwendungen in Betracht. Dafür hat die IEEE hauptsächlich die kommende Spezifikation 802.11ay vorgesehen. Die TGBd-Gruppe hofft aber, dass sich 11ay in Teilen für 802.11bd eignen wird, zum Beispiel für Radarfunktionen und Gigabit-Verbindungen auf einem Funkkanal. Die TGBd will 802.11bd gegen Ende 2021 aus der Taufe heben. Dann könnten erste Chips erscheinen. Spätestens dann dürfte 11p überholt sein.

Zugleich schreitet die C-V2X-Entwicklung voran. Die als New Radio (NR) in der 3GPP verabschiedete fünfte Mobilfunkgeneration (5G) verspricht nicht nur drastisch höhere Geschwindigkeiten als LTE. Für automobile und industrielle Anwendungen ist die weiter gesenkte Latenz noch viel wichtiger.

Mit 1 Millisekunde Latenz soll sich 5G selbst für Anwendungen wie das elektronische Bremslicht eignen: Man könnte das derart effizient implementieren, dass vom meldenden Fahrzeug zur Basisstation und von dort gefiltert und nach Wichtigkeit sortiert alle in Reichweite befindlichen Fahrzeuge binnen Millisekunden informiert werden, wenn einer der Vorfahrer bremst.

5G hat also Potenzial, das Sidelink-Verfahren auf die Fälle zu beschränken, in

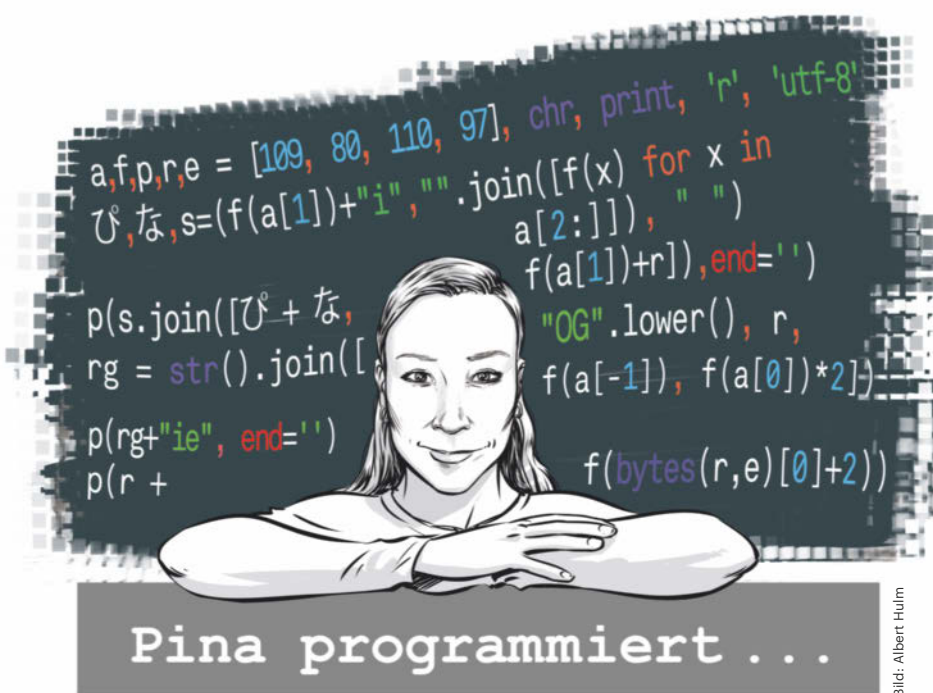
denen eine Mobilfunkabdeckung fehlt. Weil eine Lenkung aller Verkehrsteilnehmer (autonom oder in Kolonne fahrend) von globaler Steuerung profitiert, bietet sich eine Mobilfunkvernetzung von Fahrzeugen ohnehin an.

## Ausblick

Zweifelsohne hat sich in Europa ein Wettbewerb der V2X-Techniken entwickelt. Dabei deutet einiges darauf hin, dass die EU Hersteller künftig zur Ausrüstung von Neufahrzeugen mit Funkvernetzung verpflichten könnte. Einige technische Merkmale sprechen dafür, dass der Vorstoß für das in die Jahre gekommene 802.11p zu spät kommt.

Zu den C-V2X-Vorzügen gehört die große Verbreitung des Mobilfunks, die entfallenden Kosten für RSUs und die technisch modernere, leistungsfähigere Basis. Mit China setzt ein rasant wachsender Automobilmarkt auf C-V2X. Ford hat im März 2019 als einer der ersten Hersteller angekündigt, C-V2X-Fahrzeuge in China ab 2021 anzubieten. Dort wird der Fahrzeugbestand gegenüber Europa schnell zunehmen. Man kann daher erwarten, dass sich C-V2X im fernen Osten schnell über mehrere Produktgenerationen verbessert und kostengünstiger wird. Das Rennen zwischen 11p und C-V2X ist aber dennoch offen, allein schon, weil bei beiden Methoden die definitiven Kosten für den Kunden noch völlig offen sind. (dz@ct.de) **ct**

Infos zu 11p und C-V2x: [ct.de/yuyu](http://ct.de/yuyu)



# Unendlich lang

## BigInt: Rechnen mit beliebig großen ganzen Zahlen

**JavaScript kennt eigentlich nur 64-bittige Gleitkommazahlen. Nur 53 Bit stehen für Integer-Arithmetik zur Verfügung. Mit größeren Ganzzahlen kann man also nicht rechnen. Zum Glück gibt es in modernen Browsern das BigInt-Objekt, das Arithmetik mit beliebig langen Integers erlaubt.**

**Ein Gastbeitrag von Oliver Lau**

**E**igentlich wollte ich nur ein bisschen Bit-Fiddling betreiben. Aber bei keinem der Online-Rechner, die ich gefunden habe, konnte ich für die Ein- und Ausgabe das numerische System (binär, oktal, dezimal, hexadezimal) frei wählen, ohne umständlich zwischen den Modi zu wechseln. Und keiner der Rechner erlaubte die Verwendung von Variablen, die beim Ausprobieren von Formeln ungemein hilfreich sein können.

Eine eigene Anwendung musste her, am besten eine für den Browser, damit ich sie ohne Weiteres bequem auf jeder Plattform nutzen kann. Gedacht, gemacht. Herausgekommen ist der Arbitrary Precision Calculator. Den Quellcode können Sie bei GitHub herunterladen (siehe [ct.de/yys1s](https://github.com/ctde/yys1s)). Speichern Sie die Dateien einfach in ein Verzeichnis Ihrer Wahl unterhalb des Document Root Ihres Webservers – schon können Sie loslegen. Er beherrscht arith-

metische und bitweise Operationen sowie ein paar Funktionen (ggT, kgV, min, max, Quadratwurzel).

### Number taugt nicht

Wer für den Browser programmiert, dessen Code wird letztlich in der JavaScript-Engine des Browsers ausgeführt. Zahlen in JavaScript (die vom Typ Number) sind leider stets nur 64-Bit-Gleitkommazahlen, von denen 53 Bit die Mantisse darstellen, also die Zahl vor der Potenz. Für Ganzzahlen verwendet JavaScript aber nur den für die Mantisse zur Verfügung stehenden Platz. Damit erstreckt sich der Wertebereich von  $-2^{53}+1$  (Number.MIN\_SAFE\_INTEGER) bis  $2^{53}-1$  (Number.MAX\_SAFE\_INTEGER). Schon so etwas heutzutage Selbstverständliches wie 64-Bit-Ganzzahlarithmetik fällt also flach. Große IDs für Datenbanken, exakte Zeitstempel – geht nicht. Noch schlimmer wirds, wenn man Ganzzahlarithmetik durch Verwendung eines bitweise agierenden Operators (`a|0`) erzwingt. Dann rechnet JavaScript mit 31-Bit-Integers (inklusive Vorzeichen).

Die Lösung: Rechnen mit Ganzzahlen beliebiger Länge. Damit kann man zum Beispiel auch buchhalterische Probleme lösen, indem man Euros nicht mehr in Gleitkomma darstellt, sondern Cents als beliebig große Ganzzahl. Sie erkennen das Problem nicht? Dann tippen Sie in der JavaScript-Konsole Ihres Browsers mal `5.10 + 10.20 === 15.30` ein ...

Zum Rechnen mit beliebig großen Zahlen wurden zwar Bibliotheken wie JSBI, big.js, math.js, crunch.js oder bn.js entwickelt, aber diese gehen naturgemäß recht träge zu Werke, wenn die Werte ein paar (hundert)tausend Stellen lang werden; man denke nur an die Erzeugung von RSA-Schlüsseln. Schneller gehts mit dem BigInt-Objekt, das Chrome seit Version 67 und Opera seit Version 54 zur Verfügung stellen. In Firefox ist es in der gerade erschienenen Version 68 enthalten. Safari, Internet Explorer und Edge kennen es nicht.

### Superlang

Um beispielsweise der Variablen `a` den BigInt-Wert 2 zuzuweisen, schreibt man

```
let a = BigInt(2);
```

Achtung: Auch wenn es sich hier um ein Objekt handelt, erzeugt man es nicht wie sonst üblich mit `new`. Weniger umständlich geht es mit BigInt-Literalen. Man tippt wie

gewohnt Zahlen und hängt ihnen ein kleines `n` an:

```
let b = 256n;
```

Mit den `BigInts` in `a` und `b` kann man wie üblich rechnen, zum Beispiel potenzieren:

```
let c = a ** b;
```

`c` enthält danach eine Zahl mit 78 Stellen, deren Abdruck ich Ihnen erspare, schließlich haben Sie ja jetzt den Arbitrary Precision Calculator zur Hand. Als weitere arithmetische Operatoren sind `+`, `-`, `*`, `/` und `%` erlaubt, für bitweise Operationen `|`, `&`, `^`, `<<` und `>>` sowie für Vergleiche `<`, `>`, `<=`, `>=`, `==`, `!=`, `===` und `!==`.

Auch aus Strings kann man `BigInts` erzeugen: Mit einem vorangestellten `0b` interpretiert JavaScript den String als Binärzahl, mit `0x` als hexadezimale:

```
let largeDecimal =
  BigInt("73405987340958730743098");
let notSoLargeBinary =
  BigInt("0b1110110101001011100001");
let sixtyFourBitHex =
  BigInt("0xfeacbeac12345678");
```

Will man herausfinden, ob eine Variable ein `BigInt` enthält, kann man sich der Typprüfung bedienen. Folgendes ergibt `true`:

```
typeof 42n === "bigint"
```

Nicht erlaubt ist das Mischen von `BigInt`- und `Number`-Operanden:

```
23 + 42n
```

Das resultiert nicht etwa in 65, sondern führt zum Beispiel unter Chrome zu dem `TypeError` „Cannot mix BigInt and other types, use explicit conversions“. Auch die Funktionen aus dem `Math`-Objekt darf man nicht auf `BigInt` anwenden: `Math.sqrt(144n)` zum Beispiel geht also nicht.

`Numbers` und `BigInts` lassen sich jedoch mit `==` und `!=` typunsicher vergleichen:

```
42 == 42n
```

Vergleiche dieser Art ergeben solange `true`, wie sich das `BigInt` in eine gleichwertige `Number` wandeln lässt.

## Konvertierung

Liegt der Wert zwischen `Number.MIN_SAFE_INTEGER` und `Number.MAX_SAFE_INTEGER`, entsteht bei der Wandlung eine ganzzahlige `Number`, sonst eine Gleitkommazahl, die dem ursprünglichen Wert am ehesten entspricht. Zu große oder zu kleine Zahlen werden zu `Infinity` beziehungsweise `-Infinity`.

Wenn man wie in der Beispielanwendung ein `BigInt` in einen String überführen möchte, kann man wie von `Number` gewohnt die Methode `toString()` verwenden, die als Parameter die Basis des Zahlensystems erwartet. Um die Variable `aStr` mit der binären Darstellung (also zur Basis 2) von `a` zu füllen, genügt

```
let aStr = a.toString(2);
```

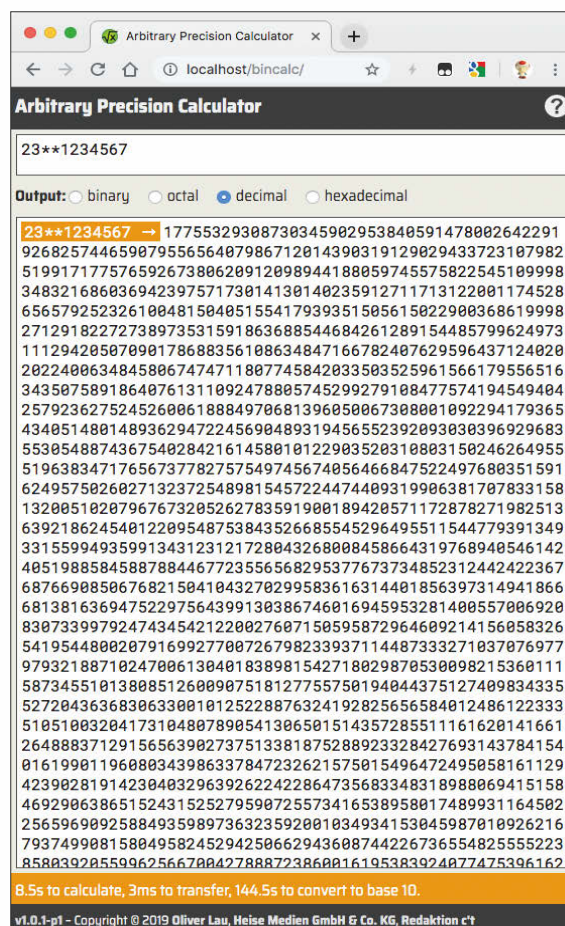
## Limits

Die Überschrift dieses Artikels suggeriert, dass `BigInt` mit beliebig vielen Stellen rechnen kann. Aber stimmt das auch? Radio Eriwan antwortet: Im Prinzip ja, aber ... je mehr Stellen eine `BigInt`-Zahl hat, umso mehr Speicher belegt sie. Beispielsweise ergibt `2**1000000` eine Dezimalzahl mit über 3 Millionen Stellen. Daraus resultiert ein String, der 3 MByte Speicher belegt. Das sind Peanuts für einen halbwegs modernen Rechner. Eigentlich noch weniger, denn `BigInt` hantiert intern mit `Byte`-Arrays. Nur sehr viel größere Werte wie `1234**1234**3` mit über 5,8 Milliarden Dezimalstellen führen auch auf dem potentesten Rechner zu einem `RangeError` („`BigInt` too big“).

Die Berechnung von `2**1000000` stellt kein Problem dar: Chrome 75 hat auf meinem iMac mit einem 2,7-GHz-Intel-Core-i5 nur 1,4 Sekunden gebraucht. Sie warten noch auf das große „aber“? Hier kommt es: Die anschließende Darstellung dieser Zahl im Textfeld hat satte 7 Minuten gedauert. Chrome war so lange damit beschäftigt, das Ergebnis mit `toString(10)` in eine Dezimalzahl zu wandeln. Ist ja auch klar: Während `BigInt` für die binäre, oktale und hexadezimale Ausgabe nur Bits schieben und maskieren muss, sind für die dezimale Darstellung vergleichsweise teure `Modulo`-Divisionen durch 10 nötig. Opera 60 hatte dasselbe Problem. Firefox 68 hat die Berechnung der Formel kurioserweise gleich ganz verweigert (Abbruch mit `RangeError` und „`BigInt` is too large to allocate“).

Wenn Sie den Arbitrary Precision Calculator nützlich finden – experimentieren Sie mal mit Variablen und setzen Sie sie in eine Formel ein – und/oder Anregungen haben, schreiben Sie mir bitte eine Mail oder hinterlassen im `GitHub`-Repository ein Issue. (ola@ct.de) **ct**

**GitHub-Repository mit dem Beispielcode:** [ct.de/yy1s](https://github.com/ola-ola/ct.de-yy1s)



Die Berechnung von 23 hoch 1.234.567 ist mithilfe von `BigInt` zwar in acht Sekunden erledigt, das Umwandeln in eine fast 1,7 Millionen Dezimalstellen lange Zahl dauert unter Chrome und Opera aber deutlich über zwei Minuten. Zum Vergleich: Die Wandlung in die hexadezimale Darstellung beansprucht nur wenige Millisekunden.



IHR PROBLEM  
MEIN JOB



# SCORE!

VON BARBARA SCHWARZ

**N**ervös nahm ich auf dem Besucherstuhl in dem kleinen, schlichten Büro Platz. Meine Überlegung, wie ich das Gespräch am besten beginnen sollte, fand ein jähes Ende, als ich grußlos angesprochen wurde.

„Sie wissen, warum Sie hier sind?“ Die Beraterin, Anfang der Dreißig, Typ Eiskönigin, lächelte frostig.

„Ihr System hat meinen Online-Kreditantrag abgelehnt“, antwortete ich. Warum sonst die merkwürdige Mail, die mich herziert hatte? Der Kauf einer E-Gitarre war seit dem Abi mein Traum gewesen. Leider war damals die erste Wohnung dazwischengekommen. Dann Hochzeit. Flitterwochen. Computerkurse. Das Baby. Später die Saisonkarte für die Kletterhalle und die Fußballschuhe für meinen Sohn. Zum vierzigsten Geburtstag wollte ich mir den Traum nun erfüllen.

„Ich kann mir die Raten leisten“, versuchte ich mein Gegenüber umzustimmen.

Sie nickte. „Darin sind wir uns einig. Das Problem liegt im Persönlichkeitsscore.“

„Soll heißen?“

„Unser Scoringmodell hält Sie für unzuverlässig.“

„Wieso das? Ich habe nie auf Pump gelebt, nie eine Mahnung bekommen, ...“

Ihre Handbewegung fegte meinen Einwurf zur Seite.

„Verhaltensbasierte Einschätzung ist so letztes Jahrtausend, finden Sie nicht?“ Sie tippte etwas in ihren Laptop. „So simpel arbeiten unsere Algorithmen nicht. Ihr derzeitiger Score beträgt 201. Ich kann Ihnen helfen, diesen Wert zu optimieren. Läge er unter 200, hätte das System Ihren Antrag endgültig abgelehnt. Natürlich nicht offiziell ...“ Sie schenkte mir ein messerscharfes Lächeln. „Das ist aufgrund der DSGVO nicht erlaubt. Sie haben das Recht, dass ein menschlicher Mitarbeiter Ihre Daten sieht.“

„Sie meinen das Putzpersonal, das die zerknüllten Anträge in den Shredder wirft?“

Sie ging nicht darauf ein. „Beginnen wir mit Namen und Adresse.“

Zeit für Schadensbegrenzung. „Ich sollte wohl dazusagen, dass wir uns in den nächsten Jahren ein Häuschen im Grünen kaufen möchten ...“

„Dazu kommen wir noch, Herr Baker. Zunächst der Name.“

„Ich bin unzuverlässig, weil ich einen nichtdeutschen Nachnamen habe?“

„Sie missverstehen mich. Gegen Baker bestehen keine Einwände. Briten und Amerikaner scoren sehr hoch.“

„Ich bin Deutscher. Der Nachname kommt von meinem Ex-Stiefvater, der mich adoptiert hatte.“

„Irrelevant. Der Vorname Kevin? Damit stuft das System Sie als Risikoperson ein.“

„Ja, was soll ich denn tun? So heiße ich nun mal. Ich kann doch wegen eines Kredits nicht meinen Namen ändern.“

Sie hob eine Braue. Verzog ansonsten keine Miene.

„Ich kann doch wegen eines Kredits nicht meinen Namen ändern?“, wiederholte ich mit weitaus weniger Überzeugung. So etwas tat man nicht. Oder? Wäre eine E-Gitarre es wert?

„Diskutieren wir das später. Gehen wir zur Adresse über.“

„Wie gesagt, das Einfamilienhaus ...“ Meine Stimme vererbte. Wer um den Kredit für eine E-Gitarre betteln musste, würde sich wohl kaum in nächster Zeit ein Haus leisten können. Außer er gewänne im Lotto. Oder mein Schwiegervater, der alte Tyrann, überschreibe meiner Frau endlich das lange in Aussicht gestellte Geld. „Wir wohnen vielleicht nicht in der besten Gegend, aber ...“

„Nicht in der besten Gegend?“ Aus der Schreibtischlade zog die Beraterin eine Karte der Stadt. Sie wies auf das gelb markierte Viertel neben unserem grauen. „Das da ist nicht die beste Gegend. Marktforscher beschreiben die Bewohner als spießig und von mäßiger Intelligenz.“ Dann zeigte sie auf ein grellgrünes Viertel voller Luxusvillen. „Hier: erfolgreich und potent.“

## SO SIMPEL ARBEITEN UNSERE ALGORITHMEN NICHT.

„Finanziell potent, meinen Sie?“

„Und Ihr Viertel?“ Sie deutete mit spitzem Zeigefinger darauf, ohne die graue Fläche zu berühren. „Unbelehrbar und kriminell.“

„Hinter unserer Siedlung liegt ein Gefängnis.“

„Sehen Sie?“

„Aber ich sitze nicht in dem Gefängnis!“

„Irrelevant.“

„Ja, was soll ich denn tun? Wegziehen?“

„Das wäre eine Möglichkeit. Ich würde sogar sagen, angesichts der Umstände ist es die einzige Möglichkeit.“

Ich dachte darüber nach. Unsere Wohnung lag gleich neben der Schule meines Sohnes. Die geringfügig bessere Gegend, die mit den dämlichen Spießbürgern, begann drei



Kilometer weiter. Sechs Kilometer am Tag konnte ein Zwölfjähriger laufen, oder? Wenn er danach zu k.o. für die Kletterhalle wäre, umso besser. Das ersparte Geld würden wir in die Miete stecken. „Eine andere Wohnung wäre teurer.“

„In welchem Stockwerk wohnen Sie?“

Erstaunlich, dass sie das noch nicht wusste. „Im dritten.“ Unser sonniger Balkon war Katharinas kleines Paradies. Sie liebte ihr Hochbeet, das Luca und ich ihr zum Muttertag gezimmert hatten. Pflanzte Erdbeeren und Salat, zog auf dem Fensterbrett Tomaten.

Die Beraterin lächelte verschwörerisch. „Das Stockwerk wird zurzeit nicht abgefragt“, bestätigte sie meinen Verdacht. „Sehen Sie den Spielraum, der Ihnen dadurch bis zur nächsten Programmänderung bleibt? Angenommen, eine Kellerwohnung im besseren Viertel kostet nicht mehr als Ihre derzeitige Wohnung ...“

„Ich soll mit meiner Familie in einen Keller ziehen?“

„Ja, warum denn nicht? Solange die neue Wohnung gleich groß ist, verbessern Sie Ihr Scoring dadurch erheblich.“

„Und meine Lebensqualität?“ Vom Ehefrieden ganz zu schweigen, wenn ich Katharina sagte, dass sie in Zukunft nur noch Champignons züchten könnte. „Lieber ändere ich doch meinen Namen. Auf ...“, mir kam ein Geistesblitz, „... Eric.“ Sie verkniff die Lippen. „Oder Frank?“ Klang gut mit Baker und passte zu einem angehenden Freizeitrockstar.

Sie klickte auf ihrem Laptop herum. „Udo. Friedrich. Wilhelm. Das sind die Top 3.“ Bei jedem dieser Vorschläge fühlte ich mich gleich um zwanzig Jahre älter.

„Kann ich Kevin als zweiten Vornamen behalten?“

„Als dritten“, gestand sie mir zu. „Bis zur nächsten Programmänderung werden nur zwei Vornamen abgefragt.“

„Ich, äh, müsste das mit meiner Frau besprechen.“

„Ihrer Frau. Katharina.“

„So heißt sie. Und wenn Sie glauben, ich schlage ihr vor, ihren Namen auf Udo zu ändern ...“

„Nein, nein, Katharina ist gut. Bedanken Sie sich bei den Schwiegereltern. Der Name hat Ihr Rating gerade noch in die Grauzone gehoben. Nicht auszudenken, wenn Sie stattdessen mit einer Chantal oder Jacqueline verheiratet wären.“

## DER NAME IHRER FRAU HAT IHR RATING GERADE NOCH IN DIE GRAUZONE GEHOSEN.

Chantal war tatsächlich meine erste große Liebe gewesen. Die Austauschschülerin aus der Klasse meines Bruders. Mir wurde jäh klar, dass ich nicht hier säße, wenn auf mein gestammeltes „Je t’aime“ hin von ihr damals mehr als nur ein Lachen gekommen wäre.

„Ihre Frau arbeitet als Lehrerin?“

„Ein krisensicherer Job“, betonte ich. „So, wie es heutzutage um die Allgemeinbildung steht, sterben Lehrer garantiert nicht aus. Und Vater Staat zahlt pünktlich.“

„Gewiss, aber Ihre Frau unterrichtet Musik. Sie ist kreativ.“ Aus dem Mund der Eiskönigin klang das wie ein Schimpfwort. „Künstlertypen führen bekanntlich einen unsteten Lebenswandel. Was sollte sie daran hindern, schon morgen Hals über Kopf einen Flug nach Indien zu buchen und dort in einer Kommune alternder Hippies zu leben?“

„Ihr Eheversprechen! Außerdem spielt meine Frau Klavier. Glauben Sie, es ist so einfach, rasch mal auf Sitar umzusatteln?“

Mein Einwurf stieß auf taube Ohren. „Und dann der Sohn. Luca. Sein Notenschnitt ...“

„... ist erstklassig.“ Auch der war anzugeben gewesen – keine Ahnung, warum.

## KÜNSTLERTYPEN FÜHREN BEKANNTLICH EINEN UNSTETEN LEBENSWANDEL.

„Ja, leider.“

„Wieso leider?“

„Ein Zwölfjähriger mit nichts Schlechterem als mal einer Zwei im Zeugnis? Das System geht davon aus, dass er mit vierzehn völlig ausgebrannt von daheim abhaut und in der Drogenszene versumpft, woraufhin Sie aus Schuldgefühl und Sorge Ihre Arbeit vernachlässigen und Ihren Job verlieren. Oder zumindest werden sich seine Noten drastisch verschlechtern und Sie müssen viel Zeit und Energie fürs Lernen und die Auswahl des Nachhilfelehrers aufbringen. Was sich wiederum negativ auf das verfügbare Haushaltseinkommen auswirkt.“

Ich hatte Mühe, diesen Ausführungen zu folgen.

„Wenn mein Sohn jetzt Nachhilfe bräuchte, wäre es besser, als wenn die geringe Gefahr besteht, dass er sie in Zukunft brauchen könnte?“

„Das kann man so nicht sagen. Der erste Wert fließt in die Leistbarkeitsrechnung ein, der zweite in das Persönlichkeitsscoring. Wir betrachten nur den zweiten.“

„Luca wird die Schule schaffen!“

„Vielleicht“, gestand sie mir zu. „Wenn Sie trotzdem dafür sorgen könnten, dass er sich dem schlechten Durchschnitt annähert ...“

„Wie, bitte, stellen Sie sich das vor? Soll ich Krach schlagen, während er die Hausaufgaben macht? Mit ihm falsche Antworten fürs Examen einüben? Ihn mit einer Jugendgang bekannt machen?“

„Exzellente Ideen. Eine Kombination daraus könnte wirken. Und ich bin mir sicher, Ihnen fällt noch mehr ein.“

Ja, dachte ich. Zum Beispiel mit meiner Familie in einen Keller zu ziehen und dort zwischen den Einmachgläsern zu hausen. Fürs Bio-Projekt könnte Luca dann die Kellerasseln studieren. Ich holte tief Luft. „Und wenn ich meinen Namen auf Udo Wilhelm ändere, mir eine Kellerwohnung suche und meinem Sohn die Schullaufbahn vermassle, dann bekomme ich ...“



# Tauchen Sie ein – in die Welt der Science Fiction



## Die letzte Crew des Wandersterns

Die Begegnung mit dem Fremden steht im Mittelpunkt des ersten Science-Fiction-Romans in der Reihe heise online: Welten. Wie viel Respekt verdienen außerirdische Mikroben? Wo verläuft die Grenze zwischen Leben und Nichtleben? Können sich Bewohner verschiedener Welten überhaupt miteinander verständigen? In seinem Roman-debüt findet Hans-Arthur Marsiske überraschende Antworten. Eine spannende Reise ins Weltall – die mit einer Überraschung endet.

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

16,00 € >

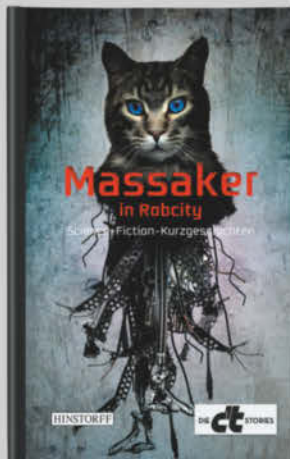


## Ausblendung

Wir reisen in die virtuelle Realität bzw. das, was bald Realität werden könnte. Dabei geht es immer um die Menschen in sich rasant verändernden Welten. In spannungsreichen, bewegenden Geschichten wird die Vielfalt der virtuellen Möglichkeiten ausgelotet und ein visionärer Blick auf die Auswirkungen der Digitalisierung geworfen.

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

16,00 € >



## Massaker in Robcity

Roboter, die in einer Stadt wohnen, die keine Cafés kennt, dafür jedoch mit einem Massaker aufwartet, bei dem keine Panzerung hilft. Welten von morgen – sie sind in diesen Erzählungen nah. Bedrängend nah. Wer sie gelesen hat, wird wissen, wie stark der Sog des Vakuums sein kann, wie unüberwindbar eine Fahrstuhltür, wie verräterisch eine laute Herzfrequenz.

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

16,00 € >

## Ab Juli 2019 verfügbar:



## Apokalypse Pallantau

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

16,00 € >



## Hell Fever

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

16,00 € >

Weitere Bücher finden Sie unter: [shop.heise.de/buecher](http://shop.heise.de/buecher)

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

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



„Einen Moment, bitte.“ Sie tippte etwas ein. „Mit diesen kleinen Änderungen würde Ihr Score von 201 auf 219 steigen. Nun bleiben uns noch ein paar Stellschrauben. Da ist wie gesagt die kreativ-künstlerisch veranlagte Ehefrau.“

„Ich werde mich nicht von Katharina scheiden lassen, bloß weil Ihr dämlicher Blechtrottler das sagt!“

„Sie brauchen nicht ausfallend zu werden. Ich will nur helfen.“ Sie hielt eine Hand über die Tastatur des Laptops, als müsste sie ihn vor meinem Ausbruch schützen. „Also schön. Nehmen wir an, die Ehefrau bleibt vorerst. Wie wäre es mit einer Nebenbeschäftigung? Lehrer haben bekanntlich viel Freizeit.“

Allein der Nachsatz brachte mich fast wieder auf hundertachtzig. „Was für ein Nebenjob? Wenn das etwas Unanständiges sein sollte ...“

„Um Himmels willen, nein!“ Die Beraterin schien schockiert. „Haben Sie eine Ahnung, wie schlecht der Persönlichkeitsscore von Sexarbeiterinnen ist? Die giftige Kombination aus mafiösen Verstrickungen und Schwangerschaftsrisiko, ganz zu schweigen von den Abschlügen für Unmoral? Nein“, fuhr sie fort, „ich dachte an eine ehrenamtliche Tätigkeit als Vereinskassiererin. Kassierer gelten als pingelige Erbsenzähler, das würde der Freigeistnatur einer Musikerin einen Dämpfer verpassen und somit das Scoring entschärfen. Eine weitere Absicherung wäre gut. Sie haben nicht zufällig einen pflegebedürftigen Verwandten oder könnten einen beschaffen?“

„Soll ich meinen Schwiegervater mit seinem eigenen Rollator überfahren?“

Sie runzelte die Stirn. „Nehmen Sie das Thema bitte ernst.“

„Ich versuche es!“

## DAS SYSTEM WIRD GLAUBEN, SIE STÜNDEN KURZ VOR EINEM KARRIERESPRUNG.

„Persönlichkeitsscores haben heutzutage auch eine wichtige soziale Funktion.“

„Sie meinen den Abbau von Vorurteilen?“

Das entlockte ihr einen Seufzer. „Nehmen wir an, wir hätten die größten Hindernisse im häuslichen Umfeld aus dem Weg geräumt. Der Notenschnitt des Sohnes fällt auf drei bis vier, die Ehefrau ist Kassiererin im Kaninchenzüchterverein. Sie heißen Udo Wilhelm Baker und wohnen in ...“

„... einem Kellerloch.“

„Rauchen Sie?“

„Nein.“

„Fangen Sie sofort damit an. Der Bonus dafür wiegt den gesundheitlichen Abschlag mehr als auf.“

„Wieso gelten Raucher als zuverlässig?“

„Statistisch gesehen? Eine Funktion aus Markentreue und Häufigkeit des Konsums.“

In Gedanken spann ich diese Erklärung weiter.

„Würde es helfen, wenn ich heroinsüchtig wäre?“

Keine Reaktion. Stattdessen: „Sie arbeiten für einen Autoimporteur. Wechseln Sie die Branche. Ihr Score wird es Ihnen danken.“

## ICH BIN EIN NETZWERKADMINISTRATOR. IST ES NICHT VÖLLIG EGAL, WAS WIR VERKAUFEN?

„Ich bin dort Netzwerkadministrator! Ist es nicht völlig egal, was wir verkaufen?“

„Ihnen vielleicht. Nicht dem System. Nun zum Thema Gesundheit: Sie geben Ihren Zustand mit ‚gut‘ an, untermauern das aber nicht durch die Mitgliedschaft in einem Fitnessstudio.“

„Ich jogge gern im Park.“

„Und ich nasche gern aus den Lunchboxen meiner Kollegen, aber solange wir im Pausenraum noch keine Kameras haben, kann es mir niemand nachweisen.“ Wieder das messerscharfe Lächeln. „Verstehen Sie?“

Ich startete sie an. „War das ein erfundenes Beispiel oder klauen Sie wirklich ...?“

„Irrelevant. Ich habe noch ein paar Optimierungen für Sie zusammengestellt. Verwenden Sie Ihre Kreditkarte regelmäßig bei Sportartikelhändlern. Was Sie kaufen, ist egal, meinetwegen auch Telefonwertkarten. Liken Sie Marathons auf Social Media und kommentieren Sie diese mit ‚Werde dort sein‘. Treten Sie einem Golf- oder Segelclub bei.“

„Wird das nicht teuer?“

„Oft gibt es ein Rücktrittsrecht. Sobald der Kredit bewilligt ist, kündigen Sie die Mitgliedschaft. Abonnieren Sie Luxuszeitschriften. Autos, Uhren, Weine, egal was. Das System wird glauben, Sie stünden kurz vor einem Karrieresprung. Verwenden Sie Markenputzmittel. Eröffnen Sie Kundenkarten bei namhaften Ketten und kaufen Sie bei jeder für rund 50 Euro im Monat ein. Wenn Sie sich das nicht leisten können oder nicht so viele Produkte brauchen, kaufen Sie Gutscheine, mit denen Sie im nächsten Monat weitere Gutscheine kaufen. Entfreundeten Sie alle Online-Bekanntschäften, von denen Sie wissen oder vermuten, dass diese finanzielle Probleme haben.“

„Sonst noch was?“

„Ja. Legen Sie sich einen Hund zu.“

„Wie bitte?“

„Hunde sind scoringtechnisch unschlagbar. Gesundheitsbonus fürs Gassigehen, noch dazu gelten Hundebesitzer als zuverlässig. Jedenfalls die meisten“, schwächte sie ab. „Es sollte kein Listenhund sein.“

„Der Hund wohnt dann mit uns im Keller?“

Sie verkniff die Lippen. „Eine Katze wäre aufgrund der Nachtsicht geeigneter“, gab sie zu, „aber Katzenbesitzer ste-

hen im Ruf, exzentrisch zu sein. Der Blofeld-Effekt. Einen Moment, bitte.“ Sie tippte. „Fische sind neutral“, murmelte sie, „das bringt uns nicht weiter. Keinesfalls Ratten, damit gelten Sie als Punk. Bloß kein Meerschweinchen ...“

„Was haben Sie gegen Meerschweinchen?“

„Nichts. Es sind reizende Familientiere. Wir sollten das System nur nicht mit der Nase darauf stoßen, dass Ihre Frau noch einmal gebären könnte. Seien Sie froh, dass das vergleichsweise hohe Alter Ihres Sohnes und Ihre Technikerlaufbahn den klassischen ‚Alle Frauen lieben Kinder‘-Beruf der Gattin wettmachen.“

## KAUFEN SIE GUTSCHEINE, MIT DENEN SIE IM NÄCHSTEN MONAT WEITERE GUTSCHEINE KAUFEN.

Betroffen schwieg ich. Katharina hatte erst gestern gescherzt, wie schön es doch wäre, wieder ein Baby zu umsorgen. Nicht dass wir ernsthaft daran dachten. Außerdem würde sich die Familienplanung wohl rasch erledigen, wenn wir erst in unserem Keller hausten. Mit Hund und ...

„Esel!“ Die Beraterin schnippte mit den Fingern. „Ja, ein Esel wäre ideal. Sprichwörtliche Treue.“

Und wir könnten den Mist für Katharinas Champignonzucht verwenden. Wenn ich diesen Vorschlag machte, würde ich allerdings aus dem Ehebett verbannt werden und mir mit dem Esel ein Strohlager teilen müssen. Vielleicht sollte ich mir einfach ein Stirnband mit zwei langen grauen Plüschohren aufsetzen. Würde das dem Scoringssystem genügen?

„Gibt es keine anderen Ideen?“, fragte ich zunehmend verzweifelt.

„Gehen Sie zur Paartherapie.“

„Um Katharina das mit dem Esel zu erklären oder wegen des Scores?“

„Meinen Sie die Frage ernst? Bei der heutigen Scheidungsrate erhält jeder vom System einen satten Bonus, der bereit ist, an seiner Ehe zu arbeiten. Ich empfehle allen meinen Kunden zu heiraten, am besten einen x-beliebigen Fremden. Je weniger Übereinstimmung in der Lebensplanung, desto mehr Zahlungsflüsse an Paartherapeuten, desto besser der Score. Trinken Sie?“, fuhr sie unvermittelt fort.

„Nein. Ich bin ein medizinisches Wunder, mein Körper kommt völlig ohne Flüssigkeit aus.“ Unter ihrem strengen Blick zog ich den Kopf ein. „Ab und zu mal ein Bier.“

„Sie meinen die acht Kisten Weißbier, die Sie vor drei Wochen auf Ihre Kreditkartenrechnung gesetzt haben?“

„Das war für die Pensionsfeier eines Kollegen!“

„Ich glaube Ihnen. Aber das System? Kaufen Sie bis zur Bewilligung des Kreditantrags keinen Tropfen mehr. Zum Abschluss gebe ich Ihnen noch ein paar Tipps. Man-

che mögen seltsam scheinen, aber ich rate Ihnen, sich daran zu halten.“

„Ich bin ganz Ohr.“

„Arbeiten Sie an Ihrer Online-Präsenz. Rufen Sie ein- bis zweimal wöchentlich eine Reisebüroseite auf und suchen Sie dort ausschließlich nach üblichen Urlaubszielen, die Familien sich leisten können. Lösen Sie täglich ein Sudoku, das erhöht die Bewertung Ihrer Intelligenz. Angesichts Ihrer neuen Adresse werden Sie den Bonus brauchen. Meiden Sie Büro-Comics außerhalb der Dienstzeit.“

„Nicht während der Dienstzeit?“

„Empfinden Sie es als normal, wenn jemand im Dienst solche Comics liest?“

„Schon, aber ...“

„Würden Sie denken, jemand, der seine Freizeit damit verbringt, wäre akut Burnout-gefährdet?“

So hatte ich das noch nicht betrachtet.

„Spenden Sie für karitative Zwecke?“

„Es gibt diesen Penner am Bahnhof, den ich öfter mal auf ein Brötchen einlade.“

„Stellen Sie auf Abbuchungsauftrag um.“

„Ich bezweifle, dass so ein Penner über die technischen Möglichkeiten verfügt.“

„Dann spenden Sie dem Tierschutzverein oder sonst wem. Hauptsache, es scheint als regelmäßige Abbuchung auf. Verbringen Sie täglich eine halbe Stunde mit Online-Spielen. Weniger wäre angesichts Ihres Jahrgangs unglaublich, mehr wirkt süchtig. Posten Sie auf Social Media, dass Ihr Sohn Arzt oder Anwalt werden will.“

„Was angesichts seines künftigen Drei-minus-Notenschnitts schwierig sein könnte“, murmelte ich.

## LÖSEN SIE TÄGLICH EIN SUDOKU, DAS ERHÖHT DIE BEWERTUNG IHRER INTELLIGENZ.

„Liken Sie Postings konservativer Politiker. Öffnen Sie täglich drei Finanzartikel einer Tageszeitung und scrollen Sie bis zum Ende. Rezensieren Sie Bücher mit den Worten ‚Erfolg‘ und ‚Karriere‘ im Titel. Laden Sie Ihr Smartphone nur bei Voll- und Neumond auf, nie dazwischen.“

„Und wenn ich das alles tue, bekomme ich den Kredit?“

Sie nickte. „Nach meiner Berechnung müssten Sie damit knapp über die 250-Punkte-Marke gelangen.“ Abrupt stand sie auf. Ich erhob mich schwerfällig. Die Erkenntnisse aus unserem Gespräch lasteten auf mir.

„Herr Baker ...“

Ich gab auf. „Nennen Sie mich Udo.“

„Udo.“ Sie lächelte und hielt mir ihre Hand hin, die ich schüttelte. „Herzlichen Glückwunsch. Fühlt es sich nicht gut an, Ihr Leben optimiert zu haben?“

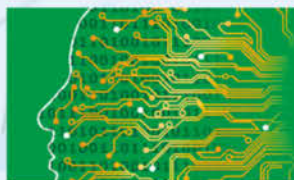
(psz@ct.de) **ct**





## Big Data mit Hadoop

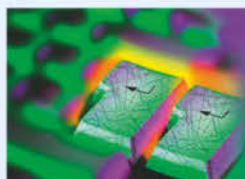
03. bis 04. September 2019  
in Hannover



## Künstliche Intelligenz mit Deep Learning

Praktischer 4-Tage-Intensivkurs für Einsteiger

09. bis 12. September 2019  
in Hannover



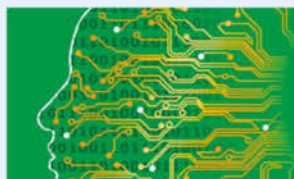
## Multi-Core Programmierung

23. bis 25. September 2019  
in Hannover



## Einstieg in die Continuous Integration mit Jenkins

24. bis 25. September 2019  
in Frankfurt



## Künstliche Intelligenz mit Deep Learning

2-Tage-Kurs zum schnellen Einstieg

30. September bis 01. Oktober  
2019 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)



Organisiert von:

# Smarte Gadgets

Sensoren &amp; Aktoren

BBC micro:bit

ePaper-Displays

Calliope mini

PORTOFREI  
AB 15 €  
BESTELLWERT

Arduino UNO


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)

# Fernstudium Robotik



Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und -Programmierer. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Umweltschutz-Techniker,  
Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

[www.fernschule-weber.de](http://www.fernschule-weber.de)

I ❤️  
NERDISTAN

ct magazin für  
computer  
technik

// heise  
devSec()

DIE KONFERENZ FÜR SICHERE  
SOFTWARE- UND WEBENTWICKLUNG

24.-26. September 2019

Print Media Academy,  
Heidelberg

Sichere Software beginnt  
vor der ersten Zeile Code...

Auszug aus dem Programm:

- Der lange Weg zum sicheren Code
- Moderne Sicherheitsstandards für Web-Applikationen
- Safety & Security by Design
- Automatische Security-Tests in Continuous Integration
- Datenschutz jenseits von EU-DSGVO

PROGRAMM ONLINE!  
Frühbucherrabatt bis zum 2.8.2019

- Security-Fallstricke von Python-Applikationen in produktiven Umgebungen
- Eine DevSecOps-Geistergeschichte
- Node.js / NPM Security
- Bedrohungsanalyse in der Praxis
- LFI / RFI – Remote Code Execution einfach gemacht

[www.heise-devsec.de](http://www.heise-devsec.de)

Goldsponsoren



Silbersponsor



Veranstalter



## c't – Kleinanzeigen

**Private Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

**Gewerbliche Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

**Chiffre-Anzeige:** € 5,- Gebühr

**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.


PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Sparkasse Hannover,  
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum      Unterschrift (unter 18. der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im :  
Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich\* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

[illegible]

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \*Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

**Ausfüllen und einsenden an:**  **Heise Medien GmbH & Co. KG**  
c't-Magazin, Anzeigenabteilung  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.





# HIER KÖNNTE IHR

Seminar-Angebot viele Hunderttausend wissenshungrige Leser erreichen.  
Dazu müsste an dieser Stelle nur Ihr

# SEMINAR STEHEN

Und das zu außergewöhnlich günstigen Konditionen.

Mehr Infos gibt es unter +49 (0) 511 53 52-165 oder -221.

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.



EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN

DEZERNAT III –  
STUDIUM UND LEHRE

Berufsbegleitend  
studieren?

CERTIFICATE  
OF ADVANCED  
STUDIES (CAS)

**GEODATEN**

Nächster  
Kursstart:  
**06.12.2019**

Vier Module  
Präsenzveranstaltung  
& Onlinephase 50:50

AZAV-Zertifizierung – Förderung für Arbeitsuchende mit dem Bildungsgutschein sowie für Arbeitgeber nach dem Qualifizierungschancengesetz.

Nähere Informationen unter:  
**wissenschaftliche-weiterbildung.info**

Universität Tübingen · Dezernat III – Studium und Lehre  
Tübinger Zentrum für Wissenschaftliche Weiterbildung  
Wilhelmstraße 11 · 72074 Tübingen · Telefon 07071 29-76837





## Workshops 2019

**Jetzt Ticket  
sichern!**



### Powerkurs vSphere-Administration

**Am 19. bis 23. August 2019 in Hannover**

In diesem fünftägigen Intensiv-Workshop erlernen die Teilnehmer die Installation, Konfiguration und Verwaltung einer vSphere-6.x-Umgebung anhand von Best Practices. Dabei lernen Sie alle wichtigen Administrationstechniken sowohl mit der grafischen Oberfläche als auch auf der Kommandozeile kennen. Jedem Teilnehmer steht im Kurs ein eigenes vSphere-System für die Durchführungen der Übungen zur Verfügung.

Weitere Infos unter:  
[www.heise-events.de/workshops](http://www.heise-events.de/workshops)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)





Die **Hochschule Darmstadt** sucht für den internationalen Studiengang Expanded Realities am **Fachbereich Media** zum nächstmöglichen Zeitpunkt unbefristet eine\*n

## Laboringenieur\*in (100%)

Kennziffer: 23/2019

### Ihre Aufgaben:

- Betreuung von Studierenden bei Praktika und Übungen im Studiengang „Expanded Realities“ und der entsprechenden Labore
- Vorbereitung der Laborveranstaltungen, Planung, Aufbau und Erprobung von Versuchsaufbauten
- Entwicklung von Aufgaben und Übungsunterlagen
- Technische Organisation des Laborbetriebs, Wartung und Pflege der Laboreinrichtung
- Mitarbeit bei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
- Unterstützung der Studierenden bei Projekt- oder Abschlussarbeiten
- Aufbau, Organisation und Betreuung einer eigenen Produktionspipeline
- Organisation und Vorbereitung von Messeauftritten und Veranstaltungen des Studiengangs, Unterstützung des Studiengangs bei der Öffentlichkeitsarbeit, Raumdisposition

### Ihr Profil:

- Abgeschlossenes Hochschulstudium in Informatik, Medieninformatik oder vergleichbar (Bachelor oder FH-Diplom)
- Einjährige Berufserfahrung als Ingenieur\*in ist von Vorteil
- Gute Kenntnisse in den Fachgebieten Virtual-, Augmented- und Mixed Reality
- Gute Kenntnisse in Netzwerktechnologien
- Sehr gute Kenntnisse in Umgang und Administration der WINDOWS und MAC OS Betriebssysteme
- Sehr gute Kenntnisse in PC-Administration und -Pflege, sowie von mobilen Geräten
- Kenntnisse in der Projektorganisation
- Verständnis für die gestalterischen und technischen Grundlagen audiovisueller Medien
- Erfahrung in der Materialdisposition und -beschaffung

Das genaue Profil sowie weitere Einzelheiten finden Sie auf der Homepage der Hochschule Darmstadt unter <https://www.h-da.de/hochschule/arbeiten-an-der-hochschule/stellenangebote/beschaefigte/>

Die Vergütung erfolgt bis Entgeltgruppe 11 des Tarifvertrages für die Beschäftigten des Landes Hessen (TV-H). Eine spätere Höhergruppierung in die Entgeltgruppe 12 ist vorgesehen.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann freuen wir uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung mit den üblichen Unterlagen unter Angabe der o.g. Kennziffer bis zum **02.08.2019** an die

**Hochschule Darmstadt**  
Personalabteilung,  
Haardtring 100,  
64295 Darmstadt



Unterstützen Sie unser Planungsteam als

## Stellvertretender IT-Leiter (m/w/d)

Eintrittsdatum: Gemeinsamkeit ist uns wichtiger als das Datum  
Arbeitsort: Rostock

Als national und international tätiges Architektur- und Ingenieurbüro übernehmen wir anspruchsvolle General- und Fachplanungen. Über 500 Mitarbeiter\*innen arbeiten in verschiedenen Fachbereichen an der optimalen technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Lösung unserer Planungsaufträge. Sie sind das Herz unseres Unternehmens und bringen täglich gemeinsam ihr professionelles Können und ihre Ideen ein.

### Sie erleben bei uns:

- eigenverantwortliches Arbeiten und kurze Entscheidungswege
- berufliche Perspektiven bei einem der größten deutschen Planungsbüros
- Einarbeitung durch persönliches Mentoring
- motivierte und kreative Teams
- flexible Arbeitszeiten und Benefits

### Sie bringen mit:

- ein abgeschlossenes Studium der Wirtschaftsinformatik, Informatik oder vergleichbar
- fundierte Kenntnisse im Umgang mit der Windows Server Technologie (AD, Virtualisierung usw.)
- Erfahrungen im Citrix-Umfeld, der Bereitstellung/Betreuung von Anwendungen und mit Storage- und Backup-Lösungen
- sicherer Umgang mit aktuellen Netzwerktechnologien im LAN und WAN Umfeld
- selbstständige, strukturierte und fachlich fundierte Arbeitsweise
- Kommunikations- und Teamfähigkeit

### Ihre Herausforderung:

- Konzeption, Installation und Weiterentwicklung der komplexen standortübergreifenden Windows Server Infrastruktur (Hyper-V, Storage, Backup, AD, SCCM, PKI, Antivirus, DFS, Netzwerk usw.)
- Dokumentation, Administration und Support im 2nd Level
- Verstärkung der IT-Leitung
- Bereitstellung und Administration von Fachanwendungen im Unternehmen (CAD, Berechnungsprogramme usw.)

Mit uns können Sie planen: INROS LACKNER SE  
Christina Babel  
personalabteilung@inros-lackner.de  
Rosa-Luxemburg-Str. 16, 18055 Rostock



Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) sucht zum nächstmöglichen Zeitpunkt am Dienort Berlin für das IT-Referat Z A 5 mehrere

## IT-Spezialistinnen / IT-Spezialisten (m/w/d)

Als IT-Spezialist/in im IT-Referat haben Sie unmittelbar verantwortliche Aufgaben beim Aufbau und der Betreuung der modernen Informations- und Kommunikationstechnik des Ministeriums.

Abhängig von Ihren bisherigen Kenntnissen und Erfahrungen erwarten Sie Aufgaben in den Bereichen Client-Management, Netzwerk und Voice-over-IP (VoIP), mobile Clients, Collaboration und operative IT-Sicherheit.

**Sie verfügen** – belegt durch Zeugnisse, Zertifikate und Berufserfahrung – über: ein mindestens mit der Note „befriedigend“ abgeschlossenes Fachhochschul- bzw. Bachelorstudium der Fachrichtungen Informatik, Wirtschaftsinformatik, technische Informatik, Nachrichtentechnik oder vergleichbaren Studiengängen mit IT-Bezug oder schließen ein solches Studium in Kürze ab, möglichst praktische Erfahrungen in einem der oben genannten Bereiche, vertiefte Kenntnisse (z. B. Betriebssysteme, Softwareverteilung, Paketierung, Patch- und Updatemanagement, Netzwerke, Videokonferenztechnik und VoIP, SINA und SecurePIM mit iOS, Microsoft SharePoint, Datenbanken, Identity Access Management, Informationssicherheitsmanagement, IT-Grundschutz, Einrichtung von barrierefreier Hardware und Software wie Braillezeilen, Screenreader, etc.), Erfahrungen in der Planung und Umsetzung von IT-Projekten und gute Englischkenntnisse.

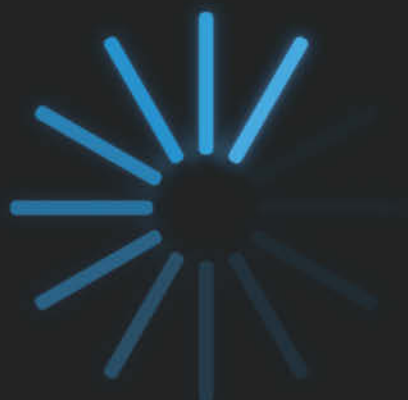
**Wir suchen** engagierte und einsatzfreudige neue Kolleginnen und Kollegen, die über Teamgeist, Eigeninitiative und Kommunikationsbereitschaft verfügen. Sie bringen Verhandlungsgeschick sowie Durchsetzungsvermögen mit und arbeiten lösungsorientiert. Auch in turbulenten Zeiten sind Sie belastbar und flexibel.

**Wir bieten** interessante und anspruchsvolle Tätigkeiten mit ausgezeichneten Arbeitsbedingungen, umfangreiche Fortbildungsangebote, um eine rasche Einarbeitung zu gewährleisten und Ihnen die Möglichkeit zu geben, in zunehmend verantwortungsvollere Aufgaben hineinzuwachsen, Ausstattung mit aktueller moderner Technik, regelmäßige Teamaktivitäten für ein positives Arbeitsklima, ein familienbewusst ausgerichtetes Umfeld, in dem Teilzeitbeschäftigung, mobiles Arbeiten und Telearbeit grundsätzlich möglich sind, die Einstellung in ein unbefristetes Arbeitsverhältnis mit einer sechsmonatigen Probezeit und abhängig von Ihren Vorkenntnissen eine Vergütung / Besoldung in EG / A 9 bis 12 zzgl. Ministerialzulage (erweiterte Sicherheitsüberprüfung notwendig).

**Wir freuen uns** über Ihre Online-Bewerbung mit tabellarischem Lebenslauf, Ausbildungs- und Beschäftigungsnachweisen über <https://www.interamt.de>  
Stellen-ID: 523723 (Ausschreibungsende 16. August 2019)  
BMWi Kennziffer: **G 05 / 2019 / EXTERN**.



# Deloitte.



## IT's your career

What impact will you make?  
careers.deloitte.com

### Making an impact that matters.

Unser Anspruch ist, jeden Tag das zu tun, was wirklich zählt. Mit unserem breiten Leistungsspektrum – von Audit & Assurance, Risk Advisory über Tax & Legal bis Financial Advisory und Consulting – unterstützen wir Kunden auf einzigartige Weise. Wir setzen neue Maßstäbe, liefern innovative Denkansätze und ermöglichen nachhaltiges Wachstum. Wir fördern unsere hochqualifizierten Mitarbeiter mit ihren verschiedensten Talenten, sodass sie mit uns mehr erreichen.

## Ihre Karriere in unserer internen IT Information Technology Services

Location: Berlin, Düsseldorf, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Köln, Leipzig, München

Unser internes Team der ITS sorgt für die weitere Digitalisierung von Deloitte. Als starker Partner für unser Business sind wir ein wichtiger Teil der Wertschöpfungskette. Wir arbeiten jeden Tag daran, die bestmöglichen digitalen Services zur Verfügung zu stellen. Neben den klassischen IT-Aufgaben rund um die Bereiche Workplace, Infrastructure und Applications entwickeln wir in enger, bereichsübergreifender Zusammenarbeit in spannenden Projekten neue, digitale Services. Ein breites Spektrum an Technologien und Aufgaben sorgt bei uns für Entfaltungs- und Gestaltungsspielraum.

### Spannende Aufgaben erwarten Sie als

- IT Business Analyst/Requirements Engineer (m/w/d) – Inhouse
- Firewall Analyst (m/w/d)
- Security Architect (m/w/d) – Inhouse
- IoT Data Engineer (m/w/d)
- Endpoint Protection Security Platform Administrator (m/w/d)
- Key & Certificate Management Support Engineer (m/w/d) – Inhouse
- Senior Infrastructure Operations Engineer (m/w/d) – Inhouse

### Wen wir suchen

- Erfahrene Experten aus IT, Wirtschaft oder Ingenieurwesen, die neue Herausforderungen mit Gestaltungsspielraum suchen, genauso wie neugierige Berufseinsteiger
- Menschen, die etwas bewirken wollen, begeisterungsfähig sind und sich aktiv an Transformationen beteiligen
- Persönlichkeiten, die ihre Expertise mit einbringen, Verantwortung übernehmen sowie international zusammenarbeiten wollen

### Was Sie von uns erwarten können

Neben einem sicheren Arbeitsplatz in einer angenehmen, kollegialen Atmosphäre bieten wir Ihnen ein chancenreiches, internationales Arbeitsumfeld. Hier warten vielfältige Projekte auf Sie. Hierbei stehen nicht nur die klassischen IT-Felder im Fokus, sondern auch die ganze Bandbreite neuer digitaler Services. Bei uns gelten flache Hierarchien und ein Prinzip der offenen Tür. Ein weiterer Pluspunkt: Dank einer Vielzahl maßgeschneiderter Weiterbildungsprogramme bringen wir Sie in Ihrer beruflichen und persönlichen Entwicklung einen großen Schritt nach vorn.

### Sie sind interessiert?

Dann bewerben Sie sich online unter: [jobs.deloitte.de](https://jobs.deloitte.de)

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung.





# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur .....	204
1blu AG, Berlin .....	9
B1 Systems GmbH, Vohburg .....	11
Blockchance UG, Hamburg .....	29
Centron GmbH, Hallstadt .....	19
Concept International GmbH, München .....	45
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	37
eQ-3 AG, Leer .....	39
Fernschule Weber, Großenkneten .....	195
GITO mbH, Berlin .....	49
Kentix GmbH, Idar-Oberstein .....	35
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp .....	31
Platinion GmbH, Köln .....	203
RNT Rausch GmbH, Ettlingen .....	57
Strato AG, Berlin .....	2
Thomas Krenn AG, Freyung .....	85
TOPIX Business Software AG, Ottobrunn .....	83
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe .....	47
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal .....	55

## Seminare

Universität Tübingen, Tübingen .....	197
--------------------------------------	-----

## Stellenanzeigen

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin .....	198
Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Düsseldorf .....	199
Hochschule Darmstadt, Darmstadt .....	198
INROS LACKNER SE, Rostock .....	198

## Veranstaltungen

VOICE Entscheiderforum	heise Events, VOICE-Service GmbH	12
c't webdev	c't, heise Events	23
IT-Jobsummit	heise jobs, Jobware	43
IT-Sicherheitstag Bremen	heise Events	61
storage2day	iX, dpunkt.verlag	89
ISD	heise Events, eco Verband	129
MacDev	Mac & i, heise developer, dpunkt.verlag	139
Continuous Lifecycle + Container Conference	iX, heise developer, dpunkt.verlag	161
IT-Sicherheitstag Rhein-Main	heise Events	179
iX Workshops	iX, heise Events	194, 197
devSec	iX, heise developer, dpunkt.verlag	195
data2day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	200

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

**data2day / 2019**

**22.-24. Oktober 2019**

Print Media Academy, Heidelberg

Die Konferenz für Big Data, Data Science und Machine Learning

**PROGRAMM ONLINE!**  
Frühbucherrabatt bis 30. August 2019

Data-driven Organisation ✓

Data Governance ✓

Workshops zu Machine und Reinforcement Learning, Data Integration und Graph Analytics

KI und Ethik ✓

Datenvisualisierung ✓

**www.data2day.de**

Goldsponsoren: HMS analytical software, structr

Silbersponsoren: codecentric, PHYTEC

Bronzesponsor: INCTEC

Veranstalter: iX, heise Developer, dpunkt.verlag

# 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:** „Ryzen 3000: AMDs Intel-Killer“:  
Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), „Foto-Smartphones im Test“: Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

### Leser & Qualität

**Leitung:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

### Ressort Software & Internet

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Anke Brandt ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Arne Grävmeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüller ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Sylvester Tremmel ([syt@ct.de](mailto:syt@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Stefan Wischner ([swi@ct.de](mailto:swi@ct.de))

### Ressort Systeme & Sicherheit

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([imd@ct.de](mailto:imd@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 Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mils@ct.de](mailto:mils@ct.de)), Jan Schüller ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktn@heise.de](mailto:ktn@heise.de)), Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([ciw@ct.de](mailto:ciw@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 Müssig ([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 ([hcz@ct.de](mailto:hcz@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurrans ([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))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([Ltg., rs@ct.de](mailto:Ltg., rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@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.), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, 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 Börsen

**Digitale Produktion:** Rolf Ahlborn, Melanie Becker, Joana Hollasch

### Illustrationen

Jan Binkies, 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: 5C1C1DC5BEEDD33A  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>  
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A  
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000  
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.  
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>  
via Tor: [sq4lecqyx4izcpkp.onion](https://sq4lecqyx4izcpkp.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 36 vom 1. Januar 2019.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)

Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

### c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,20 €; Österreich 5,70 €; Schweiz 7.60 CHF; Dänemark 57.00 DKK;  
Belgien, Luxemburg 6,00 €; Niederlande 6,30 €, Italien, Spanien 6,50 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 122,85 €, Österreich 130,95 €, Europa 141,75 €, restl. Ausland 168,75 € (Schweiz 175.50 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 89,10 €, Österreich 95,85 €, Europa 108,00 €, restl. Ausland 135,00 € (Schweiz 140.40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22.95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 93,15 €, Österreich 98,55 €, Europa 112,05 €, restl. Ausland 139,05 € (Schweiz 132.30 CHF). Luftpost auf Anfrage.

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).


Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht 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 2019 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 17/2019

Ab 3. August 2019 im Handel und auf ct.de



## Windows-Bremsen lösen

Wenn Windows nervige Denkpausen einlegt oder immer länger zum Booten braucht, dann liegt das nicht am Alter der Installation, sondern an einzelnen Bremsklötzen. Oft wird man die mit ein paar simplen Handgriffen los, aber manches erfordert den Griff in einen gut bestückten Werkzeugkasten.



## Saugroboter

Der eine entleert sich selbst, der andere kann auch wischen: moderne Saugroboter können mehr als nur Staub saugen. Mit Kamera- oder gar Laser-Distanz-Navigation finden sie sich selbstständig zurecht. Wir haben getestet, wie gut sie saugen und wie es um den Datenschutz bestellt ist.

## Avatare der Toten

Künstlich intelligente Chatbots ahmen Berühmtheiten nach, auch verstorbene. Die KI antwortet wie eine reale Person, wenn für ihr Training authentisches Material bereitstand, etwa Chatverläufe, E-Mails, Briefe und Tagebücher. Werden wir in Zukunft unsere Altvorderen per WhatsApp um Rat fragen?

## Kindersichere Smartphones

Android und iOS bieten von Haus aus viele Möglichkeiten, die Spiel-, YouTube- und Chataktivitäten des Nachwuchses unter Kontrolle zu behalten. Wir zeigen, wie man den Kinderschutz einrichtet und wo seine Grenzen liegen.

## Freifunk statt WLAN-Dilemma

Wer Gästen sein WLAN mit zugänglich machen will, muss sich entscheiden: umständlich und sicher oder bequem und offen? Mit Freifunk geht es sicher und bequem. Wir widmen uns der Funktionsweise, den dafür tauglichen Outdoor-Geräten und den Communities.

## Noch mehr Heise-Know-how:



Technology Review 8/2019  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



c't Projekte 2019 jetzt im  
Handel und auf heise-  
shop.de



c't Digitale Fotografie  
4/2019 jetzt im Handel und  
auf heise-shop.de



# SIE BEHERRSCHEN VIER SPRACHEN. UND SPRECHEN ZWEI.

## Willkommen im Team von BCG Platinion.

Bei BCG Platinion fragen wir uns nicht, wie die digitale Welt ist – sondern wie sie sein sollte. Bei uns arbeiten kleine, hochmotivierte Teams an der Umsetzung geschäftskritischer IT-Themen renommierter Industrie- und Dienstleistungsunternehmen. Dabei ist uns eine enge Zusammenarbeit mit dem Kunden genauso wichtig wie die persönlichen Aufstiegs- und Entwicklungschancen unserer Mitarbeiter. Sie haben Interesse an einer führenden IT-Beratung und wollen von den Chancen des globalen BCG-Netzwerks profitieren? Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

Mehr Infos auf [karriere.bcgplatinion.de](https://karriere.bcgplatinion.de)



**BCG  
PLATINION**



# NEU 1&1 VORTEILSWELT!



## 1&1 ALL-NET-FLAT

✓ **FLAT** TELEFONIE

✓ **FLAT** INTERNET

✓ **FLAT** EU-AUSLAND

ab **9,99** ~~19,99~~ €/Monat\*  
Preisvorteil für 12 Monate ohne Gadget, danach 19,99 €/Monat.

### Jetzt neu: Top-Gadget auf Wunsch dazu!\*

Sichern Sie sich jetzt aus der neuen 1&1 Vorteilswelt ein cooles Zusatzgerät für Ihr Smartphone. Oder entscheiden Sie sich für 120,- € Preisvorteil in den ersten 12 Monaten.



☎ 02602 / 96 96



1und1.de

\*1&1 All-Net-Flat mit 2 GB Highspeed-Volumen/Monat (bis zu 21,6 MBit/s im Download/bis zu 11 MBit/s im Upload, danach jew. max. 64 kBit/s) für die ersten 12 Monate 9,99 €/Monat, danach 19,99 €/Monat. Telefonate in dt. Fest- und Handynetze inklusive sowie Verbindungen innerhalb des EU-Auslands und aus EU nach Deutschland plus Island, Liechtenstein und Norwegen. Mit Smartphone ab 8,- €/Mon. mehr, ggf. zzgl. einmaligen Gerätepreises (Höhe geräteabhängig). Kostenlose Overnight-Lieferung. Einmaliger Bereitstellungspreis 29,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat möglich. Bei Auswahl eines Zusatzgerätes aus der 1&1 Vorteilswelt entfällt der Preisvorteil für die ersten 12 Monate, teilweise zzgl. Einmalzahlung (von gewähltem Gadget abhängig). Abbildungen ähnlich. Solange der Vorrat reicht. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur