



**magazin für  
computer  
technik**

10. 11. 2018 **24**

**35 Jahre  
c't**

• Die größten Erfolge  
• Wo c't danebenlag

Das empfiehlt die c't-Redaktion

# Werkzeuge für Windows

**IM  
TEST**

- Luxus-Boards für Intel Core i-8000/9000
- AMD-CPU's mit 12 und 24 Kernen
- Gaming-Karten mit GeForce RTX 2070
- Chemie-Apps für Android
- Fedora 29: Modulares Linux

Kunstfehler, Unfälle, Fehlalarme ...

## KI: Dümmer als man denkt

Excel: Zellen geschickt formatieren

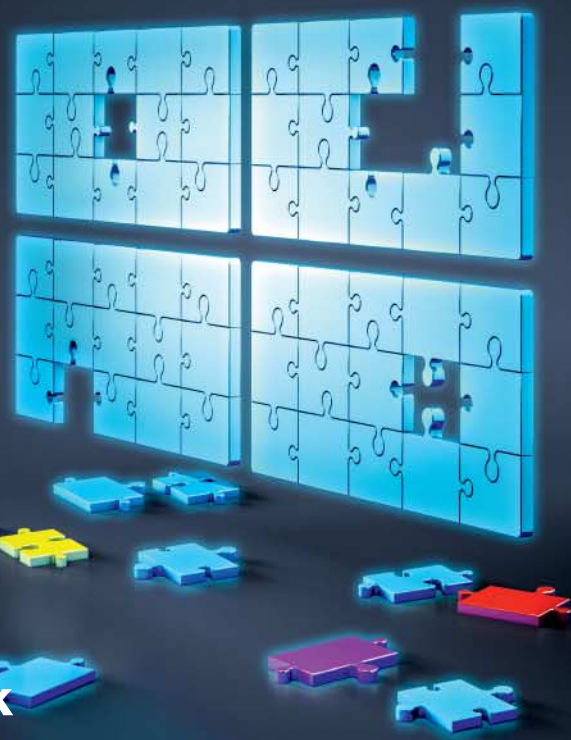
2-Faktor-Authentifizierung in der Praxis

Chromebook statt Tablet oder Notebook

Schnelles WLAN für alte Geräte

Smart Home mit Zigbee: Raspi statt Cloud

Booten von USB-Laufwerken



# Vernetzte Speaker fürs ganze Haus

12 Sound-Systeme von Sonos, Amazon, Bose & Co. im Test

€ 4,90

AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70

NL € 5,90 | IT, ES € 6,20

CHF 7,10 | DKK 54,00



Anzeige



## Fakten sind mir egal

Ein chinesisches Sprichwort besagt: "Meinungen sind wie Nägel - je mehr du darauf einschlägst, desto tiefer dringen sie ein." Gegen eine feste Meinung helfen die schönsten Fakten nicht.

Das Stammtisch-Gerede vom Vorabend über das böse Facebook, die Datenkrake Google et cetera mag dem seligen Vergessen anheimfallen, aber das gilt nicht für das Gepolter im Internet: Hier finden auch Standpunkte mit einem Vernunftgehalt gegen null immer jemanden, der applaudiert. Wer geduldig mit Fakten dagegen argumentiert, erntet bestenfalls ein: "Ja, aber trotzdem" - aber erst nach länglicher Texterei, die zuverlässig in einen Wettbewerb der welt-schönsten Beleidigungen abgeleitet.

Weil neue Entwicklungen in der Geschichte des Menschen auch schon böse Folgen hatten, ist es gut, dass man sich kritisch damit befasst. Zum Beispiel, ob man Privatheit opfern muss, damit der Staat Kriminalität besser bekämpfen kann. Oder ob man es toleriert, dass Banken beim bargeldlosen Bezahlen genau wissen, wofür man sein Geld ausgibt. Auch ob in autonomen fahrenden Autos ein Algorithmus auswählen soll, wen es bei einem Unfall totfährt, ist längst nicht für alle klug beantwortet.

Bei einem Video über den europäischen Auto-notruf eCall fürchtet jemand in den Kommentaren beispielsweise: "Mitloggen der Route und ständiges Abhören des Fahrzeuginsneren! Nein,

danke!" Da stehen mir die Haare zu Berge. Ist es zu viel verlangt, sich vor dem Malträ-tieren der Tastatur mal fünf Minuten Zeit fürs Artikelstudium zu nehmen, garniert mit ein wenig Querlesen anderer freier Quellen. Dann hätte sich der Poster nicht als ahnungsloser Einhornstreichler (Platz 3 der welt-schönsten Beleidigungen) geoutet, denn was er fürchtet, geht mit eCall gar nicht - siehe etwa c't 22/2018.

Für Kritik, positiv wie negativ, muss man sich qualifizieren. Das schöne Wort der Meinungs-bildung sagt, wie es geht: "Meinen" sollte nicht ohne das "Bilden" stehen. Daran hapert es. Es ist hoffähig geworden, dass Meinung aus dem hohlen Bauch kommt - und das gilt auch für Politiker, Wirtschaftslenker, Journalisten und Aktivisten allgemein.

Diese falsche Entwicklung führt zu Hexenjagden und ins Mittelalter. Obwohl: Schon damals wussten es einige besser. So beklagte sich der italienische Dichter Francesco Petrarca stoßseufzend in einem Brief an Kaiser Karl IV in Prag: "Meinungen ändern keine Tatsachen."

*Michael Link*

Michael Link

Anzeige



Anzeige

# Inhalt 24/2018

## Trends & News

- 16** Soziale Medien: Wie Brasiliens neuer Präsident Bolsonaro WhatsApp im Wahlkampf missbrauchte
- 18** IBM kauft Red Hat
- 20** Bit-Rauschen: Lichter aus bei Fujitsu, Lichter an bei Bosch und 7-nm-Kollateralschäden
- 21** Embedded Systems: Board mit Celeron J4105 und 2 × Gigabit-Ethernet
- 22** Hardware: AMD Radeon Vega Mobile, Vermehrt Ausfälle bei RTX 2080 Ti
- 24** Filmeffekte: Der lange Weg vom Konzept zur fertigen Animation
- 26** Netze: Schnelleres WLAN für Firmen, Potente VPN-Gateways
- 28** Server: Intel Xeon-AP mit 48 Kernen, Sicherheitslücke bei Hyper-Threading
- 29** Web-Verschlüsselung: Admins sollten auf Ende von TLS 1.0 und 1.1 reagieren
- 30** Facebook: Benutzer im umsatzträchtigen Europa wenden sich ab
- 32** Brettspiele: Analoge Versionen von Konsolenspielen, variantenreiche Kartendecks
- 34** Internet: Sicherheitsmängel in Gesundheits-App Vivy, Google-Log-in nur noch mit JavaScript
- 35** Linux: Linus Torvalds leitet wieder die Entwicklung, Red Hat Enterprise 7.6 mit Docker-Alternative
- 36** Elektronik-CAD: Pulsonix interaktiv in 3D, DesignSpark rendert in 4K
- 36** FiBu-Webdienste: Invoiz antizipiert Kontostände, Lexoffice lernt Alternativangebote
- 38** Google: Campus-Projekt in Berlin gestoppt

128

### KI: Dümmer, als man denkt

Künstliche neuronale Netze interpretieren Fotos, sprechen mit Menschen und fegen die weltbesten Strategiespieler vom Brett. Doch Ehrfurcht ist fehl am Platz: KI-Systeme beherrschen das Denken nicht mal ansatzweise – und lernen es wohl nur, wenn sie sich fundamental ändern ...

- 39** Werksschließung bei Fujitsu: 1800 Mitarbeiter in Augsburg betroffen
- 40** Open AR Cloud: Entwickler arbeiten an einem 3D-Modell der ganzen Welt
- 42** SI-Einheiten basieren künftig ausschließlich auf Naturkonstanten
- 44** HDR10+: Erste UHD-Blu-rays mit dem dynamischen HDR-Verfahren und IMAX Enhanced
- 46** Apple: iPad Pro ohne Lightning, Macbook Air mit Retina-Display, Mac mini
- 186** Web-Tipps: Gatter-Puzzle, Solarbetrieene Website, Direktflüge, Informatik-Biber 2018

## Test & Kaufberatung

- 48** Mesh-WLAN-Repeater: Synology MR2200ac
- 50** Wasserkühlung mit OLED: Asus ROG Ryujin 360
- 50** Smarte Deckenleuchte: Luke Roberts Model F
- 52** iPhone XR mit fast randlosem Display und High-End-Ambitionen
- 54** Android-Smartphone Sony Xperia XZ3 mit farbkräftigem Display
- 56** 13,3-Zoll-Notebook mit Privacy-Bildschirm: HP EliteBook x360 1030 G3
- 58** IP-Kamera: Inkovideo V-110-8MW
- 58** Energiekostenmessgerät: LogiLight EM0002
- 60** **AMD-CPU's mit 12 und 24 Kernen**
- 62** Mini-PC mit Thunderbolt 3: Intel NUC8i5BEK
- 64** WLAN-Schaltmodul Allterco Shelly 1
- 64** Hosting-Baukasten Carrd
- 66** **Fedora 29: Modulares Linux**
- 68** Linux: Elementary OS 5.0 Juno, einfach zu bedienen und schick
- 70** Surround-Receiver mit KI-gestützter Klangbearbeitung: Yamaha RX-A3080
- 72** Open-World-Western-Simulation: Red Dead Redemption 2
- 98** **Schnelles WLAN für alte Geräte**
- 102** **Vernetzte Speaker fürs ganze Haus**
- 106** Zwölf Multiroom-Systeme mit WLAN
- 116** **Gaming-Karten mit GeForce RTX 2070**
- 122** **Luxus-Boards für Intel Core i-8000/9000**
- 156** **Chemie-Apps für Android**

# 80



## Werkzeuge für Windows

Archive entpacken, Texte schreiben, Festplatten aufräumen: Viele der alltäglichen Aufgaben beherrscht Windows von Haus aus eher schlecht als recht – oder gar nicht. Wir zeigen Ihnen die bewährtesten Tools, die diese Lücken stopfen.

- 184 Bücher: Concurrency mit C++, Das Elternbuch zu sozialen Medien

## Wissen

- 74 Vorsicht, Kunde: Zwei Monate Warten auf die Reparatur eines Neugeräts
- 127 Potenzielle Sicherheitslücke: Asus verankert Update-Tool für Windows im Mainboard-BIOS
- 128 KI: Dümmer, als man denkt
- 130 Wo künstliche Intelligenz noch schwächelt
- 134 Wie sich künstliche Intelligenz von menschlicher unterscheidet
- 142 35 Jahre c't: Aus dem Nähkästchen geplaudert
- 146 35 Jahre c't: Die schönsten redaktionellen Fehleinschätzungen, Fehler und Peinlichkeiten
- 148 35 Jahre c't: Von gefälschten Grafikkarten, Speichermodulen und Prozessoren
- 152 Banking 2.0: Neue EU-Richtlinie soll Bezahlen und Banking verbessern

## Praxis & Tipps

- 76 Chromebook statt Tablet und Notebook
- 80 Werkzeuge für Windows: Die nützlichsten Helfer für den Alltag

- 86 Windows-Tools: Betrachter für Bilder und Dokumente, Video- und Musik-Player
- 90 Tools für Windows, die einfach praktisch sind
- 94 System- und Diagnosewerkzeuge für Windows
- 162 Smart Home mit Zigbee: Einfache Netzwerke für die Hausautomation
- 164 Smart Home mit Zigbee: Raspi statt Cloud
- 168 Tipps & Tricks
- 172 Booten von USB-Laufwerken
- 174 Excel: Zellen geschickt formatieren
- 178 Zwei-Faktor-Authentifizierung in der Praxis

## Rubriken

- 3 Editorial: Fakten sind mir egal
- 10 Leserforum
- 12 Leserforum c't Retro 2018
- 15 Schlagseite
- 182 Rätsel zu 35 Jahren c't: c't-Shirts oder Raspberry Pi zu gewinnen
- 188 Story: Peripherie von Michael Rapp
- 195 Stellenmarkt
- 200 Inserentenverzeichnis
- 201 Impressum
- 202 Vorschau

# 102



## Vernetzte Speaker fürs ganze Haus

Moderne Musikanlagen bestehen aus Boxen, die sich per Smartphone, Tablet oder Sprachassistent steuern lassen und Musik direkt aus dem Netz streamen. Es gibt sie mit Bluetooth oder als WLAN- und Multiroom-Systeme. Unsere Kaufberatung sagt Ihnen, welche Lautsprecher am besten zu Ihnen passen. Außerdem: 12 Sound-Systeme im Test.

Anzeige

Anzeige



# Leserforum



c't-Redakteur Merlin Schumacher hat noch kein gutes In-Car-Entertainment erlebt.

## Gefährlich

Editorial: Schrott gegen Aufpreis, c't 23/2018, S. 3

Selbst die Anordnung eines fest eingebauten Navis im Armaturenbrett ist für die Autoterhersteller zu schwierig. So ist bei meinem Toyota Yaris Hybrid der Navi-Bildschirm leicht zum Beifahrer hin ausgerichtet und außerdem nach oben zum Dachhimmel. Das hat zur Folge, dass sich bei hellem Außenlicht nur noch die Seitenscheiben oder die Heckscheibe auf dem Display spiegeln. Ebenso wird das Display bei tiefstehender rückwärtiger Sonne zum reinsten Blendspiegel. Das ist ein Armutszeugnis und für die Verkehrssicherheit fatal.

Hans-Peter Werner

## Strategiefehler

Die von ihnen treffend beschriebene automobile Infotainment-Landschaft verdanken wir vorrangig der Stückpreis-getriebenen Einkaufsstrategie der letzten Jahrzehnte. Wenn Infotainment-Systeme bei einem Automobilhersteller aus Preisgründen in jeder Produktgeneration von unterschiedlichen Zulieferern, basierend auf unterschiedlichen Prozessoren und anderer Basis-Software, eingekauft werden, braucht man sich über das Ergebnis nicht zu wundern.

Michael Carstens-Behren

## Unreife Technologie?

Maßnahmen gegen das Einbrennen am OLED-TV, c't 23/2018, S. 16

Beim Lesen des Artikels (und anderer) zum Thema OLED-Fernseher beschleicht mich das Gefühl, dass man es mit einer

unreifen, nicht komplett durchdachten und abgesicherten Technologie zu tun hat. Aber so ist es halt in Zeiten der gewünscht verkürzten Halbwertszeiten. Kauf halt in 2 Jahren ein neues Gerät, wird schon besser sein. Über das, was in diesen Bild-Wunderkisten alles so geplotzt wird, müssen wir jetzt gar nicht reden.

anonLupus

## Arroganz

Vorsicht, Kunde: Electronic Arts schaltet Spiele-Account ab, c't 23/2018, S. 66

Die ganze Reaktion von EA strotzt nur so vor Arroganz. EA versteckt sich hinter nichts sagenden Formulierungen (z.B. „Verstoß gegen die Nutzungsbedingungen“) und lässt den ehrlichen Kunden im Regen stehen. Außerdem zeigt dieses Beispiel einmal mehr, warum es schlecht ist, Software an einen Online-Account zu koppeln, auch wenn man keine Online-Funktionalitäten nutzen möchte.

lustiger\_kringel

## Heiße Luft

Magic Leap will mit seinem Augmented-Reality-Headset Microsofts Hololens übertrumpfen, c't 23/2018, S. 70

Okay, designen können die! Aber sie haben eben nicht geliefert, was sie anfangs versprochen haben. Die Brille ist schlichtweg alte (bekannte) Technik in schöner neuer Verpackung. Hat aber mit gerade mal zwei Fokusebenen rein gar nichts mit einem echten Lightfield-Display zu tun! Und auch nichts mit den vollmundigen Werbeankündigungen, mit denen Magic Leap dereinst an die Öffentlichkeit und an die Investoren herangetreten ist.

UpTime

## Europäischer Lebenslauf

Webdienste für Lebensläufe als PDF-Dokument und Webseite, c't 23/2018, S. 130

Erwähnenswert wäre auch der europäische Lebenslauf „EUROPASS“. Unter <https://www.europass-info.de/> kann ein Lebenslauf anhand strukturierter Abfragen und frei formatiert erstellt werden. Hat bei mir schon zweimal geklappt. ;-)

Wolfgang Thoma

## 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>

## RF100 plus Haftspray

Welcher 3D-Drucker passt zu mir?, c't 22/2018, S. 102

Dass Sie von besonders günstigen Druckern ohne Heizbett abraten, kann ich nicht nachvollziehen. Ich habe vor einem Jahr mit einem RF100 (Conrad, unter 300 Euro) angefangen, habe ihn neben einem RF1000 jetzt noch in Betrieb und mit dem ebenso von Conrad angebotenen Haftspray Printafix funktionieren Drucke jeder Größe einwandfrei.

Rainer Sonnabend

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Raab statt Maas

Was der neue Medienstaatsvertrag für Nutzer und Anbieter bedeutet, c't 23/2018, S. 170

Die rheinland-pfälzische Medienstaatssekretärin heißt Heike Raab, nicht Heike Maas.

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

Anzeige

# Leserforum c't Retro 2018

## Mittendrinn

In der Ausgabe 22 habe ich in der Vor-schau die Ankündigung der „Retro 2018“ entdeckt – und war mir sehr sicher, dass ich diese Ausgabe so bald wie möglich am Kiosk kaufen muss. Heute schaue ich in meinen Briefkasten und da liegt sie einfach ... Ich freue mich sehr über dieses Heft. Als Käufer eines C64 im Jahr 1983 fühle ich mich genau in der Mitte der Zielgruppe.

Ralph Staudte ✓

## Am Kunden vorbei

Ich halte von der Retro-c't nichts. Sie orientiert sich völlig am Kunden vorbei. Ich habe die c't immer als Zeitschrift mit den neusten, modernen Trends gesehen. Da ist dieses Heft völlig unpassend. Welcher c't-Kunde beschäftigt sich mit derartig veralteter Technik? Bleiben Sie bitte bei den Themen, die zukunftsorientierte Kunden wünschen.

Jens Meyer ✓

## Schöne Überraschung

Ich wurde überrascht und bin begeistert. Ich lese die Hefte seit Jahren in der App, dieses Heft las ich passend zum Thema auf Papier. Ich bin eigentlich nicht der Typ, der gerne in der Vergangenheit schwelgt, und denke lieber zukunftsorientiert. Mit diesem Heft haben Sie es hinbekommen, beides zu verknüpfen und das macht einfach Spaß. Danke dafür und allgemein für die tolle Arbeit der gesamten Redaktion.

Michael Schaarwächter ✓

## Das bin ja ich

Computerliebe, Mein erster Computer, c't Retro 2018, S. 30

Ich hab mich komplett wiedererkannt in ihrem Artikel „Computerliebe“ – meine eigene Amiga-Geschichte ist fast zu 100 Prozent identisch! Okay, der Freund mit dem C64 hieß Philipp und nicht Tim, es war Weihnachten 1987 statt 89 und ich war 12, nicht 11. ;-) Aber sonst? Alles genau gleich. Die Erinnerung an die Weihnachtstage mit dem Amiga 500 sind unvergesslich, ebenso wie die Überraschung, dass es das neue „Wundergerät“ war. Ein Hoch



Die Sonderausgabe c't Retro 2018 ließ viele Leser in Erinnerungen über ihren ersten Computer schwelgen.

auf gute Computerverkäufer, die unsere Eltern wohl damals vom besseren Modell überzeugt hatten.

Germo Grosche ✓

## Erste Liebe

Der Artikel „Computerliebe“ hat mich sehr an mich erinnert. Ich durfte in den 2000ern an dem Rechner meiner Eltern – natürlich unter strenger Überwachung – „zocken“. So wollte ich schon früh einen eigenen Rechner, doch meine „Alten“

waren knallhart und ich musste mir das Geld erst selbst verdienen. Mit 13 fing ich an, das „Blättle“ zu verteilen und sparte mir innerhalb eines Jahres genug Geld an, um mir einen Computer samt Monitor um 400 Euro zu kaufen. Das war natürlich ein absolut billiger Office-PC, doch ich war stolz wie Oskar, endlich einen eigenen Computer zu haben. Endlich konnte ich damit machen, was ich wollte und es dauerte keine zwei Wochen, bis ich ihn dazu brachte, nicht mehr zu booten. In dem Zeitraum fing ich auch an, die c't zu lesen und probierte dieses – für mich neuartige – Linux einmal aus. Später begann ich dann, Arduino zu programmieren und studiere inzwischen im Bereich Informatik. Mich hat die Faszination für diese Technik nicht mehr losgelassen und ich bin jedes Mal erstaunt, dass so etwas Komplexes so reibungslos funktioniert.

Götz Grimmer ✓

## Atari ST fehlt

Bin angenehm überrascht über Ihren Retro-Vorstoß. Dann doch wieder ernüchtert. Atari ST nicht dabei?! Ich habe gehofft, endlich mal die Software auf der alten SCSI-2-Festplatte via Emulator zum Leben zu erwecken.

Roderick Castillo ✓

Die c't-Kollegen Ahlers und Schmitz berichten von guten Erfahrungen mit Hatari, siehe <http://hatari.tuxfamily.org/> und der Steem Engine, siehe <http://steem.atari.st/>.



Über Geschichten, Know-how und Tipps zu C64, ZX Spectrum & Co. haben sich viele Leser gefreut. Andere vermissten schmerzlich Atari ST und Apple II.

## Apple fehlt

Vielen Dank für das Retro-Heft. Allerdings war ich etwas enttäuscht darüber, wie schwach Apple vertreten war, besonders angesichts der Tatsache, dass es eine ununterbrochene Ahnenreihe vom Macintosh 128k bis heute gibt. Auch zum Apple II hätte ich mehr erwartet. Der Apple IIs ist mein persönlicher Lieblingscomputer. Da gibt es eine recht aktive Retroszene, und es wird sogar neue Hardware produziert, zum Beispiel eine 4-Kanal-Soundkarte: etwas, was damals zwar vorgesehen, aber nicht verwirklicht worden war. Siehe zum Beispiel <https://www.reactivemicro.com/shop/>

David Seim

## 300 Mark Telefonrechnung

Vielen, vielen Dank für die wahnsinnig tolle Retro-Ausgabe, mit der ich mich in meine Jugend zurückversetzt fühle. Ich könnte zu vielen Artikeln Leserbriefe schreiben, egal ob es um meinen noch vorhandenen IBM 5150 geht, die ersten DFÜ-Versuche mit dem 300-Baud-Akustikkoppler oder die anschließende Diskussion mit meinen Eltern über die 300-DM-Rechnung. An MFM oder RLL habe ich schon Jahre nicht mehr gedacht, mich aber gleich wieder erinnert. Ebenso an das Geräusch meines 9-Nadlers beim Grafikdruck oder den Sound meiner IBM-Tastatur. Das Foto des als Point unbezahlbaren US Robotics Dual Standard brachte mich fast zu Tränen. Das leider verstorbene OS/2, SoftRAM oder Monster 3D ... Ein herzliches Dankeschön und Glückwunsch zu 35 Jahren c't!

Thomas Rippler

## Pusten statt saugen

*Fest vs. flauschig, Miele SMC 20 und Dust Staubsaugerbürste, c't Retro 2018, S. 50*

Die gründlichste, gleichzeitig schnellste, am wenigsten fummelige, aber auch teuerste Reinigungsmethode funktioniert mit schlichter Druckluft über eine entsprechende Pistolendüse. Sinnvollerweise macht man das im Freien. Anfang der 1990er Jahre habe ich dies bei Praktika und im Ausbildungsbetrieb als Radio- und Fernschlempner kennengelernt. Nach dem Erwerb meines eigenen Hauses 20 Jahre später war dann ein (relativ) leiser Kompressor für unter die Kellertreppe

mitsamt Verteiler und Schläuchen in den Fahrradabstellraum und in die Elektronikwerkstatt ein Muss. Damit konnte ich meine alte Lösung beerdigen: eine alte Gasflasche mit passenden Adaptern zum Auffüllen von Luft an der nächsten Tanke.

Patrik Schindler

## Hybrid-CDs lesen

*Spiele von Hybrid-CDs für Linux aufbereiten, c't Retro 2018, S. 148*

Zunächst vielen Dank für das gelungene Retro-Heft, gerne mehr davon. Ich benutze folgende Befehlszeile, um Images von Hybrid-CDs einzulesen:

```
cdrrao read-cd --datafile image.bin ↵
--driver generic-mmc:0x20000 --device ↵
/dev/cdrom --read-raw image.toc
```

Die TOC-Datei wandele ich dann wie im Heft beschrieben mit folgendem Befehl in CUE um: `toc2cue image.toc image.cue`. Probleme mit einer fehlerhaften Bitfolge hatte ich damit nicht. Auch Images von Playstation-1-Disks lassen sich so erstellen, um diese dann mit einem Emulator (RetroArch, RetroPi) zu nutzen.

Carsten Wehmeier

## Retro-Reparaturen in Deutschland

*Alte IT-Geräte und Unterhaltungselektronik flottmachen, c't Retro 2018, S. 38*

Zum Artikel Retro-Reparaturen sollte statt der holländische Seite [repaircafe.org](https://www.repaircafe.org) besser die deutsche Seite <https://www.reparatur-initiativen.de/> empfohlen werden. In Deutschland koordiniert heute die Anstiftung (<http://anstiftung.de/>) das Netzwerk für Reparatur-Initiativen. Aktuell liegt die Anzahl der aktiven Initiativen in Deutschland bei über 800, weitere befinden sich in der Gründungsphase. Das ist keine Konkurrenz zu [repaircafe.org](https://www.repaircafe.org), denn Konkurrenz entspringt einer Marktlogik.



Das Netzwerk Reparatur-Initiativen koordiniert über 800 Projekte in Deutschland.

Wir setzen auf Kooperation, die Logik der Commons.

Otto Mühlbauer

## Virus auf Treiber-CD?

*Die c't-Treibersammlung von 1997, c't Retro 2018, S. 43*

Mein Virens scanner ist auf die Treiber-sammlung gestoßen und hat darin einen Makrovirus gefunden. Muss ich mir jetzt Sorgen machen?

Dieter Kempel



Wir haben unter [ct.de/yb25](https://ct.de/yb25) ein neues Image der Treiber-CD veröffentlicht: ohne Makrovirus, aber mit Linux-tauglichen Dateinamen.

Bei den Virus-Warnungen zur Treibersammlung handelt es sich nach Einschätzung der Virenexperten von AV-Test um Fehlalarme; die beanstandeten Dateien sind hardware-nahe Treiber. Gefunden haben wir jedoch auch einen Makrovirus für eine uralte Word-Version, der eigentlich erst Jahre nach der Erstveröffentlichung erstmals aufgetaucht ist. Wir haben die Datei aus der Sammlung entfernt und bei der Gelegenheit die Dateinamen so angepasst, dass die CD nun auch unter Linux funktioniert. Das aktualisierte Image finden Sie über [ct.de/yb25](https://ct.de/yb25).

## Ergänzungen & Berichtigungen

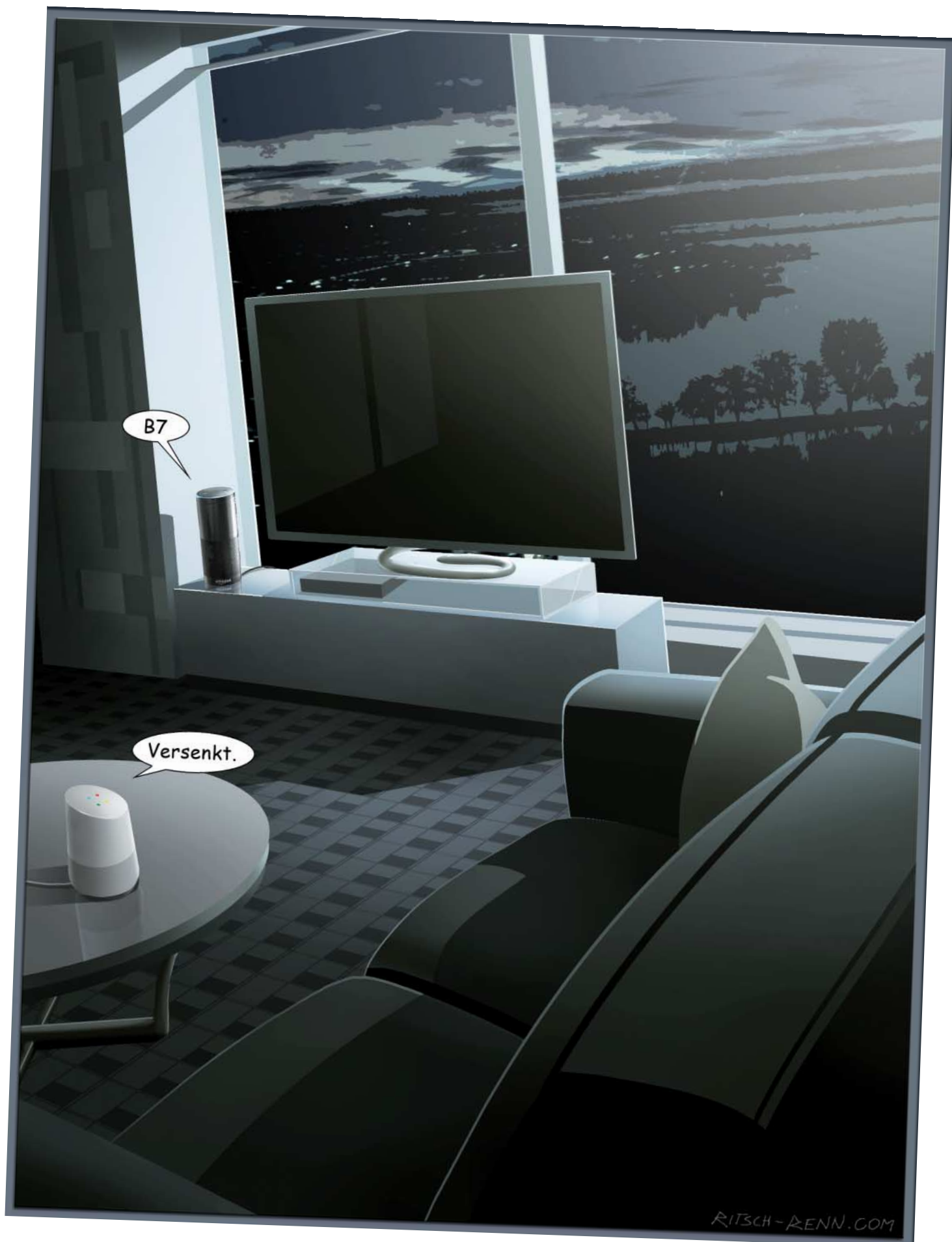
### ZX Spectrum fängt bei 0 an

*Volksgummi, Wie der Sinclair ZX Spectrum mit günstiger Hardware die Massen eroberte, c't Retro 2018, S. 94*

Das 16 KByte große ROM des Sinclair ZX Spectrum liegt ab Adresse 0 im Speicher, nicht am Ende des Adressraums.

Anzeige





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



Bild: Diego Herculano/dpa

# Bei Anruf Rufmord

## Wie Brasiliens neuer Präsident Bolsonaro WhatsApp im Wahlkampf missbrauchte

**Brasilien hat einen rechtsextremen Präsidenten gewählt. In seiner Wahlkampagne setzte er auf Fake News, die er per WhatsApp massenhaft verteilen ließ und damit den politischen Diskurs in der Öffentlichkeit unterwanderte.**

**Von Jorge Lopes aus São Paulo, Brasilien**

Das ist jenseits von Fake News, hier wurde eine Parallelrealität erzeugt“, sagt der brasilianische Soziologieprofessor Sergio Amadeu. Er lehrt an einer Universität in São Paulo und beriet als Spezialist für digitale Themen und Netzneutralität die dortige Stadtregierung. Und die Macht dieser Parallelrealität hat offenbar einem Rechtsextremen zum Präsidialamt verholfen. Am 28. Oktober gewann der höchst umstrittene ehemalige Fallschirm-

jäger Jair Bolsonaro von der rechtsgerichteten Sozial-Liberalen Partei PSB die Wahlen mit einer Mehrheit von gut 55 Prozent.

Eine entscheidende Rolle spielten in diesem Wahlkampf die sozialen Medien; WhatsApp war vielleicht sogar wahlentscheidend und Auslöser für einen Skandal. Das klassische Format des TV-Kandidaten-Duells spielte hingegen keine Rolle mehr. Denn nachdem er nach einer Messerattacke wieder genesen war, schätzte Favorit Bolsonaro realistisch ein, dass er gegen seinen intellektuell begabten und erfahrenen Kontrahenten, den moderaten Sozialdemokraten Fernando Haddad von der linksgerichteten Arbeiterpartei PT, keine gute Figur machen würde und sagte einfach alle Termine ab. Die Fernsehsender nahmen das lakonisch hin und luden auch gleich Herrn Haddad aus. Ein Novum: Seit der Rückkehr der Demokratie 1986 gab es keine Stichwahl ohne ein TV-Duell.

### Lula hinter Gittern

Dabei sollte es doch dieses Mal geordneter als sonst zugehen. Nie zuvor waren die Regeln für den Wahlkampf in Brasilien so streng wie bei der Präsidentschaftswahl 2018. Private Spenden für die Wahlkampfboxen wurden verboten und neue Regeln für TV-Debatten etabliert. So versuchten die öffentlichen Institutionen, ihr nach zahlreichen Korruptionsskandalen ramponiertes Image wieder herzurichten. Ein nicht ganz einfaches Unterfangen, wenn man bedenkt, dass die bisherige Präsidentin Dilma Rousseff von der PT bereits nach zwei Jahren ihres Amtes enthoben wurde. Ihr Vorgänger Luiz Inácio „Lula“ da Silva (PT) wurde als beliebtester Politiker Brasiliens vor den vorzeitigen Neuwahlen inhaftiert. In den Umfragen blieb der Mann hinter schwedischen Gardinen trotzdem Favorit, bis das Wahlgericht TSE ihm die Kandidatur endgültig versagte – nur einen Monat vor der Wahl. An seine Stelle trat der bis dato unbekannte Vizekandidat Fernando Haddad. Doch während sich die PT vor allem auf die Auseinandersetzung mit der wirtschaftsliberalen und moderat konservativen Partei der Sozialdemokratie Brasiliens PSDB konzentrierte, stieg der rechtsextreme Apologet der Militärdiktatur Bolsonaro mit seinen markigen Sprüchen gegen Frauen, Homosexuelle, Schwarze und Andersdenkende in den sozialen Medien zu einem „Mythos“ auf. Die etablierten Parteien schenkten ihm lange Zeit wenig

Aufmerksamkeit, denn der ehemalige Hauptmann hatte als Abgeordneter der Splitterpartei PSL kaum Zugang zu TV-Werbezeiten. Im 20-minütigen Block der Parteienwerbung standen ihm nur 8 Sekunden zur Verfügung.

### Keine Netzneutralität

Obwohl für WhatsApp in Brasilien klare Restriktionen gelten – zum Beispiel eine Obergrenze von 279 Mitgliedern pro Gruppe – wurde der Messaging-Dienst zum entscheidenden Faktor im Wahlkampf. Im Unterschied zu Facebook oder YouTube lassen sich die Inhalte hier viel schwieriger kontrollieren oder blockieren. Es ist für andere Nutzer nicht ersichtlich, welche und wie viele Nachrichten gesendet werden. Es gibt 147 Millionen Wahlberechtigte in Brasilien und 120 Millionen WhatsApp-Nutzer. Für etwa ein Drittel ist dieser Dienst der einzige Zugang zum Internet, denn gerade finanzschwache Kunden nutzen die Günstigstarife, die nur Datenvolumen für WhatsApp vorsehen und für keine anderen Onlinedienste. Eine wenige Tage vor der Stichwahl veröffentlichte journalistische Recherche deckte auf, dass knallharte Unternehmer mit politischem Interesse hinter einer Flut von WhatsApp-Nachrichten steckten und damit illegale Wahlkampfhilfe für Bolsonaro leisteten. Das zeigt, wie das Ende der Netzneutralität zu einem Albtraum für die Demokratie werden kann.

Aufgedeckt hat das die Journalistin Patrícia Campos Mello von der liberalen Tageszeitung „Folha de São Paulo“. Ihre Recherchen ergaben, dass mehrere Digitalmarketing-Agenturen mit Aufträgen von umgerechnet jeweils etwa 2,8 Millionen Euro bedacht wurden, um massenhaft Fakenews über WhatsApp zu verbreiten. Inhaltlich waren diese Nachrichten ausschließlich gegen den PT-Kandidaten Haddad gerichtet. Unklar ist, woher die Nutzerdaten für diesen massiven Versand kamen. Die Absenderadressen befanden sich Campos Mello zufolge vor allem in den USA und in Angola. Die Journalistin wurde danach selbst zur Zielscheibe von Fake-Nachrichten: Man unterstellte ihr ein Verhältnis zu Haddad. Zudem kursierten Lynch-Aufrufe gegen sie und andere kritische Journalisten.

### Phallische Nuckel

Die per Massenversand via WhatsApp verschickten Nachrichten können in drei Gruppen geteilt werden. Die erste appel-

lierte aufgrund der Korruptionsskandale an die Wut der Wähler und kanalisierte sie auf die PT. Deren Politik wurde stark verzerrt und – gemeinsam mit der UNO und Menschenrechts-Charta – in den Kontext einer „kommunistischen Weltverschwörung“ gestellt. Dazu gehörte eine angebliche Allianz mit Fidel Castro und Hugo Chávez. Tatsächlich hielt die brasilianische Regierung jedoch Distanz zu Havanna und Caracas und wurde für seine Sozialprogramme sogar von der Weltbank gelobt.

Zweitens wurde behauptet, die PT mache gemeinsame Sache mit Kriminellen und sei Schuld an der zunehmenden Gewalt in Brasilien. Dagegen würden nur mehr Militärinterventionen und privater Waffenbesitz helfen. Hinzu kamen drittens Nachrichten mit religiösem und moralisierendem Inhalt. Der PT wurde vorgeworfen, brasilianische Kinder zur Homosexualität erziehen zu wollen, indem sie angeblich Jungs in Röcken zur Schule schicke. Zudem habe Haddad als Bürgermeister von São Paulo Babyflaschen mit Nuckeln in phallischer Form verteilen lassen. Die Faktencheck-Organisation „Agencia Lupa“ hat diese Memes analysiert und nicht einmal zehn Prozent als „komplett wahr“ bestätigt.

„Das Problem ist, dass sich die Hälfte der Brasilianer fast ausschließlich über WhatsApp informieren. Der Bildungsstand bei uns im Land ist schlecht und so bleibt kritische Reflexion aus“, sagt der Digitalisierungsexperte Sergio Amadeu. Ihm zufolge trage das Ausbleiben politischer Debatten – etwa der TV-Kandidatenduelle – dazu bei, dass sich die Kultur des demokratischen Diskurses auflöse.

### Militärischer Ausnahmezustand

Ist Bolsonaro nun ein Rechtspopulist, Extremist oder gar Faschist? Am ehesten passt wohl die Einstufung als Rechtsextremist, denn er lehnt die freiheitlich-demokratische Grundordnung ab und will mit Gewalt ein autoritäres System errichten. In seinen 27 Jahren als Abgeordneter forderte Bolsonaro unter anderem, man müsse die Arbeit der Militärgeneräle fortführen und 30.000 Korrupte wie auch den Ex-Präsidenten Fernando Henrique Cardoso umbringen. Damit spielte er auf die Zeit der Militärdiktatur von 1964 bis 1985 an. Kurz vor der Wahl drohte er öffentlich, er werde das Land von „Roten“ säubern. Diese könnten entweder ins Exil gehen oder sie würden inhaftiert. Von Wahlen hielt Bolsonaro bis dato wenig. Nun will er die Hälfte der Kabinettsposten wieder mit Militärs besetzen.

So stehen Brasilien schwierige Zeiten bevor. Schon im Wahlkampf und noch in der Wahlnacht kam es zu gewalttätigen Übergriffen auf Bolsonaro-Gegner. Mindestens ein Haddad-Anhänger wurde nach einer Wahlveranstaltung von Bolsonaro-Parteigängern erstochen. Der Sohn eines Gewerkschaftsführers wurde am Rande einer friedlichen Demonstration erschossen. Dieses Klima der Gewalt dürfte sich verschärfen, wenn Bolsonaro sein erstes wichtiges Vorhaben durchsetzt: Die Legalisierung der Abgabe von Feuerwaffen an die Bevölkerung. Kritiker befürchten, dass die neue Regierung die zu erwartende Eskalation der Gewalt dazu nutzen wird, den seit Frühjahr in einigen Favelas von Rio geltenden militärischen Ausnahmezustand auszuweiten. (hag@ct.de) **ct**



In Brasilien werben Agenturen für die automatische Versendung massenhafter Meldungen per WhatsApp. Rund Zweidrittel aller Brasilianer nutzen den Messaging-Dienst.



# IBM kauft Red Hat

## IBM will den Linux- und Service-Spezialisten Red Hat übernehmen

**Satte 34 Milliarden US-Dollar legt IBM für die seit vielen Jahren stark wachsende Open-Source-Firma Red Hat hin. Damit will sich Big Blue verjüngen und die Führung bei Hybrid Clouds einnehmen.**

Von Thorsten Leemhuis

Niemand würde je Red Hat kaufen, war im vergangenen Jahrzehnt immer mal wieder auf Linux-Konferenzen zu hören: Die Firma lebe von guten Entwicklern, die bei einem unliebsamen Käufer schnell abwandern könnten.

Das wird jetzt auf die Probe gestellt: IBM will Red Hat für zirka 34 Milliarden US-Dollar (knapp 30 Mrd. Euro) übernehmen. Das ist die mit Abstand kostspieligste Akquisition einer Software- und Service-Firma sowie die drittgrößte Übernahme der Technologie-Branche überhaupt.

Bei diesem Zusammenschluss prallen Kulturen aufeinander. Das ist beiden Unternehmen bewusst, wie schon bei Verkündung des Deals zwischen den Zeilen durchscheint. Demzufolge soll Red Hat als eigenständiger Geschäftsbereich weiterlaufen. Diese „distinct unit“ werde in gewohnter Weise unter dem bisherigen Red-Hat-Management operieren und den „starken“ Markennamen weiter nutzen.

Mehrfach war von Managern auch zu hören, IBM kaufe Red Hat nicht wegen seines geistigen Eigentums – kein Wunder, davon hat Red Hat vergleichsweise wenig, denn die Firma ist vergleichsweise jung und hat seine Patente der Community zur Verfügung gestellt. Vielmehr hieß es, „Big Blue“ übernehme Red Hat eben gerade wegen der Mitarbeiter und der Unternehmenskultur.

Augenscheinlich sollten diese Aussagen die Furcht vor „Blue Washing“ nehmen. So wird gemeinhin der Integrationsprozess genannt, bei dem IBM einer zugekauften Firma seine Verfahrensweisen überstülpt und Produkte ins eigene Portfolio integriert. Berichten zufolge hat das den

Produkten oft geschadet und die Kultur zerstört, weil IBM bürokratische und nervenzehrende Arbeitsstrukturen mitgebracht hat. Das scheinen IBM und Red Hat tunlichst vermeiden zu wollen. Einige Indizien sprechen sogar dafür, IBM wolle mit dem Zukauf seinen Erneuerungsprozess weiter vorantreiben und die Firmenkultur von Red Hat im eigenen Haus übernehmen.

Bevor sich zeigen kann, wie das letztlich läuft, müssen die Regulierungsbehörden und die Aktieninhaber den Deal erst absegnen. Den wollen die Unternehmen im zweiten Halbjahr 2019 vollziehen. In diese Phase könnte die Einführung einer neuen Generation des Produkts fallen, mit dem Red Hat zum finanziell erfolgreichsten Open-Source-Anbieter wurde: dem auf Unternehmenskunden ausgerichteten Red Hat Enterprise Linux (siehe S. 35).

### Es geht um die Wolke

Die auch RHEL genannte Linux-Distribution ist das bekannteste und mit Abstand umsatzstärkste Produkt von Red Hat. IBM geht es laut den Aussagen aber vornehmlich um Cloud-Produkte, mit denen Red Hat recht erfolgreich in einem Segment ist, das als aufstrebend und zukunftssträftig gilt – IBM spricht von einem 1 Billionen schweren Markt.

Eines dieser Produkte ist Red Hat OpenStack Platform, mit dem sich ein den

Amazon Web Services (AWS) ähnelndes Angebot in eigenen Rechenzentren aufsetzen lässt (Infrastructure as a service, IaaS). Das zweite am Markt ziemlich erfolgreiche Cloud-Produkt ist Red Hat OpenShift, das Anwendungen mit Hilfe von Containern und Kubernetes auf den verfügbaren Servern verteilt (Platform as a Service, PaaS). Beide Red-Hat-Produkte sind darauf ausgelegt, Rechenkapazitäten von „Public Cloud“-Anbietern wie Amazon, Microsoft, Google oder IBM einzubinden, wenn das eigene Rechenzentrum („Private Cloud“) an seine Grenzen stößt. Das nennt sich „Hybrid Cloud“ – und genau auf diesen Markt ist IBM besonders scharf, wie die Statements zur Übernahme zeigen. Red Hat soll daher auch zur Cloud-Abteilung von IBM gehören, wobei der bisherige Geschäftsführer von Red Hat direkt IBM-CEO Ginni Rometty untersteht.

Für den Kauf legt IBM etwas mehr als das Zehnfache des Umsatzes hin, den Red Hat in diesem Jahr erwartet. Das ist etwas mehr als jüngst beim größten Red-Hat-Konkurrenten Suse, der gerade von EQT übernommen wird; dafür hat der Finanzinvestor mit 2,5 Milliarden US-Dollar ungefähr das Achtfache des Suse-Umsatzes hingeblickt.

Red Hat wurde zum Vorzeigeunternehmen für Erfolg mit Open-Source-Software, indem es quelloffene Software aufpoliert, pflegt, weiterentwickelt und mit kommerziellem Support versorgt. Das ist auch bei IBM ein immer größeres Geschäftsfeld geworden, seit das Unternehmen vor über fünfzehn Jahren stark in Linux investiert hat. Beide Unternehmen sind daher in den Top 10 der Firmen, die zum Linux-Kernel beitragen. Big Blue passt dadurch deutlich besser zu Red Hat als etwa Microsoft oder Oracle. (thl@ct.de) **ct**

**Red-Hat-CEO Jim Whitehurst (links) soll Red Hat in gewohnter Weise unter IBM-CEO Ginni Rometty weiterführen.**



Anzeige



# Bit-Rauschen

## Lichter aus bei Fujitsu, Lichter an bei Bosch und 7-nm-Kollateralschäden

**Fujitsu schließt in Augsburg die PC- und Mainboard-Fertigung, während Bosch in Dresden eine Milliarde Euro in ein Halbleiterwerk steckt. Das US-Militär hadert derweil mit dem 7-nm-Verzicht von Globalfoundries und AMD verbucht weitere Erfolge.**

Von Christof Windeck

**E**in harter Schlag für rund 1800 Fujitsu-Mitarbeiter in Augsburg: Der japanische Konzern will das dortige Werk schließen (siehe S. 39), eine der letzten großen PC-Fabriken in Deutschland. Anderswo in Europa werden zwar weiterhin PCs produziert, aber dabei vor allem Komponenten aus Fernost zusammengeschaubt. Die Mainboard-Fertigung lohnt sich hierzulande nur noch für teurere Geräte. Bei der hoch automatisierten Chip-Fertigung spielen Lohnkosten keine so große Rolle. Daher investiert Bosch derzeit rund 1 Milliarde Euro in Dresden. Keine zwei Kilometer entfernt von Globalfoundries sollen ab 2021 rund 700 Menschen Sensoren und andere Bauelemente unter anderem für Autos fertigen. Solche Chips und mikromechanische Systeme (MEMS) haben mit minimal 65 nm bisher allerdings deutlich größere Strukturen als Prozessoren von Intel (14 nm), AMD (12 nm), Qualcomm (10 nm) oder Apple (7 nm). Aber auch Dresden muss einen Rückschlag hinnehmen: Der Display-Hersteller Plastic Logic schließt seine Fertigung dort.

### 7-nm-Nachwehen

Dass Globalfoundries die 7-nm-Technik erst einmal auf Eis legt – wie berichtet –, verursacht einen Kollateralschaden beim US-Militär. Denn Globalfoundries betreibt die beiden einzigen Chipfabriken, die die höchste Zertifizierung des „Trusted Foundry Program“ für Rüstungs- und Raumfahrtprodukte erfüllen. Damit sichert sich das Department of Defense (DoD) Zugriff auf Chips, die technisch

vorne mitspielen, aber nicht von Feinden ausgespäht oder gar bei der Fertigung manipuliert wurden. Die Produktion in den USA soll auch Nachschub in Krisenzeiten gewährleisten, etwa bei (Handels-)Kriegen. Nun fürchtet man, der 7-nm-Verzicht von Globalfoundries könne zu einem technologischen Rückstand führen. Intel betreibt zwar keine Trusted Foundry, betont aber, immerhin bald auch 10-nm-Chips im Homeland zu backen – darunter auch FPGAs, also rekonfigurierbare Logik. Letztere sieht das Militär als Problemlöser, etwa um andere Chips zu ersetzen. FPGAs sind zudem weniger anfällig für Manipulationen bei der Produktion, weil die Software erst nachträglich festlegt, welche Funktionen der Chip ausführt.

AMDs kommende 7-nm-Epycs mit Zen-2-Technik produziert TSMC. Zu diesen „Rome“-Chips tauchten Hinweise auf 64 Kerne und 128 Threads auf, also auf doppelt so viele wie beim bisherigen „Naples“. Rome-Prozessoren, die auch in aktuellen Epyc-Mainboards laufen sollen, bestehen intern angeblich aus bis zu neun Chips: acht Octo-Core-Dies (Core Complexes, CCX) und einem weiteren Die, der die CCX per Infinity Fabric anbindet und

einen achtkanaligen Speicher-Controller sowie den PCI Express Root Complex für PCIe 4.0 enthält.

### Epyc-Supercomputer

Diese römischen Epycs, vielleicht sogar erst deren Nachfolger Milan (Zen 3), wird Cray 2021 in den Supercomputer Perlmutter alias NERSC-9 am Lawrence Berkeley National Lab einbauen – allerdings nicht nur: Die neue Cray-Shasta-Plattform mit Slingshot-Vernetzung umfasst auch heterogene Knoten mit GPU-Beschleunigern von Nvidia.

Auch in China ist AMD bei Exascale-Superrechnern im Rennen: Der Epyc-Verwandte Dhyana des AMD-Partners Hygon steckt wohl in einem Supercomputer-Testsystem der Marke Dawning, die zur Firma Sugon alias Shuguang gehört. Bei der Recherche nach solchen Chips verheddert man sich leicht in verwirrenden Übersetzungen: Hygon heißt manchmal auch Higon oder Huguang. Und den Hersteller Phytium von ARM64-Prozessoren findet man auch als Feiteng ...

Viel einfacher ist es, über amerikanische RISC-V-Kerne zu berichten: Der RISC-V-Pionier SiFive hat gleich drei Neulinge jeweils als Single- oder Multi-Core-Versionen im Programm. SiFive vergleicht seine Produktpalette von E2 bis U7 nun direkt mit korrespondierenden ARM-Cortex-Kernen von M0 bis A55. Mit letzterem kann demnach das Linux-taugliche „Flaggschiff“ U74-MC mithalten und hat ihm sogar einen Hardware-Schutz für den Arbeitsspeicher und eingebaute Interrupt-Controller mit den schönen Abkürzungen CLIC und PLIC voraus. (ciw@ct.de) **ct**



Im Dresdner Norden baut Bosch bis 2021 eine neue Chip-Fab, die 300-Millimeter-Wafer verarbeitet.

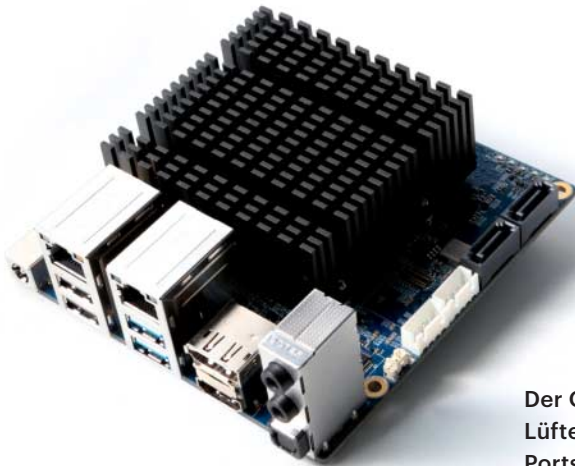
## Board mit Celeron J4105 und 2 × Gigabit-Ethernet

Für Netzwerk-Selbstbauprojekte wie pfSense-Firewalls sind sparsame, bezahlbare Mini-Rechner mit mehreren Gigabit-Ethernet-Ports attraktiv. In diese Nische stößt die südkoreanische Firma Hardkernel mit dem **Single-Board-Computer Odroid-H2**. Er ist mit einem Celeron J4105 aus Intels aktueller „Atom-Celeron“-Baureihe Gemini Lake bestückt und kommt laut Hardkernel ohne Lüfter aus.

Der Odroid-H2 nutzt fast alle Fähigkeiten des Celeron J4105. Die interne Grafik steuert über je einen DisplayPort 1.2 und HDMI 2.0 auch 4K-Displays mit 60 Hz

an, allerdings ohne HDR-Kontraste. Zwei SATA-6G-Buchsen sitzen auf der Oberseite der quadratischen Platine, die mit 11 cm Kantenlänge etwas größer ist als die eines Intel NUC.

An zwei der sechs PCIe-2.0-Lanes des Celerons hängt jeweils ein Realtek-Netzwerkchip, die vier restlichen sind mit einer M.2-Fassung auf der Unterseite verbunden. M.2-SSDs mit PCIe 3.0 x4 laufen darin nicht mit voller Leistung, aber schneller als eine SATA-SSD. Noch im November will Hardkernel die ersten Odroid-H2 ausliefern, der Preis soll „über 100 US-Dollar“ liegen. (ciw@ct.de)



Der Odroid-H2 braucht keinen Lüfter, hat zwei Gigabit-Ethernet-Ports sowie HDMI 2.0.

### Kurz & knapp: Embedded Systems

Die Sparte Kendryte des chinesischen Krypto-Mining-Spezialisten Canaan hat den **RISC-V-Chip K210 mit KI-Beschleuniger** entwickelt. Er läuft unter dem Echtzeitbetriebssystem FreeRTOS und sitzt auf dem 50-Dollar-Entwicklerboard Kendryte KD233, das bisher nur chinesische Händler wie AnalogLamb offerieren.

Der STMicroelectronics-Chip **LSM6-DSO iNEMO vereint Beschleunigungs- und Drehratensensoren** mit einer Vorverarbeitung und Pufferung der Daten. Das soll einerseits die Genauigkeit der Messungen verbessern und andererseits Strom sparen. ST liefert dazu verbesserte Algorithmen für Schrittzähler. Der rund 2 US-Dollar teure LSM6DSO kann aber etwa auch zur Bildstabilisierung von (Smartphone-)Kameras dienen.

Fujitsu kündigt einen **GNSS-Empfängerchip für GPS, Glonass, Galileo, QZSS, SBAS und BeiDou** an. Der FEEU MSB1054 hat nur rund 6 Millimeter Kantenlänge und eignet sich mit 3,4 mA im Sparmodus mit 60-Sekunden-Intervallen auch für Tracker.

Anzeige

# Lebenszeichen von AMDs Radeon Vega Mobile

**AMDs mobile Vega-Architektur feiert Premiere als Upgrade-Option im MacBook Pro.**

Um die bereits im Januar dieses Jahres auf der CES angekündigte Vega Mobile war es still geworden. Doch nun offeriert Apple die **Radeon Pro Vega 20 und Vega 16** als Upgrade für das MacBook Pro mit 15-Zoll-Display. Liefertermin: Ende November. Passend zum Einsatzort preist

man hauptsächlich mehr Leistung bei Videoschnitt, 3D-Design oder Rendering an. Vega Mobile soll bis zu 60 Prozent schneller arbeiten als die Radeon Pro 560X – bislang die schnellste im MacBook verfügbare GPU. Im Gegensatz zur „Vega“-GPU im Kaby Lake G, deren Kern hauptsächlich die ältere Polaris-Technik nutzt, handelt es sich hier um die echte Vega-Architektur. Vega Mobile beinhaltet den High Bandwidth Cache Controller

(HBCC), die verbesserte Geometrieverarbeitung (NGG) sowie die neuen Compute Units (NCU). Die NCUs können FP16-Berechnungen mit doppelter Geschwindigkeit ausführen, was bei KI-Anwendungen aber auch in Spielen wie Far Cry 5 die Leistung verbessert.

Mit bis zu 1280 Shadern in 20 CUs und eigenem HBM2-Speicher dürfte die Radeon Pro Vega 20 mehr als doppelt so schnell sein wie die integrierte Vega-10-Grafik im Ryzen 5 2400G. Die Taktraten sind bislang unbekannt, ebenso die Größe des HBM2. Da nur ein einzelner Speicherchip verlötet ist, liegen 4 oder 8 GByte nahe, denn diese Größen finden bisher Verwendung. Die Transferrate des mit 1024 parallelen Datenleitungen angebundenen HBM2 dürfte – je nach Takt – bei 192 bis 256 GByte/s und damit im mobilen High-End-Bereich liegen. AMD sagt, aktuelle Top-Spiele in der Ultra-Detailstufe flüssig in Full-HD-Auflösung (1080p) darzustellen, sei kein Problem. Zu den Preisen gibt es noch keine Angaben, ebenso wenig zum möglichen Einsatz in anderen Notebooks. (csp@ct.de)

Die Vega-GPU (rechts) und ihr Speicher (HBM2, links) sind auf einem Träger per Interposer vereint – das spart viel Platz im Notebook.

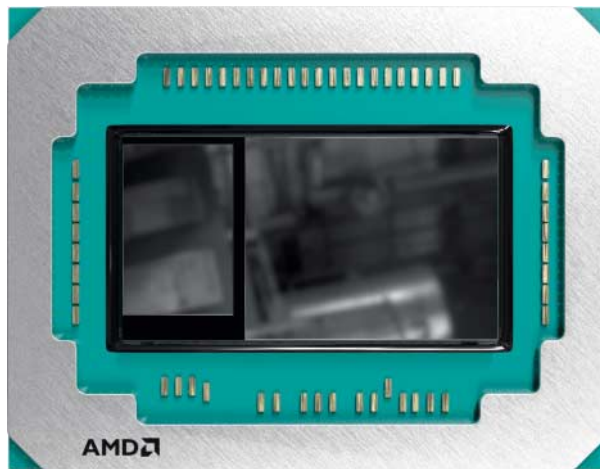


Bild: AMD

## RTX 2080 Ti: Vermehrt Ausfälle

In den offiziellen GeForce-Foren sowie auf Reddit tauchten zuletzt verstärkt Berichte auf, wonach speziell Nvidias **GeForce RTX 2080 Ti mit Ausfällen, Darstellungsfehlern und Instabilitäten** zu kämpfen haben. Demnach träten plötzlich seltsame Steuerzeichen auf dem Bildschirm auf, die an die Aliens im Konsolenklassiker Space Invaders erinnern, und die Karte zeige kurze Zeit später kein Bild mehr an. Es bliebe

nichts weiter, als beim Hersteller einen Garantieaustausch zu beantragen.

Auf Nachfrage ließ Nvidia uns wissen, dass man mit den jeweiligen Käufern zusammenarbeite, aber keine größeren Probleme sehe. Ob die Ausfallrate im Vergleich zur GeForce RTX 2080 höher sei, kommentierte Nvidia nicht. Da keine Verkaufszahlen der RTX 2080 Ti vorliegen, ist die allgemeine Defektrate kaum zu ermitteln. Allerdings war auch die c't-Redaktion schon von einem Ausfall betroffen: Eine MSI GeForce RTX 2070 Armor zeigte nach kurzem Einsatz die im Internet beschriebenen Symptome (Space-Invaders-Zeichen, Bildausfall). (csp@ct.de)



Bild: Nvidia

Nvidias GeForce-Flaggschiff, die 1260 Euro teure RTX 2080 Ti, soll verstärkt von plötzlichen Ausfällen betroffen sein.

## Kurz & knapp: Hardware

Für bessere Kabelversteuung bietet Cooler Master den abgewinkelten Stromstecker **ATX 24Pin 90° Adapter** an. Neben der normalen Version für 13 Euro gibt es auch eine mit Kondensatoren zur Spannungsstabilisierung für 20 Euro.

UL, vormals Futuremark, erweitert den Grafikbenchmark 3DMark um den **DirectX-12-Test 3DMark Night Raid**. Er ist für Notebooks, Tablets und Always-Connected-PCs gedacht und liegt auch in einer nativen ARM-Version vor.

Nach Nvidia nun auch AMD: Ab Version 18.10.2 ist **Schluss mit Grafikkarten-Treibern für die 32-Bit-Versionen** von Windows und Linux.

Anzeige



# Monster-Design AG

## Animago 2018: Vom Konzept zum visuellen Effekt

**Die Effekte und Animationen für Game of Thrones, Guardians of the Galaxy, Star Wars und The Incredibles 2 fallen nicht vom Himmel. Auf der Animago in München sprachen Insider über den manchmal langen Weg von der Konzeptphase bis zum fertigen visuellen Effekt.**

Von André Kramer

Die siebte Staffel von Game of Thrones war hinsichtlich der visuellen Effekte (VFX) die bisher aufwendigste der Serie. Thomas Hullin, VFX-Supervisor beim Effektstudio Rodeo FX, zeichnet für die nächtliche Seeschlacht und die Zerstörung der Eismauer verantwortlich. Über 150 Leute erstellten diese Szenen in sieben Monaten an den Standorten Montreal, Quebec und München.

Die gesamte Szene für die Seeschlacht wurde mit Positionsdaten aller Schiffe und Kanoneneinschläge auf einer virtuellen Seekarte in Makroperspektive konzipiert. Anschließend legte Rodeo FX Kamerapositionen fest. Erst danach wur-

den die Schiffe modelliert und mit Matrosen bestückt. Auch Charaktere wie Euron Greyjoy baute das Effektteam digital nach, ebenso Schwerter, Dolche, Äxte und Peitschen. Für die Kanonen legte Rodeo FX zehn verschiedene Feuerbälle an.

Letztlich sollten viele Schiffe explodieren. Dafür wurden sie Planke für Planke modelliert. So konnten die Animatoren sie realistisch zerbersten lassen. Nach derart reiflicher Vorbereitung dauerte es letztlich nur noch Minuten, um Wasser, Schiffe und Kanonenschüsse zu einer Szene zusammenzusetzen. Ganz zum Schluss kamen Feuer, Rauch, Nebel, Wolken, Blitze und Mondlicht hinzu.

### Drachen für Game of Thrones

In der letzten Folge der Staffel bringt der Nachtkönig auf einem Eisdrachen reitend die Mauer bei Eastwatch-by-the-Sea zum Einsturz. Auch diese Szene setzte Rodeo FX aus Bausteinen zusammen. Die Basis war ein Modell der Mauer. Hinzu kamen einige Dutzend Bäume, Treppenelemente, Wehrtürme, Gräben und andere Aufbauten, die wie bei einer Modelleisenbahn zusammengesetzt wurden.

Den Zombie-Drachen lieferte das in Los Angeles ansässige Effektstudio Rhythm & Hues. Er speit nach seinem

Ableben kein Feuer mehr, sondern Eis. Für die Konzeption des Strahls kam dennoch ein ferngesteuerter Flammenwerfer zum Einsatz, der eine Wand mit realem Feuer beschoss. Rodeo FX hat das gelborangene Feuer in Blau umgefärbt und den Eisstrahl diesen Bildern nachempfunden.

Für den Einsturz der Mauer stand der Abbruch großer Eisberge in der Arktis Pate. In der letzten Einstellung fliegt der Drache davon und die weißen Wanderer marschieren durch die Trümmer Richtung Süden. Rodeo FX verwendete hier zum Teil die gleichen digitalen Figuren wie für die Nachtwache auf der Mauer – in Zombies verwandelt.

### Guardians of the Galaxy Vol.2

Markus Brackelmann, Lead Concept Artist beim Berliner Post-Production-Studio Trixter, kreierte die Weiten des Alls für den Marvel-Film Guardians of the Galaxy Vol.2. Er nutzte dafür die Open-Source-Fraktal-Renderer Apophysis und Mandelbulb3D, um Nebel für das All zu generieren, die bei jedem beliebigen Zoom-Faktor immer noch volle Detailfülle liefern. So konnte er beliebig weit hineinzoomen, um immer neue Welten zu entdecken.

Die Software rendert Fraktale im PNG-Format, die Brackelmann in Photoshop importierte. In ZBrush modellierte er Asteroiden; Planeten entstanden aus Kugeln, die zunächst eine Planetentextur bekamen, anschließend eine Wolkentextur und schließlich atmosphärischen Dunst. Zu jeder Einstellung bot er der Produktionsfirma mehrere Varianten an. „Wenn man nur eine abgeliefert, ist die Chance groß, dass der Auftraggeber Nein sagt. Wenn man drei anbietet, sucht er eine aus.“



Bild: Rodeo FX

Die Aufbauten an der Mauer bei Eastwatch-by-the-Sea (links) entstanden aus vielen kleinen Bauteilen für Treppen, Türme und Befestigungen. All das hat Rodeo FX in Filmaufnahmen montiert (rechts).



## Star Wars: Die letzten Jedi

Luis Guggenheimer hat bei Trixter als Concept Artist den Anzug Mark 41 für Iron Man designt und für Roland Emmerich an Independence Day: Resurgence gearbeitet, bevor er zu bei Industrial Light & Magic kam. Dort konzipierte er unter anderem Raumschiffe für Star Wars Episode 8.

„Das Design des Sternzerstörers aus dem ersten Star Wars Film von 1977 ergibt überhaupt keinen Sinn“, findet Guggenheimer. Physikalisch betrachtet müssten Raumschiffe auf Grund des Vakuums im All zylindrisch geformt sein. Die Formen der Raumschiffe in Star Wars kommunizieren visuell. Der Sternzerstörer ist geformt wie eine Pfeilspitze. X-Wing und Tie-Fighter sind selbst als winzige Silhouetten zu unterscheiden. Nicht zuletzt lehnt sich das Star-Wars-Design an das Kriegsgerät des Zweiten Weltkriegs an.

In analogen Zeiten entstanden die Aufbauten des Millennium Falcon aus Teilen etlicher Plastikbausätze für Panzer- und Automodelle wie des Tiger 1 oder des Ferrari 312 B. Fans haben entschlüsselt, welches Teil aus welchem Bausatz stammt.

Diese Erwägungen kamen beim Produktdesign des letzten Star-Wars-Films zum Tragen. Die Aufbauten des Dreadnought der Ersten Ordnung aus „Die letzten Jedi“ wirkt wie aus einem Bausatz. Der Snowspeeder aus The Last Jedi hat einen gekrümmten Flügel wie ein Jagdflugzeug aus dem Zweiten Weltkrieg.

## Pixars The Incredibles 2

Nicht nur in Modellen und Hintergründen steckt viel Konzeptarbeit, sondern auch in Beleuchtung und Farbgebung. Erik Smitt von Pixar sprach über Incredibles 2: „Ich habe mir den ersten Incredibles-Film noch mal in Thumbnail-Größe angesehen.



Bild: Disney

Pixar orientiert sich in Incredibles 2 an Hitchcock. Hartes Licht akzentuiert hier die Augenringe von Bob, alias Mr. Incredible, und damit seine Schwierigkeiten bei der Kindererziehung.

Dabei fiel mir auf, dass der Film von starken Silhouetten und Farbkontrasten lebt.“ Das Sequel hat die Filmsprache der 60er-Jahre-Filme, insbesondere die Hitchcocks und seines Kameramanns Robert Burks zum Vorbild: „Wir haben uns von Vertigo inspirieren lassen, um wie Hitchcock den Lichteinfall zum Spannungsaufbau zu nutzen. Dass damals alle am Set rauchten, hat eine wundervolle Filmstimmung erzeugt. Der Rauch hat Tiefe in die Bilder gebracht und Silhouetten akzentuiert.“

Starke Schatten, die ein Gesicht gezielt zeigen oder verbergen, können Bedrohung, Isolation und andere Empfindungen vermitteln. „Seit dem ersten Incredibles-Film können wir hartes oder weiches Licht viel besser steuern“, sagte Smitt. Im Telefonat zwischen den Eltern teilen Bob und Helen sieht man das sehr deutlich: Er kümmert sich um die Kinder und die Situation läuft aus dem Ruder. Er ist hart beleuchtet, die Tiefe seiner Augen ist akzentuiert. Sie hat gerade einen Zug gerettet, wird gefeiert und ist mit riesigen

Soft-Boxes beleuchtet, die sie in einem sehr warmen, weichen Licht zeigen. Beim Streit am Abendbrottisch beugen sich beide in die Mitte und geraten unter die Lampe, die über dem Tisch baumelt. Je näher sie der Lampe kommen, desto heller erstrahlen ihre Gesichter, bis sie teilweise überstrahlen. So etwas sieht man üblicherweise nicht im Animationsfilm – hier dient es als Stilmittel.

Pixar musste Incredibles 2 schneller als üblich fertigstellen. Zunächst die Animation mit weißem Licht fertigzustellen und erst anschließend beleuchten zu lassen hätte zu viel Zeit gekostet. Die Abteilungen für Animation und Beleuchtung arbeiteten an Incredibles 2 daher Hand in Hand. „Das hat den Prozess nicht nur beschleunigt, sondern hatte auch die Wirkung, dass die Animationskünstler und Beleuchter begannen, wieder mehr miteinander zu reden“, sagte Smitt. „Also haben wir diesen Workflow institutionalisiert.“ So verbesserte Zeitdruck letztlich die künstlerische Qualität. (akr@ct.de) **ct**



Eismauer: Rodeo FX, Drache: Rhythm & Hues

Als Konzeptstudie für den Eisstrahl, den der Drache in Staffel 7 von Games of Thrones speit, richtete die Produktionsfirma einen Flammenwerfer auf eine feuerfeste Wand. Rodeo FX machte mit digitalen Mitteln aus dem Feuer Eis.

## Schnelleres WLAN für Firmen

**Engenius will Anfang 2019 seine erste Basis für den nächsten WLAN-Standard ausliefern.**

Nach Huawei, New H3C und Ruckus Wireless folgt nun EnGenius mit einem Access-Point für Firmen, der nach dem **nächstschnelleren WLAN-Standard IEEE 802.11ax** funkt (auch Wifi 6 genannt). 11ax

hat aktuell Entwurfsstatus, als finaler Standard wird die Norm voraussichtlich erst 2020 ratifiziert.

Der EnGenius EWS357AP arbeitet in beiden WLAN-Bändern parallel mit je zwei MIMO-Streams. So ist er nach Meinung des Herstellers gut an Clients wie Smartphones und Notebooks angepasst, die meist nur eine oder zwei Antennen

haben und deshalb ebenfalls maximal zwei MIMO-Streams verdauen.

Auf 5 GHz erreicht der auf einen Qualcomm-Chipsatz bauende EWS357AP mit einem 160 MHz breiten 11ax-Signal bestenfalls etwas über 2 GBit/s brutto. Ob sein einzelner LAN-Port mehr als 1 GBit/s überträgt, war zum Redaktionsschluss noch unbeantwortet. PoE-kompatibel zur Energieversorgung übers LAN-Kabel (Power-over-Ethernet) ist er jedenfalls.

Zu den 11ax-Besonderheiten, die der EWS357AP laut EnGenius beherrscht, zählt Spatial Reuse: Mit der hier „BSS Coloring“ genannten Funktion kann der AP Funkkanäle „wiederverwerten“, auf denen er andere APs desselben Netzwerks nur schwach empfängt. Normalerweise müsste er diese Kanäle meiden. Durch Spatial Reuse überlappen sich die Funkzellen zwar stärker, aber nahe Clients bekommen tendenziell mehr Durchsatz. Zudem wird das knappe Funkspektrum besser ausgenutzt.

Der mit einer Preisempfehlung von 189 US-Dollar ausgewiesene EWS357AP soll Anfang 2019 erhältlich werden. Für das parallel angekündigte 4-Stream-Schwestermodell EWS377AP setzt EnGenius 289 US-Dollar an. (ea@ct.de)



Anfang 2019 will EnGenius seinen 189 US-Dollar billigen Access-Point EWS-357AP für das nächste WLAN auf den Markt bringen.

## Potente VPN-Gateways

Mindestens 100 simultane IPSec-Verbindungen sollen Lancoms neue VPN-Gateways schaffen: Die große Variante ISG-4000 bietet ab Werk 200 Verbindungen, mit Erweiterungslizenz werden es 1000. Das kleinere Modell ISG-1000 kommt auf 100 beziehungsweise 200 Verbindungen. Sie sind **voll dualstack-tauglich**: Beide nutzen wahlweise IPv4 oder IPv6 als Transportprotokoll.

Die Geräte lassen sich optional um Hotspot-, Content-Filter- und Clustering-

Funktionen erweitern. Admins erreichen sie zur Konfiguration per Browser im LAN wie auch über Lancoms Cloud-Dienst LMC.

Beide Gateways haben fünf Gigabit-Ethernet-Ports, vier davon sind Komboports (SFP/Twisted-Pair); das ISG-4000 besitzt außerdem zwei SFP+-Slots (10GE). Die Geräte sind ab sofort erhältlich. Das große Modell kostet rund 6000 Euro, die kleine Schwester 3600 Euro.

(amo@ct.de)



Das Gateway LANCOM ISG-1000 bedient 100 Dualstack-VPN-Verbindungen gleichzeitig, optional 200. Die größere Schwester ISG-4000 schafft maximal 1000 Links.

## Kurz und knapp: Netze

Infinera hat mit dem Backbonebetreiber Telia Carrier den ersten **600-Gigabit/s-Link auf einer Wellenlänge** in Glasfasernetzen vorgeführt (Kodierung QAM64). Gebräuchlich sind bisher 400 GBit/s (QAM16). Beim üblichen 88fach-Multiplexing steigert das die Kapazität einer Faser von 35 auf über 50 Terabit/s.

Ein internationales Forscherteam unter Koordination der TU Braunschweig und der japanischen Waseda-Universität hat mit der Arbeit an Terahertz-Richtfunkstrecken oberhalb von 275 GHz begonnen. Das ThoR getaufte Projekt zielt auf **Datenraten von 100 GBit/s**, um beispielsweise 5G-Mobilfunkzellen drahtlos statt per Glasfaser anzubinden.

Anzeige

## Intel Xeon-AP soll mit 48 Kernen kommen

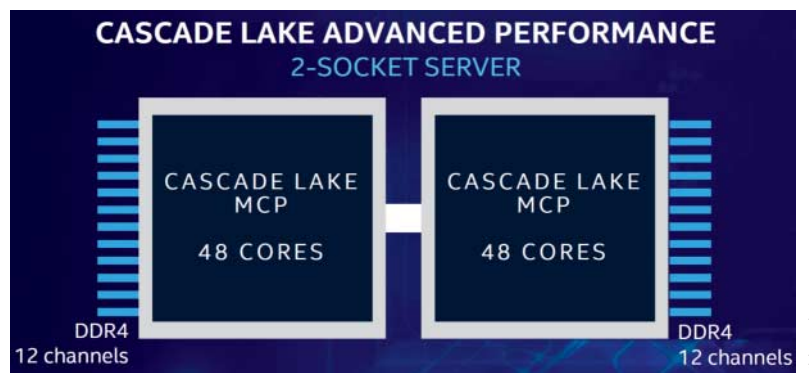
Für 2019 kündigt Intel eine besondere Variante von Serverprozessoren an: den **Xeon Advanced Performance** (Xeon-AP) mit 48 Kernen. Dabei geht es um Chips der neuen Generation Cascade Lake, die unter der Bezeichnung Cascade Lake-SP auch bald als Xeon Scalable Processors kommen sollen. Diese „Xeon-SP“-Prozessoren haben aber wie ihre aktuellen Vorgänger (Skylake-SP) höchstens 28 Kerne und passen auch auf dieselben LGA3647-Mainboards.

Anders der Cascade Lake-AP (CLX-AP), denn die 48-Kerner sind Multi-Chip-Packages (MCP) mit 12 statt bisher sechs DDR4-Speicherkanälen. Sie brauchen neue Fassungen, möglicherweise werden sie nur aufgelötet auf Mainboards zu haben sein. Intel verrät dazu noch keine

Details, man munkelt von BGA5903-Gehäusen.

Zwei Xeon-AP lassen sich zusammenschalten für einen Dual-Socket-Server mit 96 Kernen und 24 RAM-Kanälen. Zum maximalen Speicherausbau, zur Zahl der PCI-Express-Lanes und zu Preisen verrät Intel bisher nichts. Manches spricht dafür, dass Intel schlichtweg zwei 24-kernige Cascade-Lake-SP-Chips in einem Gehäuse zusammenfasst: Ein Zwei-CPU-Server damit wäre quasi ein auf zwei physische Prozessoren eingedampft Viersockelsystem.

Der Xeon-AP mit 48 Kernen ist dem aktuellen AMD Epyc 7601 mit 32 Kernen überlegen. 2019 will AMD allerdings die nächste Epyc-Generation „Rome“ mit Zen-2-Technik bringen, die vermutlich bis zu 64 Kerne haben wird. (ciw@ct.de)



Intel kündigt den Serverprozessor Cascade Lake Advanced Performance mit 48 Kernen an.

## PortSmash: Sicherheitslücke bei Hyper-Threading

Fünf Forscher von den Universitäten in Tampere (Finnland) und in Havanna (Kuba) haben die Sicherheitslücke PortSmash veröffentlicht. Dabei kann ein Thread, der auf einem logischen Kern eines Prozessors mit Hyper-Threading läuft, **Daten lesen, die der andere logische Kern gerade verarbeitet**. Die Forscher zeigten, dass sich damit ein geheimer, privater Schlüssel aus OpenSSL unter Ubuntu ablauschen lässt. Laut den Sicherheitsexperten sind außer Intel-Prozessoren vermutlich auch andere

mit Simultaneous Multi-Threading (SMT) betroffen, beispielsweise die von AMD.

Durch PortSmash gefährdet sind vor allem virtuelle Maschinen auf Cloud-Servern, die sich einen physischen Kern mit einer weiteren virtuellen Maschine teilen. Für OpenSSL gibt es bereits einen Patch gegen PortSmash. Der CVE-Eintrag (CVE-2018-5407) bewertet das Angriffsrisiko allerdings nur als „moderat“ (CVSS v3: Score 4,8 von 10), weil eine Attacke sehr komplex ist. (ciw@ct.de)

# Tschö TLS 1.0/1.1

## Webbrowser entsorgen veraltete Verschlüsselungsprotokolle

**2020 kommt das Ende für die als unsicher geltenden TLS-Ausgaben 1.0 und 1.1: Chrome, Firefox & Co. unterstützen sie dann nicht mehr. Web-Admins sollten aus Sicherheitsgründen aber schon jetzt auf eine aktuellere TLS-Version umstellen.**

Von Dennis Schirmacher

**R**uft man eine Internetseite verschlüsselt via HTTPS auf, geschieht das mit dem Verschlüsselungsprotokoll Transport Layer Security (TLS). Die initiale Version 1.0 hat nunmehr 19 Jahre auf dem Buckel und gilt schon länger als unsicher.

Nun wollen die Anbieter der großen Webbrowser einen weiteren Schritt hin zur Entsorgung der alten Standards gehen: Chrome, Edge, Firefox, Internet Explorer 11 und Safari unterstützen TLS 1.0 und das ohnehin kaum verbreitete 1.1 ab Anfang 2020 nicht mehr. Web-Admins sollten aber schon früher – am besten jetzt – reagieren und mindestens auf TLS 1.2 umstellen. Wer das nicht tut, macht seine Website unnötig angreifbar. Zudem können Besucher Seiten mit dem veraltetem TLS-Protokoll ab 2020 nicht mehr aufrufen. Manche Sicherheitsexperten fordern bereits, auf Webservern TLS 1.0 wegen der damit verbundenen Risiken komplett abzuschalten. Demgegenüber steht, dass etwa auf shop.heise.de noch rund 8 Prozent aller Seitenabrufe über TLS 1.0 erfolgen; diese

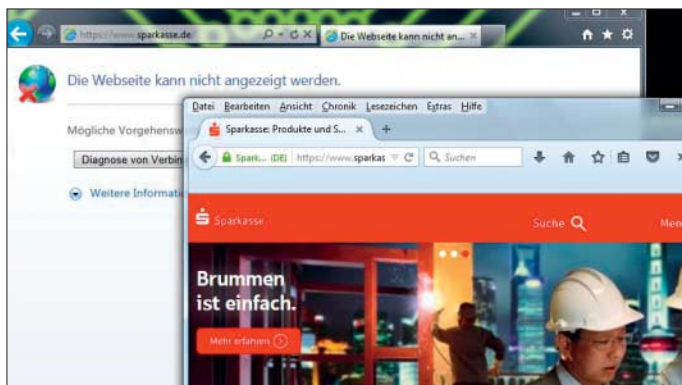
sind vor allem auf Benutzer mit Android vor 4.4, Internet Explorer 10 auf Windows 7 und macOS vor 10.9 mit Safari zurückzuführen. Heise würde mit dieser Maßnahme also fast jeden zehnten potenziellen Kunden abweisen. Wer jedoch etwa Kreditkarten verarbeitet, dem bleibt keine Wahl mehr: Seit Juli 2018 erlaubt die Compliance zum Standard PCI-DSS kein TLS 1.0 mehr.

TLS 1.3 ist mittlerweile zwar als offizieller Standard verabschiedet, der Praxiseinsatz ist aber noch keine Realität. Seiten und Dienste, die es konkret nutzen, sind noch selten. Web-Admins sollten die Entwicklung auf jeden Fall im Blick haben. Die aktuelle Version setzt unter anderem auf moderne Krypto-Algorithmen für die Transportverschlüsselung. Zudem ist beispielsweise der Einsatz von Forward Secrecy verbindlich.

Den Statistiken der Browser-Anbieter zufolge kommen TLS 1.0/1.1 derzeit noch bei 0,1 bis 0,5 Prozent aller Website-Aufrufe zum Einsatz. Microsoft will die Unterstützung in Edge und Internet Explorer 11 ab der ersten Hälfte 2020 streichen. Google peilt für Chrome einen ähnlichen Zeitraum an. Bei Apples Safari und Mozillas Firefox soll im März 2020 damit Schluss sein.

Parallel arbeitet die Internet Engineering Task Force (IETF) an einem Internet-Draft, der die bisherigen Standards endgültig als „veraltet“ deklarieren soll. Außerdem sollen darin die Anforderungen an die Rückwärtskompatibilität aktuellen Standards angepasst werden. (des@ct.de) **ct**

Vorbildlich:  
Auf die Webseite  
www.sparkasse.de  
kann man mit TLS  
1.0 schon nicht  
mehr zugreifen.



Anzeige

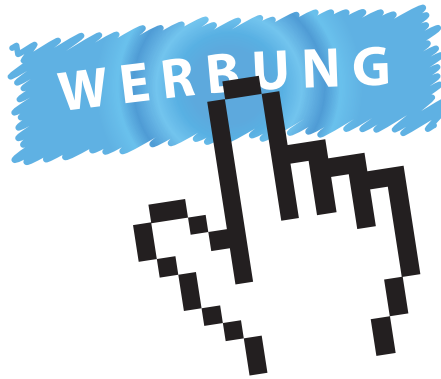


# Bannerwanderung

## Facebook muss sich neu erfinden

**Trotz eines Rekordgewinns muss Facebook neue Erlösquellen finden: Benutzer kehren im umsatzträchtigen Europa dem Dienst den Rücken und verlagern ihre Kommunikation von der Timeline in kleinere Kreise. Die Folgen tragen auch WhatsApp-Nutzer.**

Von Torsten Kleinz



Eigentlich könnte Facebook-Chef Mark Zuckerberg rundum zufrieden sein. Der Umsatz seines Konzerns ist im dritten Quartal 2018 auf 13,7 Milliarden US-Dollar gestiegen. Das ist ein Drittel mehr als im Vergleichszeitraum des Vorjahres sowie ein neuer Allzeitrekord. Täglich nutzen mehr als zwei Milliarden Menschen mindestens ein Produkt des Konzerns. Doch bei der Präsentation der Zahlen zeigte sich auch, vor welchen Problemen Facebook steht.

So stagniert die Benutzerzahl des Dienstes im nordamerikanischen Heimatmarkt seit fünf Quartalen, in Europa verlor Facebook sogar im zweiten Quartal in Folge eine Million Nutzer, was Facebook auf die DSGVO zurückführt. Neue Nutzer gewinnt das Netzwerk dagegen in Regionen, die für Online-Werbung weniger lukrativ sind, etwa Asien. Was Zuckerberg außerdem Sorge bereitet: Die Mitglieder teilen ihre Beiträge verstärkt gezielter mit einzelnen Freunden statt im Newsfeed, der bisher das Herzstück der Facebook-Nutzung war.

Facebook muss daher sein Geschäft umbauen und ist derzeit auf der Suche nach neuen Möglichkeiten, Geld zu verdienen. Bei neuen Formaten auf der Facebook-Plattform steht der Konzern aber erst am Anfang. Das Unternehmen weiß zum Beispiel noch nicht, wie sich die Anzeigenpreise entwickeln werden. „Das ist eine Reise, die Jahre und nicht Quartale

dauern wird“, sagte Finanzchef Dave Wehner.

Zu den neuen Formaten gehören zum Beispiel die sogenannten „Stories“. Nutzer veröffentlichen damit ihre Fotos und Videos für einen Tag für ausgewählte Freunde. „In nicht allzu ferner Zukunft werden die Leute mehr in Stories als in Feeds teilen“, so Zuckerberg.

### Video zieht nicht

Facebook durchlebte bereits mehrere ähnliche Umbrüche. Als etwa mehr und mehr Nutzer vom PC zu Smartphones wechselten, hatte das Netzwerk zunächst kein Geschäftsmodell für die mobile Nutzung. Letztlich erwiesen sich Newsfeed-Anzeigen als Lösung für das Problem.

Weniger Glück hatte Facebook mit seiner Video-Strategie. Die Plattform hatte sich bereits 2016 entschieden, die eigenen Angebote immer mehr auf Bewegtbild-Inhalte auszurichten – vom Live-Video-Stream bis zum YouTube-Herausforderer „Watch“. Dabei bezahlte die Plattform sogar Medien wie BuzzFeed oder die New York Times dafür, die neuen Video-Features von Facebook auszuprobieren.

Das Ausrollen des neuen Video-Schwerpunktes folgte einem bewährten Schema: Zuerst wollte der Konzern eine Zuschauerschaft und ein Lieferanten-Netzwerk aufbauen und erst später durch neue Werbekanäle Gewinne einspielen.

Unterbrecher-Werbung in Facebook-Videos wurde zum Beispiel erst 2017 eingeführt.

Auch sollte der Schwenk zu Videos helfen, Smartphone- und Tablet-Nutzer besser zu binden: Bewegte Bilder fesseln die Aufmerksamkeit des Zuschauers deutlich mehr als andere Werbeformen. Zudem sind Nutzer daran gewöhnt, Werbung bei Video-Inhalten zu tolerieren.

Doch Facebook steckt in einem Dilemma: „Die Leute wollen sich Videos anschauen“, sagte Zuckerberg. Zugleich erwarteten sie von Facebook aber auch soziale Kontakte mit Freunden und Familie. Deswegen habe Facebook die Ausbreitung sogenannter „viral“er Unterhaltungsvideos gebremst und insgesamt die Zeit, die Nutzer mit dem Ansehen von Videos verbringen können, bewusst reduziert. Zuckerberg, der sonst Konkurrenten selten erwähnt, räumte ein, dass Facebook bei Video hinter Googles Plattform YouTube zurückliege.

### Werber klagen

Speziell beim Thema Video-Werbung steht Facebook auch rechtlich unter Druck. Die Social-Media-Plattform habe ihre Werbewirksamkeit überhöht dargestellt, behauptet eine Reihe von Werbepartnern. Derzeit prozessieren einige Anzeigenkunden in Kalifornien gegen Facebook.

Konkret geht es um die Angabe „average duration of the video watched“: Hier wies der Konzern aus, wie lange seine Nutzer durchschnittlich die auf der Plattform veröffentlichten Videos ansehen. Für Werbetreibende und Video-Produzenten ist diese Zahl relevant, da sie zeigt, ob sich die Produktion längerer Videos lohnt oder ob die automatisch abgespielten Videos eher als Störung empfunden und schnell weggeklickt werden.

Genau hier hat Facebook einen entscheidenden Fehler gemacht. Denn erst wenn ein Nutzer ein Video mehr als drei Sekunden gesehen hatte, wurde dies in die Statistik aufgenommen. Die durchschnittliche Sehdauer wurde auf diese Weise laut den Klägern um 150 bis 900 Prozent übertrieben, neutralere Branchenbeobachter gehen von um 60 bis 80 Prozent aus. Der Vorwurf, über den nun Gerichte verhandeln müssen: Obwohl die Statistik selbst keine offizielle Abrechnungseinheit für die bei Facebook gebuchte Werbung ist, habe der Konzern sich über ein Jahr Zeit mit der Korrektur gelassen.

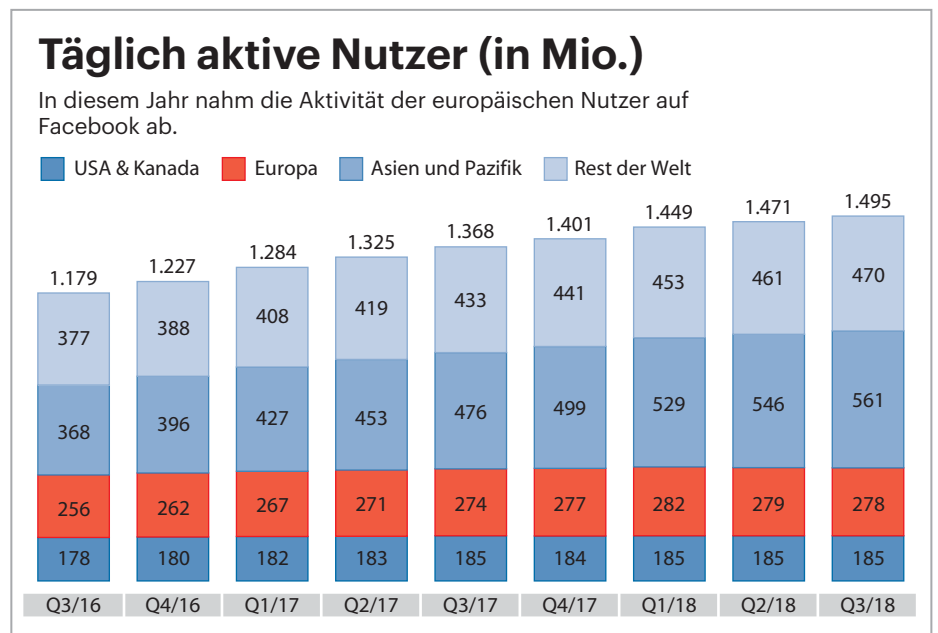
Mittlerweile versucht Facebook, das Vertrauen in die Videowerbung wiederherzustellen. So ging Facebook im Frühjahr 2018 eine Partnerschaft mit dem US-amerikanischen „Media Rating Council“ ein, um die Videos auf der Plattform nach denselben Kriterien bewerten zu lassen, wie sie beispielsweise an TV-Werbespots angelegt werden.

### Nächste Geldquelle: WhatsApp

In der Unsicherheit um die Stammsplattform wird Facebook in den nächsten Monaten daher verstärkt auf eine Tochter setzen, für die der Konzern 2016 immerhin 19 Milliarden Euro auf den Tisch gelegt hat: WhatsApp. Ab 2019 soll der Messenger Werbung anzeigen. Das kündigte Matt Idema an, der Geschäftsführer der Messenger-Plattform. Die Anzeigen sollen aber nicht in den eigentlichen Chats erscheinen, sondern in der Status-Funktion. Nutzer können dort kurze Clips und Fotos veröffentlichen, die nach 24 Stunden automatisch wieder verschwinden.

So richtig hat sich die „Status“-Funktion bei WhatsApp bislang nicht durchgesetzt. Deshalb eignet sie sich ideal als Testfeld. WhatsApp kann dort ohne die Gefahr, einen Großteil seiner Nutzer gegen sich aufzubringen, mit Werbung experimentieren. Auf anderen Plattformen haben die Nutzer Werbung in ähnlichen Umfeldern akzeptiert. Bei Instagram etwa mischen sich bereits die privaten „Stories“ mit kommerziellen Werbeclips. Angeblich will WhatsApp erlauben, die Werbung abzuschalten.

Schon seit August testet Facebook eine kommerzielle Erweiterung seines



Messengers speziell für große Firmen. Der neue Service läuft in der herkömmlichen WhatsApp-Anwendung ab und nutzt eine spezielle Programmierschnittstelle. Werbe-Spam müssen die Kunden nicht befürchten: „Unternehmen bezahlen, um bestimmte Nachrichten zu senden, so dass sie selektiv vorgehen und deine Chats nicht überladen werden“, erklärt WhatsApp in seinem Blog.

Die Einrichtung der Schnittstelle sowie das Chatten mit den Kunden ist für die Firmen kostenlos. Auf Nachrichten, die älter als 24 Stunden sind, können sie aber nicht mehr reagieren. „Notifications“, also Live-Benachrichtigungen, müssen sie bezahlen. Die genauen Kosten verrät WhatsApp nur den Unternehmen. Zu den ersten globalen Unternehmen, die

WhatsApp nutzen, gehören die beiden Fluggesellschaften KLM und Singapore Airlines, das Reiseportal Booking.com, die Einkaufsplattform Wish sowie der Fahrdienstleister Uber.

Facebook ist so groß, dass jede Veränderung der Plattform handfeste Auswirkungen für viele andere Unternehmen hat. Facebooks Video-Hype etwa hat eine entscheidende Rolle beim sogenannten „Pivot to Video“ gespielt, dem Umschwenken vieler Online-Medien von Text- zu Videoinhalten. So haben in den vergangenen Jahren insbesondere in den USA viele Online-Journalisten ihren Job verloren und wurden durch Videoredakteure ersetzt. Jetzt wandelt sich der Facebook-Kosmos wieder – was sich wohl auch auf den Rest des Netzes auswirkt. (jo@ct.de) **ct**

Anzeige

# Pacman auf Pappe

## Wie Brett- und Videospiele zusammenwachsen

**Die Welt der Gesellschaftsspiele nähert sich der Videospielwelt immer mehr an und lernt dabei viel von den digitalen Verwandten. Computerspiele wandern aufs Brett, in jeder Box steckt einzigartiges Spielmaterial und Spiele bekommen Updates.**

Von Julius Beineke

**D**er Gesellschaftsspiele-Markt wächst und gedeiht: größere Umsätze, neue Ansätze, breiteres Publikum. Viele der analogen oder semi-analogen Games sind auch der Tech- und IT-Welt nahe – sei es, weil sie ihre Wurzeln in der Videospielwelt haben, App-Anbindung bieten

oder die Digitalisierung innovativ für sich nutzen.

Retro ist auch auf dem Spieltisch im Trend. IELLO präsentierte bei der SPIEL-Messe in Essen beispielsweise die 8Bit-Box, die wie eine alte Spielekonsole aufgemacht ist und drei Spielmodule mitbringt: den Pacman-Klon Pixoid, den Arcade-Racer Outspeed und die Mini-Olympiade Stadium. Alles analog auf dem Tisch, mitsamt Papp-Gamepads, auf denen man im Geheimen Spielbefehle eingibt, die dann auf dem Spielbrett ausgeführt werden. Ein weiteres Retro-Schmankerl ist Powerup. Mit modularem Spielbrett, Würfeln und Spielmarkern – allesamt mit Artwork in 16-Bit-Pixel-Grafik – bekommt man hier SciFi-Platforming-Action in 2D auf dem Spieltisch.

Videospiel-Publisher Paradox Entertainment macht wiederum den Schritt von

digital zu analog und bereitet derzeit vor, einige seiner beliebten, hauseigenen Strategietitel wie Crusader Kings, Hearts of Iron und Europa Universalis in Zusammenarbeit mit Gesellschaftsspielverlagen als Brettspiele umzusetzen. Wie viele andere Entwickler wenden sie sich zwecks Finanzierung dabei an Fans und Interessierte und hoffen auf Unterstützung – beispielsweise via Kickstarter.

### Algorithmen und Videospiel-Anleihen

Neue Gesellschaftsspiele schauen sich viel von der Videospielbranche ab und nutzen die Digitalisierung, um zugänglicher, fairer oder atmosphärischer zu werden. Ganz trivial beginnt das bei von Entwicklern produzierten Tutorial-Videos und Regelerklärungen auf YouTube, die man oft über einen QR-Code auf dem mitgelieferten Regelhandbuch erreicht. Komplexer wird es bei neuen technischen Möglichkeiten, die Hersteller dank moderner Algorithmen und Produktionstechniken haben und in immer größerem Stil nutzen.

Fantasy Flight Games beschreitet hiermit neue Wege beim Spieldesign. So ist beispielsweise jedes Exemplar des frisch erschienenen Entdecker-Brettspiels Discover – Lands Unknown einzigartig. Zufalls- und Kompilierungs-Algorithmen in der Produktionskette sorgen dafür, dass die Zusammenstellung aus spielbaren Charakteren, Spielplanteilen, Ereigniskarten, Geschichten und weiteren Elementen in jeder Discover-Box anders ist.



Retro pur auf dem Spieltisch: Die 8Bit-Box hat Brettspiel-Klone von Videospiel-Klassikern an Bord. Beispielsweise Pixoid – quasi Pacman.





Sieht so komplex aus wie die Vorlage, ist sie auch: die Brettspielvariante von Crusader Kings des Publishers Paradox Interactive.

Das passt gut zum Thema des Spiels: Man landet mit einer Gruppe Entdecker auf einem unbekannten Kontinent, erforscht diesen und muss dabei ums Überleben kämpfen. Dank der Einzigartigkeit jedes Exemplars ist vor dem Öffnen der Box nicht absehbar, ob man in Wüsten- und Gebirgslandschaften, Urwäldern oder Steppen landet – und mit welchen Spielfiguren und vor welchen Herausforderungen diese dann stehen. Besitzt man Discover also selbst, spielt dann jedoch gemeinsam mit Freunden deren Exemplar des Spiels, kann man eine völlig neue Geschichte erleben, auf unbekannte Hindernisse treffen und neue Erfahrungen machen. Die grundlegende Spielmechanik bleibt jedoch gleich.

Spiele mit unterschiedlichen Exemplaren dieses Unique Game genannten Quasi-Genres sind so immer anders, was Wiederspielbarkeit, Abwechslung und Spielgefühl zugute kommt.

Das Gleiche gilt für das farbenfrohe Kartenspiel KeyForge von Richard Garfield, bei dem zwei Spieler mit Kartendecks gegeneinander antreten. Ziel ist, es Ressourcen – Aember genannt – zu sammeln, um als Erster drei Schlüssel zu schmieden. Dafür bedient man sich diverser Kreaturen, Artefakte und Zaubersprüche aus sieben Fantasy- und SciFi-Fraktionen, mit denen man selber Aember sammelt, feindliche Kreaturen bekämpft oder den Gegner anderweitig ausbremst.

Auch hier der Clou: Jedes einzelne Kartendeck ist einzigartig – und in seiner Zusammenstellung nicht veränderbar. Es ist per intelligen-

tem Algorithmus aus drei der sieben Fraktionen kompiliert und bringt 36 spielbare Karten mit – 12 pro Fraktion. Welche genau das sind und in welcher Kombination sie enthalten sind und funktionieren, ist bei jedem Deck anders. Auch hier lässt sich vor dem Kauf eines Decks nicht absehen, welche Zusammenstellung man bekommt. Einzelne Karten zwischen Decks oder Spielern zu tauschen ist aus Regelsicht nicht erlaubt. Damit hier nicht gemogelt werden kann, sind alle Karten mit einem zufällig generierten, einzigartigen Namen und einem ebenso individuellen Bild auf den Kartenrückseiten markiert. Das kann besonders in der relativ großen Turnierszene wichtig werden, die sich häufig um derartige Spiele bildet.

### Brettspiel-Bugfixing

Wiederum andere Spiele übernehmen eine weitere große Stärke der Videogames auf den Spieltisch: Updates und Bugfixing. Das Star Wars X-Wing Miniaturenspiel zum Beispiel, auch von Fantasy Flight Games, ist schon seit einigen Jahren auf dem Markt, wurde nun jedoch auf eine zweite Edition aktualisiert. Seitdem befinden sich die wichtigsten Balancing-Mechanismen des Spiels in einer zugehörigen App. Fällt nun nach Release durch Ausprobieren und Rückmeldungen der Spielenden Ungleichgewicht auf, können die Entwickler in der App Änderungen vornehmen, die sich wiederum auf das Gameplay auf dem Spieltisch auswirken und so wieder für Balance sorgen – ein Patch für ein Gesellschaftsspiel. (jube@ct.de) **ct**

Anzeige

## Sicherheitsmängel in Gesundheits-App Vivy

**Bereits fünf Tage nach dem Start der elektronischen Gesundheitsakte Vivy haben Sicherheitsforscher der Firma Modzero Mängel darin entdeckt.**

Eine Funktion, mit der Patienten ad hoc Dokumente mit ihrem Arzt teilen können, sei konzeptionell **nicht ausreichend geschützt** gewesen. Das Problem: Der Arzt erhält für den Abruf der Dokumente vom Vivy-Server eine URL, die ein Angreifer jedoch erraten könnte. Für den Arzt bestimmte Dokumente seien damit für Dritte lesbar gewesen, bis der Arzt sie herunterlädt. Selbst wenn der Arzt schneller gewesen wäre, hätten Angreifer immer noch Metadaten des Patienten sowie den Arztamen einsehen können. Die Dokumenten-URLs schickte die App zudem an vier Drittanbieter in den USA und Singapur.

Modzero monierte überdies Schwächen in der Ende-zu-Ende-Verschlüsselung. Sie chiffriert die Kommunikation zwischen der Smartphone-App des Patienten und dem Browser des Arztes. Wäre es einem Angreifer gelungen, unbemerkt die Vivy-Server zu kompromittieren, hätte er die Web-App auf der Arztsei-

te manipulieren können. Hinzu kam ein Cross-Site-Scripting-Fehler. Diesen hätten ein Patient oder sein unbemerkt manipuliertes Smartphone ebenfalls dazu missbrauchen können, Code im Browser des Arztes auszuführen.

Vivy hat die Lücken nach einer vertraulichen Meldung am 21. September

umgehend geschlossen. In einer eigenen Mitteilung spricht das Unternehmen von „hypothetischen Angriffsvektoren“ mit „vielen spezifischen Annahmen“. Für einen Großteil der Angriffe sei es erforderlich gewesen, den Computer des Arztes oder die Smartphone-Installation des Patienten zu manipulieren. (mon@ct.de)

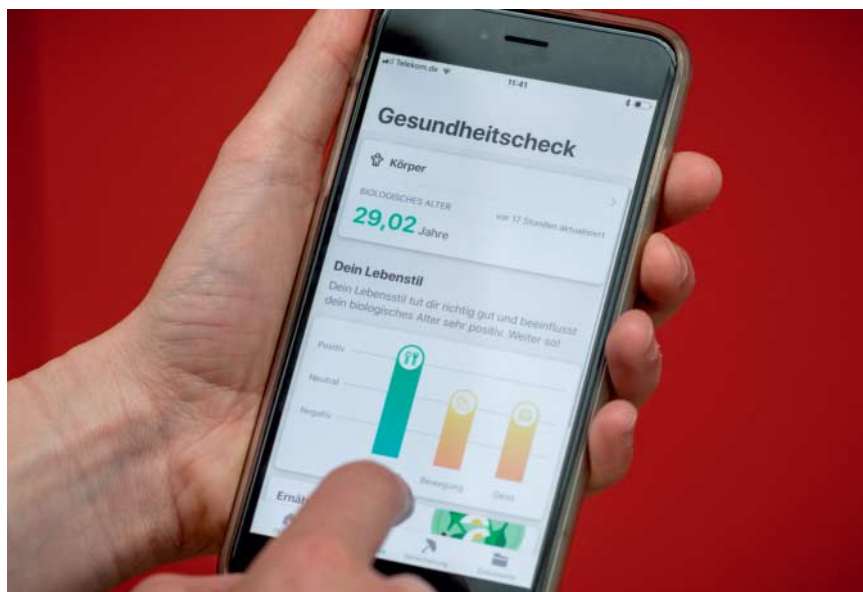


Bild: dpa, Michael Kappeler

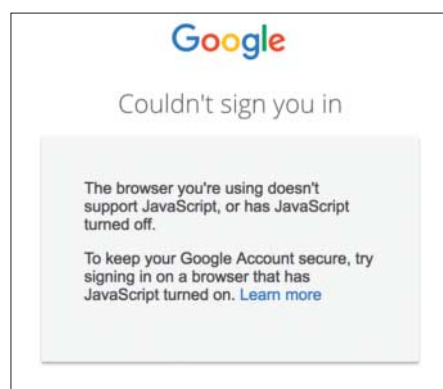
In der App Vivy hätten Angreifer Patientendaten einsehen können.

## Google-Log-in nur noch mit JavaScript

Google will die Accounts seiner Nutzer künftig besser schützen. Bereits beim **Browser-Log-in** wird nun geprüft, ob alles mit rechten Dingen zugeht: „Wir führen eine Risikobewertung durch und erlauben die Anmeldung nur, wenn nichts verdächtig erscheint“, teilte der Konzern mit. Ohne aktiviertes JavaScript funktioniert diese Sicherheitsmaßnahme allerdings nicht.

Den meisten Google-Kunden wird das egal sein, denn die große Mehrheit surft mit aktiviertem JavaScript durchs Netz. Nur „eine kleine Minderheit“ entscheide sich dafür, die Skriptsprache lieber abgeschaltet zu lassen, erklärte Google – und verwies auf 0,1 Prozent der Nutzer, die ohne JavaScript unterwegs sind. Diese Anwender müssen JavaScript zu-

mindest für den Log-in einschalten. Ein alternatives Anmeldeverfahren gibt es nicht. (dbe@ct.de)



Ohne aktiviertes JavaScript ist kein Log-in im Browser möglich.

## Aus 1&1 wird 1&1 Ionos

1&1 bündelt seine **Webhosting- und Cloud-Angebote** unter der neuen internationalen Dachmarke „1&1 Ionos“. Das neue Unternehmen integriert die Produkte des vor einem Jahr von 1&1 zugekauften Cloud-Anbieters ProfitBricks und will sich auch als Plattform-Anbieter im PaaS-Segment etablieren.

1&1 Ionos soll insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen ansprechen, denn hier liege das größte Wachstumspotenzial im Hosting- und Cloud-Markt, erläuterte 1&1-Marketing- und Vertriebsvorstand Christian Böing. Böing ist gleichzeitig Chef des Webhosters Strato, der wie 1&1 Teil des United-Internet-Konzerns ist. Strato und andere auf nationalen Märkten eingeführte Marken sollen weiter bestehen bleiben. (hob@ct.de)



## Linus Torvalds zurück am Ruder

Der Linux-Vater Linus Torvalds leitet wieder die Entwicklung des Kernels. Seine Mitte September verkündete Auszeit dauerte damit fünf Wochen und endete mit der Freigabe von Linux 4.19. Direkt nach seiner Rückkehr hat Torvalds begonnen, das Gros der Änderungen für die nachfolgende Version zu integrieren. Hierbei lief nahezu alles wie gewohnt. Torvalds hielt dabei nicht mit Kritik hinterm Berg, schlägt in seinen Mails aber einen freundlicheren Ton an.

Am Verhaltenskodex, den Torvalds direkt vor seiner Auszeit eingeführt hat, gab es zur Rückkehr nochmal einige Detailkorrekturen. Darunter war auch ein Dokument zur **Auslegung des „Code of Conduct“**. Torvalds und einige der wichtigsten Mitstreiter wollen die Verhaltensregeln für Entwickler jetzt erst mal unverändert lassen. Sollten aber praktische Probleme auftauchen, wollen sie durchaus noch mal ran. (thl@ct.de)



Linus Torvalds und seine Mitstreiter wollen den Verhaltenskodex fürs Erste nicht wieder verändern.

Anzeige

Anzeige

## Red Hat Enterprise Linux 7.6 mit Docker-Alternative

Bei der sechsten Überarbeitung von Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 7 stößt das **Container-Werkzeug „Podman“** zur Linux-Distribution. Dieser „Pod Manager“ erledigt alles, was man normalerweise mit Docker macht; das Kommandozeilenwerkzeug versteht sogar dieselben Aufrufparameter. Es soll sich zudem besser ins System integrieren, ressourcenschonender arbeiten und weniger Angriffsfläche bieten. Durch solche Vorteile will Suse das Werkzeug beim Kubic-Projekt aufgreifen.

Der Red-Hat-Support deckt nun auch den Einsatz der Firewall-Technik Nftables

ab. Diese via nft konfigurierbare Lösung wurde als designierter Nachfolger von Iptables entwickelt und kommt bei Fedora 29 (siehe S. 66) standardmäßig zum Einsatz. Das auch als „RHEL Web Console“ bezeichnete System-Management-Tool Cockpit beherrscht nun auch die Firewall-Konfiguration. Samba springt von Version 4.7.1 auf 4.8.3. Aktualisiert wurde auch Flatpak, mit dem sich Linux-Programme distributionsübergreifend packen und vertreiben lassen.

Noch nicht vom Support abgedeckt ist die BPF oder enhanced Berkeley Packet

Filter (eBPF) genannte Kernel-Funktion, auf der eine Reihe neuer Netzwerk-, Sicherheits- und Tracing-Techniken aufbauen. Auf diese Infrastruktur kann etwa das Performance-Analyse- und Debugging-Tool Systemtap zurückgreifen, das jetzt in Version 3.3 beiliegt.

RHEL 7 ist mittlerweile viereinhalb Jahre alt und enthält daher einige sehr alte Komponenten. Bereits kurz vor der Ankündigung der Übernahme durch IBM (siehe S. 18) mehrten sich aber die Indizien, dass endlich bald eine Beta von RHEL 8 erscheint. (thl@ct.de)

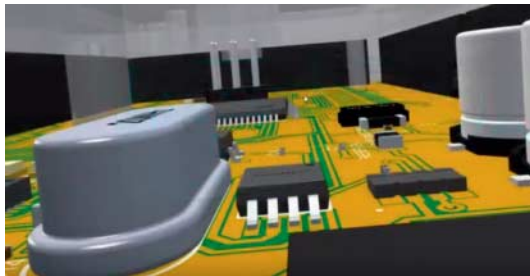
## Pulsonix interaktiv in 3D

Mit dem **Platinenlayouter** Pulsonix 10.0 kann man grob platzierte Bauteile direkt in der 3D-Ansicht exakt positionieren; die Software überträgt alle Änderungen automatisch auf die Leiterplatte. Fehlern bei der Gehäusefertigung beugt sie vor, indem sie selbstständig Kollisionen erkennt.

Kupferflächen auf einer Platine passen sich jetzt unter Einhaltung der Entwurfsregeln automatisch an, wenn Leiterbahnen neu angelegt oder verändert werden. Bei der Aufgabe, Leiterbahnen für

differenzielle Signalpaare impedanzkorrigiert zu verlegen, hilft Pulsonix dem Anwender mit automatisch erzeugten Kurven, abgerundeten Ecken und mäanderförmigen Abschnitten zur Laufzeitkorrektur. Preise für die Vollversion von Pulsonix gibt es auf Anfrage; eine kostenlose Probeversion für maximal 100 Bauteil-Pins lässt sich mit allen Features des Vollprodukts einschließlich des Exports in den Formaten DXF, STEP, IDF, Gerber und ODB++ herunterladen.

(Mathias Poets/hps@ct.de)



Die Platzierung von Bauteilen lässt sich mit Pulsonix 10.0 innerhalb der 3D-Ansicht anpassen.

## Lexoffice lernt Alternativangebote

Lexwares **Buchhaltungsdienst** Lexoffice hat im Rahmen der kontinuierlichen Erweiterungen die Option erhalten, Angebote mit mehreren alternativen Positionen zu formulieren und zu verarbeiten. Hat sich der Kunde für eine der enthaltenen Varianten entschieden, kann der Sachbearbeiter aus dem Angebot mit wenigen Mausklicks die dazu passende Auftragsbestätigung oder Rechnung erstellen.

Außerdem beherrscht Lexoffice nun einen sogenannten privaten Modus. Diesen kann der Anwender zum Beispiel dann

einstellen, wenn er zusammen mit einem Kunden am Rechner sitzt. Dann zeigt die Software in ihren Übersichtsseiten keine sensiblen Finanz- und Umsatzdaten an.

Mit der Android-App zu Lexoffice lassen sich neuerdings Belege auf dem Mobilgerät durchsuchen; außerdem kann man damit unterwegs neue Kunden anlegen. Die iOS-App taugt nun auch zum Unterschreiben von Angeboten und informiert zudem etwa über Zahlungseingänge via Push-Nachrichten an iPhone, iPad oder Apple Watch.

(hps@ct.de)

Pos.	Produkt / Service	Menge	Einheit	Preis (€)
1	MTB-Kurs für Anfänger Kurs für Mountainbike-Fans im Gelände (Dauer: 1 Tag, Preis pro Teilnehmer)	1	Pauschal	67,14
1.A1	kurs	1	Einheit	0,00
1.A2	MTB-Kurs für Anfänger Kurs für Mountainbike-Fans im Gelände (Dauer: 1 Tag, Preis pro Teilnehmer)			
Neue Posi...				
	MTB-Kurs für Profis Kurs für Mountainbike-Fans in schwerem Gelände/Downhill (Dauer: 1 Tag, Preis pro Teilnehmer)			
	Rennrad-Kurs für Anfänger Kurs für Rennrad-Fans mit umfassender Beratung (Dauer: 1 Tag, Preis pro Teilnehmer)			
	Rennrad-Kurs für Profis Kurs für Rennrad-Fans mit Training zur Leistungssteigerung an zwei Wochenenden (Dauer: 4 Tage, Preis...			

Lexoffice lässt Fahrrad-Kaufinteressenten die Wahl zwischen mehreren alternativen Kursen im Angebot.

## DesignSpark rendert in 4K

Das kostenlose **3D-MCAD-Paket** DesignSpark Mechanical steuert in der Version 4.0 beta 4K- und Ultra-HD-Monitore mit maximaler Auflösung an. Mit eigenen Grafiktreibern soll die Software auch High-End-Grafikkarten voll ausreizen. Anders als bei der bislang aktuellen stabilen Version 2.1 kann der Anwender jetzt zwischen mehreren Renderern auf Basis von Direct3D 9, Direct3D 11, WARP oder OpenGL wählen. Das Programm lässt sich sogar ohne Renderer nutzen, wenn man bereit ist, auf eine Grafikausgabe zu verzichten. Pulsonix kooperiert jetzt nahtlos mit Ultimakers 3D-Slicer Cura, sodass man Entwürfe direkt für den 3D-Druck aufbereiten kann. Laut Changelog kann das Programm jetzt 3D-Geometrien im Format OpenVDB exportieren, der Export von STEP- und DXF-Dateien gelingt aber nach wie nur mit kostenpflichtigen Add-ons.

(Mathias Poets/hps@ct.de)

## Invoiz antizipiert Kontostände

Mit dem **kaufmännischen Webdienst** Invoiz können Selbstständige und Kleinunternehmer am Webbrowser, in der iOS- oder Android-App Kundenkontakte verwalten, Angebote und Rechnungen schreiben sowie Zahlungseingänge überwachen. Über Kontobewegungen benachrichtigt sie den Anwender per E-Mail oder Push-Nachricht. Neuerdings markiert die Software Rechnungen automatisch als bezahlt, sobald das Geld auf dem Konto eingetroffen ist. Eine Automatik übernimmt auch den regelmäßigen Versand von Abo-Rechnungen und von Mahnungen, wenn eine Zahlung überfällig ist. Das neu eingeführte Liquiditätsbarometer soll den Dienst mittels künstlicher Intelligenz befähigen, anhand historischer Daten den voraussichtlichen Kontostand am Monatsende abzuschätzen. Die Abopreise für Invoiz beginnen bei netto 6,99 Euro/Monat bei einem Jahresumsatz von bis zu 17.500 Euro. Immer im Preis enthalten sind Funktionen für Auftragsbearbeitung, Finanzbuchhaltung, Kundenbetreuung und Kooperation mit dem Steuerberater.

(hps@ct.de)

Anzeige



Bild: fuckoffgoogle.de

# Keine Kraken auf dem Kiez

Initiativen stoppen Google-Campus in Berlin

**Der Internetriese plante ein großes Start-up-Zentrum in Kreuzberg. Anwohner leisteten aus Angst vor einer weiteren Mietpreisexlosion heftigen Widerstand und zwangen Google zum Umdenken.**

Von Andreas Schuchardt

Auf rund 3000 Quadratmetern wollte Google im ehemaligen Umspannwerk am Paul-Lincke-Ufer im Berliner Bezirk Kreuzberg seinen weltweit siebten Start-up-Campus errichten. Die anderen derartigen Komplexe befinden sich in London, Madrid, Sao Paulo, Seoul, Tel Aviv und Warschau. Doch während sich die Projekte zur Förderung digitaler Unternehmensgründungen dort durchsetzen ließen, wollten sich viele Bewohner des Berliner Szenebezirks vom Suchmaschinenkonzern partout nicht beglücken lassen. Schon jetzt leidet der Stadtteil unter Gentrifizierung und horrenden Mietsteigerungen. Viele der ehemals dort lebenden Migranten, Geringverdiener, Rentner und Studenten mussten in den vergangenen Jahren teuren Läden und einkommensstarken Bürgern weichen.

Zwei Jahre lang engagierten sich vier Initiativen gegen die drohende Landnah-

me und Etablierung eines weiteren Silicon Valley. Aus vielen Fenstern hingen Transparente, allorten klebten Plakate gegen das als „Datenkrake“ kritisierte Unternehmen. Im Monatsrhythmus fanden öffentliche Aktionen statt, und im September wurde die Baustelle vorübergehend besetzt. Dabei kooperierten die Aktivisten mit ähnlichen Gruppen in San Francisco und dem kanadischen Toronto. Im Silicon Valley hat das Mietpreisproblem inzwischen selbst gutverdienende Angestellte erreicht. So klagten unlängst Mitarbeiter von Apple, sich in und um Cupertino keinen Wohnraum für ihre Familien mehr leisten zu können. Diese Gefahr sahen auch die Anwohner in Berlin und taten sich mit Hackern und netzpolitischen Aktivisten zusammen, die Google „Datenkolonialismus“ vorwerfen. Als Alternative stellten sie unter [search.fuckoffgoogle.net](http://search.fuckoffgoogle.net) eine dezentrale Suchmaschine ins Netz.

Die Aktionen schlugen internationale Wellen: Auch britische und US-Medien berichteten über den Widerstand in Berlin.

## Imagepflege

Das war der kalifornischen Führungsetage etwas zu viel schlechte Presse. Google möchte ja zu den Guten gehören und spendet jährlich rund ein Hundertstel seines Umsatzes für wohltätige Zwecke. Um

ohne allzu großen Imageverlust aus der Sache herauszukommen, teilte der Tech-Gigant Ende Oktober überraschend mit, nicht nur auf den Campus zu verzichten, sondern das Gebäude obendrein für soziale Projekte zur Verfügung zu stellen. Insgesamt 14 Millionen Euro will Google locker machen, um die nötigen Umbaukosten und fünf Jahre lang die Miete von jährlich 480.000 Euro zu übernehmen.

Auf den Flächen sollen ab April 2019 Sozialunternehmen wie Betterplace und Karuna tätig werden. Karuna will dort die Redaktion der Straßenzeitung „Karuna Kompass“, die Nachfolgerin des „Straßenfegers“, unterbringen, Betterplace eine „Vernetzungsstelle gegen Hatespeech“. Die zuständigen Google-Manager Rowan Barnett und Ralf Bremer freuten sich, „mit dem Haus für soziales Engagement einen substanziellen Beitrag zur Stärkung der Zivilgesellschaft in und um Kreuzberg zu leisten“.

## Siemens zieht nach

Lokale CDU-, FDP- und Wirtschaftsvertreter sehen Berlin derweil ökonomisch dem Untergang geweiht. Von „fatalen Zeichen“, „Zukunftsverweigerung“, „Wachstums-skepsis“, „Wirtschaftsfeindlichkeit“, „Provinzialität“ und sogar von „Sabotage“ ist die Rede. Der Chef des Start-up-Bundesverbandes Florian Nöll hat keinen Zweifel: „Damit ist Kreuzberg ab sofort bekannt als No-Go-Area für Tech-Unternehmen.“

Flexibler zeigten sich Regierungspolitiker. Die grüne Wirtschaftssenatorin Ramona Pop, die den Campus einst als „willkommene Initiative zur blühenden Start-up-Szene der Stadt“ begrüßt hatte, ist nun froh über den Wechsel wegen der „zunehmenden Bedeutung sozial und ökologisch orientierter Unternehmen“.

Der Beweis, dass die Zukunftsängste der Wirtschaft unbegründet sind, kam schneller als erwartet. Siemens gab wenige Tage nach der Google-Absage bekannt, in der Hauptstadt für 600 Millionen Euro einen Innovationscampus im Stadtteil Siemensstadt bauen zu wollen. Sicherheits-halber fügte die Münchener Firmenzentrale hinzu, im Zuge dessen auch neue Wohnungen zu schaffen. Zu welchem Mietpreis, ist unklar.

Stefan Klein von der Initiative „Glo-Reiche Nachbarschaft“ stellt fest: „Google war ein empfindlicher Gegner, der sich um ein positives Image bemüht. Andere sind vermutlich härter im Nehmen.“

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



Bild: Fujitsu



# Aus für Augsburg

**Fujitsu beendet PC-Produktion in Deutschland**

**Der japanische Konzern Fujitsu will bis Ende 2020 das Werk Augsburg schließen, das Desktop-PCs, Server und PC-Mainboards produziert.**

**Von Christof Windeck**

**E**in Schock für rund 1800 Fujitsu-Mitarbeiter in Augsburg: Der japanische Konzern will das dortige Werk schließen und die Fertigung nach Japan verlagern. Damit gehen bei einem der letzten großen PC-Hersteller in Europa die Lichter aus: Nur in Augsburg werden bisher noch Mainboards für bezahlbare Desktop-PCs produziert. Die Mannschaft im Fujitsu-Werk montiert außerdem täglich bis zu 13.000 Desktop-PCs, Thin Clients und Server. Mit kontinuierlicher Steigerung der Effizienz und flexiblen Arbeitszeitmodellen senkte man die Kosten, um wirtschaftlich gegen Billiglohnländer zu bestehen.

Doch Fujitsu hat seit Jahren wirtschaftliche Probleme. 2016 wurde der Standort Paderborn geschlossen, 580 Mitarbeiter waren betroffen. 2017 strich man in Großbritannien rund 1800 Jobs. Anfang 2018 wurde die PC-Sparte in ein Joint-Venture mit Lenovo ausgegliedert. Nun folgt das Aus für Augsburg. Der Betriebsrat, die IG Metall, der bayrische Wirtschaftsminister Franz Josef Pschierer sowie die Arbeits- und Sozialministerin

Kerstin Schreyer diskutieren mit der Fujitsu-Führung. Sie hoffen, dass die Fujitsu-Kollegen rasch wieder Jobs finden – in Augsburg herrscht derzeit Fachkräftemangel bei nur 3,2 Prozent Arbeitslosenquote. Allerdings senkte beispielsweise der ebenfalls in Augsburg ansässige Roboterbauer Kuka – nebenbei bemerkt ein Mainboard-Kunde von Fujitsu – die Prognose, weil Auto-Hersteller zögerlicher investieren.

## Ehemaliges Siemens-Werk

Der heutige Fujitsu-Standort an der Bürgermeister-Ulrich-Straße entstand 1987 als Siemens-„Werk für Arbeitsplatzsysteme“. Es ging in den 1990er-Jahren an Siemens Nixdorf und dann 1999 an die damals neu gegründete Firma Fujitsu Siemens Computers (FSC). 2009 stieg Siemens schließlich ganz aus. Im Werk Augsburg arbeiten derzeit rund 1500 Fujitsu-Mitarbeiter und bis zu 300 Leiharbeiter. Von der Schließung der deutschen Fujitsu-Produktion sind auch rund 60 Mitarbeiter im kleineren Werk im thüringischen Sömmerda sowie Arbeitsplätze in der Zentrale in München betroffen.

Zwar werden auch nach dem Fujitsu-Aus in Deutschland weiterhin PCs gefertigt, aber nur von kleineren Firmen wie Wortmann und ECT Service (One.de). Viele Marken lagern die Hardware-Produktion an Auftragsfertiger wie Foxconn oder Pegatron aus. (ciw@ct.de) **ct**

Anzeige



# Die Vermessung der Welt

**Open AR Cloud: Entwickler arbeiten an einem 3D-Modell der ganzen Welt**

**Unter dem Namen Open AR Cloud wollen 19 Firmen ein 3D-Modell der ganzen Welt aufbauen – um die echte Welt mit virtuellen Modellen anzureichern. c't sprach mit Ori Inbar, dem Initiator des Augmented-Reality-Projekts.**

Von Jan-Keno Janssen

Zwischen den ersten zaghaften Kartografieversuchen und detaillierten Landkarten der ganzen Welt sind Jahrhunderte vergangen. Ein ähnlich ambitioniertes Projekt startet jetzt die Initiative Open AR Cloud: Sie will ein detailliertes 3D-Modell der ganzen Welt veröffentlichen und die Daten kostenlos und für alle nutzbar ins Netz stellen. 19 Firmen gehören zu den Mitgliedern der Open-AR-Cloud-Organisation, deren Gründung bei der Augmented-Reality-Konferenz AWE in München verkündet wurde. Mit dabei sind eher kleinere Firmen und Einrichtungen. Große mit AR arbeitende Unternehmen wie Google, Apple, Microsoft, Snapchat oder Magic Leap gehören nicht dazu.

## Orientierung für AR-Apps

Die AR-Cloud soll unter anderem bei der schnellen Orientierung von Augmented-Reality-Anwendungen helfen. Angenommen, eine App will auf dem historischen Marktplatz in Brüssel direkt auf Smartphone-Display oder AR-Headset anzeigen, wie die Häuser im 17. Jahrhundert ausgesehen haben: Existiert ein 3D-Modell in der Cloud, müsste das AR-Gerät nur kurz das Kamerabild mit den Cloud-Daten abgleichen und wüsste dann direkt, wo genau es beispielsweise die alten Fassaden anzuzeigen hat – statt erst selbst eine 3D-Karte zu erstellen.

Initiator der Open AR Cloud ist der US-amerikanische Unternehmer Ori Inbar. Auf der von ihm organisierten AWE-Konferenz in München erklärte er

gegenüber c't Details des ambitionierten Projekts. Laut Inbars Definition muss die AR Cloud drei Elemente beinhalten:

- eine persistente Punktwolke, die an der echten Welt ausgerichtet ist – also eine digitale gemeinsam verwendete digitale Kopie der Welt;
- die Fähigkeit zur sofortigen Lokalisierung an jeder Position und auf mehreren Geräten durch Übereinanderlegen von Punktwolke und echter Welt;
- die Möglichkeit, virtuelle Inhalte in der digitalen Kopie der Welt zu platzieren und damit in Echtzeit vor Ort und aus der Ferne zu interagieren.

Laut Inbar muss von Anfang an ein starker Fokus auf Datenschutz und Sicherheit liegen, schließlich soll die AR-Cloud auch vor Innenräumen nicht haltmachen. Sprich: Spiele ich in der Wohnung von Freunden ein AR-Spiel, könnten die von meinem Mobilgerät ermittelten Raumdaten direkt in der AR-Cloud landen. So funktionieren beispielsweise die AR-Apps 6D.ai und Ubiquity6: Bei der Nutzung der Apps zeichnen diese Raumdaten auf, die mit den Daten anderer Benutzer abgeglichen werden. Dadurch entsteht nach und nach ein 3D-Modell. Laut Inbar müsse sichergestellt sein, dass man aus den Punktwolken-Daten

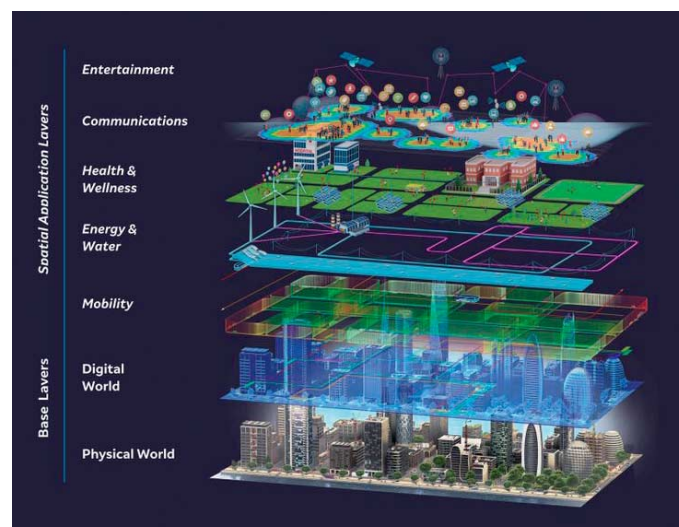


Der US-Unternehmer Ori Inbar will mit seiner Initiative Open AR Cloud die Welt vermessen.

keine persönlichen Details interpolieren kann. Wichtig sei beispielsweise, dass die Apps keine Fotos in die Cloud schicken, sondern lediglich „3D-Ankerpunkte“.

Mehr Details zur Open AR Cloud gibt es bislang noch nicht, eine Beta-Version mit den fertigen Spezifikationen soll im nächsten Jahr veröffentlicht werden. Auf die Frage, wie seine Initiative die aufwendige Weltvermessung finanzieren will, erklärte Ori Inbar, dass er die Open AR Cloud eher als Index definiert, der vorhandene AR-3D-Modelle zusammenführt.

Am Ende, so die Vision, könnte es sogar unterschiedliche Schichten in der AR Cloud geben. Solche Schichten hat auch der AR-Headset-Hersteller Magic Leap angedacht und nennt sie in seinem Konzept „Verses“. Denkbar wäre für Magic Leap etwa ein Mobility-Layer mit Straßen und U-Bahn-Linien und ein Entertainment-Layer mit Spielelementen – wie zum Beispiel dem AR-Spiel Pokemon Go. (jkj@ct.de) **ct**



So stellt sich der AR-Headset-Hersteller Magic Leap die AR Cloud vor: mit etlichen unterschiedlichen Inhalte-Ebenen.

Anzeige

# Kilo und Meter fit für die Zukunft

## Wissenschaftskonferenz definiert physikalische Basiseinheiten neu

**In diesem Monat werden alle physikalischen Basiseinheiten an unveränderliche Naturkonstanten gekoppelt. Das vermeidet Schwankungen und macht sie im gesamten Universum nachprüfbar.**

Von Peter Schattschneider

Sobald man eine physikalische Größe misst, muss man sie auf eine Einheit beziehen. Die Geschwindigkeit kann in Meter pro Sekunde oder in Lichtjahren pro Legislaturperiode gemessen werden, man muss sich nur darauf einigen. Das SI-System (Système international d'unités, internationales Einheitensystem) leistet genau das: Es legt international

akzeptierte Einheiten für sieben physikalische Größen, die Basiseinheiten, fest. Bei der Internationalen Generalkonferenz für Maß und Gewicht (CGPM) treffen sich die Bevollmächtigten der Mitgliedsstaaten der sogenannten Meterkonvention in Versailles. Am 16. November 2018 wird dort über die Neudefinition abgestimmt, mit der die Basiseinheiten erstmals komplett an die Werte unverrückbarer Naturkonstanten gekoppelt werden.

### Wirrwar zerstört Satelliten

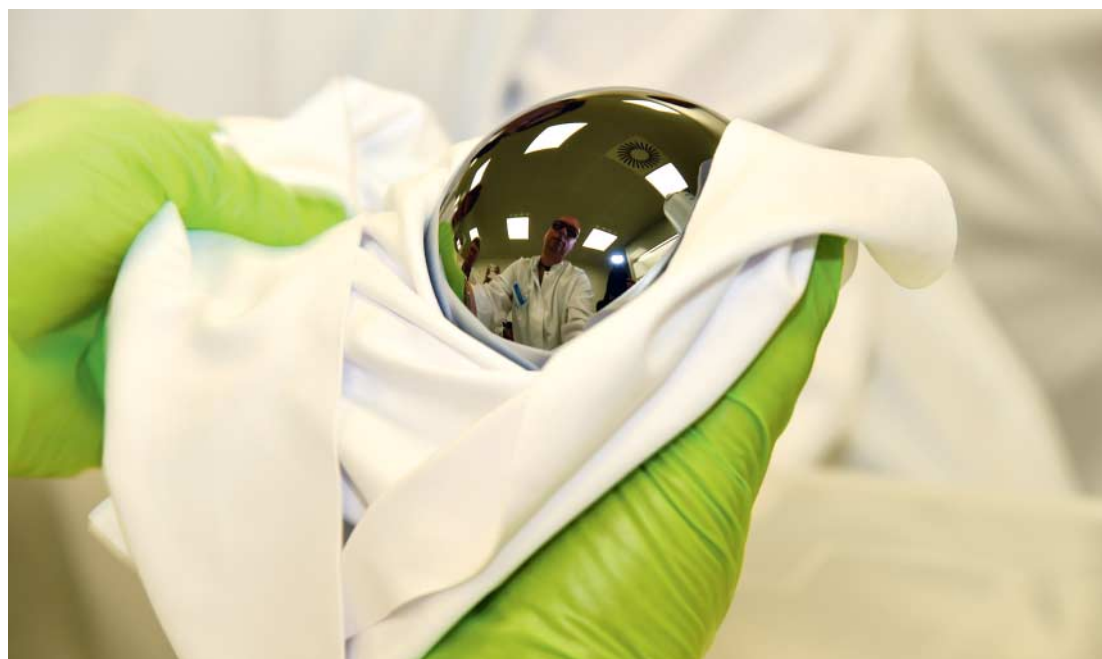
Ein einheitliches Maßsystem hat evidente Vorteile und vermeidet Konfusion. Ein bitteres Negativbeispiel: Der Mars Climate Orbiter ist 1999 abgestürzt, weil die Software für die Drallstabilisierung in britischen Einheiten programmiert wurde, während die NASA für die

Steuersignale das metrische System verwendete.

Verständigungsprobleme dieser Art werden durch das SI-System ausgeschlossen. Man verwendet sieben Basiseinheiten, deren bekannteste Meter (m) für die Länge, Kilogramm (kg) für die Masse und Sekunde (s) für die Zeit sind. Daneben definieren Ampere (A) die Stromstärke, Kelvin (K) die Temperatur, das Mol (mol) die Stoffmenge und Candela (cd) die Lichtmenge. Alle anderen physikalischen Einheiten können aus den sieben Basiseinheiten abgeleitet werden.

Was bei der Konferenz in Versailles geschehen soll, ist nur auf den ersten Blick eine geringfügige Präzisierung der bisherigen Definitionen. Der Anlassfall für die zu erwartende Resolution ist ein Problem mit dem Ur-Kilogramm, einem seit 1889 in Sèvres bei Paris aufbewahrten Zylinder aus einer Platin-Iridium-Legierung. Alle Waagen weltweit werden mit diesem Prototyp kalibriert. Das soll nicht heißen, dass jede Badezimmerwaage zum Eichen nach Sèvres gekarrt werden muss. Es gibt weltweit 84 weitere Kilogramm-Prototypen, die alle vom Urtyp abstammen und von denen wieder je nach Bedarf Kopien als Eichstandard gezogen werden.

Es ist unvermeidbar, dass bei der Herstellung der Kopien Ungenauigkeiten entstehen. Alle Fehlerquellen zusammen ergeben rechnerisch eine maximale Ungenauigkeit von eins zu hundert Millionen zwischen den Prototypen. Zur Kontrolle werden alle 84 Kopien gelegentlich mit



Eine ideal runde 1-Kilogramm-Siliziumkugel des Avogadro-Projektes der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig: Die Herstellung zweier solcher Kugeln dauerte mehrere Jahre und kostete über eine Million Euro.

dem Ur-Kilogramm verglichen. Bei diesen Messungen stellte sich zuletzt heraus, dass der Urtyp an Schwindsucht leidet, er hat im Vergleich zu seinen Klonen circa 50 Mikrogramm verloren; der Grund dafür ist nicht bekannt. Da das Kilogramm aber über den französischen Urtyp definiert ist, dieser also per Dekret immer noch 1 Kilogramm hat, bedeutet das paradoxerweise, dass alle Klone nominell 50 Mikrogramm an Masse gewonnen haben.

Für Physiker ist das ein unzumutbarer Buchhaltertrick, und deshalb ist man seit einigen Jahren auf der Suche nach einer Neudefinition auf der Grundlage einer unverrückbaren Naturkonstante. Künftig wird das Kilogramm mittels Wattwaage über ein elektromagnetisches Verfahren auf das Planck'sche Wirkungsquantum ( $h$ ) und auf die Sekunde zurückgeführt. Dazu wird eine Testmasse von  $M$  kg mittels Elektromagnet gegen die Schwerkraft bewegt. Die dazu erforderliche Leistung wird durch das Produkt von Spulenstrom des Elektromagneten und induzierter Spannung bestimmt. Dank zweier Quanteneffekte kann die Leistung in Vielfachen von  $h/s^2$  abgezählt werden. Diese ist gleich der mechanischen Leistung an der Testmasse  $L = M \cdot g \cdot v$ . Da die Schwerebeschleunigung  $g$  und die Geschwindigkeit  $v$  der bewegten Masse im Experiment ebenfalls gemessen werden, kann die Zahl  $M$  aus dieser Gleichung berechnet werden.

Das durchgängige Konzept der neuen Einheitendefinitionen würde für das Kilogramm auch eine andere Herleitung erlauben: Die Masse eines Siliziumatoms ist, soweit bekannt, immer und überall gleich. Silizium ist billig und weltweit verfügbar – ein perfekter Massestandard. Nun ist ein

Atom sehr leicht, und es ist schwierig, ein einzelnes auf die Waage zu bringen. Aber wenn man weiß, wie viele Siliziumatome ein Kilogramm ausmachen, lässt sich die entsprechende Menge an Atomen abzählen, zu einem Kristall formen und fertig ist die Referenz. Mit der Avogadrozahl gelingt das. Sie sagt aus, dass 28 Gramm Silizium (ein Mol) aus  $6,022140857 \times 10^{23}$  Atomen bestehen. Also besteht ein Kilogramm Silizium aus  $2,150764592 \times 10^{25}$  Atomen. Man kennt den Atomabstand in einem Siliziumkristall so genau, dass daraus der Durchmesser einer Siliziumkugel, die exakt so viele Atome hat, berechnet werden kann. Damit ist das Kilogramm auf eine Naturkonstante zurückgeführt, die Avogadrozahl. Im Rahmen des Avogadro-Projekts der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig wurde eine solche fast perfekte Einkristallkugel mit Abweichungen von wenigen Nanometern produziert.

### Vom Platinstab zur Lichtsekunde

Analog zum Kilogramm kann man alle sieben Basiseinheiten des internationalen Maßsystems über Naturkonstanten definieren. Bis ins Jahr 1960 war noch das unzuverlässige Ur-Meter (ein Platinstab) in Kraft. Künftig wird das Meter über die Lichtgeschwindigkeit,  $c=299.792.458$  Meter pro Sekunde, definiert. Es ist die Länge jener Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer einer  $1/299.792.458$  Sekunde durchläuft. Der Unterschied zur alten Definition ist fundamental: Bisher war es so, dass man die Naturkonstanten mit immer genaueren Messverfahren besser bestimmt und somit korrigiert hat. So

lag 1890 der beste Zahlenwert für die Lichtgeschwindigkeit bei 299.853.000, im Jahr 1924 bei 299.796.000, wobei zunächst nur die ersten vier, später die ersten fünf Ziffern als sicher galten. Das heißt, eine Konstante hatte sich im Lauf der Zeit paradoxerweise verändert. Im neuen System ist der Zahlenwert der Lichtgeschwindigkeit für alle Zukunft mit 299.792.458 fixiert.

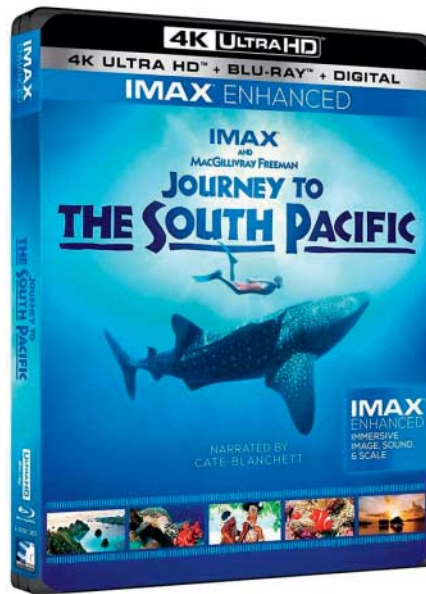
Für die Neudefinition der sieben Basiseinheiten werden sieben Naturkonstanten gebraucht, deren numerische Werte in der November-Resolution der Generalkonferenz festgeschrieben werden sollen. Ein Infoblatt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) schlüsselt ihre Bedeutung für die Neudefinition des SI-Einheitensystem exakt auf (Download siehe [ct.de/y5q6](https://www.ptb.de/y5q6)). Neben den berühmten Familienmitgliedern Lichtgeschwindigkeit ( $c = 299.792.458$  m/s), Planck'sches Wirkungsquantum ( $h = 6,62607015 \times 10^{-34}$  J s), Elementarladung ( $e = 1,602176634 \times 10^{-19}$  C) und Avogadrokonstante ( $N_A = 6,02214076 \times 10^{23}$ /mol) sind das noch die Strahlungsfrequenz des Isotops  $^{133}\text{Cs}$ , das in Cäsium-Atomuhren verwendet wird ( $\Delta\nu_{\text{Cs}} = 9.192.631.770$  Hz), die Boltzmannkonstante ( $k_B = 1,380649 \times 10^{-23}$  J/K) und die Strahlungsabgabe monochromatischer Strahlung der Frequenz  $540 \times 10^{12}$  Hz ( $K_m = 683$  lm/W). Sie gelten ab Mai 2019 als exakt. Was sich mit genaueren Messmethoden in Zukunft möglicherweise ändern wird, sind die Basiseinheiten relativ zu früheren Werten.

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

**PTB-Infoblatt zum neuen SI-Einheitensystem: [ct.de/y5q6](https://www.ptb.de/y5q6)**

Anzeige





# Doppeltschön

## Erste UHD-Blu-rays mit HDR10+ und IMAX Enhanced

**Heimkino-Enthusiasten kaufen in Hoffnung auf ein perfektes Bild schon länger UHD-TVs, die das dynamische HDR-Verfahren HDR10+ unterstützen. Nun sollen auch endlich die passenden 4K-Scheiben erscheinen, die sogar das neue IMAX-Gütesiegel tragen. Doch es bleiben einige Fragen offen.**

Von Nico Juran

Selbst eingefleischte Videofans dürften nichts von Mill Creek Entertainment gehört haben. Dabei schreibt das Unternehmen aus Minnesota am 11. Dezember mit den geplanten US-Veröffentlichungen der IMAX-Dokumentationen „A Beautiful Planet“ und „Journey To The South Pacific“ auf Ultra HD Blu-ray gleich doppelt Heimkino-Geschichte. Zum einen werden es die ersten 4K-Discs sein, die einen erweiterten Kontrastumfang nach dem von Samsung und Panasonic als Alternative zu Dolby Vision (DV) entwickelten dynamischen Verfahren HDR10+ bieten. Zum anderen tragen sie als erste Titel das jüngst von IMAX und DTS ins Leben gerufene „IMAX Enhanced“-Siegel, das unter anderem eine höhere Bild-

qualität bringen soll und einen speziellen DTS-Audiocodec umfasst.

Die Ankündigung kam nicht zuletzt deshalb überraschend, weil sich das Hollywoodstudio 20th Century Fox immer wieder als HDR10+-Unterstützer ins Gespräch gebracht hatte. Bis heute ist es aber bei der Ankündigung geblieben, demnächst passende Titel ankündigen zu wollen. Mill Creek Entertainment ist selbst in Europa nicht tätig. Ob ein hiesiges Studio den Vertrieb der beiden IMAX-Scheiben für den deutschen Markt übernimmt, ist aktuell völlig unklar. Eine erste große HDR10+-Welle auf UHD-Blu-ray dürfte es erst nach dem CES 2019 im Januar geben.

Es mangelt indes nicht an Fernsehern, die HDR10+-Videos darstellen können. Samsung bietet die Unterstützung bereits für Modelle aus 2017 an, Panasonic und Philips für ihre aktuellen Geräte. Zählt man alle Modelle und Größen einzeln, kommt man nach einer Aufstellung der Deutschen TV-Plattform mittlerweile auf über 120 Geräte (siehe [ct.de/yd2k](http://ct.de/yd2k)).

Wie Dolby Vision lässt sich HDR10+ eigentlich nur über Verbindungen nach der HDMI-Spezifikation 2.1 übertragen. Dolby hatte allerdings ein Workaround gefunden, um auch TVs und Zuspielder mit dem noch aktuellen HDMI 2.0 nutzen zu

können. Den HDR10+-Entwicklern ist dies auch gelungen; weiterhin offen ist jedoch die Frage, ob sich diese Signale ebenfalls durch aktuelle Audio-/Video-Receiver zum 4K-TV leiten lassen. Denkbar wäre, dass die HDR10+- der Dolby-Lösung so ähnelt, dass Dolby-Vision-taugliche Verstärker auch gleich HDR10+ unterstützen; eine Bestätigung gibt es dafür bislang aber nicht.

Dass es HDR10+ gelingt, Dolby Vision vom Markt zu drängen, ist unwahrscheinlich. Die Deutsche TV-Plattform kommt schon auf über 130 DV-kompatible TVs, zudem bringen Universal, Paramount, Sony Pictures, StudioCanal und Warner passende UHD-Blu-rays seit 2017 auf den Markt. Zum immer größeren Treiber entwickelt sich zudem der Videostreamingdienst Netflix, der am laufenden Band Filme, Serien, Dokumentationen und zuletzt auch die erste Stand-up-Comedy-Show mit Dolby Vision ausliefert – und in Kürze die Marke von 100 Titeln überschreiten dürfte (siehe [ct.de/yd2k](http://ct.de/yd2k)). Selbst HDR10+-Verfechter Amazon scheint an eine Koexistenz zu glauben: Der neue Fire TV-Stick unterstützt beide dynamischen HDR-Formate.

## Ein Schritt vor, zwei zurück

Dass die ersten HDR10+-Scheiben zugleich das IMAX-Enhanced-Siegel tragen, wäre an sich schon deshalb kurios, weil Sony als einziger TV-Partner des IMAX-Programms im gegnerischen Dolby-Vision-Lager steht. Im Ergebnis wird man also auf einem Sony-Fernseher zwar ein „IMAX-optimiertes“ Videobild sehen, aber nur mit einem Kontrastumfang nach dem statischen HDR10-Verfahren. Auf aktuellen TVs von Samsung, Panasonic und Philips gibt es wiederum HDR10+, aber keine Optimierung durch IMAX Enhanced.

Aber es wird noch wirrer: Nach Ankündigung der IMAX-Discs gab Sony bekannt, die notwendigen Firmware-Updates zunächst nur für seine Fernseher und Projektoren auf dem nordamerikanischen Markt anzubieten. Damit fährt das Unternehmen IMAX' anderem Hardware-Partner Sound United in die Parade, das bereits weltweit die Updates für A/V-Receiver seiner Marken Denon und Marantz veröffentlicht hat. Wann IMAX Enhanced hierzulande (voll) startet, steht damit in den Sternen. ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)) **ct**

**HDR-Geräteliste, Dolby-Vision-Titelliste:**  
[ct.de/yd2k](http://ct.de/yd2k)



Anzeige

## Was bringt USB-C am iPad Pro?

**Tschüss Lightning, willkommen USB: Das Tablet verknüpft sich damit unter anderem besser mit Audio-Geräten und versorgt diese mit Strom.**

Bei den neuen iPad-Pro-Modellen verabschiedet sich Apple vom Lightning-Anschluss. An seine Stelle tritt eine USB-C-Buchse. Doch wer jetzt denkt „Prima, dann kann ich ein iPad wie ein normales Notebook nutzen“, sollte sich genau ansehen, welche USB-Geräte das iPad Pro unterstützt. Gegenüber den alten Lightning-Adaptoren verbessert sich in erster Linie die Stromversorgung. Bei iPad-Vorgängern muss man oft USB-Geräte über einen aktiven Hub anschließen, wenn sie allein auf den Strom aus der USB-Buchse angewiesen sind. Dazu zählen zum Beispiel viele USB-Audio-Interfaces, die „class compliant“ sind und keine separaten Treiber benötigen. Die neuen iPad-Pro-Modelle versorgen sie selbst mit Strom und sollen etwa auch iPhones laden können.

Auf eine Kopfhörerbuchse müssen Musikliebhaber hingegen verzichten. Einen Dateiaustausch per USB-Stick erlaubt iOS bislang nicht. Nur Fotos und

Videos lassen sich über die Foto-App importieren und exportieren. Für andere Dateien muss man Online-Dienste wie iCloud bemühen.

Mit Bildschirmgrößen von 11 und 12,9 Zoll sollen die Pro-Modelle vor allem Grafiker ansprechen. Der bisherige Homebutton wurde gestrichen, dafür ist der Bildschirmrand nun deutlich schmaler. Die Anmeldung erfolgt per Face-ID wie bei den aktuellen iPhones. Der neue A12X-Chip soll im Vergleich zu den Vorgängern von 2017 fast doppelt so schnell rechnen – wenn die Apps denn alle acht Kerne nutzen. Die Leistung des neuen Grafikchips entspricht laut Apple dem einer Xbox One S. Das genügt nicht nur für Spiele, sondern auch für professionelle Grafikprogramme wie AutoCAD und Photoshop, die als vollwertige Versionen für das iPad Pro erscheinen sollen. Generell brauchen diese Anwendungen viel Speicherplatz. Apple schweigt sich über die RAM-Größe der iPads bislang jedoch aus. Vermutet wird, dass iPads mit 1-TByte-SSD über 6 GByte RAM verfügen, die übrigen Modelle über 4 GByte RAM.

Die neuen iPad-Pro-Modelle lassen sich mit einer neuen Cover-Tastatur für



**Der Knopf ist weg, der Rand schmal geworden: Das neue iPad Pro mit 12,9 Zoll ist deutlich kleiner und knapp 50 Gramm leichter als sein Vorgänger.**

200 bis 220 Euro sowie einem magnetisch haftenden Stift für 135 Euro zu einem Quasi-Notebook ausbauen. Dementsprechend hoch liegen auch die Preise: Für ein Tablet mit einer 256-GByte-SSD zahlt man 1049 Euro (11 Zoll) oder 1269 Euro (12,9 Zoll). (hag@ct.de)

## Macbook Air mit Retina-Display

Das neue Macbook Air unterscheidet sich nur noch marginal von einem Macbook Pro mit 13 Zoll. Apple hat den Preis gegenüber dem weiterhin erhältlichen Vorgänger um rund 250 Euro auf 1600 Euro (mit 256-GByte-SSD) angehoben. Dafür bekommen Anwender ein Retina-Display mit viermal höherer Auflösung. Ein Macbook Pro ist nur 120 Gramm schwerer und 150 Euro teurer. Die **zweikernige Core-i5-CPU** unterscheidet sich bei beiden Geräten lediglich im Grundtakt: Beim Air sind es 1,6 GHz, beim Pro 2,3 GHz. Im Turbo schalten beide auf bis zu 3,6 GHz.

Apple hat seinem neuen Macbook Air die großen USB-Buchsen und den SD-Card-Leser weggespart. Stattdessen stehen zwei USB-C-Buchsen (Thunderbolt 3) für die Stromversorgung und den Anschluss von Bildschirmen und anderer

Peripherie parat – immerhin wurde die Kopfhörerbuchse nicht wegrationalisiert. Für Vieltipper schade: Das neue Keyboard entspricht dem der Pro-Modelle und hat **weniger Tastenhub**. (hag@ct.de)



**Das neue Macbook Air ist dem Macbook Pro zum Verwechseln ähnlich.**

## Apple rüstet Mac mini auf

Den lange nicht aktualisierten Mac mini hat Apple generalüberholt. Rotierende Festplatten gehören der Vergangenheit an, die neuen Modelle beherbergen **nur noch SSDs**. Vom weltweiten Preiserutsch der Speicherchips profitieren Apple-Kunden allerdings nicht. Für den Ausbau auf bis zu 2 TByte werden knapp 1700 Euro Aufpreis fällig. Das Grundmodell fängt bei 900 Euro an, rechnet dann aber nur mit einem langsamen Core i3, der nicht in den Turbo-Modus wechseln kann. Im Top-Modell schalten die sechs Kerne des Core-i7 hingegen auf bis zu 4,6 GHz. Erfreulich ist die große Zahl neuer Anschlüsse: Neben zwei USB-3-Buchsen, HDMI und einem Audio-Ausgang findet man auf der Rückseite vier kleine USB-C-Buchsen mit Thunderbolt 3. (hag@ct.de)

# Gas setzt iPhones außer Gefecht

Eine Panne in einem Krankenhaus offenbart, wie empfindlich Apples Smartphones auf bestimmte Gase reagieren. Anfang Oktober setzte das Morris Hospital in Illinois versehentlich rund 90 Kubikmeter Helium frei; in flüssiger Form kühlt es die supraleitende Spule im Kernspin-Tomographen. Das Gas setzte rund 40 Apple-Geräte außer Gefecht – iPhones ab der Modellreihe 6, iPads und Apple Watches. Nicht betroffen waren Android-Smartphones sowie ein iPhone 5.

Apple setzt in iPhones ab der Modellreihe 6 nicht mehr konventionelle Quarz-Oszillatoren als Taktgeber für die CPU ein, sondern **MEMS-Oszillatoren**. Diese lassen sich mit den üblichen CMOS-Verfahren produzieren, sind deshalb billiger und sparen Platz.

Im MEMS-Oszillator steckt als Taktgeber ein mechanischer Resonator, der **nur unter Vakuum** genau die gewünschte Ausgabefrequenz liefert. Ein **Schwachpunkt** mancher MEMS-Modelle ist jedoch deren **Dichtung**. Sie hält nur größere Teilchen draußen, nicht aber Heliumatome und Wasserstoffmoleküle. Im Morris Hospital wurden die MEMS-Oszillatoren (vermutlich SiTime SIT1532) der Apple-Geräte für einige Stunden mit Helium geflutet. So konnten sie die CPU nicht mehr korrekt takten, wodurch die Geräte vorübergehend ausfielen.

So wie das Helium in ein MEMS eintritt, so diffundiert es auch wieder hinaus. Laut Apple kann es jedoch **bis zu einer Woche** dauern, bis ein Helium-getränktes iPhone wieder funktioniert. In normaler Luft sind die Konzentrationen von Helium und Wasserstoff sehr niedrig und deshalb unkritisch. Für den Einsatz in Bereichen mit hohen Helium- und Wasserstoffkonzentrationen bietet SiTime spezielle MEMS-Oszillatoren an.

Die günstig zu produzierenden MEMS-Oszillatoren

setzen viele Hersteller gerne und häufig ein, etwa in Wearables, Bluetooth-Geräten, GPS-Sensoren, medizinischen Überwachungssystemen oder zur Home-Automation. Entsprechende Geräte könnten also ebenfalls anfällig für Helium oder Wasserstoff sein.

(dz@ct.de)

**Apple-Infos zu Helium:** [ct.de/ynwq](https://ct.de/ynwq)

Anzeige



# Netz-Kompagnon

## Synology MR2200ac als Mesh-WLAN-Repeater

**Mit einem Doppelschlag entert Synology den WLAN-System-Markt: Die Firmware SRM 1.2 rüstet beim WLAN-Router RT2600ac Mesh-Funktionen nach. Dazu gibt es den neuen MR2200ac als Mesh-Repeater. Wir haben ausprobiert, wie gut das WLAN-System funktioniert.**

Von Ernst Ahlers

Synology als Hersteller von Netzwerkspeichern (NAS) hat schon länger die Fühler in Richtung Hardware für kleine Netze ausgestreckt. Der WLAN-Router RT2600ac machte im c't-Test eine gute Figur [1]. Er gefiel nicht nur wegen hoher Performance, seiner per Add-ons im „Paketzentrum“ funktional erweiterbaren Firmware (Server für VPN, DNS, Medien, Radius, Intrusion Prevention und mehr), sondern auch mit den sehr komfortabel gestalteten Webseiten für die Konfiguration. Nutzer von Synology-NAS fühlen sich auf dem Router sofort heimisch.

Im Oktober 2018 hat Synology nicht nur eine Mesh-WLAN-fähige Firmware für den RT2600ac herausgebracht (SRM 1.2-7742), sondern auch den passenden Mesh-Repeater MR2200ac. Während der Router 2 WLAN-Module mit 4 MIMO-Streams hat (11n-600/11ac-1733), hat der MR2200ac 3 Module mit 2 Streams an Bord (11n-300/11ac-867): Eines bedient 2,4-GHz-Clients, zwei das 5-GHz-Band,

von denen eines für den Mesh-Backbone reserviert ist. Alternativ kann man Router und Repeater per LAN verbinden, was den Durchsatz in unserem Versuch um 80 Prozent hochtrieb (177 statt 99 MBit/s, wenn der Client am 26-m-Punkt im 5-GHz-Band an den Repeater gekoppelt war).

Ein Synology-Mesh richtet man wahlweise per Browser oder über eine ausge-reifte Smartphone-App ein. Die Entwickler beweisen ihren Blick für Details: Findet der Router mehrere Repeater, dann kann man auf beiden Wegen alle Nodes bequem in nur einem Arbeitsschritt einbinden. Betrieben wir den RT2600ac hinter einer Fritzbox, dann funktionierte IPv6 und nach Einschalten des IGMP-Proxys

## Synology Mesh-WLAN

WLAN-Router RT2600ac und Mesh-Repeater MR2200ac	
Hersteller	Synology, <a href="http://www.synology.de">www.synology.de</a>
WLAN	Router: 11n-600/ac-1733, Repeater: 11n-300/2 × ac-867
Anschlüsse Router	5 × RJ45, 1 × USB 3.0, 1 × USB 2.0, SD-Card
Anschlüsse Repeater	2 × RJ45, 1 × USB 3.0
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m (V13)	175 / 74-89 MBit/s
5 GHz nah / 20 m	354 / 130-149 MBit/s
Backbone-Durchsatz nah / 20 m	356 / 219-252 MBit/s
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz	71 / 99 MBit/s
System-Leistungsaufnahme	20 Watt / 41 VA (idle, ca. 53 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh, Router, 2 Repeater)
Systempreis	485 € (Router, 2 Repeater)

auch Multicast-IPTV (Telekom Entertain) überall (LAN-Ports und WLAN-Zellen). Im Gast-WLAN muss man die für ruckel-freies MC-IPTV nötige Multicast-Umsetzung (MC2UC) indes manuell aktivieren.

Mit der aktuellen Firmware hat Synology seinen Geräten auch schon die kom-mende WLAN-Verschlüsselung WPA3 beigebracht, und zwar sowohl mit geteiltem Schlüssel (WPA3-SAE) als auch mit individueller Authentifizierung (WPA3-Enterprise, Radius). Bei WPA3-SAE gibt es auch einen rückwärtskompatiblen Mo-dus (WPA2/3). Ferner ist OWE (Opportunistic Wireless Encryption) für Hotspots an Bord, womit Clients auch ohne Au-thentifizierung individuell verschlüsselte WLAN-Verbindungen bekommen. Diese Funktionen konnten wir mangels WPA3-fähiger Clients noch nicht zuverlässig erproben.

Die WLAN-Performance des Routers gegen ein Acer-Notebook (V3-372 mit QCA6174) war je nach Frequenzband über 20 Meter durch Wände gut bis sehr gut (siehe Tabelle). Der Backbone-Durchsatz (LAN am Router übers WLAN zum LAN am Repeater) über dieselbe Strecke war ebenfalls sehr gut, der Client-Durchsatz nochmal 6 Meter weiter dann immerhin zufriedenstellend bis gut. Bei der die Stromkosten bestimmenden Leistungs-aufnahme lag die Kombination aus RT2600ac und zwei MR2200ac auf dem Niveau vergleichbarer Systeme [2].

Beim Roaming bietet das Synology-Mesh alle drei wichtigen Standarderwei-terungen an (11k, 11v, 11r), die die Clients freilich ebenfalls beherrschen müssen. Ein Android-Smartphone verhielt sich wie erwartet: Audiostreaming und HTTP-Videostreaming liefen auch beim Funk-zellenwechsel in einer 3er-Kette weit-gehend ruckelfrei.

## Fazit

Unterm Strich liefert Synology für seine erste Mesh-WLAN-Implementierung eine sehr solide Leistung ab. Mit der WPA3-Umsetzung auch für den RT2600ac demonstriert der Hersteller zudem, dass man zukunftsorientiert denkt und auch ältere Produkte pflegt. (ea@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ernst Ahlers, Router mit NAS-Schlag, Synology WLAN-Router RT2600ac im Test, c't 9/2017, S. 53  
 [2] Ernst Ahlers, Maschen drahtlos, Mesh-WLAN-Systeme im Vergleich, c't 23/2017, S. 76



Anzeige



## Displaypumpe

**Die Wasserkühlung Asus ROG Ryujin 360 bewahrt High-End-Prozessoren vor dem Überhitzen und zeigt Statusinformationen auf einem Mini-Display an.**

Die Flüssigkeitskühlung besteht aus einem CPU-Kühlkörper mit OLED-Display und integrierter Pumpe sowie einem Wärmetauscher. Damit der Radiator inklusive drei mitgelieferter 12-cm-PWM-Lüfter von Noctua ins PC-Gehäuse passt, muss mindestens 40 cm × 12 cm × 5,5 cm Raum vorhanden sein.

Schließt man die Lüfter direkt an die drei 4-Pin-Anschlüsse der Pumpenelektronik an, funktioniert die Regelung nur an Asus-Mainboards mit der Windows-Software AI Suite 3. Auf dem OLED-Display mit 160 × 128 Pixeln Auflösung lassen sich JPG-Bilder und GIF-Animationen sowie CPU-Takt und Lüfterdrehzahlen darstellen.

Unter Vollast mit dem Core i7-7820X (130 Watt TDP) reichte eine Lüfterdrehzahl von 780 U/min (40 % PWM), um die Kerntemperatur bei 72 °C zu halten. Dabei war ein erträgliches Rauschen zu hören (0,7 Sone). Laufen die Lüfter mit Maximaltempo, stört das hochfrequente Kreischen (6,7 Sone) des Mini-Lüfters im CPU-Kühlkörper, der die Board-Spannungswandler mitkühlt. Die ROG Ryujin 360 liefert hohe Kühlleistung bei geringer Lautstärke. Durch das OLED-Display kostet sie doppelt so viel wie vergleichbare Wasserkühlungen. (chh@ct.de)

## Asus ROG Ryujin 360

Wasserkühlung mit OLED	
Hersteller	Asus, <a href="http://www.asus.de">www.asus.de</a>
Anschlüsse	1 × 4-Pin-PWM, 1 × SATA-Strom, 1 × 9-Pin-USB-Pfostenstecker
Plattformen	AMD AM4/TR4, Intel LGA115x/1366/2011/2066
Preis	260 €



## Strahlenkranz

**Luke Roberts' Leuchte lässt sich per App steuern, setzt Lichtspots in den Raum und soll sich per KI dem Lebensrhythmus anpassen.**

Die Hängelampe Model F des österreichischen Herstellers Luke Roberts kommt recht schlicht daher. Der runde Leuchtkörper ist mit sieben nach unten gerichteten Kränzen aus 168 Warmweiß-/Kaltweiß-LEDs bestückt, nach oben strahlt ein Mix aus 144 RGB- und WW/KW-LEDs – alle aus Osrams Duris-S5-Serie. Das LED-Steuergerät steckt im recht schmalen Baldachin der Leuchte. Mit 30 Zentimeter Durchmesser ist das Model F trotz der saten LED-Bestückung recht filigran und bietet mit 4000 Lumen eine anständige Lichtausbeute auch für größere Räume.

Über die App des Herstellers steuert man via Bluetooth LE den Cluster aus rund 300 Einzel-LEDs. Das Licht der nach unten gerichteten Leuchtmittel wird durch eine Linse vor jeder LED gebündelt. Die Lichtkegel sind dabei längst nicht so präzise zu steuern wie die eines frei beweglichen Halogen-Spots, ermöglichen aber dennoch spannende Effekte durch das Setzen von Lichtakzenten auf Objekte im Raum oder an umliegende Wände.

Zunächst muss man der App beibringen, wie die Lampe im Verhältnis zur App ausgerichtet ist. Danach kann man nach Herzenslust mit dem Licht „malen“. Man wählt eine Farbe aus und pinselt sie per RGB-LED an die Decke. Die Farbtemperatur der unteren LEDs lässt sich zwischen 2700 und 4000 Kelvin en bloc justieren. Der virtuelle Pinsel ist gefühlt etwas zu dick geraten, nicht immer erwischt man mit dem Finger genau die Einzel-LED, die man zum Leuchten bringen möchte.

Auch ohne Smartphone kann man im Morseverfahren über mehrfaches Betätigen des 230-Volt-Wandschalters verschiedene Lichtstimmungen durchzappen. Im Model F steckt eine ARM-CPU von Nordic Semiconductors, eine Pufferbatterie macht sie unabhängig vom Stromnetz. Aktiviert man die Option „Smart“ in der App, analysiert die Lampe, zu welchem Zeitpunkt der Nutzer welche Lichtszenen manuell einstellt, und versucht sie nach zwei Wochen Anlernzeit automatisch zu setzen.

Zum Testzeitpunkt ließ sich das Model F immerhin über die App per Timer anschalten, allerdings lässt sich fürs sanfte Wecken am Morgen kein Sonnenaufgang simulieren. Nur eine der mitgelieferten Szenen zeigt bewegtes Licht: ein blaulicht-ähnliches Rundumlicht. Leider hat der Nutzer momentan keine Möglichkeit, eigene bewegte Lichtszenen anzulegen.

Das Model F ist ein cooles Gadget mit viel Luft nach oben für Software-Erweiterungen. Auf der Liste der Entwickler stehen bewegte Lichtszenen, eine Wake-up-Funktion, die Freischaltung des Bewegungssensors und eine Anbindung an Amazons Alexa. Letztere muss wegen der Ansteuerung per Bluetooth dann über den Umweg eines Smartphones erfolgen. Hier offenbart sich der einzige Pferdefuß der smarten Leuchte: Ohne WLAN-Modul oder ZigBee & Co lässt sie sich nur umständlich in bestehende Smart-Home-Umgebungen integrieren. (sha@ct.de)

## Luke Roberts Model F

Bluetooth-Deckenleuchte	
Hersteller	Luke Roberts, <a href="http://lukeroberts.com">lukeroberts.com</a>
Bestückung	312 LEDs (Osram Duris S5)
Standby	0,9 Watt
Preis	600 €

Anzeige



# iPhone mit Einschnitten

## Apple iPhone XR mit fast randlosem LCD und High-End-Ambitionen

**Seit dem iPhone X sind über 1000 Euro für ein neues Apple-Smartphone zu berappen. Für alle, bei denen dieser Betrag die persönliche Schmerzgrenze überschreitet, hält Apple das iPhone XR bereit.**

Von Hannes A. Czerulla

Äußerlich zeigt das iPhone XR die gleichen Grundcharakteristika wie die Luxusmodelle iPhone XS und XS Max: wasserdichtes Glasgehäuse, der Homebutton auf der Vorderseite ist gewichen, stattdessen nimmt die Anzeige fast die gesamte Front ein. Fast? Ja, denn am oberen

Bildschirmrand sitzt der viel diskutierte „Notch“ – die Einkerbung, in der die Frontkamera, der Lautsprecher und Sensoren untergebracht sind. Der Display-Rand fällt dennoch mit knapp 4 Millimetern etwas breiter aus als beim iPhone XS. Generell wirkt das XR etwas plumper als das XS.

### Liquid Retina HD Display

Beim Bildschirm handelt es sich nicht wie bei den XS-iPhones um ein OLED, sondern um ein LCD. Weil damit nicht jeder einzelne Bildpunkt selbst leuchtet, sondern von hinten bestrahlt wird, kann Schwarz nicht so tiefdunkel dargestellt werden wie auf OLEDs. Außerdem erstrahlen Farben in der Regel nicht so kräftig.

Beim iPhone XS kommen diese Nachteile allerdings nur eingeschränkt

zum Tragen, denn es hat eines der besten Smartphone-LCDs, das einem OLED kaum nachsteht. Das Schwarz fällt für ein IPS-Panel überraschend satt aus. Außerdem stellt der Kontrast von 2452:1 eine neue Bestmarke dar, die nur von OLEDs getoppt wird. Dank der Unterstützung des DCI-P3-Farbraums zählt es zu den Wide-Color-Gamut-LCDs und stellt Farben sehr kräftig dar. Allerdings müssen Apps speziell auf den Farbraum vorbereitet sein. Bis auf die mitgelieferte Foto-App trifft das auf kaum ein Programm zu und so muss man die meiste Zeit mit einer – exakten – Darstellung in sRGB leben.

Die Pixeldichte beziehungsweise Gesamtauflösung ist mit 326 dpi etwas geringer als beim iPhone XS und XS Max (jeweils 458 dpi), doch in der Praxis bedeutet das keine wahrnehmbar geringere Schärfe. Denn wie bei LCDs üblich, kommen pro Bildpunkt drei RGB-Subpixel zum Einsatz. Dadurch werden feine Linien und Kanten etwas schärfer dargestellt als bei OLED-Displays mit Pentile-Matrix und weniger Subpixeln. Mit 640 cd/m<sup>2</sup> erreicht das LCD nicht ganz die Helligkeit der OLED, ist aber in fast jeder Situation gut ablesbar.

### Vergiss die Performance

Auch dem iPhone XR spendiert Apple seinen neuen im 7-nm-Prozess hergestellten SoC A12 Bionic. Um Rechenleistung braucht man sich also bei CPU und Grafikchip keine Gedanken zu machen – sie ist mehr als zur Genüge vorhanden. In Benchmarks wie 3DMark und GFXBench liegt das XR fast immer gleichauf mit dem iPhone XS.

Zwar stecken im XR 3 GByte RAM statt 4 wie im XS, doch fiel dieser Unterschied im Test nie auf.

Der Akku ist mit 2942 mAh etwas kleiner als beim iPhone XS, doch verkürzt sich die mögliche Nutzungszeit dadurch kaum, und eine Ladung genügt meist für eineinhalb bis zwei Tage. Da das OLED des XS bei hellem Bild mehr Strom benötigt als ein LCD, läuft das XR in einigen Situationen sogar länger als das XS – beispielsweise bei unserem WLAN-Surf-Benchmark. Beim Videoschauen oder Spielen haben wiederum die teureren Modelle die Nase vorn.

Als Ladeanschluss dient weiterhin die proprietäre Lightning-Buchse. Das Netzteil ist mit 5 Watt so schwach wie eh und je, und entsprechend lang ziehen sich die



Ladezeiten. Ein Adapter für Kopfhörer mit Klinkeanschluss liegt nicht bei; er kostet 10 Euro extra.

LTE unterstützt das XR nur bis Cat.16 mit 600 MBit/s im Downstream, was hierzulande aber bislang keine Rolle spielt. Echtes Dual-SIM mit zwei physischen SIM-Slots beherrscht das XR nicht, stattdessen kann man nur Verträge mit einer eSIM nutzen. Diese bieten nur Vodafone und Telekom selbst an.

## Kamera

Die rückseitige Kamera des iPhone XR entspricht dem Weitwinkelmodell des XS mit 12 Megapixel und optischem Bildstabilisator. Bilder werden tendenziell aufgehellt, dadurch fehlt es ihnen gelegentlich an Kontrast und Struktur. Die Qualität liegt auf hohem Niveau und mit den Fotos lässt sich viel anfangen. Die besten Smartphone-Konkurrenten wie das Google Pixel 3 liegen aber vorn. Eine sekundäre Telekamera ist nicht eingebaut.

Videos lassen sich mit dem XR so gut drehen wie mit kaum einem anderen Smartphone. Es nimmt 4K-Auflösung mit bis zu 60 fps auf und die Bildstabilisierung fängt die meisten ungewollten Handbewegungen auf.

## Fazit

Wer tatsächlich High-End-Ausstattung haben möchte, muss um die 1000 Euro für ein iPhone XS ausgeben. Doch die

Einschnitte beim XR dürften den wenigsten Nutzern tatsächlich wehtun. Nur wer großen Wert auf die allerbeste Darstellungsqualität legt oder regelmäßig das Teleobjektiv nutzt, vermisst etwas beim

XR. Ansonsten bekommt man mit dem Apple iPhone XR ein rundum gut ausgestattetes Gerät. Der technische Sprung vom iPhone 8 oder älter ist deutlich zu spüren. (hcz@ct.de) **ct**

## Apple iPhone XR

Ausstattung	
Betriebssystem	iOS 12
Prozessor / Kerne	Apple A12 Bionic / 2 × Vortex 2,50 GHz
Arbeitsspeicher	3 GByte
Wechselspeicher	64 / 128 / 256 GByte
WLAN	802.11a/b/g/n/ac
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 / nur Apple Pay / GPS, Glonass, Galileo
Fingerabdrucksensor	—
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE Cat. 12 (600 MBit/s Down, 150 MBit/s Up), HSPA
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2942 mAh / — / ✓
USB-Anschluss / Schnellladetechnik	Lightning / —
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	15,1 cm × 7,6 cm × 1 cm / 193 g
Schutzart	IP67
Farbvarianten	Rot, Gelb, Weiß, Koralle, Schwarz, Blau
Kamera-Tests	
Hauptkamera-Auflösung Fotos / Video	12 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160) bei 60 fps
maximale Blende / optischer Bildstabilisator	1,8 / ✓
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	7 MPixel (3088 × 2320) / FullHD (1920 × 1080) bei 60 fps
Display-Messungen	
Technik / Diagonale (Größe)	OLED / 6,1 Zoll (17 cm × 6,5 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	1792 × 828 Pixel (326 dpi) / 16:7,4
Helligkeitsregelbereich	1...640 cd/m <sup>2</sup>
Kontrast / Farbraum	> 2452:1 / DCI-P3/sRGB
Preis 64 / 128 / 256 GByte	850 € / 910 € / 1020 €
Laufzeiten	
Video / 3D-Spiel / WLAN-Surfen / Video-Streaming (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h]	11,1 / 7,8 / 14,8 / 11,2
<sup>1</sup> Herstellerangaben	✓ vorhanden — nicht vorhanden

Anzeige



# Mehr Farbe fürs Smartphone

## Android-Smartphone Sony Xperia XZ3 mit farbkräftigem Display

**Zwischen den High-End-Handys der Kumpels sehen die Sony-Smartphones mit ihren LCDs etwas blass aus, doch das Xperia XZ3 hält jetzt dank OLED-Display erfolgreich dagegen. Die Ausstattung liest sich auf dem Papier gut, und so waren wir auf Laufzeiten und Fotos gespannt.**

Von Jörg Wirtgen

Endlich OLED, endlich schwarzes Schwarz und knackige Farben – auch wenn die LCDs in den bisherigen Sony-Smartphones nicht unbedingt schlecht waren, brilliert das 6 Zoll große Display des Xperia XZ3 mit größerem Farbraum und höherem Kontrast. Da bei OLEDs nur die eingeschalteten Pixel Strom benötigen, ist nun auch eine Always-on-Anzeige möglich, die im Standby Uhrzeit und Benachrichtigungen anzeigt, ohne viel Akkulaufzeit zu kosten. Im Sonnenlicht ist das Display gut ablesbar, weil die Automatik auf

750 cd/m<sup>2</sup> aufdreht, eine der höchsten Helligkeiten auf dem gesamten Markt.

Der schwarze Android-Hintergrund verschleierte, wie viel Platz Rahmen und Display einnehmen. Startet man eine App, wird deutlich, dass die seitlichen, nach hinten gebogenen Ränder nicht besonders schmal sind und dass auch der obere und untere Rand nicht nach modernem rahmenlosen Design aussehen. Daher ist das XZ3 größer als andere 6-Zoll-Telefone, fasst sich aber durch die abgerundeten Seiten gut an.

Eine Besonderheit verspricht Sony für die Seiten: Sie seien drucksensitiv. Doch wie kräftig man auch den Rahmen quetscht, es passiert nichts. Tatsächlich sind es die Displayränder, die auf Berührung reagieren; die Finger müssen also den Bildschirm berühren. Dann öffnet ein Doppeltipp mit dem Daumen ein konfigurierbares Menü mit Apps und Schnelleinstellungen. Ein Streichen von oben nach unten oder unten nach oben wird als Zurück-Geste interpretiert – und das erwies sich als überraschend praktisch.

Nach etwas Üben und Feintuning der Einstellungen – Sony packt sie konsequent

ins Display-Menü unter Erweitert/Seitensensor – gelingen die Gesten ganz gut. Das sollte man aber möglichst vor dem Kauf ausprobieren, denn möglicherweise lösen gewohnte Bewegungen etwa beim Umgreifen ungewollte Befehle aus. Stören sie nur in einzelnen Apps, lassen sie sich für diese deaktivieren. Alternativ schaltet man den Seitensensor komplett aus.

Ungewohnt feinfühlig reagiert der Laugesensor, wodurch sich das Display häufig schon dreht, wenn man das Handy nur ablegt, hochnimmt oder es nicht ganz plan auf dem Tisch liegt. Wir haben das automatische Drehen daraufhin ausgeschaltet.

Installiert ist Android 9 mit aktuellem Sicherheitspatch. Die neue Gestensteuerung fehlt allerdings, also steuert man weiterhin über die drei virtuellen Android-Tasten unten auf dem Display. Android ist ein wenig angepasst, man findet sich aber zurecht. Auch die Zahl der überflüssigen Apps hält sich in Grenzen.

Die Lautsprecher klingen für Handy-Verhältnisse gut mit leichtem Stereo-Effekt. Auch der beiliegende Kopfhörer bringt für einen mitgelieferten In-Ear-Stöpsel einen schönen und klaren Sound, muss kurioserweise aber mit dem mitgelieferten USB-C-Adapter angeschlossen

## Android-Smartphone

Modell	Xperia XZ3
Hersteller	Sony
Betriebssystem / Security Level	Android 9 / Oktober 2018
<b>Display</b>	
Technik / Auflösung	AMOLED / 2880 × 1440 Pixel
Größe / Punktauflösung [dpi]	6" (136 mm × 68 mm) / 538
<b>Kamera</b>	
Kamera-Auflösung Fotos / Video	5056 × 3792 (19,2 MPixel) / 3840 × 2160 (30 fps)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	4160 × 3120 (13 MP) / 1920 × 1080 (30 fps)
<b>Ausstattung</b>	
Prozessor / Kerne × Takt	Qualcomm Snapdragon 845 / 4 × 2,8 GHz, 4 × 1,8 GHz
RAM / Flash-Speicher (frei) / microSD	4 GByte / 64 GByte (41 GByte) / ✓ (nicht als interner Speicher)
Mobilfunk / Dual-SIM	GSM, HSPA, LTE (Cat. 18, 1200 MBit/150 MBit) / ✓ (2 × Nano)
WLAN / Bluetooth / NFC / Ortung	IEEE 802.11ac / Bluetooth 5.0 (aptX) / ✓ / u. a. GPS, Galileo
USB- / Kopfhöreranschluss	USB-C (OTG) / – (Adapter dabei)
Akku / Ladezeit / Drahtlosladetechnik	3330 mAh / 2,8 h mit mitgeliefertem Netzteil / Qi
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	158 mm × 74 mm × 9 mm / 194 g / IP65/68
Laufzeit Video / Spiele / WLAN-Surfen / Streaming <sup>1</sup>	11,2 h / 8,2 h / 11,4 h / 10,3 h
Straßenpreis	750 €
<sup>1</sup> bei 200 cd/m <sup>2</sup> ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

werden, da dem Handy eine Audiobuchse fehlt. Im Einstellungsmenü finden sich außer einem Equalizer sechs verschiedene Klangverbesserungsmöglichkeiten – Sony hält offenbar keine davon für gut genug, um allein zu bestehen.

## Fotografie

Eine einzelne Rückkamera ist eingebaut, die Sony durch umfangreiche Software zu verbessern versucht. Sie nimmt eigentlich ganz schöne Fotos auf, die aber etwas dunkel geraten, dadurch in den Schatten wenige Details behalten und sogar bei gutem Licht ein leichtes Rauschen zeigen. Bei nachlassendem Licht bleiben die Farben gut, das Rauschen nimmt weiter zu, immerhin harmonisch. Die Automatik löst manchmal erst nach einer Gedenksekunde aus; von hastig geschossenen Schnappschüssen fehlten dadurch einige.

Damit reicht die Kamera nicht ganz an die von High-End-Telefonen wie dem Galaxy S9 heran. Auch die Fotos des Pixel 3 gefielen uns etwas besser. Gegenüber

S9+ oder iPhone Xs fehlt zudem die Tele-Kamera. Von der oberen Mittelklasse hebt sich das XZ3 aber ab, beispielsweise liefert es im Vergleich zum OnePlus 6 bessere Kontraste und mehr Details.

## Laufzeit und Hardware

Die Laufzeiten liegen auf Niveau eines Galaxy S9 oder iPhone X, lediglich beim Spiele-Test lief das XZ3 mit 8,2 Stunden so lange wie die Spitzengeräte. Unsere anderen Laufzeittests absolviert es mit 10 bis 11 Stunden, wobei die Langläufer wie OnePlus 6 und Huawei P20 Pro dort über 15 Stunden durchhalten. Für einen anspruchsvollen Tag bietet der Akku genug Saft. Er braucht fast drei Stunden für eine volle Ladung, was mittlerweile eher langsam ist. Drahtlosladen per Qi ist möglich, pausierte auf unserem Schnelllader wegen Überhitzung aber alle paar Minuten.

Von den 64 GByte Speicher sind nur bescheidene 41 GByte frei. Der Snapdragon 845 gehört zu den schnellsten SoCs am Markt und liefert entsprechend Leis-

tung satt für Spiele und Anwendungen. Er drosselt aber wie auch im Pixel 3 sehr schnell um etwa 25 Prozent. Das stört in der Praxis nicht, auch dann ist er noch schneller als die meisten Konkurrenten.

## Fazit

Trotz tollem und extrem hellem OLED-Display: So ganz schafft das Xperia XZ3 den Anschluss an die Spitzenklasse nicht, dafür bedarf es besserer Fotos, längerer Laufzeiten und vielleicht eines Designs, das nicht nach Googles Pixel-Modellen aus dem Vorjahr aussieht.

Rund 750 Euro will Sony für das XZ3 haben. Für etwas weniger Geld bekommt man auch ein Huawei P20 Pro mit mehr Speicher und Dreifach-Tele – oder ein Samsung Galaxy S9+ mit besserer Kamera. Beide haben allerdings nicht den drückbaren Rand. Den gibts alternativ beim auch sonst sehr ähnlichen und inzwischen etwas günstigeren HTC U12+, dort ist er aber nicht so flexibel konfigurierbar.

(jow@ct.de) **ct**

Anzeige



# Guck nicht so!

## Das 13,3-Zoll-Notebook HP EliteBook x360 1030 G3 mit Privacy-Bildschirm

**Das HP EliteBook x360 1030 G3 ist nicht nur ein edles Hybridnotebook mit integriertem LTE-Modem. Der eigentliche Clou: Ein Privacy-Modus schützt den Bildschirm vor neugierigen Blicken – Vertrauliches bleibt vertraulich.**

Von Florian Müssig

**W**er auf Geschäftsreisen arbeiten muss und die zu bearbeitenden Dokumente in Zug oder Flugzeug von neugierigen Nachbarsaugen schützen will, der behilft sich üblicherweise mit einer Privacy-Folie vor dem Bildschirm: Sie schränkt den Blickbereich so stark ein, dass der Nachbar nichts mehr erkennen kann. Ihre Nachteile: Sie kostet extra, erfordert dauerhaft an den Bildschirm geklebte Haltenäsen – was bei vielen schmalen Rändern moderner Geräte gar nicht mehr klappt – und ist ein zusätzlicher Gegenstand, den man griffbereit mitschleppen muss.

HP baut in manche Modelle seiner Business-Notebook-Serie EliteBook eine Alternative namens Sure View ein. Im neuen EliteBook x360 1030 G3 arbeitet ein Sure-View-Bildschirm der zweiten Generation.

Solche Panels sind dank IPS-Fertigung per se blickwinkelunabhängig, doch auf Knopfdruck lassen sie sich in einen Privacy-Modus schalten. Anders als bei Privacy-Folien sieht das Bild beim Blick von der Seite dann nicht schwarz, sondern weiß aus. Das Ganze erinnert etwas an die Blickwinkelabhängigkeit von TN-Panels, ist bei Sure View aber noch stärker ausgeprägt. Im Unterschied zu Privacy-Folien verschwindet das Bild nicht vollständig: Kontrastreiche Bildelemente lassen sich weiterhin erkennen.

Wie die zusätzlichen Folien leiden auch Sure-View-Bildschirme im Privacy-Modus unter einem starken Helligkeitsverlust. HP kontert dies mit einer sehr hohen Maximalhelligkeit von fast 500 cd/m<sup>2</sup> im Regelbetrieb; im Privacy-Modus bleiben davon immerhin noch gut 200 cd/m<sup>2</sup> übrig. Allerdings flimmert die Hintergrundbeleuchtung im Privacy-Modus sichtbar – wer gepulste LED-Rückleuchten von Autos nicht abkann, der will auch nicht im Privacy-Modus arbeiten. HP kennt dieses Problem und will es bei künftigen Sure-View-Generationen angehen.

Ohne aktiviertes Privacy trat kein sichtbares Flimmern auf. Grundsätzlich gibt es die maximale Helligkeit nur in einem sehr engen Blickbereich: Schon bei leichten seitlichen Abweichungen erscheint das Bild dunkler.

### Matter Touchscreen



Der Bildschirm hat aber noch eine weitere Besonderheit: Er ist ein matter Touchscreen. HP hat dies durch eine ab Werk aufgeklebte Mattierungsfolie gelöst, die lediglich eine Handvoll Ausschnitte für die im Displayrahmen untergebrachten Mikrofone und Kameras (einmal 2D, einmal 3D mit IR für Windows Hello) enthält. Dem Gerät liegt ein aktiver Stift bei; dank matter Bildschirmoberfläche schreibt man eher wie auf Papier und nicht wie auf einer Overhead-Folie. Der Wechsel zwischen Notebook- und Tablet-Modus gelingt über 360-Grad-Scharniere.

Die beleuchtete Tastatur überzeugt mit ausreichend Hub und gut spürbarem Druckpunkt. Der Cursorblock wurde in



eine Zeile gequetscht; seine Tasten dienen in Kombination mit der Fn-Taste auch für Bild-Auf/-Ab/Pos 1/Ende. Der F-Tastenreihe liegt ein schmaleres Raster als der restlichen Tastatur zugrunde, weil HP hier auch noch dedizierte Sondertasten für Videotelefonate untergebracht hat. Das Touchpad ist groß genug für Gesten mit vier Fingern; zum Klicken muss man die gesamte Sensorfläche nach unten drücken. Rechts in der Handballenablage befindet sich ein Fingerabdruckleser.

Zwei USB-C-Buchsen liefern Thunderbolt-3-, USB-3.1- und DisplayPort-Signale, auch das dem Notebook beiliegende USB-PD-Netzteil findet daran Anschluss. Zusätzlich stehen eine USB-3.0-fähige Typ-A-Buchse, ein HDMI-Ausgang und eine Klinkenbuchse bereit. Die Nano-SIM-Karte für das integrierte LTE-Modem platziert man in einem Einschub an der rechten Seite.

HP verkauft das EliteBook x360 1030 G3 in sieben Ausstattungsvarianten zwischen 1600 Euro (i5-8250U, 8 GByte, 256er-SSD, kein LTE) und 2300 Euro – wir haben diese Maximalausstattung getestet. LTE ist bei fünf Modellen an Bord, der matte Full-HD-Touchscreen mit Privacy-Modus in allen Ausstattungsvarianten bis auf die günstigste (4QY26EA#ABD). HP wirbt auf seiner Webseite mit einem alternativen 4K-Touchscreen, doch diese Option gibt es aktuell nur im Projektgeschäft für Großkunden, nicht aber in den vorgegebenen Konfigurationen, die man im Fachhandel findet. Anders als die Full-HD-Variante bekommt man das 4K-Panel ausschließlich ohne Sure View.

Der Lüfter bleibt bei geringer und mittlerer Last leise; bei anhaltender Vollast werden maximal 1,3 Sone erreicht. Im Test hielt der Akku im besten Fall knapp 14 Stunden durch.

## Fazit

Das EliteBook x360 1030 G3 ist ein schickes, flaches und teures 13,3-Zoll-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren. Der stiftbedienbare helle Touchscreen ist matt; Admins freuen sich über die bei Business-Geräten üblichen Fernwartungsfunktionen. Der praktische Privacy-Modus des Displays stört empfindliche Augen mit Flimmern. Er frisst wie zusätzliche Folien viel Helligkeit, verschleiern das Bild allerdings nicht vollständig.

(mue@ct.de) **ct**



Der matte Touchscreen des HP EliteBook x360 1030 G3 wechselt auf Knopfdruck zwischen blickwinkelstabil (links) und stark blickwinkelabhängig (rechts).

## HP EliteBook x360 1030 G3: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	4QY22EA#ABD
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, Stift
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / R / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L / 2 × R (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausstattung</b>	
Display	IVO M133NVF3 R1: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:10, 171 dpi, 10 ... 491 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i7-8550U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (Turbo bis 4 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR3-2133 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Conexant
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	USB: Intel XMM 7360 LTE-A / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	PS/2: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics VFS7552
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM981 (1024 GByte) / –
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	58 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 323 g, 7,4 cm × 7,4 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,32 kg / 30,6 cm × 20,4 cm / 1,8 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,2 cm / 18,5 mm × 18,5 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>	
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,4 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max.)	1,8 W / 8,1 W / 10,2 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	46,6 W / 15,2 W / 37,2 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	70,5 W / 0,53
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	13,8 h (4,2 W) / 8 h (7,2 W) / 3,3 h (17,6 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,4 h / 9,9 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 1,3 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	2471,8 / 2281,3 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	65116 / 91254
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	24,9 / 18,3 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 94,6 dB(A)
CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)	164 / 487
3DMark (Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	5026 / 4233 / 1149 / 426
<b>Preis und Garantie</b>	
Straßenpreis Testkonfiguration	2300 €
Garantie	3 Jahre Vor-Ort-Service
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



## Adlerauge fürs LAN

**Inkoveideos IP-Kamera V-110-8MW liefert Bilder mit 8 Megapixeln, eine für Überwachungskameras ungewöhnlich hohe Auflösung. Davon profitieren detailhungrige Anwendungen wie KI-Bildanalyse.**

Gute IP-Kameras gibt es bereits für 100 Euro (siehe c't 22/2018, S. 96). Darf es etwas teurer sein, erhält man für 290 Euro die Inkoveideo V-110-8MW. Sie liefert satte 3840 × 2160 Pixel.

Neben der Kamera liegen eine deutsche Bedienungsanleitung, Montageschrauben, Dichtungskappen für die Netzwerkschnittstelle sowie eine Bohrschablone im Paket. Die Kamera versteht Power-over-Ethernet und lässt sich so leicht verkabeln; ein Netzteil ist nicht enthalten. Optional versorgt man sie per Hohlstecker direkt mit Strom.

Das Webinterface und damit alle Einstellungen erreicht man mit gängigen Browsern. Wer auch das Videobild im Browser sehen und integrierte Bildanalysefunktionen wie die Bewegungserkennung nutzen möchte, benötigt das Windows-Plug-in des Herstellers. Betriebssystemunabhängig öffnet man den Videostream per RTSP. H.264-kodiert belegt dieser 7 GByte pro Stunde, bei H.265 sind es noch 3,6 GByte.

Die Kamera punktet insbesondere durch umfangreiche Bildeinstellungen, die man in zwei Profilen für Tag und Nacht festhalten kann. Der 8-Megapixel-Sensor liefert ein scharfes farbechtes Bild, dessen Details sich deutlich von der 4-MP-Konkurrenz abheben. Im Tageslicht-Test konnten wir Kfz-Kennzeichen aus 30 Metern Entfernung problemlos entziffern (direkte Draufsicht). Damit das

bei Dunkelheit klappt, muss man etwas mit den Einstellungen experimentieren. Hier war nach etwas über 25 Metern Schluss, da nicht mehr ausreichend Licht der Infrarot-LEDs reflektiert wurde.

Wer nur die Haustür überwachen will, schießt mit der V-110-8MW übers Ziel hinaus. Zur Überwachung großer Areale oder für die Bilderkennung mittels KI ist die Kamera jedoch deutlich besser geeignet als 2- oder 4-Megapixel-Kameras. (amo@ct.de)

### Inkoveideo V-110-8MW

IP-Kamera	
Hersteller	Inkoveideo, <a href="http://www.inkoveideo.de">www.inkoveideo.de</a>
Firmware	5.5.3
ONVIF	✓
max. Videoauflösung (Hauptstream)	3840 × 2160 Pixel
max. Videoauflösung (Sekundärstream)	640 × 480 Pixel
einstellbare Bit- / Bildrate / max. Bildrate	✓ / ✓ / 20/Sek.
durchschn. Videodatenrate H.264 (max. Auflösung / Bitrate)	15,7 MBit/s
durchschn. Videodatenrate H.265 (max. Auflösung / Bitrate)	7,9 MBit/s
Betrachtungswinkel	ca. 79°
Brennweite / Blende	4 mm / f1,2
Bildeinstellungen	Helligkeit, Kontrast, Sättigung, Schärfe, Belichtungszeit, Weißabgleich, Flimmerausgleich
Kennzeichen-Lesbarkeit (Tag / Nacht)	ca. 30 m / ca. 25 m
Infrarot-LEDs / autom. Sperrfilter / Reichweite	✓ / ✓ / ca. 30 m
RTSP / Authentifizierung	✓ / ✓
IPv4 / IPv6	✓ / ✓
HTTP / HTTPS / Zertifikat tauschbar	✓ / ✓ / ✓
Geräteschutzklasse	IP67
Speicheroptionen	lokale MicroSD, FTP, SMB, CIFS, NFS
Stromversorgung	12 V (Hohlstecker) / PoE (IEEE 802.3af)
Preis	290 €



## Energiedetektiv

**Der günstige Zwischenstecker LogiLink EM0002 misst den „Stromverbrauch“ und errechnet daraus aufgelaufene Stromkosten überraschend genau.**

Das kompakte EM0002 misst die die Stromkosten bestimmende Wirkleistung (Watt, W) von 230-Volt-Verbrauchern. Über die Zeit summiert ergibt sich daraus die zu bezahlende Energie (Kilowattstunden, kWh). Das Einstellen des Strompreises ist mit den drei Tasten etwas fummelig, aber nur selten nötig.

Der Hersteller spezifiziert den Messfehler mit  $\pm 2$  Watt bei Lasten bis 100 Watt, darüber mit  $\pm 2$  Prozent. Das Gerät zeigt also bei der Maximallast (siehe Tabelle) um höchstens 74 Watt falsch an. Mit sechs Prüflasten zwischen 2,4 und 60 Watt und unserem Labormessgerät LMG95 als Referenz waren die EM0002 deutlich besser als spezifiziert: Eines zeigte bei allen Prüflingen höchstens 1 Prozent zu viel an (8,1 statt 8,0 W), das andere gönnte sich knapp 4 Prozent Abweichung (8,3 statt 8,0 W), hier erlaubt, weil unter 100 W.

Der Hersteller hat offensichtlich eine taugliche Schaltung gewählt und die werkseitige Kalibrierung im Griff. Auch der Eigenverbrauch ist erfreulich niedrig. Wer seine 230-Volt-Verbraucher überwachen möchte, macht mit dem EM0002 folglich nichts falsch. (ea@ct.de)

### LogiLight EM0002

Energiekostenmessgerät	
Hersteller	LogiLink, <a href="http://www.logilink.eu">www.logilink.eu</a>
Bedienelemente	3 Tasten (Set, Mode, Up)
Anzeige	Watt, Kilowattstunden, Preis, Summe
Spannungsbereich / max. Last	150-276 Volt / 3680 Watt
Eigenleistungsaufnahme	0,4 Watt (ca. 1 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	9 €

Anzeige

# Im Dutzend

## High-End-Prozessoren Ryzen Threadripper 2920X und 2970WX



**Die neuen Threadripper-2000-CPU's mit 12 und 24 Kernen machen AMDs High-End-Serie erschwinglich. Ein neuer Speicherzugriffsmodus soll Performance-Nachteile beheben – doch das klappt nur teilweise.**

Von Christian Hirsch

Der 12-Kerner Ryzen Threadripper 2920X und der 24-Kerner Ryzen Threadripper 2970WX komplettieren die zweite Generation von AMDs High-End-Prozessor-Serie. Der mit 650 Euro günstigste Prozessor für die Fassung TR4 ist der Threadripper 2920X. Er geht schon über die Bedürfnisse von Gamern hinaus und eignet sich auch für Rendering und Videokodierung. Für Profi-Anwender, die 8K- und 4K-Videos schneiden und dabei im Hintergrund 3D-Modelle berechnen wollen, bietet AMD den 2970WX an, der 1300 Euro kostet.

Die beiden neuen Threadripper-2000-CPU's laufen in allen Mainboards mit TR4-Fassung und X399-Chipsatz. Sie stellen 60 PCIe-3.0-Lanes für Grafikkarten-Steckplätze, M.2-Slots sowie aufgelötete PCIe-Chips zur Verfügung und steuern über vier Kanäle derzeit bis zu 128 GByte DDR4-RAM an. Mit den erwarteten 32-GByte-UDIMMs steigt der maximal mögliche Arbeitsspeicher auf 256 GByte. Im Unterschied zu den zwei bereits

erhältlichen, voll ausgebauten Threadripper-2000-CPU's 2990WX und 2950WX hat AMD beim 2970WX und 2920X bei jedem CPU Core Complex (CCX) einen der vier Kerne abgeschaltet. Der Threadripper 2920X mit zwei Halbleiter-Dies aus je zwei CCXes kommt somit auf insgesamt 12, der 2970WX mit vier Dies folglich auf 24 CPU-Kerne.

### Dynamische Kernzuordnung

Die Multithreading-Performance zählt zu den Stärken der Threadripper-Prozessoren. Im Rendering-Benchmark Cinebench R15 sortieren sich die Neulinge der 2000er-Serie jeweils unterhalb der Spitzenmodelle der Threadripper-X und Threadripper-WX-Topmodelle ein. Mit einem einzelnen rechnenden Kern liegen alle TR4-Prozessoren nahezu gleichauf, aber gemeinsam hinter den dort schnelleren Core-i-Prozessoren von Intel.

Mit Version 1.5 der Overclocking-Software Ryzen Master (siehe [ct.de/yvfc](http://ct.de/yvfc)) liefert AMD einen Windows-Dienst mit, der die Performance-Schwäche einiger Programme beim Threadripper 2990WX und 2970WX behebt. Bei beiden CPUs hängen nur an zwei der vier Dies je zwei Speicherkanäle. Die längeren Latenzen von circa 100 statt 60 Nanosekunden beim Zugriff von einem Kern ohne lokales RAM bremsen einige Anwendungen aus, etwa manche Spiele. Der neue Dynamic Local Mode sorgt dafür, dass die anspruchsvollsten, gerade aktiven Program-

me wenn möglich auf Kernen mit lokalem Speicher laufen. Zukünftig will AMD den zugehörige Windows-Dienst auch in den Chipsatz-Treiber integrieren.

Signifikante Zuwächse konnten wir lediglich im Teil-Benchmark „Antwortzeit“ der Bapco Sysmark 2014SE feststellen, den der Threadripper 2990WX mit dem Dynamic Local Mode um sieben Prozent schneller absolvierte. Die Schwäche der beiden WX-Prozessoren beim Videokodieren mit Handbrake behob der Dynamic Local Mode jedoch nicht. Vermutlich hat das Video-Tool ein tiefer liegendes Problem mit sehr vielen CPU-Kernen.

### Fazit

Nutzen Anwendungen die 12 Kerne und 24 Threads des Ryzen Threadripper 2920X voll aus, rechnet die CPU schneller als der ungefähr gleich teure Achtkerner Core i9-9900K aus Intels Mainstream-Plattform LGA1151v2. Gamer sind mit einer 300-Euro-CPU wie dem Core i5-9600K oder dem Ryzen 7 2700X aber besser bedient, wenn sie die Preisdifferenz in eine potente Grafikkarte stecken.

Der 24-Kerner und mit 1300 Euro nicht ganz billige Threadripper 2970WX lohnt eher für Profis, die mehrere aufwendige Berechnungen parallel durchführen wollen und die mit den Besonderheiten der Speicheranbindung der WX-CPU's vertraut sind.

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

**Download Ryzen Master 1.5:** [ct.de/yvfc](http://ct.de/yvfc)

## Threadripper-Prozessoren

Prozessor	Kerne / Threads	Takt / Turbo	Cinebench R15 Singlethread	Multithread	Blender BMW [s]	Handbrake AppleTV3 [fps]	Leistungsaufnahme Leerlauf / Volllast [W]
			besser ▶	besser ▶	◀ besser	besser ▶	◀ besser
Threadripper 2970WX	24 / 48	3,0 / 4,2 GHz	172	4339	111	71	71/432
Threadripper 2920X	12 / 24	3,5 / 4,3 GHz	177	2620	182	88	54/293
Threadripper 2990WX	32 / 64	3,0 / 4,2 GHz	172	5267	92	72	73/477
Threadripper 2950X	16 / 32	3,5 / 4,4 GHz	175	3192	149	94	56/307
Core i9-7980XE	18 / 36	2,6 / 4,4 GHz	184	3249	157	76	51/249
Core i9-9900K	8 / 16	3,6 / 5,0 GHz	207	2029	247	76	24/146
Ryzen 7 2700X	8 / 16	3,7 / 4,35 GHz	179	1792	273	68	33/183



Anzeige



# Donnerschlag

## Intels Mini-PC NUC mit Thunderbolt 3 wird erwachsen

**Ein handlicher Quad-Core-Barebone mit Thunderbolt 3, der auch gehobene Ansprüche erfüllen kann – zu gut, um wahr zu sein?**

Von Carsten Spille

**N**UC-Barebones sind oft die ersten unter den Mini-PCs, die neue Technik in die Händlerregale bringen. Bei der achten NUC-Generation „Bean Canyon“ ist wieder Thunderbolt 3 mit an Bord. Dessen Typ-C-Buchse verbindet blitzschnellen Datentransfer mit 4K-tauglichem DisplayPort und der Option, über USB Power Delivery bis zu 15 Watt Leistung bereitzustellen.

Außerdem stecken in den NUC8-Barebones Core-i-8000-Prozessoren mit bis zu vier Kernen. Damit bewältigen die Minis nicht nur alltägliche Basisaufgaben, sondern auch anspruchsvollere Arbeiten wie etwa Videoschnitt oder Bildbearbeitung.

### Modellpalette

Damit es losgehen kann, muss man einen NUC8 wie alle Barebones noch mit Arbeits- und Massenspeicher sowie einem Betriebssystem bestücken. Für DDR4-RAM stehen

zwei SO-DIMM-Steckplätze bereit, für den Massenspeicher ist in der flachen NUC-Variante ein M.2-Anschluss vorgesehen. Zur Wahl stehen fünf NUC8-Modelle vom Core i3 über den i5 bis zum i7. Den i3 und i7 gibt es in einer flachen Version und einer etwas höheren, in die zusätzlich ein 2,5-Zoll-Laufwerk passt, welches am internen SATA-Port Anschluss findet. Nur der i3 muss mit zwei Kernen auskommen, i5 und i7 sind Quad-Cores mit Hyper-Threading – letzterer taktet etwas höher als der i5.

Alle drei verfügen über die Iris Plus Graphics 655, welche mehr als doppelt so schnell rechnet wie die UHD Graphics 630 in den Desktop-Prozessoren. Im 3DMark kommt sie nahe an die Leistung einer Vega 8 im Ryzen 3 2200G heran und eignet sich damit auch für einfache Spiele. Mit ihr verlötet Intel auch 128 MByte eDRAM auf dem CPU-Träger, das als zusätzlicher, schneller Cache-Speicher dient und nicht nur Grafikanwendungen beschleunigt, sondern auch die CPU.

Auffälligstes Merkmal aller NUC8 ist aber vielleicht eine kleine, unscheinbare Typ-C-Buchse mit einem Blitzsymbol daneben. Das steht für Thunderbolt 3 (TB3) und bedeutet, dass es sich nicht nur um einen einfachen USB-3-Anschluss handelt. Er kann mit seinen insgesamt bis zu 40 GBit/s (davon 22 GBit/s für Daten) auch zwei 4K-Displays mit augenschein-

den 60 Hertz ansteuern sowie Daten und Strom übertragen.

Wir haben uns das mittlere Modell, den NUC8i5BEK mit Vierkernprozessor, für den Test besorgt. Ausgestattet mit einer schnellen NVMe-SSD und zwei 8-GB-Byte-Riegeln DDR4-Speicher machte der Winzling im Testlabor leistungsmäßig eine gute Figur. Im Bapco SYSmark 2018, der die Leistung moderner Büroprogramme abbildet, lag der NUC8i5BEK mit 1390 Punkten nicht weit unter den Ergebnissen aktueller Desktopsysteme mit Sechs- und Achtkern-Prozessoren. Er ist rund ein Drittel schneller als Einstiegers-CPU aus dem 100-Euro-Bereich wie der Ryzen 3 2200G oder Pentium Gold G5400. Selbst Mehrkernmonster wie der Ryzen Threadripper 2950X erreichten nur rund 1637 Punkte [1]. Im Multithreading-Test des Cinebench R15, der wesentlich besser mit mehr Kernen skaliert als der SYSmark, standen 766 Punkte zu Buche, rund die Hälfte dessen, was moderne Achtkern-CPU schaffen und damit voll im Soll für Quad-Cores. Im Singlethreading-Test lag der Core i5-8259U dann mit 160 Punkten wieder nur knapp unter den Werten schneller Desktop-CPU.

### Eigenwilliger Thunderbolt

Doch es gab auch Probleme – unter anderem mit dem Thunderbolt-3-Port. Über ihn erreichten wir nur mit IOMeter die erwartete Leseleistung von rund 2,6 GByte/s. Kopierten wir hingegen eine größere Datei, erreichte der TB3 nur rund 1,4 GByte/s und damit die Hälfte dessen, was die Datenleitungen des Thunderbolt 3 mit ihren 22 GBit/s eigentlich schaffen müssten. An den hinteren USB-3.1-Buchsen des Typ A brach die Messung der Schreibrate sowohl mit unserer Sandisk Extreme 900 als auch an einem M.2-USB-Adapter ab. Ansonsten bewegten sich die Transferaten – auch die des UHS-I-fähigen SDXC-Readers – im erwarteten Rahmen.

Im Leerlauf arbeitet der NUC nahezu unhörbar und auch wenn sein Lüfter unerklärlicherweise ab und zu etwas aufdreht, bleibt die Geräuschkulisse bei 0,2 Sone. Da Intel dem 28-Watt-Prozessor fast eine ganze Minute lang im Turbo-Betrieb bis zu 50 Watt erlaubt, dreht der kleine Radiallüfter unter Volllast ziemlich auf und erreicht 0,9 Sone. Steht die kleine Rechenkiste dabei auf dem Schreibtisch, ist das besonders aufgrund des hochfrequenten Lüfterheulens unangenehm.

## Mini-PC NUC8 mit Thunderbolt 3

Hersteller, Typ	Intel, NUC8i5BEK, <a href="http://www.intel.de">www.intel.de</a>
<b>Hardware-Ausstattung</b>	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Intel Core i5-8259U (BGA1528, verlötet) / 4 + SMT / 2,3 (bis 3,8) GHz
RAM (Typ / Max) / -Slots (frei)	2 × DDR4-2133 / 32 GByte / 2 (2)
Grafikeinheit	Intel Iris Plus Graphics 655 (IGP)
Mainboard (Format)	Intel NUC8i5DNBE (UCFF)
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	1 × M.2 (M-Key, PCI-E 3.0 x4) (1)
Sound-Chip (Chip)	Intel-HDA via HDMI
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	1 GBit/s (i219-V, PCIe) / TPM 2.0
WLAN-Interface (Chip, Anbindung)	1,73 GBit/s (Intel 9560 802.11AC + BT 5.0, PCIe)
Abmessungen (B × H × T)	Mini-PC (117 mm × 36 mm × 112 mm)
Netzteil (Leistung)	Liteon PA-1900-32 (fliegende Ausführung, 90 W)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0a, 2 × USB 3.1 Typ A, 1 × USB 3.1 Typ C, 1 × LAN, 1 × Strom
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	Ein-/Ausschalter, 2 × USB 3.1
<b>Lieferumfang</b>	
Treiber- / Recovery-CD / Handbuch	— / — / —
Zubehör	VESA-Halterung (10 × 10 cm)
<b>Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschentwicklung</b>	
Soft-off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf	0,5 W / 0,4 W / 4,8 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	47 W / 47 W
SSD: Lesen (Schreiben)	2740 (2034) MByte/s
Thunderbolt 3: Lesen (Schreiben)	2636 (2043) MByte/s
USB 3.1: Lesen (Schreiben)	1042 (1014) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	118 (118) MByte/s
Geräuschentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	0,2 Sone (⊕⊕) / 0,9 Sone (⊕)
CPU- / GPU-Last (Note)	0,9 Sone (⊕) / 0,8 Sone (⊕)
<b>Funktionstests</b>	
Secure-Boot ab- / CSM einschaltb. / Auto BIOS Update	✓ / ✓ / —
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / —
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Wecken per USB-Tastatur aus: Soft-Off)	✓ (am gelben Front-Anschluss) / ✓ (—)
Bootdauer bis Login	24 s
4K: HDMI / DisplayPort / DVI	60 Hz / 60 Hz (via TB3) / —
<b>Systemleistung</b>	
BAPCo SYSmark 2018	1390
Cinebench R15: Single- / Multi-Thread	160 / 766
3DMark: Fire Strike	1922
<b>Bewertung</b>	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele / gesamt	⊕⊕ / ○ / ⊖ / ○
Geräuschentwicklung / Systemaufbau	⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	350 € / 36 Monate
Transferraten: SSD (Samsung SSD 960 Pro), TB3 (Samsung X5 1 TByte), USB3 (Sandisk Extreme 900)	
✓ funktioniert — funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	

Anzeige

### Fazit

Der Thunderbolt-3-Anschluss als Sahnehäubchen des NUC8i5BEK enttäuscht etwas – auch wenn das angesichts der erreichten Transferraten Jammern auf hohem Niveau ist. Für rund 350 Euro bekommt man einen platzsparenden, aber nicht ganz leisen Quad-Core-Barebone. Mit ausreichend Speicher ist er sogar für kleine Videoschnittprojekte leistungsfähig genug.

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

### Literatur

[1] Christian Hirsch, Schnellster Achter, Achtkerner Core i9-9900K gegen Ryzen: Duell um die Performance-Krone c't 23/2018, S. 100



## WLAN-Schalterchen

**Shelly 1 verschwindet in einer Schalterdose und schaltet das Licht per MQTT, HTTP und über den gewohnten Lichtschalter, auf Wunsch auch über eine Cloud.**

Hersteller von Hausautomationsprodukten wollen ihre Kunden gern an ihre Cloud und das eigene Produktuniversum binden. Auch das WLAN-Schaltmodul Shelly kann sich mit einer Cloud verbinden und über eine App für iOS oder Android gesteuert werden. Die App sieht ansprechend aus und die Cloud-Steuerung funktioniert einwandfrei. Wirklich interessant wird das Produkt aber, weil die Firma aus Bulgarien dem Nutzer viele Freiheiten lässt. In der Standardkonfiguration öffnet ein frisch angeschlossener Shelly einen WLAN-Access-Point, um im Webbrowser die Zugangsdaten für das heimische WLAN einzutragen. Wer die Cloud-Funktionalität nutzen will, muss sie in der Weboberfläche explizit einschalten.

Hat sich Shelly mit dem WLAN verbunden, arbeitet es als lokaler Webserver. Im Browser kann man zum Beispiel schalten, Timer oder Ereignisse bei Sonnenauf- und Untergang einstellen. Außerdem gibt es ein sehr gut dokumentiertes HTTP-REST-API, über das Programmierer den Shelly in ihre Software einbauen können. In der aktuellen Firmware-Version, die bequem über WLAN aktualisiert wird, versteht Shelly auch MQTT.

Wem die durchdachte und umfangreiche Firmware nicht ausreicht, der kann

über die leicht zugänglichen Programmierpins eine alternative Firmware wie Tasmota flashen, ohne das Gehäuse zu öffnen. Die Hersteller nennen ihr Produkt zwar „Open Source“ und legen Pinbelegung und Software-Beispiele offen, die komplette Firmware gibt es aber nicht im Quellcode. Im Inneren steckt ein ESP8266, die originale Firmware basiert auf Mongoose OS – ein GitHub-Repository (siehe [ct.de/y845](https://ct.de/y845)) zeigt, wie man eine eigene Mongoose-Anwendung für den Shelly baut und hochlädt.

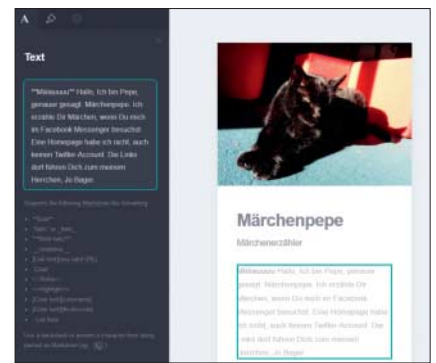
Das Gerät ist so klein, dass es eine Elektrofachkraft in einer Schalterdose hinter dem Lichtschalter anschließen kann. Es hat ein Relais, das bis zu 3500 Watt schaltet, und kann auf den Schaltzustand eines Lichtschalters reagieren. Die gewohnte Bedienung bleibt also erhalten, zusätzlich kann man das Licht über die App oder über eine Automationszentrale schalten.

Die Hardware funktioniert auch mit 12 bis 60 Volt Gleichspannung und eignet sich damit zum Beispiel für die MQTT-gesteuerte Modelleisenbahn. Shelly 1 kostet 9,90 Euro und ist auf der Seite des Herstellers erhältlich. (jam@ct.de)

**Dokumentation:** [ct.de/y845](https://ct.de/y845)

## Allterco Shelly 1

WLAN-Schaltmodul	
Anbieter	Allterco, <a href="https://www.shelly.cloud">www.shelly.cloud</a>
Stromverbrauch	0,8 Watt
Gewicht	26 g
Maße	41 mm × 36 mm × 17 mm
Schnittstellen	MQTT, HTTP-API
Preis	9,90 €



## Schnell zum Onepager

**Mit Carrd stellt man in wenigen Minuten eine einzelne Website als Visitenkarte ins Netz.**

Manchmal benötigt man einfach nur eine simple Seite als schlichte Visitenkarte im Web: der Name, ein paar Bilder, eine kurze Beschreibung, ein paar Links auf Social-Media-Accounts oder andere Homepages. Dafür will man weder von Hand HTML editieren noch einen Web-Baukasten wie den von Wix einsetzen.

Carrd ist die Lösung. Der Dienst erklärt Neulingen mit einem Overlay die wichtigsten Funktionen, der Rest erschließt sich durch Ausprobieren. Beim Start wählt man aus 50 sehr gelungenen, responsiven Basislayouts ein Grundgerüst für seine Seite. Wie bei anderen Baukästen zieht man dann Bausteine für Videos, Bilder(-galerien), Tabellen et cetera auf die Arbeitsfläche, wo sie noch feinjustiert werden können. Im Prinzip kann man sogar mehrere Seiten simulieren, indem man Elemente ein- und ausfaden lässt.

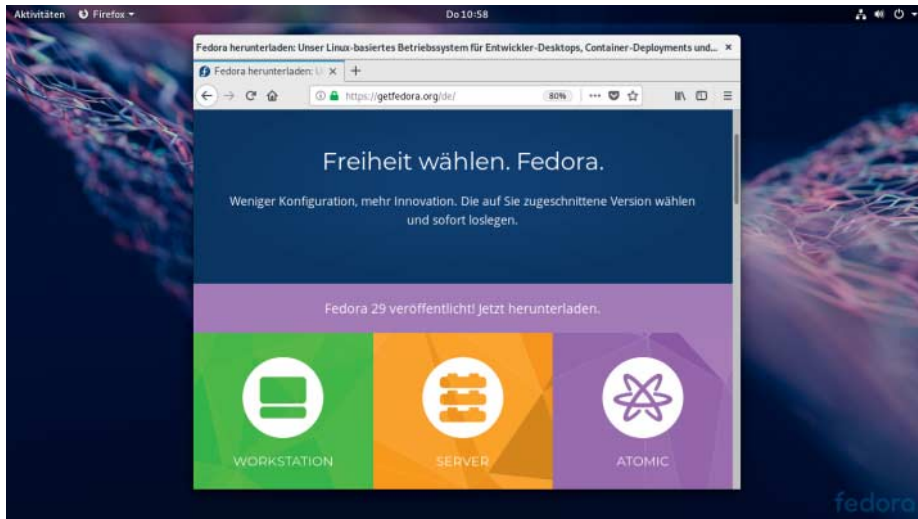
Carrd ist in einer Basisversion kostenlos, die maximal drei Seiten auf (Wunsch-)Unterdomains von [carrd.co](https://carrd.co) unterbringt und einen sehr dezenten Hinweis auf Carrd an den unteren Seitenrändern einbaut. Für 9 US-Dollar pro Jahr kauft man sich von der Werbung frei. 19 US-Dollar kostet es jährlich, will man eigene Domains verwenden. Für 99 US-Dollar pro Jahr kann man 100 Seiten hosten lassen. (jo@ct.de)

## Carrd

Hosting-Baukasten	
Hersteller	Vertex9 LLC, <a href="https://carrd.co">https://carrd.co</a>
Systemanf.	Browser
Preis	<b>kostenlos</b> bis 99 US-\$/Jahr



Anzeige



# Mehr Wahlfreiheit

## Linux-Distribution Fedora 29: flackerfrei und modular

**Das verbesserte Modulkonzept von Fedora verschafft Nutzern mehr Flexibilität bei der Softwarewahl. Die neue Variante Silverblue nutzt einen unkonventionellen Update-Ansatz, der Störungen zu vermeiden verspricht.**

Von Thorsten Leemhuis

**E**in eleganterer Startvorgang ist eine der auffälligsten Neuerungen von Fedora 29. Die technisch wiederum vorpreschende Linux-Distribution macht den Boot-Vorgang schicker, indem sie Textausgaben und Wechsel der Bildschirmauflösung zu vermeiden versucht. Wie beim Windows-Start bleibt dadurch das vom BIOS angezeigte Bild zu sehen, während Linux hochfährt.

Eine Fortschrittsanzeige in Form eines Spinners, wie ihn Windows beim Start zeigt, steht allerdings noch auf der To-do-Liste. So richtig klappt das Ganze bislang ohnehin nur beim UEFI-Start mit Intel-Grafik. Selbst da flackert es aber

noch an einer Stelle, weil der zuständige Grafiktreiber noch nicht ganz mitspielt.

### Mehr Flexibilität

Die bislang nur bei der Server-Variante von Fedora 28 nutzbaren „Module“ lassen sich jetzt bei allen Fedora-Varianten verwenden. Entwickler können dadurch vom standardmäßig genutzten MongoDB 4.0 leicht auf Version 3.4 oder 3.6 umschwenken, wenn ihre Programme nicht mit der aktuellen Version harmonieren. Auch Perl, Python, Docker, Kubernetes oder Node.js bekommt man über die in sich weitgehend abgeschlossenen Module in verschiedenen Versionen.

Module sollen Admins und Entwicklern mehr Spielraum verschaffen, denn sie entkoppeln Software und Distribution. Dadurch können Anwender etwa das bei Fedora 28 standardmäßig verwendete Node.js 8 auch bei Fedora 29 verwenden, das von Haus aus Version 10 einrichtet. Durch Module sollen Nutzer zudem schneller an neue Programmversionen gelangen, denn die Module haben eigene Pflegezeiträume und sind für verschiedene Distributionen erhältlich. Dadurch muss man sich nicht bis zum in einem hal-

ben Jahr erwarteten Fedora 30 gedulden, um die bis dahin avisierten Node.js-Versionen 11 oder 12 zu erhalten. Das gelingt allerdings nur, sofern die Fedora-Entwickler denn Module mit diesen Versionen erstellen.

Bislang gibt es nur wenige Dutzend Module, bei denen es sich letztlich um abgesteckte Sammlungen von RPM-Paketen handelt. Das Konzept hat außerdem Grenzen: Ein neues Gnome etwa wird man wohl nicht über ein Modul bekommen, weil die Desktop-Umgebung schlicht zu viele wechselseitige Abhängigkeiten mit anderer Software der Distribution hat.

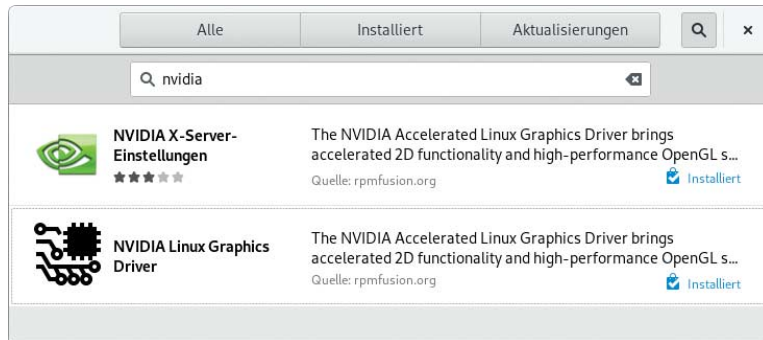
Der Ansatz hat durchaus Server im Blick. Vor allem ist er aber dazu gedacht, Container-Images auf Fedora-Basis flexibler bestücken zu können. Haupttriebkraft hinter der Funktion ist Fedora-Hauptsponsor Red Hat, der sie offenbar bei Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8 verwenden will. Indizien deuten darauf hin, dass in Kürze endlich eine Beta der nächsten Generation des Unternehmens-Linux erscheint, die wie üblich aus Komponenten von Fedora entsteht.

### Schreibgeschütztes System

Hauptausgabe der Fedora-29-Familie ist nach wie vor die Workstation Edition, die Gnome 3.30 als Bedienoberfläche nutzt. Diese soll schneller arbeiten und dabei weniger Ressourcen verbrauchen; außerdem beherrscht die Laufwerksverwaltung die Verschlüsselung mit VeraCrypt.

Die bislang „Atomic Workstation“ genannte Distributionsvariante heißt jetzt „Silverblue“ und soll mittelfristig die Hauptausgabe von Fedora werden – womöglich schon in einem halben Jahr bei Fedora 30. Die Software-Ausstattung von Silverblue ähnelt der Workstation Edition, die Installations- und Update-Mechanismen sind aber ganz andere: Die Betriebssystemumgebung wird nicht lokal aus RPM-Paketen zusammengesetzt, sondern ist ein vom Fedora-Projekt geschürtes und getestetes Bündel; dieses wird ähnlich wie ein Image gehandhabt und im Betrieb schreibgeschützt eingehängt. Selbst bei der Aktualisierung bekommt man es nicht mit Paketen zu tun: Silverblue spielt vielmehr ein neues Bündel ein, indem es alle Dateien herunterlädt, die sich verändert haben. Zum Abschließen des Updates muss man den Rechner allerdings neu starten. Der alte Stand bleibt dabei erhalten, daher kann man leicht dorthin zu-

Die Fedora-Entwickler haben die Installation von Nvidias proprietären Grafiktreibern erheblich erleichtert.



rückwechseln, falls Probleme nach der Systemaktualisierung auftreten.

In der schreibgeschützten Betriebssystemumgebung kann man RPM-Pakete nachinstallieren – das ist allerdings nur als Behelfs- und Übergangslösung gedacht, denn eigentlich soll man Programme via Flatpak installieren. Eine Umgebung zur Software-Entwicklung kann man mit dem kürzlich vorgestellten Werkzeug „Fedora Toolbox“ schaffen. Es richtet einen persistenten Container ein, wo man RPM-Pakete ganz normal installieren kann. Durch diese und weitere Eigenarten funktioniert Silverblue ganz anders, als man es von Linux-Distributionen gewohnt ist. Anwender müssen daher viele Verhaltensweisen aufgeben und umlernen; dafür bekommen sie eine Betriebssystemumgebung, die Rollbacks ermöglicht und nicht so leicht durcheinander gerät. An einigen Stellen hakt das Ganze aber noch, daher ist es derzeit noch eher etwas für Experimentierfreudige.

## An der Basis

Die Fedora KDE Plasma Desktop Edition nutzt noch Version 5.13 der Bedienoberfläche, soll aber 5.14 als Update erhalten. Die Fedora-Ausführung mit Xfce-Desktop verwendet bereits Komponenten von Xfce 4.13, einer Vorabversion des auf GTK+ 3 portierten Xfce 4.14 – laut den Fedora-Entwicklern soll diese aber durchaus alltagstauglich sein.

All diese und weitere Fedora-29-Varianten verwenden von Haus aus einen Kernel auf Basis von Linux 4.18. Bereits während diese c't am Kiosk liegt, soll Linux 4.19 als Update folgen. Solche Versionssprünge sind bei Updates des Fedora-Kernels normal und versorgen Anwender alle neun bis zehn Wochen mit neuen und aktualisierten Treibern. Das verbessert insbesondere den Support für Hardware, die kurz vor oder nach der Freigabe von Fedora vorgestellt wird.

Fedora richtet neben 3D-Treibern für OpenGL jetzt auch jene für Vulkan ein. Sie stammen alle von Mesa 18.2, das bei Fedora wie der Kernel größere Versionssprünge macht. Da-

durch verbessern sich auch 3D-Performance und Spieltauglichkeit mit der Zeit.

Im vergangenen Jahr hat Fedora auch die Installation der proprietären Nvidia-Treiber vereinfacht, denn die gelingt mittlerweile über die grafische Paketverwaltung. Dazu muss man den beim ersten Start angezeigten Vorschlag annehmen, Definitionen für Repositories anderer Anbieter einzuspielen; wenn man anschließend das dabei eingerichtete Nvidia-Repository von RPM Fusion aktiviert, kann man die Treiber wie jede andere Software installieren. Ähnlich einfach lassen sich auch Steam oder Google Chrome einrichten.

Der Boot-Loader Grub unterstützt nun die Boot Loader Specification, die einige Probleme aus der Welt zu schaffen verspricht, die bei der Parallelinstallation mehrerer Linux-Distributionen auftreten. Durch den schickeren Startvorgang zeigt Grub standardmäßig kein Bootmenü mehr an. Auf Dual-Boot-Systemen erscheint es aber durchaus; ebenso, wenn der letzte Startvorgang nicht geklappt hat oder man die Umschalt-Taste (Shift) festhält.

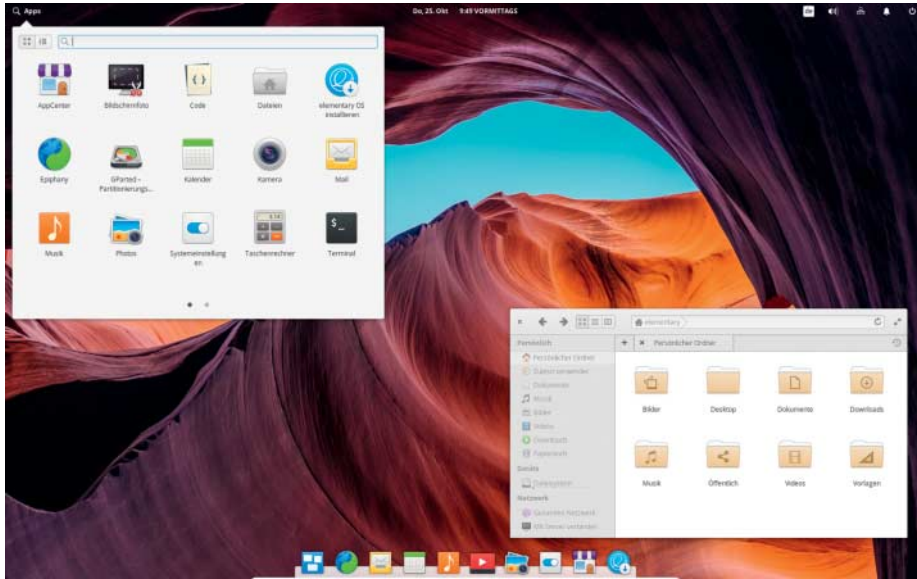
Bei der Datenträgerverschlüsselung nutzt Fedora die zweite Generation von LUKS; dieser LUKS2 genannte Ansatz räumt einige Probleme des alten Formats aus, ermöglicht Integritätschecks und kann die Performance verbessern. Die für ARM ausgelegten Fedora-Varianten können Teile des Arbeitsspeichers jetzt mit Zram komprimieren, was einen Geschwindigkeitsgewinn verspricht.

## Fazit

Das Modul-Konzept verspricht, einige Zwänge zu beseitigen, mit denen gerade Software-Entwickler immer mal wieder zu kämpfen haben. Damit mehr Flexibilität entsteht, müssen allerdings noch mehr Module her. Silverblue sieht interessant aus, bricht aber stark mit gewohnten Arbeitsweisen und scheint noch allerlei Feinschliff zu brauchen. Durch diese Ansätze, topaktuelle Ausstattung und den schickeren Startvorgang ist Fedora seinen Mitbewerbern aber mal wieder ein kleines bisschen voraus.

(thl@ct.de) **ct**

Anzeige



# Schön und gut

## Elementary OS 5.0 Juno: einfach zu bedienendes Desktop-Linux

**Kaum eine Linux-Distribution legt so viel Wert auf Ästhetik und Design wie Elementary OS mit seinem eigens entwickelten Pantheon-Desktop und vielen eigenen Programmen. Mit der Veröffentlichung von Elementary OS 5.0 Juno ist sie erwachsen geworden.**

Von Liane M. Dubowy

**G**anz offensichtlich hatten die Entwickler von Elementary OS macOS vor Augen, als sie ihren Pantheon-Desktop entwickelt haben. Allerdings wollten sie ein freies Betriebssystem mit Open-Source-Software. Die solide Basis der Distribution bildet Ubuntu 18.04 LTS, auf dem Desktop und bei den Programmen geht Elementary OS jedoch eigene Wege.

Rund ein Jahr hat Elementary OS gebraucht, um den Kinderschuhen zu entwachsen: Der Vorgänger Loki trug noch die unfertig klingende Versionsnummer 0.4.

Die Versionsnummer 5.0 signalisiert, dass die Distribution jetzt reif für den Produktionseinsatz ist. Die Einschätzung ist gerechtfertigt, schon Loki lief stabil.

Vom darunterliegenden Ubuntu-System 18.04 LTS hat Elementary OS den Linux-Kernel 4.15 übernommen. Auch der Installationsassistent Ubiquity stammt von Ubuntu und hat auch dessen Nachteile: So lässt sich beispielsweise das Fenster des Installers nicht größer ziehen, was insbesondere die Partitionierung erschwert. Elementary OS gibt es nur für 64-Bit-x86-Systeme. Die Entwickler hoffen auf eine Spende; wer will, kann das Installations-Image aber auch kostenlos herunterladen.

### Intuitiv bedienbar

Elementary OS unterscheidet sich in seiner Bedienung deutlich vom zugrunde liegenden Ubuntu. Die Benutzerfreundlichkeit steht ganz oben auf der Prioritätenliste; der Desktop ist intuitiver bedienbar als der von Ubuntu. Wer die Distribution einfach nur für Alltagsaufgaben verwenden will, bekommt im Idealfall nie ein Terminal zu Gesicht. Fortgeschrittene Linux-

Anwender können wie gewohnt die Konsole zur Konfiguration verwenden, ein Terminal-Programm ist vorinstalliert.

Einsteiger brauchen nicht lange zu rätseln, welche App wofür zur Verfügung steht: Aus dem Namen der vorinstallierten Programme erschließt sich auch gleich ihr Zweck. Um unnötige Komplexität zu vermeiden, wurden die Programmeinstellungen auf das Nötigste reduziert. Dank klarer Richtlinien für Bedienoberflächen sind Schaltflächen und Menüs stets an derselben Stelle platziert und verhindern, dass man lange suchen muss.

### Eigener Pantheon-Desktop

Anders als viele andere Ubuntu-Derivate hat das Elementary-OS-Projekt eine eigene Desktop-Umgebung in der Programmiersprache Vala entwickelt. Dabei kommt das GTK3-Toolkit sowie eine eigene Widget-Bibliothek namens Granite zum Einsatz, die das Toolkit erweitert. Mit einem Dock mit Anwendungsstartern am unteren Bildschirmrand, schönen Icons und der Leiste oben erinnert der Desktop optisch deutlich an das Apple-Betriebssystem. Allerdings lassen sich so ohne Weiteres keine Ordner und Dateien auf dem Desktop ablegen, was manchen macOS-Anwender verwirren dürfte.

Die schmale Leiste am oberen Bildschirmrand stellt links ein Anwendungsmenü bereit, in dem man durch die Icon-Liste scrollt, in Kategorien sucht oder ein paar Buchstaben aus dem Namen eingibt, um ein Tool aufzustöbern. Mittig zeigt die Leiste Datum und Uhrzeit, per Klick darauf klappt ein kleiner Kalender aus. Ein Systembereich mit Lautstärkeregler, Netzwerkmanager, Benachrichtigungen und einem Menü zum Abmelden und Herunterfahren ist rechts in der Leiste untergebracht. Die Dialoge für Audiogeräte, Netzwerk-, Bluetooth- und Energie-Einstellungen sowie für Benachrichtigungen erreicht man per Klick auf das Icon.

### Neues in Juno

In Version 5.0 verfügt Elementary OS über deutlich mehr Anwendungen, die speziell für das System entwickelt wurden und sich entsprechend gut in den Desktop einfügen. Die Entwickler haben außerdem weiter an der Usability gefeilt.

Verbessert wurde unter anderem die Unterstützung für höhere Bildschirmauflösungen (HiDPI). Icons liefert das System nun in größeren Versionen mit, sodass sie auch auf hochauflösenden Bildschirmen



gut aussehen. Pantheon hat jetzt einen Nachtmodus, der abends die Augen schont und später das Einschlafen erleichtern soll. Fenster können dank verbessertem Tiling nun leichter auf dem Desktop angeordnet werden.

Mit dem „Picture-in-Picture“-Modus lässt sich nach dem Drücken von Super+F ein beliebiges Fenster als kleine Vorschau anordnen, sodass man es nebenbei im Blick behalten oder parallel ein Video schauen kann.

## Sorgfältig ausgewählt

Die Software-Auswahl von Elementary OS Juno ist wohl überlegt: Sie deckt wichtige Arbeitsbereiche ab, müllt aber nicht den Rechner voll. Das Anwendungsmenü ist dementsprechend übersichtlich. Die vorinstallierten Apps tragen meist funktionale Namen: Mails liest und schreibt man mit „Mail“, „Musik“ spielt Audiodateien, „Videos“ dagegen Filmchen aller Art, die Webcam lässt sich mit „Camera“ nutzen. Der Browser schert aus diesem Muster aus: Zum Surfen dient der schlanke Webkit-Browser Epiphany, der auch Firefox-Sync unterstützt und eine neue Lesezeichenverwaltung erhalten hat. Als Mail-Client tritt Geary („Mails“) an, der aber noch Schwierigkeiten mit manchen Mail-Accounts hat – vermutlich mit zu vollen oder tief verschachtelten IMAP-Konten.

Der Dateimanager („Dateien“) zeigt links eine Liste von Lesezeichen und die verfügbaren Datenträger und Partitionen, die er per Klick einbindet. Auch Tabs unterstützt er. Dateien und Ordner öffnet ein einfacher Klick. Außer drei Schaltflächen zum Umschalten der Ansicht gibt es keine Optionen.

Der Bildbetrachter „Photos“ verwaltet Fotos in Bibliotheken, sortiert sie bei Bedarf aber auch nach Ereignissen (meist das Datum) und Schlagwörtern. In einer Seitenleiste zeigt Photos die Metadaten an. Mit einfachen Bildbearbeitungsfunktionen korrigiert das Tool den Ausschnitt, dreht oder spiegelt das Bild, beseitigt rote Augen oder korrigiert Farbwerte. Das Tool kann ein Bild auch bei Online-Diensten wie Facebook, Flickr oder Google Photos hochladen. Für das Abspielen einer Diashow stehen mehrere Übergänge bereit.

Der Standardeditor „Code“ verwaltet auch Projektordner und lässt sich schnell von einem hellen auf ein dunkles Theme umschalten. Dank Git-Integration zeigt Code den Namen eines Branches sowie ein Status-Icon an.

**Den c't-zockt-Livestream können Sie dank Picture-in-Picture im Vorschaufenster laufen lassen, während Sie das Review auf ct.de lesen.**



## Zahl was du willst!

Weitere Programme installiert (und entfernt) man in Elementary OS zentral im App-Center. Die Softwareverwaltung aktualisiert bei Bedarf auch das System und die installierten Anwendungen. Dabei schöpft man aus den üppigen Softwarequellen von Ubuntu sowie zusätzlichen Paketquellen des Elementary-Projekts. Letztere enthalten nicht nur speziell für Elementary OS entwickelte Anwendungen, sondern insbesondere die eigene Desktop-Umgebung Pantheon. Speziell für Elementary OS geschriebene Software preist das App-Center direkt auf seiner Startseite an.

Sämtliche Anwendungen im App-Center sind Open Source und stehen kostenlos bereit. Allerdings werden manche Programme hier mit einem von den Entwicklern festgelegten Preis angeboten. Ob und wie viel man für ein Programm bezahlen möchte, kann man aber selbst entscheiden und den Preis entsprechend anpassen (oder auf null setzen). Das soll es Usern erleichtern, die Entwicklung freier Software zu unterstützen und die Programme trotzdem allen zugänglich machen. Stolz 30 Prozent der Einnahmen gehen dabei an das Elementary-Projekt. Eine neue Schaltfläche „Unterstützen“ in der Fußzeile solcher Apps sorgt

dafür, dass man auch später noch Geld an die Entwickler senden kann. Beahlt wird mit Kreditkarte.

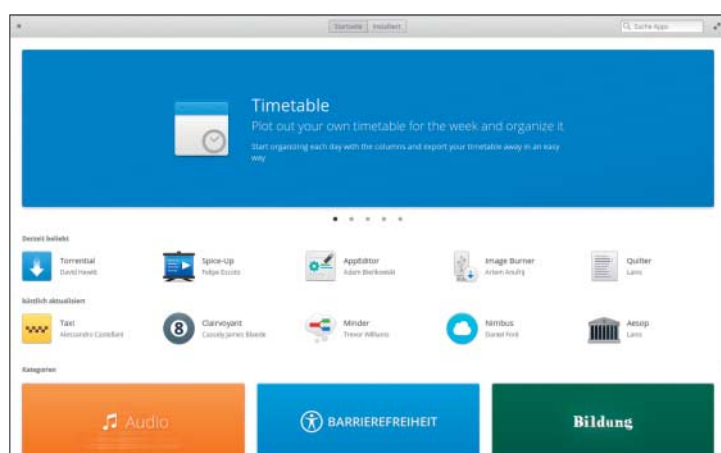
Wie das Software-Center von Ubuntu findet auch das App-Center keine Kommandozeilen-Tools oder Bibliotheken. Wer derlei installieren oder die Paketquellen anpassen will, dem bleibt nur apt auf der Kommandozeile. Allerdings erleichtert das App-Center die Installation der proprietären Nvidia-Treiber, die es unter „Installiert“ eigens auflistet – auch wenn sie noch gar nicht installiert sind.

Das App-Center unterstützt nicht Canonicals neues Paketformat Snap. Wer solche Pakete installieren will, muss die Anwendung Snapcraft nachinstallieren oder auf die Konsole zurückgreifen.

## Fazit

Das Elementary-OS-Projekt weiß, was es will, und verfolgt zielstrebig die Weiterentwicklung einer anwenderfreundlichen und schönen Linux-Distribution. Statt bahnbrechender Neuerungen hat sich das Projekt auf den Feinschliff konzentriert und dabei seine Zielgruppe fest im Blick. Das Ergebnis kann sich sehen lassen: Das System läuft stabil und der mit viel Liebe zum Detail gestaltete Desktop ist leicht zu bedienen. (lmd@ct.de) **ct**

**Viel kostenlose Open-Source-Software. Wer will, kann über das App-Center mit wenigen Klicks die Entwicklung unterstützen.**



# Raumklang mit Verstand

## Die KI-gestützte Klangbearbeitung des Surround-Receivers Yamaha RX-A3080 im Test



**Sie meinen, dass sich der Raumklang moderner Surround-Receiver nicht weiter verbessern lässt? Yamaha will mit „Surround AI“ das Gegenteil beweisen. Und alle, die keine Strippen zu den hinteren Lautsprechern ziehen wollen, finden hier gleich noch eine alternative Drahtlos-Verbindung.**

Von Nico Juran

Schon lang halten Yamahas AV-Receiver diverse DSP-Programme bereit, die aus Filmtönen das letzte Quentchen Klanggüte rausholen sollen. Bislang waren die Algorithmen jedoch jeweils auf ein Genre festgelegt – also etwa Actionfilme oder dialoglastige Streifen. Mit den neuen Modellen ab dem RX-A1080 bekommt man nun ein Feature namens „Surround AI“, das flexible Klangverbesserung verspricht und damit vor allem Filmen besser gerecht werden soll, in denen sich Szenen unterschiedlicher Art abwechseln.

Hierfür analysiert laut Hersteller der Sound-Prozessor im Receiver mittels

künstlicher Intelligenz alle 200 Millisekunden die eintreffenden Audiodaten, vergleicht sie mit in einer internen Datenbank abgelegten Beispielen und optimiert daraus den Raumklang in Echtzeit. Je nach Szene legt er den Fokus auf Elemente wie Dialog, Hintergrundmusik, Umgebungsgeräusche und Effekte. Laut Yamaha lernt die KI unentwegt weiter und arbeitet umso effektiver, je häufiger der Anwender die Funktion nutzt. Nach Inbetriebnahme benötigt Surround AI bei gewöhnlicher täglicher Nutzung laut Hersteller circa 7 bis 10 Tage, um merkliche Verbesserungen zu bringen. Eine genauere Erklärung, wie sich das Ergebnis ohne Feedback verbessert, blieb uns Yamaha schuldig.

Wir testeten das Feature am Yamaha RX-A3080. Der Receiver unterstützt auch die drahtlose Anbindung von Surround-Boxen, was wir gleich mit ausprobierten. Das Ergebnis finden Sie im Kasten rechts.

### Unerwartete Sperre

Zu Testbeginn wartete der Receiver mit einer unangenehmen Überraschung auf: Zwar verarbeiten er und seine Brüder weiterhin die üblichen Raumklang-Formate, darunter die 3D-Varianten Dolby Atmos und DTS:X mit Höhenlautsprechern. Der

Upmixer „DTS Neural:X“, der bei gewöhnlichen Surround-Abmischungen Höhenkanäle hinzurechnet, funktioniert jedoch nicht mehr bei Tonspuren, die in Dolby Digital Plus oder Dolby TrueHD kodiert sind. Am Receiver selbst ist das nicht ersichtlich, da sich die Anzeige im Gerätedisplay erwartungsgemäß auf „DTS Neural:X“ ändert. Den Hinweis auf diese Einschränkung in einer Fußnote der Bedienungsanleitung dürfte so mancher überlesen.

Warum sich Yamaha zu diesem Schritt entschieden hat, ist unklar: Zwar verbietet Dolby künftig das sogenannte Cross-Format-Upmixing auf Audiospuren, die in „seinen“ Formaten jenseits Dolby Digital kodiert wurden. Nach unserem Kenntnisstand gilt dies aber erst ab dem Modelljahr 2019. Denon und Marantz haben keine derartige Sperre in ihren neuen Receivern und wollen eine solche nach eigenen Angaben auch nicht per Update aktivieren.

DTS Neural:X ist zwar weiterhin nutzbar, indem man den Zuspeler Mehrkanal-PCM-Ton ausgeben lässt. Dann muss man aber jedes Mal auf Bitstream zurückschalten, wenn man Atmos und DTS:X hören will. Bei Tonzuspielung vom TV via HDMI-Audiorückkanal (ARC) ist wegen dessen

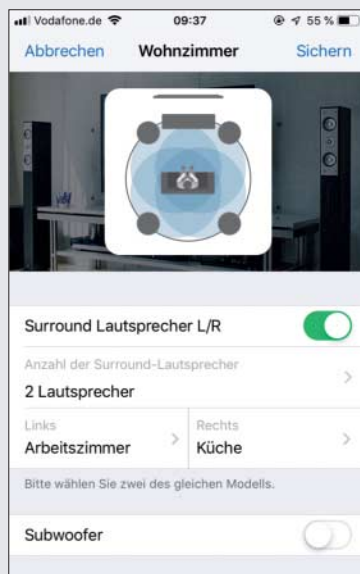
## MusicCast Surround

Yamahas vernetzte „MusicCast“-Lautsprecher der neuesten Generation kann man in einem 5.1-kanaligen Setup als Surround-Boxen nutzen. Aktuelle AV-Receiver und Soundbars des Herstellers funken in diesem „MusicCast Surround“-Modus die Audiosignale direkt über das 5-GHz-Band an die Boxen, sodass man sich das Ziehen von Lautsprecherkabeln erspart. Weiterhin bietet Yamaha einen MusicCast-Subwoofer an, der sich auch drahtlos anbinden lässt.

Wir testeten dies mit dem RX-A3080 und zwei MusicCast 20 (siehe S. 106). Im Surround-Betrieb lässt sich das Modell nur paarweise nutzen, der MusicCast 50 auch einzeln. Dann wird er in der Mitte hinter den Zuhörern platziert und sorgt über getrennt aufspielende Doppel-Tieftöner und Hochtonhörner für eine Stereoperspektive im Rückraum.

Die Boxen koppelt man einmalig über die MusicCast-App auf einem Android- oder iOS-Gerät mit dem Receiver. Danach führt man an diesem die gewohnte Einmessung durch, die sich hier aber auf eine Hörposition beschränkt.

Im Test klappte das Setup problemlos, die MusicCast 20 arbeiteten danach wie gewöhnliche, drahtgebundene Surround-Boxen. Sie schalten sich auch mit dem Receiver ein beziehungsweise auf Standby. Die angegebene Latenz von knapp unter 100 ms bei der Signalüber-



Die Boxen werden über die MusicCast-App mit AV Receiver oder Soundbar gekoppelt.

tragung bügelte der Receiver aus, Bild und Ton blieben synchron.

Wie von Yamaha versprochen, lassen sich die Boxen abwechselnd als Multiroom- und als Surround-Lautsprecher nutzen. Dafür muss man sie aber jedes Mal über die MusicCast-App vom Receiver entkoppeln beziehungsweise abermals koppeln. Immerhin entfällt ein erneutes Einmessen. Alles in allem ist MusicCast Surround damit eine gute Alternative zur klassischen Verkabelung im Rückraum.

Zusammenspiel mit Atmos und DTS:X zu deren Höhereffekte zwar weitere sinnvolle Geräusche von oben, was mittelmäßige 3D-Abmischungen aufwertet. Bei Upmixing von 5.1-Material, das deutlich häufiger anzutreffen ist, schlug sich Surround AI im Hörtest mit abgeschalteter unterer Ebene aber meist schlechter als DTS Neural:X.

Doch Surround AI ist eben mehr als nur ein Upmixer: Der Algorithmus beeinflusst die Wiedergabe auf allen Kanälen und punktete immer wieder gegenüber DTS Neural:X, der zwar die Höhenkanäle oft stärker befeuert, dies aber teilweise auf Kosten der Homogenität des Raumklangs. Mit Surround AI hatten wir hingegen – unabhängig ob mit 3D- oder 5.1-Material – das Gefühl, stärker vom Sound eingehüllt zu werden. Teilweise ließen sich dann auch in mit Effekten überladenen Szenen Stimmen und Details besser heraushören.

Allerdings zeigte sich auch, dass Surround AI kein Allheilmittel ist. Vor allem bei schwächeren 5.1-Abmischungen ließ sich kein Effekt feststellen. Die Funktion hilft also nicht bei billigen US-amerikanischen TV-Produktionen, wo in Action-szenen Dialoge gerne mal untergehen.

### Fazit

Aktuell täte Yamaha gut daran, erst einmal die offenbar unnötige Cross-Format-Upmixing-Sperre bei den aktuellen Modellen wieder zu entfernen. Surround AI macht vor allem gute Soundtracks einen Tick besser, ist gegen schwache Mixe aber machtlos. Dennoch ist die Entwicklung interessant – und könnte in Zukunft eine Trumpfkarte sein, wenn Dolby & Co in Protektionsmanier die Mauern gegen andere Upmixer hochziehen. (nij@ct.de) **ct**



## Yamaha RX-A3080

Surround-Receiver	
Hersteller	Yamaha, <a href="http://www.yamaha.de">www.yamaha.de</a>
Kanäle	9.2 (Signalverarbeitung bis 11.2)
Surround-Decoder	Dolby Digital, Dolby Digital Plus, Dolby Atmos, Dolby True HD, DTS-HD (MA und HR), DTS:X
Preis (Liste)	2500 €

eingeschränkter Bandbreite keine Mehrkanal-PCM-Ausgabe möglich. Kommt vom TV als komprimiertes Audioformat nur Dolby Digital Plus, sitzt man in der Patsche.

### KI am Start

Surround AI kann man nicht nur auf beliebige 5.1- beziehungsweise 7.1-kanalige Soundtracks anwenden, sondern auch auf Stereomaterial und sogar auf 3D-Sound-Abmischungen. Da die DSP-Programme denselben Prozessor beanspruchen, ist eine Kombination aber nicht möglich. Auch bei Nutzung eines Upmixers muss Surround AI außen vor bleiben. Allerdings

hat Yamaha die Funktion selbst mit einem Upmixing-Algorithmus ausgestattet. Solche herstellereigenen Upmixer will Dolby auch künftig nicht einschränken.

Einstellmöglichkeiten hat der Anwender bei Surround AI nicht. Der Receiver visualisiert über einen im TV-Bild eingeblendeten Indikator, wie der Algorithmus arbeitet. Dabei gibt einem der unterschiedlich aufleuchtende Kreis samt darunterliegender Pegelanzeige aber nur eine vage Ahnung, was passiert.

Ginge es nur um die Upmixing-Funktion von Surround AI, fiel das Ergebnis recht negativ aus. So kommen damit im





# Der milde Westen im TV

## Wie sich Red Dead Redemption 2 dem Netflix-Prinzip nähert

**Egal ob Sie gestandener Spieler sind oder einfach nur gerne Western schauen: Dieses Outlaw-Epos setzt neue Maßstäbe für Videospiele und lullt Sie ein wie das Dauerglotzen einer TV-Serie.**

**Von Hartmut Gieselmann**

Für gewöhnlich bleiben Spiele- und Film-Kritiker in ihrem jeweiligen Metier: Die einen vergleichen die neuesten Spiele untereinander, die anderen Filme und Fernsehserien. Dabei buhlen alle Unterhaltungsformate um das gleiche Zeitbudget beim Kunden. Der Hersteller Rockstar Games hat das verstanden und vermarktet sein neues Spiel „Red Dead Redemption 2“ (RDR2) über die Grenzen des üblichen Spielmarktes hinaus. „Wir konkurrieren nicht mit anderen Spielen,

wir konkurrieren mit Netflix“, stellte die Firma denn auch im Gespräch mit c’t fest. Nachdem wir zig Stunden durch die Welt von RDR2 geritten sind, ist uns klar, welche Konsequenzen das hat.

Während Ubisoft jedes Jahr neue Open-World-Spiele von „Assassin’s Creed“ über „Far Cry“ bis „Watch Dogs“ auf den Markt wirft und die Titel nach dem Baukastenprinzip immer wieder aus ähnlichen Spielelementen zusammenstellt, nahm sich Rockstar fünf Jahre Zeit, um sämtliche Aspekte von RDR2 neu zu überdenken. Denn wenn ein Spiel schon beim Zuschauen so viel Spaß machen soll wie eine TV-Serie, dann muss es nicht nur technisch überzeugen. Es braucht vor allem interessante Charaktere, die spannende Geschichten erleben.

Bei letzteren setzt Rockstar auf Altbekanntes: Der Spieler schlüpft in die Rolle des alternden Outlaws Arthur Morgan, der 1899 mit der Dutch-van-der-Linde-Gang den Westen der USA unsicher macht. Die

Bande überfällt Banken und Eisenbahnen und legt sich mit rivalisierenden Gangs an. Dabei sind ihnen Spezialagenten der US-Regierungen auf den Fersen. Wenn Dutchs Leuten der Boden wieder einmal zu heiß wird, ziehen sie mit ihrem Lager weiter. Das erinnert sehr stark an Filmklassiker über Butch Cassidy & The Sundance Kid oder Jesse James. Nur dass hier das Ganze über acht Kapitel mit über hundert Missionen und nahezu ebenso viele Spielstunden ausgedehnt wird.

### Im Frühtau zu Berge

Bei der Technik setzt RDR2 tatsächlich in vielen Bereichen neue Maßstäbe: Wo bei besagten Ubisoft-Spielen die Figuren zuweilen ungenlenk agieren und computergesteuerte Bewohner dieselben Sprachketzen mechanisch wiederholen, bewegen sich in RDR2 sämtliche Charaktere erstaunlich natürlich: Sie sprechen authentisches Südstaaten-Englisch ohne sich zu wiederholen und hinterlassen



echt wirkende Spuren im Schnee oder Schlamm.

Die Bewohner des Landstrichs gehen ihrem Tagesgeschäft nach. Wenn sich Morgan von der Feuerstelle der Gang einen Teller Suppe nehmen will, muss er warten, bis der Koch mittags den Eintopf fertig hat. Selbst Tiere gehorchen dem Tagesrhythmus: Morgens, wenn die Sonne aufgeht, schwebt noch der Nebeltau über den Wiesen und es singen andere Vögel als bei Sonnenuntergang. Wolken werfen realistische Schatten und tauchen die Szenerie immer wieder in neues Licht. Das sieht besonders auf HDR-Fernsehern beeindruckend aus.

Wenn Morgan einen erlegten Wolf oder erschossenen Gegner schultert, ist danach sogar sein Mantel an der richtigen Stelle blutverschmiert. Doch diese Akkuratess sorgt auch für Stirnrunzeln, wenn etwas nicht ganz stimmig ist: Etwa wenn der blutverschmierte Mantel nach wenigen Spielminuten wieder sauber ist, ohne gewaschen worden zu sein. Hier bleibt RDR2 im Uncanny Valley stecken, denn bei all dem gesteigerten Realismus fallen selbst kleinste Fehler unangenehm auf, die man technisch simpleren Spielen niemals ankreiden würde.

## Slow West

Damit der Spieler das alles genießen kann, hat Rockstar das Spieltempo deutlich reduziert. Während in anderen Spielen die Figuren oft im Laufschrift unterwegs sind, schlendert Morgan hier gemütlich daher. Im Vergleich zum hyperaktiven Grand Theft Auto, das Rockstar Games berühmt gemacht hat, wirkt RDR2 zuweilen wie ein Zeitlupenabenteuer. Jeder noch so lange Weg zur nächsten Mission muss mit dem Pferd zurückgelegt werden. Statt Hip-Hop aus dem Autoradio erklingt dabei spärliche Filmmusik, die die maleische Szenerie untermalt. Häufig ist man mit anderen Bandenmitgliedern unterwegs, die in pausenlosen Gesprächen ihre Gefühlslagen mitteilen und Geschichten von damals erzählen. Oder man trifft eine Farmerin, deren Pferd verendet ist und die zum nächsten Dorf begleitet werden will. Dort angekommen, bedankt sie sich artig und Morgan bekommt ein paar Pluspunkte auf sein Karmakonto.

Ist er hingegen unfreundlich oder erschießt gar hinterrücks andere Reisende (was uns mitunter unabsichtlich passierte, weil wir den falschen Knopf am Gamepad drückten), dann laufen Zeugen los, um Morgan beim Sheriff zu verpfeifen. Der



Arthur Morgan (links) gerät schon früh mit der Pinkerton-Detektei aneinander, die die Gang gnadenlos jagt.

setzt dann ein Kopfgeld aus: Je höher das ist, desto mehr Kopfgeldjäger tauchen immer mal wieder aus dem Hinterhalt auf, um Morgan zu jagen. Doch wo in Film daraus ein großes Drama entstehen würde, kann der Spieler in RDR2 die Sache einfach erledigen, indem er das Kopfgeld am nächsten Postamt selbst bezahlt. Dadurch drängt RDR2 den Spieler immer wieder dazu, sich nett zu verhalten, weil sonst die Konsequenzen für ihn zu ungemütlich werden.

Der Tod hat hier keinen besonderen Schrecken. Innerhalb einer Mission nimmt Morgan beim jüngsten automatischen Speicherpunkt einfach einen neuen Anlauf. Versagt der Spieler drei Mal, kann er die Stelle überspringen. Stirbt er bei der freien Erkundung der riesigen Spielwelt, wird ihm lediglich 10 bis 20 Prozent vom Inhalt seiner Geldbörse abgezogen – je nachdem, wie häufig er in der zurückliegenden Spielstunde ins Gras gebissen hat.

Das sorgt für einen unterbrechungs-freien Spielfluss: Selbst Neulinge können nicht steckenbleiben oder scheitern. Doch sämtliche Zusatzbeschäftigungen wie Crafting, Angeln oder das Verbessern der Waffen verlieren dadurch an Bedeutung. Es gibt keine Not, Morgan zum Superhelden aufzurüsten.

## Everybody's Darling

Wo Film-Dramen wie „Django Unchained“ oder „The Wild Bunch“ den Hauptfiguren unsympathische Charakterzüge verleihen, die der Geschichte oft erst ihren Reiz geben, soll sich der RDR2-Spieler mit seinem Avatar stets identifizieren. Er dient als diffuse Projektionsfläche für seine Träume: Mal tritt er ein bisschen böser, mal ein bisschen netter auf, doch beides ändert den Lauf der Geschichte nicht.

Hatte GTA V seine Story noch auf drei widersprüchliche Hauptfiguren verteilt und haarsträubend überspitzt, spannt RDR2 einen allzu langen Bogen um den inneren Konflikt des Helden, der als Outlaw und Naturliebhaber mit der anbrechenden Moderne, ihren Großgrundbesitzern und Fabrikschloten hadert. Wo man im Vorgänger auf überdrehte Kannibalen und Zombies traf, sind hier die Figuren lebensechter, dadurch glaubwürdiger und erwachsener. Gewiss, im hohen Norden kann man auf einen versteckten Roboter oder Riesen treffen, wenn man geduldig in den Bergen sucht. Viele Figuren schöpfen ihr Potenzial an Kontroversen allerdings kaum aus. Geschichten wie der Besuch einer religiösen Sekte werden nur kurz angerissen, bevor man in der nächsten Mission vielleicht eine Herde Schafe hüten muss.

Wo GTA als beißende Satire aufdreht, ist RDR2 ein langer und unglaublich aufwendig geschriebener Liebesbrief an das Western-Genre – leicht konsumierbar, angereichert mit etwas Gesellschaftskritik, doch fernab von absurden Zuspitzungen, wie man sie in Filmen von Quentin Tarantino sieht. Als Videospiel macht RDR2 damit einen gewaltigen Schritt nach vorn – allerdings verdeutlicht es auch, wie viel handlungsgetriebene Spiele in puncto Dramaturgie noch aufholen müssen, um mit Filmen und TV-Serien zu konkurrieren.

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

## Red Dead Redemption 2

Open-World-Western-Simulation	
Hersteller	Rockstar Games, <a href="http://www.rockstargames.com">www.rockstargames.com</a>
Systeme	PS4, Xbox One
Preis	circa 70 € (USK 18)

# Funkstille bei HTC

## Zwei Monate Warten auf die Reparatur eines Neugeräts



**Defekte lassen sich bei technischen Geräten leider nie ganz ausschließen. Doch wenn ein Smartphone direkt bei der Inbetriebnahme rumzickt, darf man als Kunde schon erwarten, dass der Verkäufer umgehend Ersatz liefert – bei HTC sah man das aber anders und schickte den Kunden auf eine monatelange Reparatur-Odyssee.**

**Von Georg Schnurer**

**B**ernd S. ist seit vielen Jahren treuer HTC-Kunde. Die Geräte waren für ihn stets gut genug ausgestattet und funktionierten auch wie gewünscht. Als im Juli 2018 der Kauf eines neuen Smartphones anstand, war für ihn klar, dass es wieder ein Modell von HTC sein sollte. Das neue Mobiltelefon sollte auch im Ausland mit vor Ort gekauften SIM-Karten genutzt werden, weshalb Bernd S. nach einer Variante mit Dual-SIM-Slot Ausschau hielt.

Unter den HTC-Modellen sprach ihn das Desire 12+ im schicken schwarzen

Gehäuse und mit 32 GByte Speicher an. Um auch in Sachen Garantie und Service auf der sicheren Seite zu sein, erwarb er das Gerät am 1. Juni 2018 direkt auf der Webseite der HTC Germany GmbH. Für passable 224,10 Euro war das Desire 12+ zwar kein Schnapper, doch die Sicherheit, hier direkt beim Hersteller einzukaufen, war Bernd S. der Mehrpreis im Vergleich zu den günstigsten Angeboten im Netz wert.

Doch schon kurz nach der Bestellung stutzte der Kunde: Die Rechnung kam nicht etwa von der HTC Germany GmbH, sondern von Digital River, einem Dienstleister mit Sitz in Irland. Bernd S. zahlte per PayPal und erhielt am 5. Juli sein neues Smartphone.

### DOA

Übers Wochenende nahm sich Bernd S. Zeit, das neue Gerät in Betrieb zu nehmen. Doch irgendwie klappte das nicht so recht: Immer, wenn er die Personalisierung des Desire 12+ abgeschlossen hatte, verwandelte sich das Gerät in ein Blinklicht. Das Display ging rhythmisch an und aus. Sofort informierte er den HTC-Support über das Internetformular. Doch die Antwort war wenig hilfreich: Er möge doch das Gerät per Werksreset in den Auslieferungszustand zurückversetzen und die Inbetriebnahme-Prozedur erneut durchführen. Wirklich zufrieden war Bernd S. mit diesem Rat nicht, dennoch wiederholte er die langwierige Prozedur mehrfach. Das Smartphone blieb ein Blinklicht, und so reklamierte er am 29. Juli erneut.

Dieses Mal bestand der HTC-Service darauf, dass das Gerät zur Überprüfung eingesendet wird. Man übermittelte eine DHL-Paketmarke an den Kunden und am 1. August trat das defekte Desire 12+ seine Reise zur HTC Germany GmbH – oder besser, zur in Sömmerda ansässigen Regeneris GmbH an. Diese übernimmt in Deutschland den Service für HTC.

Zwei Tage später traf das Desire 12+ in Sömmerda ein und Bernd S. wartete gespannt auf Nachricht, was denn nun mit seinem frisch erworbenen Smartphone



passiert. Doch es passierte erst einmal gar nichts. Also versuchte der Kunde am 11. August über die Reparatur-Tracking-Funktion auf der HTC-Webseite Näheres zu erfahren. Es blieb allerdings bei dem Versuch, denn die Tracking-Funktion lieferte abgesehen von einer Fehlermeldung keine Daten.

Notgedrungen wandte sich Bernd S. erneut per E-Mail an HTC. Dort entschuldigte man sich für den Fehler beim Tracking und informierte den Kunden, dass sich das Desire 12+ noch immer in der Diagnose befände.

## Geduldsprobe

Es vergingen weitere Tage ohne Nachricht von seinem frisch gekauften Smartphone und Bernd S. versuchte aufs Neue, über die Reparatur-Tracking-Funktion den Status seiner Reklamation abzufragen. Doch nach wie vor lieferte das System nur eine Fehlermeldung. So erkundigte sich der Kunde am 17. August erneut nach dem Verbleib seines Geräts.

Der HTC-Support bat um Geduld, so eine Reparatur würde 10 bis 14 Werkzeuge in Anspruch nehmen. Also übte sich der Kunde weiter in Geduld. Doch als auch eine weitere Nachfrage am 23. August nur die Information brachte, dass man auf Ersatzteile warte, wurde Bernd S. langsam sauer: Er hatte am 1. Juli ein neues Gerät bezahlt und ein defektes erhalten. Nun waren schon gut sieben Wochen vergangen und alles, was HTC dazu einfiel, war ein weiteres Mal die Bitte um Geduld.

Es folgten noch weitere Nachfragen von Bernd S., doch bei HTC wiederholte man nur gebetsmühlenartig die Bitte um Geduld. Das Desire 12+ befand sich nach wie vor in Reparatur und das Verfahren könne leider nicht beschleunigt werden.

So langsam platzte Bernd S. der Kragen. In scharfem Ton forderte er HTC auf, ihm nun endlich zu seinem Eigentum zu verhelfen. Doch inzwischen hielt es HTC anscheinend nicht mehr für nötig, dem Kunden überhaupt zu antworten. Da auch das Reparatur-Tracking-System nach wie vor nicht funktionierte, bat Bernd S. die c't-Redaktion um Hilfe.

## Schlamperei?

Wir sichteteten den umfangreichen Schriftwechsel zwischen HTC und dem Kunden und überprüften auch die Reparatur-Tracking-Funktion auf der HTC-Webseite. Doch auch wir kamen hier nicht weiter: Das System lieferte einen Server-Fehler,

wenn wir die Daten des Kunden eingaben. Die offensichtlich hinter der Funktion werkenden Internet Information Services (IIS), Microsofts Variante des Webserver Apache, stolperten wohl im Datensatz von Bernd S. über ein nicht vorhandenes Feld und fielen so auf die Nase.

Weit mehr als über diesen technischen Bug wunderte uns das generelle Vorgehen von HTC in diesem Fall: Wenn ein Kunde ein defektes Neugerät erhält, spricht man üblicherweise von „Dead on Arrival“ (DOA) und die meisten Hersteller haben für solche Fälle spezielle Sofort-Austausch-Programme. Warum das bei HTC nicht der Fall zu sein scheint, ist uns rätselhaft.

Doch selbst wenn defekt ausgelieferte Smartphones bei HTC nicht sofort ausgetauscht werden, sollte bei einem aktuellen Gerät die Reparatur innerhalb einer Woche gewährleistet sein. Dem Kunden nach über zwei Monaten Wartezeit einfach nicht mehr zu antworten, ist natürlich auch kein guter Stil. Wir baten deshalb sowohl die HTC Germany GmbH als auch die im Auftrag von HTC tätige Regenersis GmbH um Stellungnahme.

## Systemfehler

In Sömmerda wusch man die Hände in Unschuld: Die Probleme bei der Reparatur des Smartphones von Bernd S. hätte einzig und allein HTC zu vertreten, teilte uns Hendrik Reithe, Operational Program Manager MCE bei der Regenersis GmbH, telefonisch mit.

Tatsächlich räumte man dort ein, dass bei der Reklamation von Bernd S. auf

Seiten von HTC einiges schiefgelaufen sei. Zunächst hätte man bei der zweiten Reklamation des Kunden übersehen, dass es sich hier um einen bereits direkt nach Erhalt des Geräts reklamierten Fehler handelte. Dem Kunden wurde deshalb nur eine Reparatur als Lösungsoption vorgeschlagen. Aufgrund eines nicht näher beschriebenen Systemfehlers sei die Reparatur dann zurückgestellt worden. Hierbei handele es sich um einen bedauerlichen Einzelfall, beteuerte HTC.

Auch dem Fehler bei der Reparatur-Tracking-Funktion erklärt HTC mit einem Systemfehler, der bei diesem Datensatz eine Abfrage des Reparaturstatus verhindern würde. Man arbeite aber bereits daran, diesen Fehler zu beheben. Weit scheinen die IT-Experten von HTC hier aber noch nicht gekommen zu sein. Bei einer Testabfrage am 2. November 2018 lieferte das Tracking-System nach wie vor einen Server-Error, wenn man die Daten von Bernd S. eingab.

Immerhin hat es HTC inzwischen geschafft, Bernd S. zu einem neuen, voll funktionsfähigen Desire 12+ zu verhelfen. Parallel zur Lieferung des Ersatzgeräts entschuldigte sich das Unternehmen auch bei Bernd S. für den Ärger, den er mit seinem Gerät erlebt hatte.

Bernd S. ist glücklich, dass die nunmehr 12 Wochen andauernde Reparatur-Odyssee jetzt endlich ein Ende hat. Ganz versöhnt ist er freilich noch nicht mit HTC, denn schließlich konnte sein Fall erst geschlossen werden, nachdem sich c't eingeschaltet hatte. (gs@ct.de) **ct**

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**

### Server Error in '/' Application.

#### Runtime Error

**Description:** An application error occurred on the server. The current custom error settings for this application prevent the details of the application error from being viewed remotely (for security reasons). It could, however, be viewed by browsers running on the local server machine.

**Details:** To enable the details of this specific error message to be viewable on remote machines, please create a <customErrors> tag within a "web.config" configuration file located in the root directory of the current web application. This <customErrors> tag should then have its "mode" attribute set to "Off".

```
<!-- Web.Config Configuration File -->

<configuration>
  <system.web>
    <customErrors mode="Off"/>
  </system.web>
</configuration>
```

**Notes:** The current error page you are seeing can be replaced by a custom error page by modifying the "defaultRedirect" attribute of the application's <customErrors> configuration tag to point to a custom error page URL.

```
<!-- Web.Config Configuration File -->

<configuration>
  <system.web>
    <customErrors mode="RemoteOnly" defaultRedirect="mycustompage.htm"/>
  </system.web>
</configuration>
```

**Statt Statusinformationen zum Fortgang der Reparatur lieferte die Tracking-Funktion von HTC im Fall von Bernd S. nur eine Fehlermeldung des IIS.**



# Alternative Chrome OS?

## Android- und Linux-Apps auf Chromebooks einsetzen

**Chromebooks sind mittlerweile keine lahmen Geräte mehr, wo man nur einen Browser mit angeflanschem Display bekommt und mit denen man ohne Internet nichts anfangen kann. Wir haben uns angeschaut, welche Programme sich wie auf Chrome OS installieren lassen.**

**Von Stefan Porteck**

Chromebooks vereinen Tablets und schlanke Notebooks, sind ab 300 Euro zu haben und manche Geräte laufen locker zwölf Stunden und länger. Doch anders als Subnotebooks mit Windows sieht

man sie selten in freier Wildbahn. Ihnen haftet das Image an, dass sich auf dem vernagelten Betriebssystem keine Programme installieren lassen und die Nutzer sich mit popeligen Web-Apps herumschlagen müssen.

Tatsächlich erlaubt Chrome OS mittlerweile die Installation von Apps und Programmen aus drei unterschiedlichen Quellen. Wir zeigen, wie das funktioniert und welche passenden Pendants es für viel genutzte Desktop-Programme unter Chrome OS gibt.

### Angeflanscht

Wie andere Betriebssysteme kommt auch Chrome OS relativ nackt daher. Anwendungen wie Textverarbeitung, Mail-Clients oder AV-Player müssen nachträglich installiert werden. Die erste und ein-

fachste Anlaufstelle ist nach wie vor der Chrome Web Store.

Er eignet sich besonders für Apps populärer Webdienste wie Trello, Keep, Evernote, Pocket, Dropbox oder Google Drive. Bei den Chrome-Apps handelt es sich zwar um Erweiterungen des Chrome-Browsers, im Alltag nimmt man die meisten aber als eigenständige Anwendungen wahr: Sie landen nach der Installation regulär in der App-Übersicht und lassen sich für den Schnellzugriff im Dock anpinnen. Es ist also nicht nötig, erst den Browser zu starten und die gewünschte App dann dort aus einem Untermenü gesondert zu öffnen. Zudem laufen die meisten Chrome-Apps in einem eigenständigen Fenster, was die Täuschung perfekt macht, es mit einem eigenständigen, lokal installierten Programm zu tun zu haben. Die Verzah-

nung mit dem Chrome-Browser hat einen weiteren Vorteil: Die Erweiterungen greifen auf dessen Unterbau zurück und schleppen deshalb wenig Ballast mit sich herum. Oft sind sie nur wenige Kilo- bis Megabyte groß. Das spart vor allem bei günstigen Chromebooks nur mit 16 oder 32 GByte internem Speicher wertvollen Speicherplatz.

Bei etlichen Chrome-Apps ist die Angst unbegründet, sich vom Internet abhängig zu machen. Sie funktionieren auch offline: Solche wie Google Docs speichern die Änderungen an Daten zunächst lokal und synchronisieren sie, sobald zu einem späteren Zeitpunkt wieder eine Internetverbindung bereitsteht.

Findet sich für einen gewünschten Webdienst keine Chrome-App, baut man sie sich einfach mit wenigen Klicks selbst. Wer beispielsweise im Browser auf TV-Mediatheken oder den Web-Player von Spotify zugreift, kann eine Verknüpfung anlegen, die in der App-Übersicht auftaucht und im eigenen Fenster läuft.

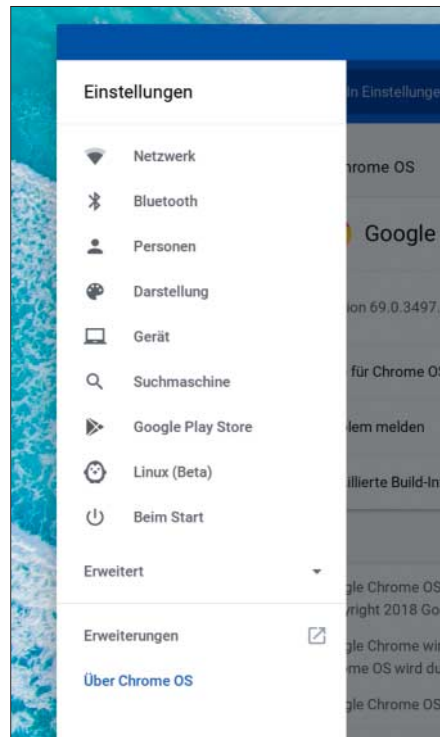
Dafür wird zunächst die gewünschte Webseite in Chrome aufgerufen und dann in die Einstellungen des Browsers gewechselt. Die Schaltfläche „Verknüpfung erstellen“ speichert die Verknüpfung im Dock und der App-Übersicht. Dort muss man sie lediglich mit gedrückter Alt-Taste anklicken und das Häkchen vor „In neuem Fenster öffnen“ setzen. Fortan öffnet sich die Webseite in einem neuen Chrome-Fenster, aber ohne Adress-, Menü- und Navigationsleiste, wodurch sie wie eine eigenständige App aussieht.

Der bislang größte Haken an Chrome OS: Für komplexere Anwendungen wie Bildbearbeitung, vollwertige Office-Programme oder Musik- und Videoplayer mit uneingeschränkter Offline-Fähigkeit finden sich oft keine Chrome-Apps. Hier springt mittlerweile Android ein.

## Befreundetes Ökosystem

Auf den meisten aktuellen Chromebooks lassen sich dank einer auf Native Client basierenden Laufzeitumgebung auch Android-Apps installieren und lokal ausführen. Unverständlicherweise ist diese Funktion standardmäßig deaktiviert. Wer ein unterstütztes Gerät besitzt, muss sie unter „Einstellungen/Google Play Store“ einmalig einschalten.

Danach lassen sich fehlende Programme durch Android-Apps kompensieren. Gut klappt das beispielsweise beim Dateimanagement: Der Dateibrowser von



**Die Unterstützung für Android-Apps aus dem Play Store und Linux lässt sich einfach in den Einstellungen aktivieren.**

Chrome OS hat nur eine Ein-Fenster-Ansicht und lässt sich mit Tastatur-Shortcuts einigermaßen erträglich und mittels Maus nur schwer erträglich bedienen.

Dank Android installiert man einfach den kostenlosen Dateimanager Total Commander, der mit seiner Zwei-Fenster-Ansicht auf Chromebooks auch viele Dateien komfortabel von A nach B verschiebt und kopiert. Da sich der Total Commander mit Plug-ins erweitern lässt, bügelt er auch gleich weitere Schwächen des aktuellen Chrome OS aus – etwa den fehlenden Zugriff auf Samba-Freigaben, Netzlaufwerke und FTP-Server.

Soll das Chromebook als Audioplayer erhalten, findet sich im Play Store eine schier unendliche Auswahl an Wiedergabe-Apps. Wer kein Geld ausgeben möchte, greift zum kostenlosen VLC-Player, den wir zusätzlich zu den leistungsfähigsten Videoplayern unter Chrome OS zählen.

Bei der Bildbearbeitung sieht es schlechter aus, da es Photoshop nicht für Chrome OS und Android gibt. Wer davon abrückt, findet aber brauchbare Alternativen: Hobbyfotografen, die mit dem Smartphone knipsen und Google Photos nutzen, bekommen mit Snapseed umfangreiche Bearbeitungsmöglichkeiten

und einen geschmeidigen Workflow. Professionelle Nutzer installieren stattdessen Photoshop Express oder Lightroom CC.

So hilfreich Android-Apps unter Chrome OS auch sein mögen, sie bergen auch eine kleine Gefahr: Viele Nutzer erliegen dem „Will-haben-Reflex“ und verfallen in einen regelrechten Installationsrausch. Sofern eine App wahlweise für Android und als Chrome-App verfügbar ist, sollte man nach unserer Erfahrung eher zu letzterer greifen. So nagen beispielsweise die Android-Apps für Google Drive und Google Photos durch ihre Hintergrundaktivitäten für eine regelmäßige Synchronisation stärker am Akku als die Chrome-Apps, ohne dass sie einen nennenswerten Vorteil bieten.

Am deutlichsten punkten Chromebooks bei ihren ursprünglichen Kernaufgaben: Als Office-Knechte ohne Lüfter laufen sie lautlos und mit einer Akkulaufzeit locker einen ganzen Arbeitstag. Für einfache bis mäßig komplexe Textverarbeitung und Tabellenkalkulation eignen sich Google Docs und Microsoft Office Online am besten. Die Integration als Chrome-App, die Offline-Fähigkeit und die kostenlose Verfügbarkeit ermöglichen produktives Arbeiten für jedermann – zumindest wenn man sich darauf einlassen will, dass alle Dokumente in der jeweiligen Cloud liegen.

Der Funktionsumfang der Online-Office-Lösungen bleibt aber leicht hinter dem vollwertiger Office-Pakete zurück. Auch mag sich nicht jeder an ein anderes Look & Feel gewöhnen. Doch wer seinen Workflow an Microsoft Office angepasst hat, nutzt einfach seine bestehende Office-Lizenz mit Word und Excel für Android.

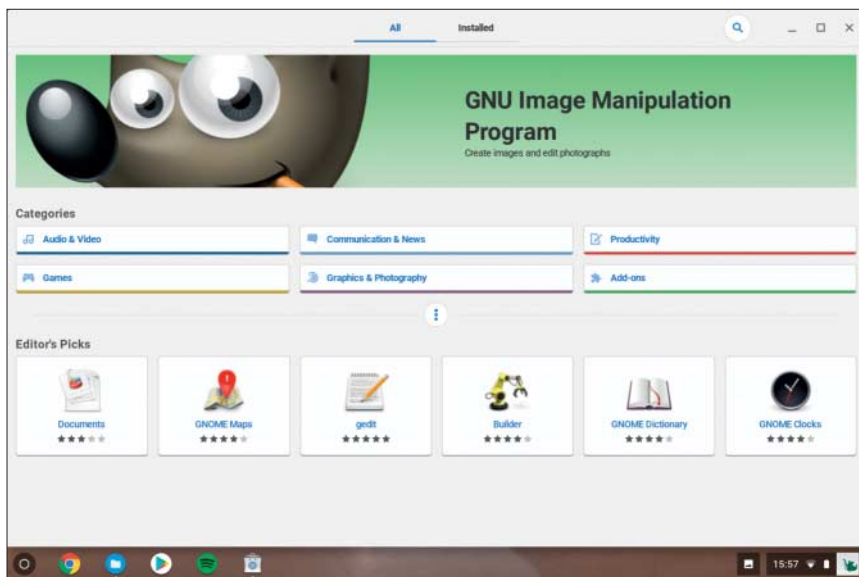
## Weniger Google

Bei manchen Android-Apps ist die Oberfläche nicht auf große Displays optimiert. Das lässt sich ausbügeln, indem man in den Chrome-OS-Einstellungen die Unterstützung für Linux aktiviert.

Das klappt derzeit mit den aktuellen Pixelbooks und einigen anderen Chromebooks mit x86-Prozessoren und Chrome OS ab Version 69. Die Linux-Unterstützung auch für Geräte mit Mediatek-Chips ist bereits geplant, was zukünftig viele Geräte von Acer und Lenovo mit ins Boot holt.

Das Einschalten der Linux-Unterstützung legt in der App-Übersicht eine Anwendung namens Terminal ab. Wirkt un-





Über das Software-Center lassen sich Linux-Programme auch ohne den Umweg über die Kommandozeile installieren.

scheinbar, doch dahinter steckt eine vollwertige Linux-Kommandozeile. Wer statt des Chrome-Browsers beispielsweise lieber Firefox nutzen will, installiert ihn im Terminal mittels `sudo apt-get install Firefox-ESR`. In unseren Tests integrierte sich Firefox nahtlos ins System und lief stabil und flüssig. Einzig die Touch-Unterstützung war etwas hakelig: Links lassen sich zwar antippen, doch das Zoomen in Webseiten per Zwei-Finger-Geste klappt nicht.

Mittels `apt-get` lassen sich auch andere Linux-Programme installieren, etwa das komplette Libre Office. Nachdem wir in dessen Einstellungen die Schrift- und Icon-Größe angepasst hatten, konnten wir auf unserem Pixelbook den vollen Funktionsumfang des Office-Pakets nutzen. Noch schmiegen sich die Linux-Programme nicht nahtlos ins Betriebssystem ein, da sie in einer virtuellen Maschine laufen. Das zeigt sich unter anderem dadurch, dass zugehörige Dateitypen nicht verknüpft werden. Die Dokumente lassen sich deshalb nicht per Doppelklick im Dateimanager öffnen, sondern man muss sie aus der gestarteten Anwendung laden.

Hat man Programme wie Firefox, Gimp oder Libre Office installiert, muss man sich fortan – wie am Desktop – selbst um deren Updates kümmern. Ein regelmäßiger Besuch der Kommandozeile mit den Befehlen `sudo apt-get update` und anschließend `sudo apt-get upgrade` ist also Pflicht.

Nutzt man viele Programme, ist das auf Dauer etwas umständlich. Wer es bequemer haben will, installiert mittels `sudo apt-get install gnome-software gnome-packagekit` das Gnome Software Center. Es aktualisiert alle installierten Programme bequem per Mausklick, außerdem bietet es eine sortierte Übersicht der verfügbaren Linux-Anwendungen. Zur Installation reicht ein Mausklick, ohne dass man vorab den Paketnamen suchen muss.

Sollte die Anwendungsliste nach der Installation des Software Center leer sein,

sorgen `sudo apt-get update` und `sudo apt-get dist-upgrade` für Abhilfe. Wer im anschließend reich gefüllten Anwendungskatalog nicht das gesuchte Programm findet, kann schauen, ob es stattdessen als Flatpack verfügbar ist oder man lädt es manuell herunter und installiert die `.deb`-Datei von Hand.

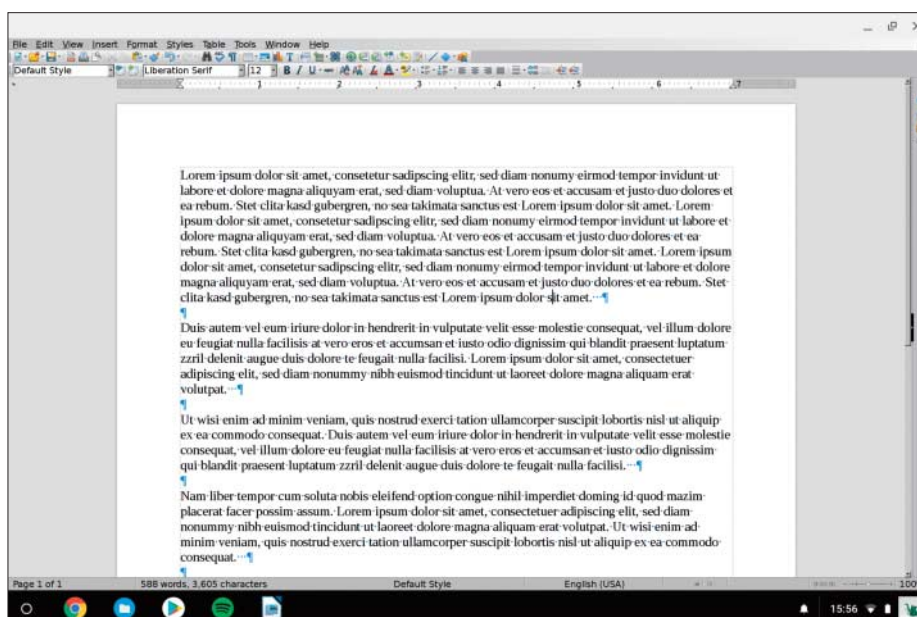
## Fazit

Google hat die Flexibilität von Chrome OS im vergangenen Jahr erheblich gesteigert. Außer Profis in den Bereichen Videoschnitt oder Bild- und Audiotbearbeitung finden Nutzer für nahezu jeden Anwendungsfall die passende Software, ohne sich massiv umgewöhnen zu müssen. Mit Linux-Programmen ist mittlerweile sogar möglich, Chromebooks ein wenig aus Googles Fesseln zu lösen.

Trotzdem fällt auf, dass die schlanken Notebooks ihr Potenzial am besten entfalten, wenn man sie so nutzt, wie Google sich das ursprünglich vorgestellt hat – sprich: mit schlanken, aber mittlerweile brauchbaren Chrome-Apps, die kaum Speicher benötigen, viele Daten in der Cloud ablegen und die Infrastruktur des Chrome-Browsers nutzen.

Wer in Kauf nimmt, dass der Akku ein Stündchen früher schlapp macht und ein Chromebook mit flottem Prozessor und im Idealfall mehr als 32 GByte Speicher besitzt, kann dafür die ganze Vielfalt von Android- und Linux-Apps nutzen.

(spo@ct.de) **ct**

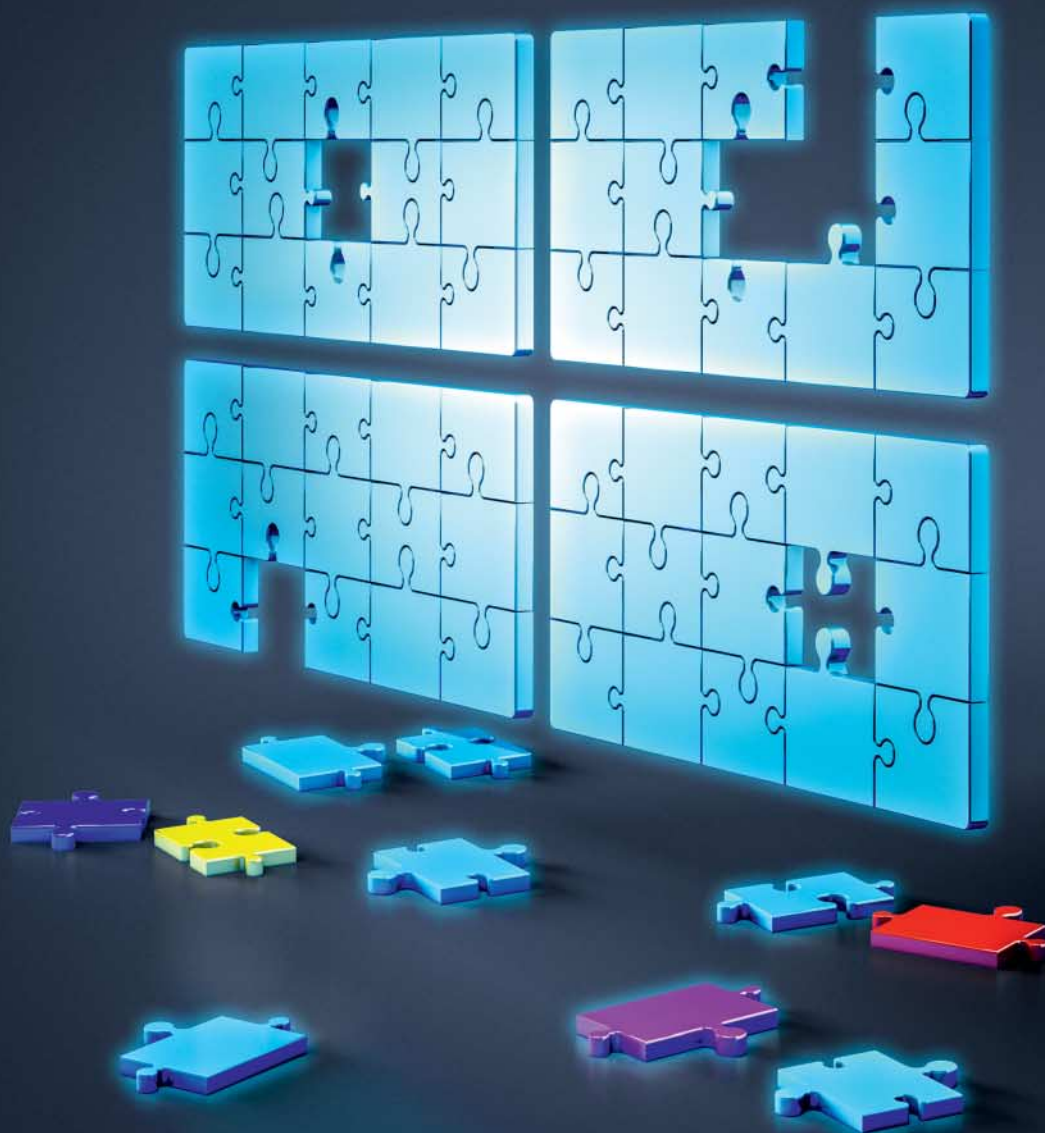


Ungewohnter Anblick: Libre Office läuft als natives Linux-Programm unter Chrome OS.

Anzeige

# Alltagshelferlein

Produktiver arbeiten mit Windows-Tools



<b>Alltagswerkzeuge .....</b>	<b>Seite 80</b>
<b>Betrachter .....</b>	<b>Seite 86</b>
<b>Komfort .....</b>	<b>Seite 90</b>
<b>Problemlösung .....</b>	<b>Seite 94</b>

**Windows-Nutzern begegnen immer wieder die gleichen Alltagsaufgaben und Probleme. In den letzten Jahren hat Windows vieles dazugelernt und bringt einige Lösungen mit. Doch manchmal kommt man mit zusätzlichen Tools bequemer ans Ziel. Wir stellen beliebte und in der Redaktion bewährte Tools vor.**

Von Jan Mahn

Unter Windows findet man meistens zwei Arten von Software. Auf der einen Seite gibt es die Spezialisten-Programme, die jeder nach seinem Aufgaben- und Interessensgebiet auswählt. Der Programmierer wird eine andere Ausstattung wählen als der Grafiker. Auf der anderen Seite gibt es die Herausforderungen, vor denen jeder schon einmal stand: ein ungewöhnliches Videoformat öffnen oder ein verschlüsseltes Zip-Archiv entschlüsseln. Deswegen hat jeder eine Sammlung an Lieblings-Tools, die er auf einem neu installierten Windows in Betrieb nimmt – aus guter Gewohnheit seit dem ersten Windows-XP-Computer. Unterdessen bekommt Windows mit jeder Version neue Funktionen dazu, um auf solche mehr oder weniger häufigen

Situationen zu reagieren. Da sie gern gut versteckt eingebaut werden, sollen auch diese vorgestellt werden, wenn sie die Installation weiterer Programme überflüssig machen.

Auch in unserer Redaktion gibt es typische Aufgabenstellungen, die regelmäßig wiederkehren und für die es gute Lösungen gibt. Über die Jahre haben sich auf unseren Rechnern kleine Hilfsprogramme angesammelt, die sich aus unserer Sicht bewährt haben. In diesem Artikel geht es um die Grundausrüstung – Dateien verwalten, ver- und entschlüsseln, der Umgang mit Datenträgern, Screenshots und Archiven. Aber auch kleine Reparaturen, zum Beispiel an Textdateien gehören dazu.

Ab Seite 86 geht es dann um Werkzeuge zur Dateibetrachtung: ob Office-Dokumente, Bilder oder PDFs. Mit einem guten Viewer wird die Arbeit einfacher

und nicht immer braucht man die große Office-Suite. Wer gern möglichst viel aus Explorer, Startmenü und Taskleiste herausholt, findet ab Seite 90 passende Werkzeuge.

Wenn es doch einmal klemmt, helfen bei einigen Problemen Live-Betriebssysteme wie das c't-Notfall-Windows [1]. Andere Defekte findet man nur im laufenden Windows-Betrieb – eine Auswahl nützlicher Tools stellen wir ab Seite 94 vor.

## Medien-Assistenten

Mit Dateien wird fast jeder Windows-Nutzer hantieren und einige Probleme lassen sich mit dem Windows Explorer nicht lösen. Das Kopieren von Ordnern mit vielen Dateien zum Beispiel funktioniert über die Oberfläche nicht immer zuverlässig. Der Vorgang bricht bei Unregelmäßigkeiten ab oder stellt einfach zu viele Fragen. Ganz ohne zusätzliche Software kann man sich auf der Kommandozeile helfen: Der Befehl `robocopy` kopiert ohne zu murren. Wer sich nicht in die Syntax einarbeiten will, findet in **Microsoft Robocopy GUI** eine grafische Oberfläche.

Wer nach dem Um- und Aufräumen das unbestimmte Gefühl hat, dass sich auf der Festplatte doppelte Dateien befinden, kann sich mit **AllDup** Gewissheit verschaffen. Das Programm gibt es zum Installieren und in einer portablen Variante. Die einfach wirkende Aufgabe löst es mit beliebig viel Aufwand. Der Nutzer wählt die zu durchsuchenden Ordner und die Kriterien aus, nach denen ge-

Die PowerShell kann auch grafische Oberflächen ausgeben. Diese Tabelle listet alle Dateien über 1 GByte auf.

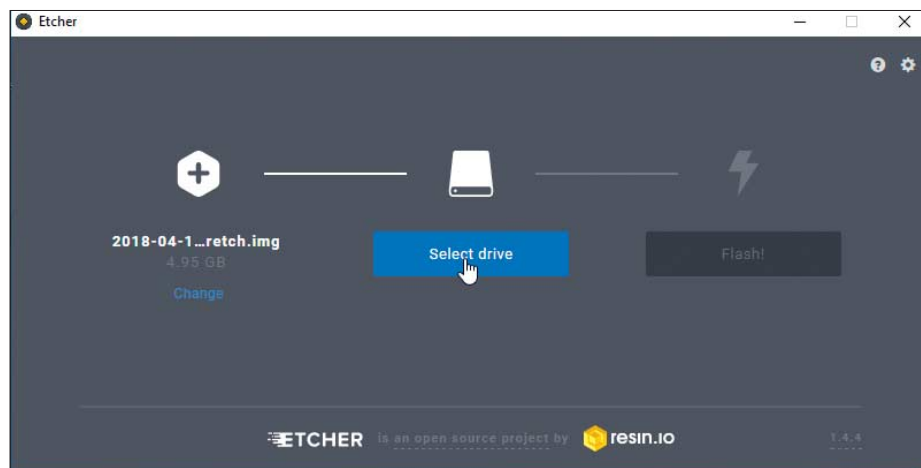
Administrator: Windows PowerShell

```
PS C:\> Get-ChildItem -Recurse -File | Where-Object {$_.length -ge 1000000000} | select FullName, Length | Out-GridView
```

Get-ChildItem -Recurse -File | Where-Object {\$\_.length -ge 1000000000} | select FullName, Length | Out-GridView

FullName	Length
C:\Program Files\Docker\Docker\resources\docker-for-win.iso	1.454.925.824
C:\Users\jam\Desktop\synctest\de_windows_10_business_editions_version_1803_updated_marc...	4.652.621.824
C:\Users\jam\Desktop\synctest\de_windows_10_business_editions_version_1803_updated_marc...	4.652.621.824
C:\Users\jam\Downloads\2018-04-18-raspbian-stretch.zip	1.776.761.413
C:\Users\jam\Downloads\NOOBS_v2_8_1.zip	1.827.722.638
C:\Users\jam\Downloads\Windows InsiderPreview_Server_vNext_de-de_17738.iso	4.531.978.240
C:\Users\jam\Downloads\2018-04-18-raspbian-stretch\2018-04-18-raspbian-stretch.img	4.953.473.024
C:\Users\jam\Downloads\NOOBS_v2_8_1\os\Raspbian\root.tar.xz	1.309.936.876
C:\Users\Public\Documents\Hyper-V\Virtual hard disks\MobyLinuxVM.vhdx	6.782.189.568
C:\Users\Public\Documents\Hyper-V\Virtual hard disks\Server 2019.vhdx	17.351.835.000
C:\Users\Public\Documents\Hyper-V\Virtual hard disks\Ubuntu.vhdx	8.191.475.712
C:\Users\Public\Documents\Hyper-V\Virtual hard disks\win10.vhdx	30.840.717.000
C:\Users\Public\Documents\Hyper-V\Virtual hard disks\win10_989F360B-E7CF-4359-B02C-9A0...	11.135.877.000
C:\win\install.wim	4.065.161.648
C:\win\win.iso	4.652.621.824





Stellt nicht viele Fragen: Welches Image? Welches Ziel?  
Dann beginnt Etcher mit dem Übertragen.

sucht werden soll. Wenn AllDup nur nach Dateien mit gleichem Dateinamen suchen soll, geht das vergleichsweise zügig, auch die Suche nach ähnlichen Dateinamen ist möglich. Die Überprüfung auf Dateien mit gleichem Inhalt dauert dagegen länger, das Programm erstellt entweder Hashes oder – besonders gründlich – vergleicht Dateien Byte für Byte. Vielfotografierer können die Funktion zum Aufspüren ähnlicher Bilder ausprobieren. Hier lohnt das Experimentieren mit dem eingesetzten Algorithmus und dem Schwellwert, um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen.

Hat man mit AllDup Textdateien gefunden, die zwar gleich benannt sind, sich aber inhaltlich unterscheiden – zum Beispiel unterschiedliche Bearbeitungs-

zustände eines Briefs –, gilt es, die Unterschiede zu finden. Bei dieser Aufgabe hilft **WinMerge**. Das Werkzeug ist zwar etwas in die Jahre gekommen und wird nicht mehr aktiv entwickelt, leistet aber auch unter Windows 10 noch gute Dienste. Über den Öffnen-Dialog lädt man zwei Dateien oder Ordner für einen Vergleich und erhält die Unterschiede zeilen- oder dateienweise dargestellt. Etwas antiquiert sieht im Vergleich die Oberfläche von **csdiff** aus, funktioniert aber sehr ähnlich.

## Speicherplatz-Suche

Um beim Aufräumen auf der Festplatte großen Dateien auf die Spur zu kommen, braucht es kein Zusatzwerkzeug. Diese Aufgabe erledigt eine Zeile in der PowerShell ganz mühelos und gibt eine über-

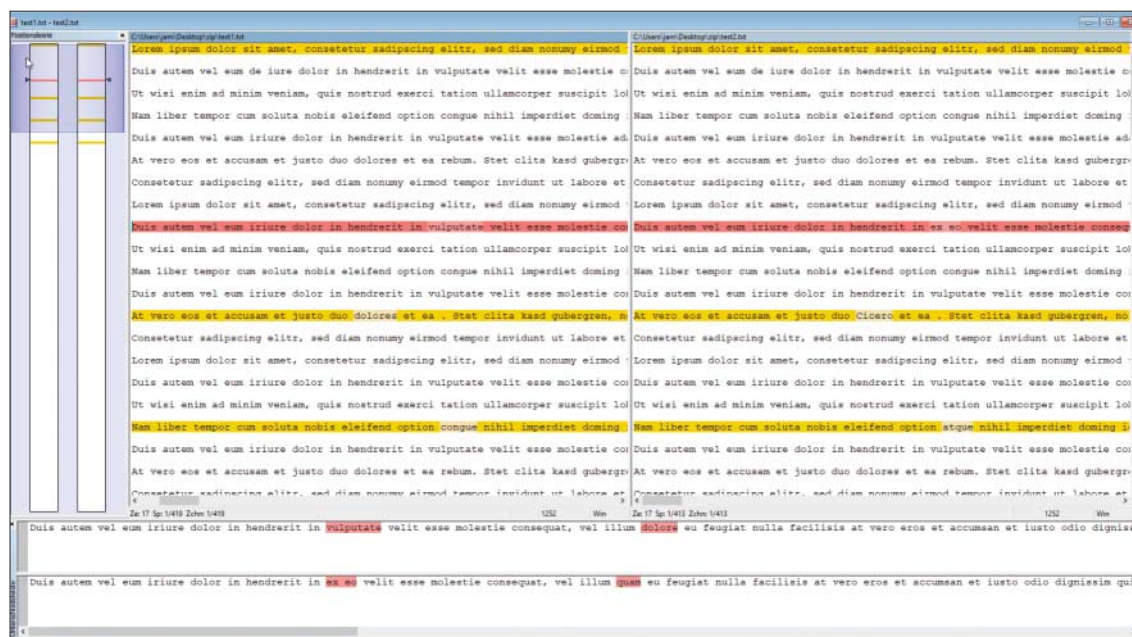
sichtliche Tabellenansicht zurück. Öffnen Sie eine PowerShell und navigieren Sie zum Ordner, den Sie durchsuchen möchten (oder auf die oberste Ebene einer Festplatte), und führen Sie den Befehl aus:

```
Get-ChildItem -Recurse -File |
Where-Object {$_.length -ge
1000000000} | select FullName,
Length | Out-GridView
```

Damit werden alle Dateien ab 1 GByte (1.000.000.000 Byte) gesucht und mit Name und Pfad angezeigt. Über den Parameter `-ge` ändern Sie den Schwellwert. Speichern Sie diesen Befehl in einer Datei mit der Endung „ps1“, um sie später wieder zur Hand zu haben.

Mit Archiven kann Windows nur im beschränkten Umfang umgehen. Seit Windows ME gibt es einen Packer und Entpacker, der kennt aber bis heute nur das Zip-Format. Ganz neu ist tar auf der Kommandozeile für Tarballs aus der Linux-Welt. Am Open-Source-Tool **7-Zip** führt weiter kein Weg vorbei. Es kann mit allen üblichen Paketen arbeiten, hat keine Mühe mit Ver- und Entschlüsselung und funktioniert darüber hinaus auch über die Kommandozeile und in eigenen Skripten. Auf Shareware-Alternativen mit nervigen Pop-ups kann man gänzlich verzichten.

Wer in Zeiten von Streaming-Diensten noch Wert auf seine eigene Offline-Musiksammlung legt, wird **mp3tag** zu schätzen wissen. Die Software macht das Bearbeiten der Metadaten von Musikdateien einfach. Es kommt mit allen gän-



Findet den Fehler:  
Winmerge zeigt genau, worin sich zwei Dateien oder Ordner unterscheiden. Das erspart manuelle Sucharbeit.



gigen Audioformaten klar, erlaubt nützliche Exporte von Listen und das Festlegen von Albencovern. Wer nicht bei jeder Datei Hand anlegen will, kann Daten aus Online-Datenbanken abrufen. Um Musik von CDs auf die Festplatte zu kopieren, ist keine zusätzliche Software nötig. Diese Aufgabe bewältigt der **Windows Media Player**, der immer noch als klassische Desktop-Anwendung mitgeliefert wird. Auch wenn er nicht mehr die erste Wahl zum Abspielen ist – CDs kopieren kann er.

Zum Übertragen von nicht kopiergeschützten DVDs steht der oft unterschätzte **VLC Media Player** bereit. Über das Menü kann man den Inhalt der DVD in eine Videodatei umwandeln. Ebenfalls eher unbekannt: Der Player kann auch als Streaming-Server im Netzwerk dienen und beliebige Medien als Livestream verteilen.

Um schnell ein paar Dateien oder Ordner auf eine CD oder DVD zu übertragen, braucht es unter einem modernen

Windows keine zusätzlichen Programme mehr. Über „Senden an“ im Kontextmenü kann man einen Brennvorgang schnell und unkompliziert starten. Wer dagegen Installationsmedien für andere Rechner erstellt, braucht eine Möglichkeit, Abbilder so zu übertragen, dass das Medium auch bootfähig ist.

**Etcher** ist eines der Programme, die genau eine Aufgabe gut lösen: Datenträger-Abbilder wie ISO- oder DMG-Dateien auf ein bootfähiges Medium kopieren. Etcher stellt nur zwei Fragen: Welches Abbild möchten Sie kopieren? Auf welches Medium möchten Sie kopieren? Mit wenigen Klicks ist zum Beispiel die SD-Karte für den Raspberry Pi fertig.

**Rufus** ist eine Alternative für alle, die mehr Einstellmöglichkeiten beim Erstellen bootfähiger Medien brauchen: Dateisystem, Partitionsschema und Optionen für die Formatierung. Dennoch ist die Oberfläche verständlich und schlank aufgebaut. Mit Rufus ist ein Windows-Installationsstick schnell angelegt.

## Foto-Gehilfen

Wer viel fotografiert oder nach dem Betriebsausflug die Aufgabe übernommen hat, alle Bilder von mehreren Digitalkameras zu sortieren, ist über ein Hilfsmittel dankbar, das Fotos sinnvollere Dateinamen gibt. Genau das erledigt **Namexif**. Es liest aus den Exif-Informationen Aufnahmezeit und -uhrzeit und macht daraus einen Dateinamen. Das erleichtert das Sortieren – vorausgesetzt, der Fotograf hat in seiner Kamera die Uhr gestellt.

Screenshots legt Windows von Haus aus beim Drücken der Druck-Taste in die Zwischenablage. Mit Windows+Druck landet das Bild als PNG-Datei im Ordner Bilder\Screenshots. Wer mehr Komfort beim Bildschirmfotografieren braucht, kann sich **Greenshot** ansehen. Es reagiert auf die Druck-Taste mit einer Aktion, die der Nutzer konfiguriert hat. Standardmäßig erscheint ein Fadenkreuz mit einer Lupe, um einen Bereich des Bildschirms auszuwählen. Fortgeschrittene können das erzeugte Bild zum Beispiel an ein

Anzeige



Ein Programm, eine Aufgabe: Namexif liest die Aufnahmezeitpunkte von Bildern aus und benennt sie um – praktisch zum Aufräumen nach dem Urlaub.

sein. Auch Peer-to-Peer-Lösungen funktionieren gut und sind sogar kostenlos zu haben – wie **Resilio** und **SyncThing** [2]. Zum Verschlüsseln von Dateien in Clouds gibt es nur noch eine kostenlos uneingeschränkte Lösung. Das lange kostenlose **Boxcryptor** unterstützt in der kostenlosen Version nur noch eine Cloud, die Alternative **Cryptomator** ist kostenlos und bindet den Container per WebDav ein.

## Profi-Werkzeugkasten

**Hyper-V** ist eines der bordeigenen Werkzeuge, das bei Desktop-Benutzern kaum bekannt ist. Dabei ist es ein sehr mächtiger Hypervisor, der eigentlich aus der Windows-Server-Welt stammt und bei Windows 10 Professional und Enterprise dabei ist. Wer mit **virtuellen Maschinen** arbeitet, bekommt hier alles, was er für Betrieb und Verwaltung benötigt: Maschinen-, Datenträger-, Snapshot- und Netzwerkverwaltung in einer schlichten und funktionalen Oberfläche. Das Feature wird über „Windows-Features aktivieren oder deaktivieren“ in der Systemsteuerung aktiviert.

Ebenfalls mit Windows 10 mitgeliefert wird das **Windows Subsystem für Linux (WSL)**, mit dem man eine Linux-Kommandozeile ganz ohne virtuelle Maschine unter Windows öffnen kann. Das ist im Alltag zum Beispiel praktisch, um auf Linux-Maschinen – zum Beispiel ein Raspberry-Projekt oder ein NAS – zuzugreifen. Auf einen zusätzlichen SSH-Client wie den Klassiker **PuTTY** kann man damit gut verzichten. Außerdem bekommt man einige nützliche Kommandozeilentools wie zum Beispiel **grep** zum Suchen nach Zeichenketten oder **wc** zum Zählen von Wörtern und Zeichen in einem Text. Zur Installation muss das WSL als Feature in der Systemsteuerung aktiviert werden. Anschließend kann man eine Distribution wie Ubuntu oder Debian im Store herunterladen.

Für das Linux-Werkzeug **curl** muss man das WSL unter Windows 10 übrigens nicht mehr bemühen. Dieses hat Microsoft für Windows übersetzt und in Windows integriert.

Wer darüber nachgedacht hat, einen umfangreicheren Taschenrechner zu installieren, oder für jede Umrechnung das Internet bemüht, sollte sich die Funktionen des bordeigenen **Rechners** ansehen, der in Windows 10 als App daherkommt und im Vergleich zu Windows 7 dazuge-

beliebiges Programm übergeben. Probleme hat Greenshot nur mit sogenannten Scrollshots, also Aufnahmen von Webseiten, die länger sind als das Fenster – Greenshot nutzt dafür den Internet Explorer und baut Darstellungsfehler in die Bilder ein. Besser löst das **PicPick**, das für private Anwender kostenlos ist und Scrollshots von beliebigen Programmen anfertigen kann.

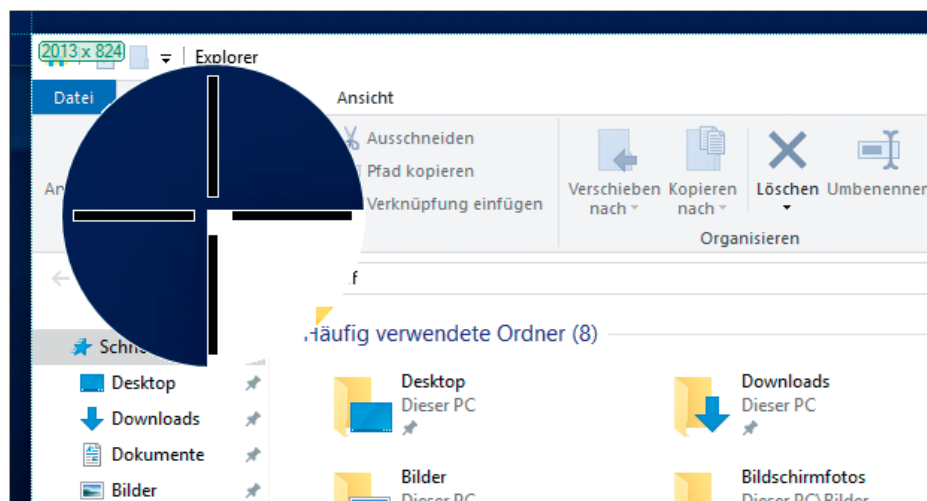
Wer häufig Schritt-für-Schritt-Anleitungen für Freunde, Familienmitglieder und Kollegen zusammenstellen muss, kann sich das Leben mit **ScreenToGif** leichter machen. Statt einzeln Screenshots anzufertigen und diese zum Beispiel in einem Textdokument zusammenzukopieren, erstellt man damit Gif-Animationen. Entweder als kurze Videosequenz oder in zusammengefügt Standbildern – mit F7 hängt man ein Bild an. Ganz nebenbei

kann man mit dem Tool auch das Bild einer Webcam aufnehmen und an einer virtuellen Tafel zeichnen.

## Daten-Tresore

Wer Dateien noch mit TrueCrypt verschlüsselt, sollte sich schleunigst nach einer Alternative umsehen. Das Programm wird seit Jahren nicht weiterentwickelt und gilt als unsicher. Die moderne Alternative heißt **VeraCrypt** und ist Open-Source-Software. Etwas komfortabler ist das Windows-Bordmittel **BitLocker**, das in Windows 10 Professional und Enterprise dabei ist. Wie diese Programme im Alltag bedient werden, haben wir in c't 14/2018 beschrieben [1].

Um Ordner auf mehreren Computern synchron zu halten, muss es nicht zwangsläufig eine Synchronisierung über eine Cloud wie Microsofts OneDrive



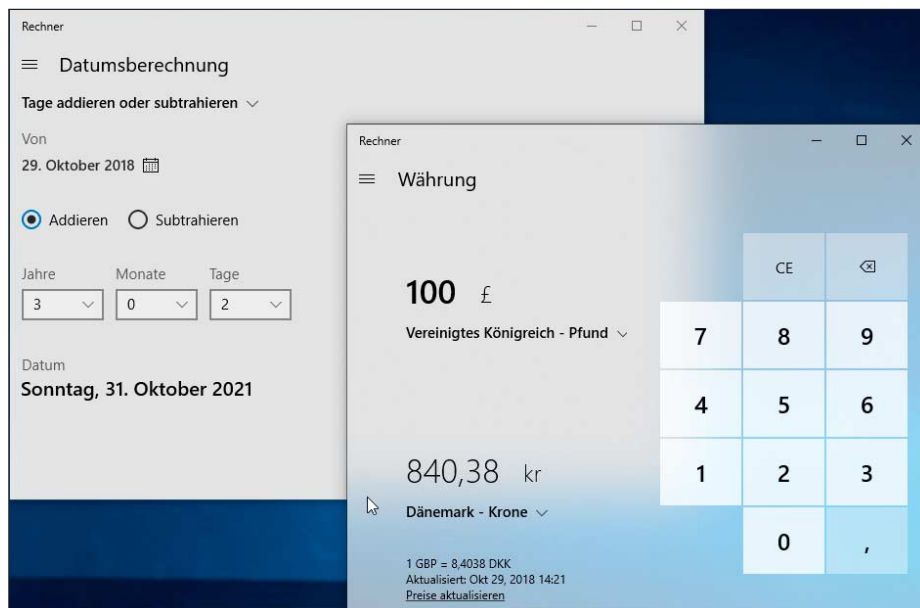
Greenshot erweitert die Funktionalität der Drucken-Taste. Im Auswahl-Modus erscheint ein Fadenkreuz für pixelgenaue Auswahl.

lernt hat. Hinter dem Hamburger-Menü oben links verstecken sich neben wissenschaftlichen Taschenrechnerfunktionen allerlei Umrechnungen für gängige und weniger gängige Maße, Daten und Zahlensysteme (hinter dem Menüpunkt „Programmierer“). Für die Umrechnung von Währungen lädt die App die aktuellen Kurse aus dem Internet nach.

Einen guten Texteditor brauchen nicht nur Programmierer – zum Beispiel um eine Konfigurationsdatei anzupassen oder einen Log auszulesen. Der vorinstallierte Editor kann zwar neuerdings mit Linux-Zeilennenden umzugehen, ist aber für kaum eine Aufgabe wirklich gut geeignet. Ein bewährter Ersatz ist **Notepad++**. Das Programm öffnet auch große Text- und Codedateien ohne Zicken, kommt bestens mit Zeichensätzen klar und wandelt Dateien bequem zwischen diesen. Anhand der Dateiendung wählt es aus, wie die Inhalte hervorgehoben werden. Für anspruchsvollere Nutzer ist **Visual Studio Code** eine gute Alternative. Über Plug-ins kann man hier für fast jede Programmiersprache und fast jedes Datenformat zusätzliche Funktionen einrichten.

### Abgelegte Werkzeuge

Flash, Adobe Air, Java und Silverlight gehörten früher zu den ersten Programmen, die man auf einem frisch eingerichteten PC installiert hat. Von dieser Gewohnheit kann man sich heute trennen. Die meisten



Der borbereitete Rechner ist längst mehr als ein Taschenrechner. Er konvertiert auch Einheiten und Währungen und rechnet mit Datumsangaben.

Anwender werden auch ohne diese Hilfsmittel alle Anwendungen und Webseiten nutzen können. Im Internet hat HTML5 diesen Produkten längst den Rang abgelaufen und Webseitenbetreiber, die im Jahr 2018 noch auf Flash setzen, muss man nicht länger mit einem Besuch unterstützen.

Insgesamt ist es nicht sinnvoll, einen Computer von Anfang an mit allen vorgestellten Tools auszustatten. Wer die Werk-

zeuge immer dann zur Hand nimmt, wenn das Problem erstmals auftritt, vermeidet eine Sammlung unbenutzter Hilfsmittel. (jam@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Jan Schüßler, Taschentresor, USB-Medien sicher verschlüsseln, c't 14/2018, S. 116
- [2] Merlin Schumacher, Dropbox-Alternativen, Dateisynchronisation in der Cloud, auf dem eigenen Server und Peer-to-Peer, c't 23/2018, S. 74

Anzeige



# Ansichtssache

## Betrachter für viele Dateitypen

**Ob Fotos, Audio- oder Video-dateien: Mit den wichtigsten Dateitypen kann Windows von Haus aus etwas Sinnvolles anfangen. Allerdings unterstützen die mitgelieferten Programme bei Weitem nicht alle Dateiformate und deren Spezialitäten. Unsere Sammlung externer Betrachter und Player ändert das.**

**Von Hajo Schulz**

**W**enn man im Windows-Explorer eine Datei doppelklickt, stehen die Chancen nicht schlecht, dass das sich ein Fenster mit deren Inhalt öffnet. Je nach Dateityp kann es aber vorkommen, dass man darauf recht lange warten muss, erweiterte Funktionen zum Umgang mit der Datei fehlen oder Windows komplett ahnungslos ist, was es mit der Datei anfangen soll. Diese Lücken stopfen Viewer von Drittherstellern, die es für zahlreiche Dateiformate kostenlos gibt. Die beliebtesten haben wir im Folgenden für Sie zusammengestellt.

Allen externen Viewern ist gemeinsam, dass man Windows zunächst beibringen muss, dass man sie installiert hat und für die unterstützten Formate künftig

als Standard benutzen will. Die Optionen, die manche Viewer für diesen Zweck in ihren Installationsprogrammen oder Einstellungs-Dialogen vorsehen, funktionieren erfahrungsgemäß häufig nicht. In Windows findet man die dafür zuständigen Einstellmöglichkeiten in der Systemsteuerung unter Programme/Standardprogramme. Unter Windows 10 führt ein alternativer Weg über die Seite Apps/Standard-Apps in den Einstellungen. Moderne Viewer registrieren bei Windows sämtliche Dateitypen, mit denen sie umgehen können. Unter „Standardprogramme festlegen“ beziehungsweise „Standardeinstellungen nach App festlegen“ kann man dem gewünschten Viewer dann einfach die Formate zuweisen, für die man ihn benutzen will. Weitere Einstellmöglichkeiten und die Zähmung widerspenstiger Apps haben wir in [1] beschrieben.

### Webseiten

Mit dem Internet Explorer bringt Windows bereits einen Browser und damit einen Betrachter für Webseiten mit. Unter Windows 10 gesellt sich Microsoft Edge dazu. Besonders beliebt sind beide nicht. Für



den **Internet Explorer** gilt das zurecht, denn er ist mittlerweile hoffnungslos veraltet. **Microsoft Edge** ist dagegen durchaus einen zweiten Blick wert, bringt er doch Vieles von dem mit, was man von einem modernen Browser erwartet: Synchronisation von Einstellungen und Favoritenliste über die Cloud etwa oder die Fähigkeit, PDF-Dateien anzuzeigen. Außerdem kann man auf vielen Webseiten eine komfortable „Leseansicht“ aktivieren: Sie blendet Navigationselemente, Werbung und alles andere aus, was vom eigentlichen Inhalt ablenkt, und stellt den verbleibenden Text in einem lesefreundlichen, mehrspaltigen Layout dar.

Die populärsten Alternativen zu den Microsoft-Browsern sind **Mozilla Firefox** und **Google Chrome**. Zu ersterem greifen vor allem Anwender, denen es wichtig ist, dass ihr Surf-Verhalten nicht von einem notorischen Datensammler wie Google oder Microsoft beobachtet wird. Chrome punktet dagegen in den Disziplinen Geschwindigkeit und Integration mit anderen Google-Diensten wie Suche oder Übersetzer. Wer die Geschwindigkeit von Chrome möchte, aber Google beim Surfen lieber außen vor lässt, greift zu **Chromium**: Dieser Browser verwendet Open-Source-Varianten der Rendering-Engine und des JavaScript-Interpreters von Chrome, sieht aber keine Google-Anmeldung vor. Von Firefox und Chrome gibt es übrigens auch Mobil-Ausgaben für Android und für iOS. Lesezeichen, Formulareingaben, gespeicherte Passwörter und einiges mehr lassen sich jeweils plattformübergreifend über einen Cloud-Dienst synchronisieren.

## Bilder

Bilddateien in den populärsten Formaten öffnet unter Windows 10 von Haus aus die App **Fotos**. Auch die von früheren Windows-Versionen bekannte **Windows-Fotoanzeige** ist hier noch an Bord, fühlt sich aber nur noch für TIF-Dateien zuständig. Beide Anwendungen können durch Bilder in einem Ordner blättern oder sie als Diashow anzeigen. „Fotos“ beherrscht zudem grundlegende Bildbearbeitungsfunktionen wie Ausschnittvergrößerungen, das Entfernen roter Augen und einige Effektfiler.

Wem das nicht reicht, der besorgt sich einen externen Bildbetrachter wie **IrfanView**. Der ist vor allem auf Geschwindigkeit optimiert und glänzt bei der Auswahl der unterstützten Dateitypen: Historische und exotische Formate kennt er ebenso

wie animierte GIF-Dateien und mehrseitige TIFs. Etliche der Formate kann das Programm auch schreiben und empfiehlt sich so als Konvertierer, wobei es die umgewandelten Bilder auch gleich verkleinert oder vergrößert, ihre Farbtiefe ändert oder neue Dateinamen vergibt.

Bei Diashows ist IrfanView nicht auf den Inhalt eines Ordners beschränkt, die zu präsentierenden Bilder lassen sich vielmehr beliebig zusammensuchen und umsortieren. So definierte Diashows speichert das Programm auf Wunsch in Einstellungsdateien, die sich jederzeit erneut abspielen lassen. Auf verspielte Übergänge zwischen den Bildern muss man allerdings verzichten.

Für die schnelle Übersicht über Foto-Ordner oder zur Auswahl von Bildern für Batch-Konvertierung und Diashow bringt IrfanView zudem ein Thumbnail-Fenster mit, das auf Wunsch auch den Inhalt von Unterordnern umfasst.

## Medien

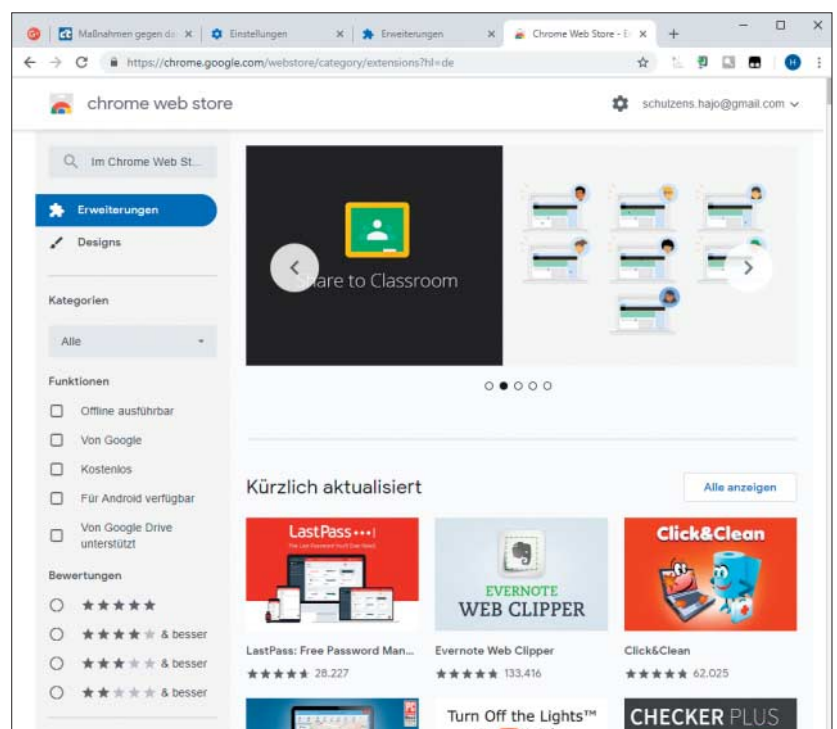
Audio- und Videodateien spielt Windows schon seit etlichen Ausgaben im **Windows Media Player** ab. Zusätzlich dient das Programm als Medienverwaltung. In Windows 10 ist mit **Groove-Musik** ein zweiter Audio-Player hinzugekommen, der auf dieselben Sammlungen wie der Media

Player zugreift und eine Touch-kompatible Oberfläche mitbringt. Dasselbe leistet für Videos die App **Filme & TV**, die aber vor allem dazu dient, Filme und TV-Serien in Microsofts Store einzukaufen.

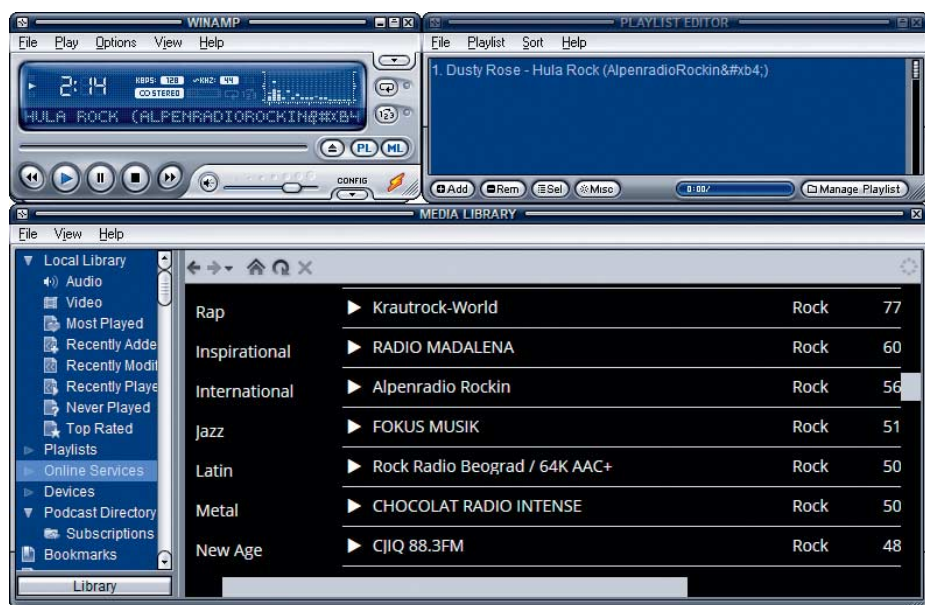
Wer auf dieses Angebot verzichten kann und einen schlanken, schnellen Player bevorzugt, installiert sich den **VLC Media Player**. Der besticht zunächst einmal durch seine beeindruckende Liste unterstützter Audio- und Video-Dateiformate. Dazu kommt die Möglichkeit, Inhalte aus dem Netz abzuspielen, darunter Live-Streams von (Internet-)Radio- und TV-Sendern oder YouTube-Videos. Letztere lassen sich auch – wie alle Dateien, die VLC kennt – in andere Formate konvertieren und lokal speichern. Auf Wunsch kann VLC auch seinerseits als Server dienen und anderen Geräten im Netz einen Stream zur Verfügung stellen.

Den abgespielten Inhalten kann VLC allerlei Effekte hinzufügen: Für die Sound-Ausgabe stehen ein Equalizer und ein Kompressor zur Verfügung, Videos lassen sich unter anderem nachschärfen, beschneiden oder mit einem Logo versehen, bei beiden Medientypen kann man die Abspielgeschwindigkeit regulieren.

Ein Media Player, der sich traditionell großer Beliebtheit erfreut und nach langer Zeit gerade erst in einer neuen Version



Im Chrome Web Store findet sich eine umfangreiche Sammlung an Erweiterungen für Googles Webbrowser. Die meisten stehen kostenlos zur Verfügung.



Der Medienplayer Winamp ist zwar schon etwas in die Jahre gekommen, erfreut sich aber vor allem wegen seiner nachinstallierbaren Skins großer Beliebtheit.

erschienen ist, ist **Winamp**. Fans lieben an dem Programm vor allem seine Playlistenverwaltung und die Möglichkeit, seine Oberfläche durch nachinstallierte Skins an den eigenen Geschmack anzupassen. Auch Winamp spielt nicht nur lokale Dateien ab, sondern auch Streams aus dem Netz.

## Dokumente

Ein ziemlich trauriges Thema sind Office-Dateien: Von Haus aus bringt Windows keine Programme mit, die Excel-Tabellen oder PowerPoint-Präsentationen anzeigen könnten. Word-Dokumente kann die Minimal-Textverarbeitung **WordPad** öffnen, aber nur wenn sie im aktuellen MS-Word-Format mit der Endung .docx vorliegen, mit Dokumenten im traditionellen .doc-Format ist es überfordert. Immerhin kennt WordPad auch das Open-Document-Format von OpenOffice/LibreOffice sowie RTF-Dateien.

Bis vor etwa einem Jahr hat Microsoft kostenlose, kompakte Viewer für seine Office-Dateiformate angeboten. Sie waren unter anderem deshalb beliebt, weil sie keine in Dokumenten enthaltenen Skripte ausführen konnten und damit Sicherheit vor Makroviren boten. Diese Viewer haben aber schon ewig keine Updates mehr bekommen und sind mittlerweile von Microsofts-Download-Seiten verschwunden.

Um gelegentlich Office-Dokumente zu lesen, braucht man aber eigentlich gar

keine lokale Anwendung zu installieren: Wer damit leben kann, seine Dokumente online zu speichern, überträgt sie einfach in die Microsoft- oder die Google-Cloud und öffnet sie dann im Browser. Office-Dateien in Microsofts OneDrive lädt **Office Online**. Auch auf dem **Google Drive** kann man MS-Office-Dateien im Browser anzeigen und bearbeiten, es schwächelt aber bei den Open-Document-Formaten.

Wem unwohl dabei ist, möglicherweise vertrauliche Dateien unverschlüsselt einem der Cloud-Speicherdienste anzu-

vertrauen, dem bleibt kaum etwas anderes übrig, als sich ein komplettes Office-Paket lokal zu installieren. Mit der beliebten Open-Source-Software **LibreOffice** machen Sie hier nichts falsch.

Der unangefochtene Beliebtheits-Champion zum Betrachten von PDF-Dateien ist der **Adobe Reader**. Das hat Vor- und Nachteile: Auf der Habenseite kann er für sich verbuchen, alle Features, die PDF-Dateien bieten, genau so zu unterstützen, wie sich Adobe als Hüter des Formats das vorstellt. Angesichts seiner massenhaften Verbreitung ist er aber auch ein beliebtes Angriffsziel: Immer mal wieder tauchen manipulierte PDF-Dateien auf, die Sicherheitslücken des Programms ausnutzen und Angreifern unberechtigten Zugriff auf Ressourcen ermöglichen. Beim Stopfen solcher Lücken hat sich Adobe in der Vergangenheit häufig recht viel Zeit gelassen.

Als kompakte, schnelle und sichere Alternative bietet sich **Sumatra PDF** an: Dieses Open-Source-Programm konzentriert sich auf die notwendigsten Funktionen für die PDF-Anzeige und verzichtet von vornherein darauf, eingebettete Makros oder Medien zu verarbeiten. Außerdem beherrscht es die wichtigsten Dateiformate für eBooks, darunter MOBI und ePub.

(hos@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Hajo Schulz, Wunschgemäß verbunden, Dateitypen verwalten unter Windows, c't 26/2017, S. 164

**Alle Tools zum Download:** [ct.de/yvqy](http://ct.de/yvqy)



Der kompakte PDF-Reader Sumatra PDF beschränkt sich in der Bedienoberfläche auf das Nötigste, kann aber auch eBooks in den wichtigsten Formaten anzeigen.

Anzeige



# Schneller zum Ziel

## Tools für Windows, die einfach praktisch sind

**Windows ist in einigen Punkten umständlicher zu bedienen, als es sein müsste. Daran hat sich durch Windows 10 nur wenig geändert – wir zeigen Tools, die sich als Komfortverbesserer bewährt haben.**

Von Jan Schüßler

**W**arum würde man etwas installieren, das man gar nicht unbedingt braucht? Weil es praktisch ist! Denn seit Windows 10 hat sich in puncto Bedienkomfort zwar das eine oder andere getan, wofür bei früheren Versionen noch Zusatzsoftware nötig war – zum Beispiel die Unterstützung für virtuelle Desktops und die Fähigkeit, mit dem Mausrad auch in inaktiven Fenstern

zu scrollen. Doch nach wie vor erfordern diverse alltägliche Funktionen serienmäßig unnötig viele Klicks, und manch wünschenswerte Option hat Microsoft einfach nicht vorgesehen.

Nachdem wir auf den vorangegangenen Seiten gezeigt haben, um welche Basisausstattung man auf einem Windows-PC nicht herumkommt, stellen wir in diesem Artikel Tools vor, die den Kom-



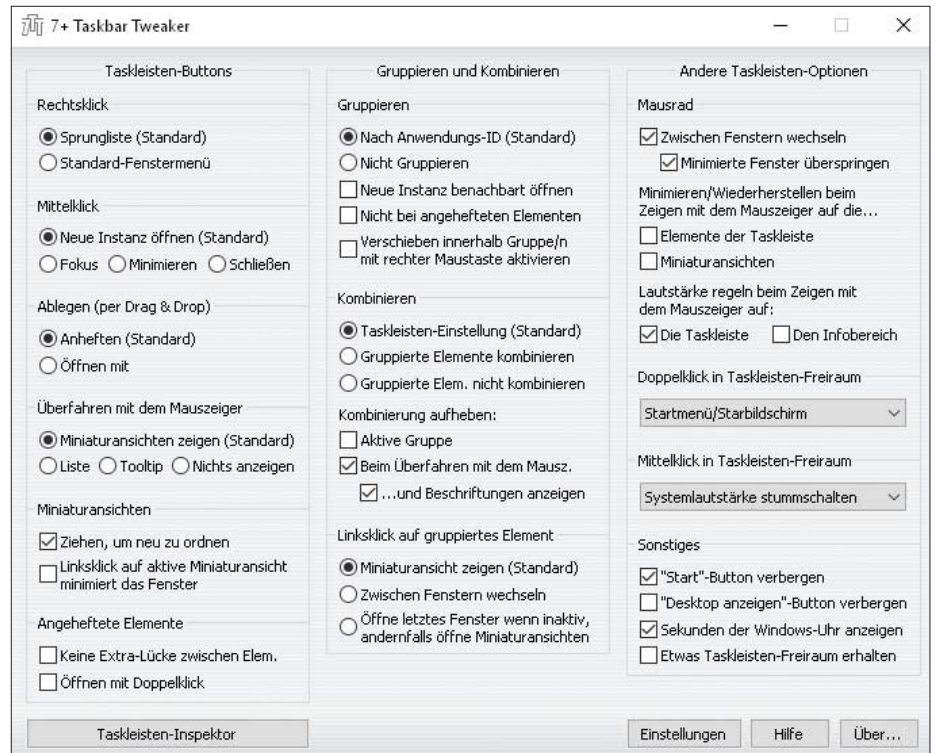
fort verbessern, sodass man sie im Alltag nach kurzer Zeit nicht mehr missen will – obwohl man eigentlich auch ohne auskommen könnte. Alle Programme haben gemeinsam, dass sie sich seit langer Zeit als praktisch erwiesen haben – und wir sie immer gerne weiterempfehlen.

## Taskleiste

Eines solcher Tools ist der **7+ Taskbar Tweaker**. Das Programm erweitert oder verändert die Interaktion von Maus und Taskleiste. So lassen sich Aktionen für Mittel- oder Doppelklick auf einen leeren Bereich der Taskleiste konfigurieren, um etwa die Umschaltung auf automatisches Ausblenden, das Stummschalten der Tonausgabe, den Aufruf des Task-Managers oder das Öffnen des Startmenüs auszulösen. Letzteres lässt sich sinnvoll kombinieren mit der Möglichkeit, den Startknopf am linken Ende der Taskleiste auszublenden.

Andere Optionen sind das Schließen von Fenstern per Mittelklick auf ihr Symbol in der Taskleiste und das Ändern der Reihenfolge von Miniaturansichten. Ein Komfortgewinn ist auch die Option, durch Scrollen mit dem Mausrad auf der Taskleiste oder dem Infobereich die Lautstärke zu regeln, ohne vorher auf das Lautsprecher-Symbol klicken zu müssen.

**WinLED** zeigt eine virtuelle Festplatten-Zugriffs-LED im Infobereich der Taskleiste an – sie leuchtet grün für Lese- und rot für Schreibzugriffe. Damit eignet es sich, um ohne Blick in den Task-Manager oder Ressourcenmonitor einzuschätzen, ob die Festplatte ausgelastet ist. Das kann vor allem dann praktisch sein, wenn sich keine Hardware-LED am PC-Gehäuse befindet, sowie bei Remote-Desktop- oder sonstigen Fernwartungsverbindungen.



**7+ Taskbar Tweaker** erlaubt eine flexible Einstellung des Verhaltens der Taskleiste und zusätzliche Maustasten- und Scrollrad-Aktionen.

Per Rechtsklick auf die LED im Infobereich lässt sich festlegen, welche physischen Laufwerke einbezogen werden, zwischen drei Farbschemata wechseln und die Darstellung auf ein Miniatur-Diagramm umstellen.

Das Programm **MiniBin** setzt ein Papierkorb-Symbol in den Infobereich der Taskleiste und erlaubt das Leeren des Papierkorbs mit einem Doppelklick darauf. Hilfreich kann das vor allem sein, wenn man den regulären Papierkorb auf dem Desktop ausgeblendet hat – oder

wenn man genervt davon ist, beim Rechtsklick darauf hin und wieder nicht den Eintrag „Papierkorb leeren“ zu erwischen, sondern den direkt darunter liegenden „An Start anheften“.

Kurz nach der Installation auf Windows 10 wird der kleine Mülleimer möglicherweise ausgeblendet. Wenn das passiert, können Sie ihn in den Windows-Einstellungen unter „Personalisierung/Taskleiste/Symbole für die Anzeige auf der Taskleiste auswählen“ zurückholen.

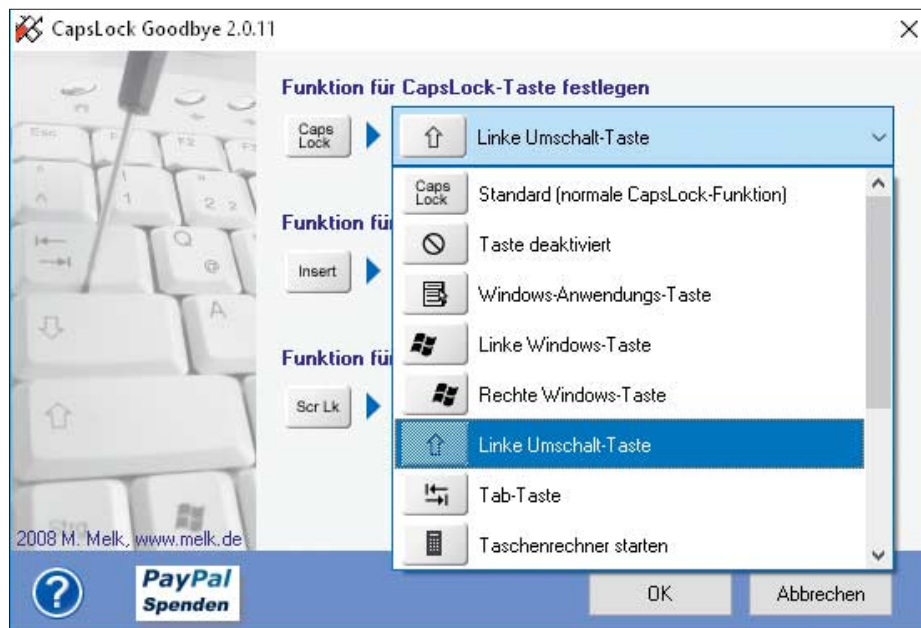
## Mehr Komfort für 7 und 8.1

Kommt Windows 10 noch nicht zum Einsatz, muss man deswegen nicht auf alle Komfortfunktionen des neueren Systems verzichten. Dazu gehört etwa die Fähigkeit, mit dem Mausrad in Fenstern zu scrollen, ohne sie vorher mit einem Klick in den Vordergrund zu holen. Diese Funktion lässt sich in Windows 7 und 8.1 mit **WizMouse** nachrüsten. Die virtuellen Desktops, die seit Windows 10 ebenfalls serienmäßig an

Bord sind, rüstet das Programm **Dexpot** auch auf älteren Systemen nach.

Die Möglichkeit, Fenster durch Schieben an den linken oder rechten Bildrand auf die jeweilige Bildhälfte einzupassen, wurde in Windows 10 auf die Bildschirmecken erweitert, um Fenster auch in Quadranten einzurasten. Für ältere Windows-Versionen bietet das Programm **AquaSnap** in der kostenlosen Per-

sonal-Edition eine vergleichbare Funktion. Das kann vor allem auf großen Monitoren mit 4K-Auflösung hilfreich sein, um im Handumdrehen vier Full-HD-Fenster im 2x2er-Schema anzuordnen. Zudem lässt sich das Tool so einstellen, dass Fenster auch mit den Kanten aneinander schnappen, dass das Schütteln eines Fensters es dauerhaft im Vordergrund hält und Ähnliches.



CapsLock Goodbye ist ein einfaches Programm, mit dem sich die Feststelltaste abschalten oder mit einer anderen Funktion belegen lässt.

## Tastatur und Maus

Geht es nur darum, die Lautstärke komfortabel mit dem Mousrad zu steuern, braucht es nicht gleich den 7+ Taskbar Tweaker. Es lässt sich auch mit unserem Tool **LautLeise.exe** erledigen. Es bringt keine Setup-Routine mit – um es stets verfügbar zu haben, können Sie es einfach in den Autostart-Ordner des Startmenüs kopieren. Am einfachsten geht das, indem Sie die Datei LautLeise.exe in den Autostart-Ordner des Startmenüs legen. Drücken Sie dazu die Windowstaste+R, tippen Sie `shell:startup` ein und bestätigen Sie mit der Eingabetaste. Ziehen Sie die Datei LautLeise.exe nun einfach in den Ordner hinein – von nun an wird das Tool beim Hochfahren mitgestartet.

Die Verwendung ist denkbar simpel: Um die Lautstärke zu regeln, halten Sie die rechte Maustaste gedrückt und betätigen das Mousrad. Ein Klick auf die mittlere Taste, meist im Mousrad integriert, schaltet die Tonausgabe stumm.

Die Feststelltaste (Caps Lock) hat wohl die meisten Anwender schon genervt. Betätigt man sie versehentlich, wird der Schreibfluss unterbrochen; man muss das Großgeschriebene löschen und die Funktion wieder abschalten. Mit einem Eingriff in die Registry kann man sie lahmlegen oder ihr eine andere Funktion zuweisen. Weil das umständlich ist – man müsste die Codes der Tastaturbelegung herausuchen und in eine kryptische

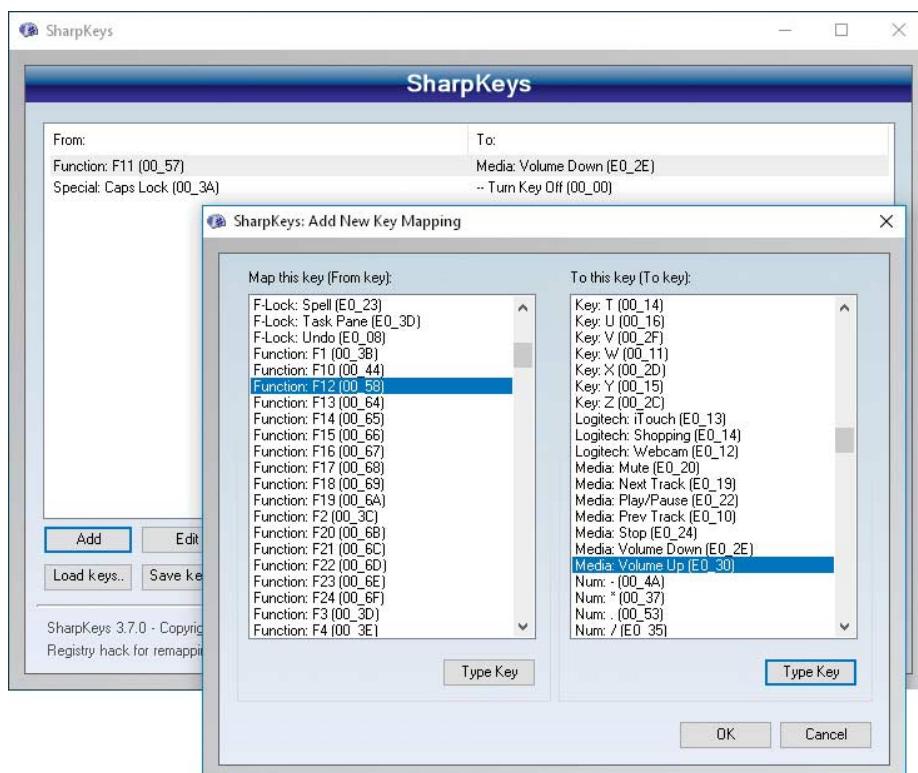
hexadezimale Zeichenkette eintragen – ist das Programm **CapsLock Goodbye** eine sinnvolle Lösung.

Es muss nicht installiert werden, erfordert nach der Benutzung aber einen Neustart des Rechners, um die veränderte

Tastenbelegung anzuwenden. Es ändert zudem auf Wunsch auch die Belegung der Einfg.-Taste (Insert) und der Rollen-Taste (Scroll Lock). Wenn Sie Windows 10 verwenden, wird die geänderte Tastenbelegung möglicherweise bei den halbjährlichen Funktions-Updates – etwa von Version 1803 auf Version 1809 – auf den werksseitigen Standard zurückgesetzt. Passiert das, wenden Sie das Programm einfach erneut an.

Ein deutlich umfangreicheres Programm zum Ändern der Tastenbelegung ist **SharpKeys**. Anders als CapsLock Goodbye wird es installiert. Es kann beliebige Tasten in Windows deaktivieren oder frei umbelegen – zum Beispiel F11 und F12 zum Regeln der Lautstärke, die Feststelltaste zum Stummschalten und so weiter. Auch kann es hilfreich sein, wenn auf einer uralten oder exotischen Tastatur keine Windows-Taste vorhanden ist, oder wenn es gilt, die Funktion einer wichtigen aber defekten Taste auf einem Notebook zurückzubekommen.

Um etwa der Taste F12 beizubringen, die Lautstärke zu erhöhen, klicken Sie in SharpKeys zunächst auf „Add“. Wählen Sie in der linken Tastenliste („Map this key“) die Taste F12 aus. Alternativ klicken Sie unterhalb der Liste einfach auf „Type



Mit SharpKeys können Sie Tasten in Windows lahmlegen oder ihnen andere Funktionen zuweisen.

Key“ und drücken Sie F12 auf der Tastatur. In der rechten Tastenliste („To this Key“) wählen Sie den Eintrag „Media: Volume Up“ und bestätigen den Dialog dann mit OK.

Fügen Sie nach Wunsch weitere Änderungen hinzu. Klicken Sie danach auf „Write to Registry“ und starten Sie den Rechner neu – danach ist die geänderte Tastenbelegung aktiv.

Das Programm benutzt denselben Mechanismus wie CapsLock Goodbye, daher können auch hier die Änderungen bei einem Windows-Funktions-Update verloren gehen. Zur Vorbeugung bietet SharpKeys eine Funktion, mit der sich Änderungen in einer kleinen Backup-Datei sichern lassen, um sie bei Bedarf später komfortabel wieder einspielen zu können.

## Auf dem Desktop

Das Tool **8GadgetPack** eignet sich, um die von Windows 7 und Vista bekannten Desktop-Widgets zurückzubekommen. Gängige Progrämmchen sind Analoguhr, Kalender und Wetteranzeige. Im Alltag besonders hilfreich kann auch der Clipboarder sein: Das Widget sammelt die zuletzt in die Zwischenablage gelegten Elemente. Um sie zu verwenden,

reicht es, sie anzuklicken und am gewünschten Zielort per Strg+V oder Kontextmenü einzufügen. Bilder im Clipboarder lassen sich zudem im Standard-Fotobetrachter öffnen; Text kann zwecks Google-Suche an den Webbrowser übergeben werden.

Wenngleich die Software nach wie vor aktiv gepflegt wird, ist sie nicht fehlerfrei. Manche Widgets hatten auf unserem Testsystem mit 4K-Bildschirmauflösung und 175 Prozent Desktop-Skalierung hier und dort kleinere Darstellungsfehler – hier geht Probieren über Studieren.

Wer viel mit USB-Sticks und anderen Wechselmedien hantiert, kann sich mit **DeskDrive** automatisch Verknüpfungen dafür auf den Desktop legen lassen. Sie verschwinden mit Entfernen des Datenträgers automatisch und zeigen in ihrem Namen zudem Gesamtgröße und freien Speicherplatz an.

Achten Sie beim Download darauf, das Installationspaket mit der Endung .msi herunterzuladen – die auf .exe endenden Pakete sind offenbar mit Adware verbandelt, die in unserem Test schon beim Herunterladen den Windows Defender Alarm schlagen ließen.

## Startmenü

Eine effektive Möglichkeit, den Zugriff auf Programme, Einstellungen & Co. flüssiger zu gestalten, kann ein **alternatives Startmenü** sein, das das kaum konfigurierbare Kachel-Startmenü von Windows 10 durch eine Darstellung ersetzt, die an Windows 7 angelehnt ist. Sinnvoll ist das vor allem für Anwender, die Programmstarts bevorzugt per Maus erledigen.

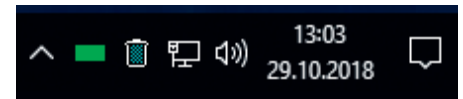
Das wohl bekannteste Programm dieser Art ist Classic Shell, doch das ist nicht mehr der aktuelle Name dafür: Nachdem der Entwickler vor rund einem Jahr die Arbeit daran eingestellt und den Quellcode veröffentlicht hat, wird die Software inzwischen unter dem Namen **Open-Shell** weiterentwickelt. Weitere, mitunter kostenpflichtige Startmenüs haben wir übrigens vor Kurzem getestet [1].

(jss@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Schübler, Zurück in die Vergangenheit, Klassische Startmenüs für Windows 10, c't 12/2018, S. 120

**Alle Tools:** [ct.de/yubm](http://ct.de/yubm)



MiniBin und WinLED bieten ihre Funktion direkt im Infobereich der Taskleiste an: Papierkorb leeren per Doppelklick und Festplatten-LED ersetzen.



8GadgetPack bringt die Desktop-Widgets zurück. Hilfreich ist etwa der Clipboarder, der Inhalte der Zwischenablage bereithält.



Startmenüs wie Open-Shell bringen nicht nur Windows-7-Feeling auf Windows 10, sondern oft auch eine effizientere Bedienung.





# Feinschliff

## System- und Diagnosewerkzeuge für Windows

**Eigentlich will man Windows ja einfach nur benutzen und sich nicht mit Fehlersuche und Systemwartung beschäftigen. Wenn das dann aber doch mal nötig wird, sollte man wenigstens die für den jeweiligen Zweck bewährtesten Werkzeuge im Köcher haben.**

Von Hajo Schulz

**E**ine ständig ratternde Festplatte, Programme, die ihren Dienst verweigern, oder einfach nur das Gefühl, in Windows mal wieder ein bisschen aufräumen zu müssen: Die Aufgaben, für die man systemnahe Diagnose- und Wartungs-Tools braucht, sind weit gefächert.

Die für diese Zwecke unserer Meinung nach unverzichtbaren Werkzeuge stellen wir im Folgenden vor.

Gängigen Vorurteilen zum Trotz sind auch etliche System-Utilities, die Windows bereits mitbringt, durchaus brauchbar. Viele von ihnen führen unberechtigterweise ein Schattendasein. Werkzeuge, die wenigstens Grundfunktionen erfüllen, haben wir deshalb mit in die Sammlung aufgenommen.

### Diagnose

Gerade wenn man im Freundeskreis oder in der Familie zu Hilfe gerufen wird, um ein PC-Problem zu lösen, muss man sich zunächst mal einen Überblick darüber verschaffen, was für ein System man hier vor sich hat: Welche Windows-Version läuft hier genau? Welche Massenspeichergeräte gibt es und wie viel Platz haben sie

frei? Was für eine CPU tickt im PC, welche Grafikkarte ist verbaut? Antworten auf diese und viele weitere Fragen liefern die in Windows enthaltenen **Systeminformationen**. In einigen Bereichen ausführlicher sind die Angaben des Programms **CW-Sysinfo**, das ohne Installation auskommt und auch von einem USB-Stick laufen kann. Eine Zusammenfassung seiner Erkenntnisse kann es in einer Textdatei speichern, die ein Hilfesuchender seiner Fehlerbeschreibung hinzufügen kann – ideal für Ferndiagnosen.

Vor allem unerfahrene Anwender neigen dazu, den Wert von Fehlermeldungen zu unterschätzen. Als Helfer bekommt man dann auf die Frage, was denn da stand, häufig eine Antwort wie: „Weiß ich nicht mehr. Irgendwas mit ‚not found‘. Habe ich gleich weggeklickt.“ Mit ein bisschen Glück kann man aber trotzdem noch



herausfinden, was da schiefgelaufen ist: Fast alle Windows-Komponenten und auch viele Anwendungen protokollieren nämlich Auffälligkeiten im System-Log. Dort kann man sie mit der Windows-eigenen **Ereignisanzeige** lesen. Die erfassten Ereignisse sind in Ordner einsortiert, mit denen man die Fehlerquelle eingrenzen kann. Trotzdem ist die Liste meist immer noch sehr lang. Bei der Fehlersuche sollte man daher von der Aktion „Aktuelles Protokoll filtern“ Gebrauch machen und zumindest alle Einträge der Ereignisebene „Informationen“ ausblenden.

## Prozesse

Wenn Windows nur noch zäh auf Tastatureingaben und Mausklicks reagiert, sind in der Regel irgendwelche Programme schuld, die im Hintergrund laufen und CPU-Leistung fressen oder die Festplatte mit Lese- und Schreibvorgängen auslasten. Einen ersten Eindruck davon, welche Prozesse da ihr Unwesen treiben, vermittelt der in Windows eingebaute **Task-Manager**: Zu starten ist er am schnellsten mit der Tastenkombination Strg+Umschalt+Esc; ein Klick auf „Mehr Details“ am unteren Fensterrand offenbart seine Detail-Ansichten. Die Seite „Leistung“ gibt einen Überblick über die Auslastung verschiedener Systemkomponenten wie CPU, Massenspeicher und Netzwerk. Welches Programm aktuell welche dieser Ressourcen verbraucht, findet man recht schnell auf der Seite „Prozesse“ heraus, indem man die Liste durch Klick auf einen Spaltenkopf sinnvoll sortiert.

Genügt das noch nicht für eine brauchbare Antwort, kann man dasselbe auf der Seite „Details“ versuchen, allerdings nur für die Kategorien CPU-Auslastung und Hauptspeicherverbrauch. Um Details darüber zu ergründen, welcher Prozess gerade die Festplatte beschäftigt und welche Dateien er dabei liest oder schreibt, empfiehlt sich der **Ressourcenmonitor**, zu erreichen über den gleichnamigen Link auf der Seite „Leistung“ des Task-Managers.

Einige wichtige Fragen lassen aber beide Bordwerkzeuge unbeantwortet: etwa warum ein bestimmter Prozess überhaupt läuft, wer ihn also gestartet hat. Auch eine Einschätzung, ob hinter einem unbekannten Prozess ein harmloses Programm oder eine gefährliche Malware steckt, liefern sie nicht. Hier springt der **Process Explorer** von Microsoft Sysinternals ein: Seine Prozessliste stellt er in der

Grundeinstellung als Baum dar; der „Vater“ eines Prozesses ist jeweils derjenige, der ihn gestartet hat.

Der Process Explorer kennt zu jedem laufenden Prozess eine Unzahl von Eigenschaften. Er zeigt sie jeweils in dessen per Doppelklick aufrufbaren Eigenschaften an. Auf Wunsch lassen sie sich auch über den Befehl „View/Select Columns“ der Liste im Hauptfenster hinzufügen. Potenziell gefährliche Prozesse erkennt man am schnellsten, indem man sich die Spalten „Verified Signer“ und „Virus Total“ anzeigen lässt. Erstere gibt an, von wem die jeweilige ausführbare Datei signiert wurde – fehlende Signaturen sollten misstrauisch machen. Damit die Spalte automatisch gefüllt wird, muss man noch die Menüoption „Options/Verify Image Signatures“ einschalten. Um die Spalte „Virus Total“ zu füllen, gehört der Menüschalter „Options/VirusTotal.com/Check VirusTotal.com“ aktiviert. Dann schickt der Process Explorer einen Hash jeder geladenen ausführbaren Datei an diese Webseite und zeigt an, wie viele der dort versammelten Virens Scanner die Datei als Malware eingestuft haben – 0 ist ideal, 1 kann als Fehlalarm durchgehen, mehr ist bedenklich.

Eigentlich ist die Malware-Suche gar nicht die Hauptaufgabe des Process Explorer. All seine Funktionen und Optionen zu beschreiben würde diesen Artikel sprengen. Mehr dazu stand in c't 20/2016

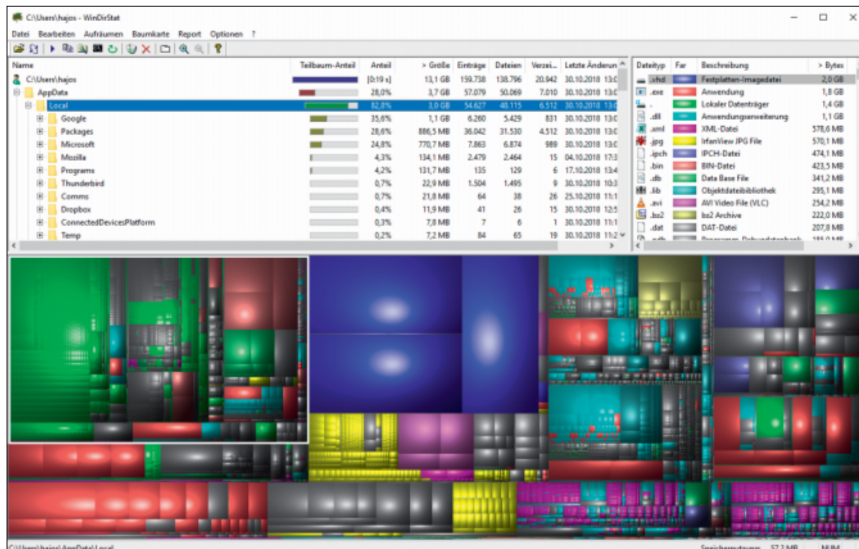
[1]; auch die mitgelieferte Hilfedatei ist durchaus lesenswert.

Einen weiteren Ansatzpunkt zur Beantwortung der Frage, warum bestimmte Programme gerade laufen und Ressourcen kosten, stellt die Analyse der Autostarts dar, also jener Programme, Dienste und Treiber, die Windows beim Systemstart automatisch lädt. Verteilt auf die Registry sowie auf zahlreiche Dateordner gibt es dazu etliche Mechanismen. Die wichtigsten kennt der Task-Manager und zeigt die dort gefundenen Einträge auf seiner Seite „Autostart“ an. Für eine genauere Analyse empfiehlt sich auch hier wieder ein Sysinternals-Tool: **Autoruns**. Das Programm sortiert seine Funde in verschiedene Kategorien ein; jede bekommt ihren eigenen Tab. Überflüssige Programme und Malware findet man am ehesten auf der Seite „Logon“. Jeder Autostart lässt sich durch das Löschen des Häkchens bei seinem Eintrag deaktivieren; sollte sich nach einem Neustart herausstellen, dass dadurch wichtige Funktionen fehlen, kann man die Änderung an derselben Stelle auch wieder rückgängig machen. Den Menüschalter „Options/Hide Windows Entries“ sollte man bei Experimenten besser eingeschaltet lassen, um nicht versehentlich lebenswichtige Systemkomponenten außer Betrieb zu setzen. Wie der Process Explorer beherrscht Autoruns Signaturprüfungen und

Process Explorer - Sysinternals: www.sysinternals.com [H055A]v6.03									
File Options View Process Find DLL Users Help									
Process	CPU	Private Bytes	Working Set	PID	Description	Company Name	Verified Signer	VirusTotal	
lsass.exe		1 344 K	1 076 K	600				Das System kann...	
lsass.exe	0.15	10 428 K	14 136 K	602	Local Security Authority Proc...	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows Publisher	0/58	
lsordrvhost.exe		7 116 K	620 K	990				Das System kann...	
csrss.exe	0.17	4 048 K	2 396 K	9168				Das System kann...	
lsordrvhost.exe		2 296 K	4 308 K	13804				Das System kann...	
lsordrvhost.exe	< 0.01	6 532 K	5 264 K	12708				Das System kann...	
lsdm.exe	0.34	107 740 K	63 804 K	16382				Das System kann...	
lsass.exe	0.12	153 764 K	126 896 K	13068	Windows Explorer	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/58	
MSASGUL.exe		2 160 K	3 796 K	12254	Windows Defender notifica...	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/57	
OneDrive.exe	0.15	55 908 K	19 540 K	5180	Microsoft OneDrive	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Corporation	0/57	
Rocket.Chat.exe	0.36	52 244 K	40 884 K	6140	Rocket Chat Support	Rocket Chat Support	(Es war keine Signatur im Antragst...	Unknown	
lsorder.exe	0.73	116 028 K	77 432 K	8786	Windows-Desktopgadgets	Microsoft Corporation	(Es war keine Signatur im Antragst...	0/56	
lsass.exe		38 474 K	243 K	17068		Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Corporation	Das System kann...	
chrome.exe	0.56	64 420 K	32 432 K	17412				Das System kann...	
chrome.exe	0.11	151 680 K	187 468 K	1076	Google Chrome	Google Inc.	(Verified) Google Inc.	0/58	
gimp-2.10.exe		586 040 K	242 584 K	5164	GNU Image Manipulation Pr...	Spencer Kimball, Peter Ma...	(Verified) James Smith08	0/58	
script-fu-2.10.exe		7 824 K	14 080 K	5792	GNU Image Manipulation Pr...	Spencer Kimball, Peter Ma...	(Verified) James Smith08	0/57	
script-fu-2.10.exe	< 0.01	48 364 K	50 295 K	2716	Media Remote	Heise Medien GmbH & Co.	(Es war keine Signatur im Antragst...	0/54	
ssh.exe	0.14	70 756 K	53 508 K	14508	Windows PowerShell	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	0/57	
cmd.exe		6 244 K	10 908 K	14348	Host für Konsolenfenster	Microsoft Corporation	(Verified) Microsoft Windows	1/55	
regedit.exe		27 612 K	42 236 K	7568					
process.exe		3 452 K	10 400 K	19076	Sysinternals Process Explorer	Sysinternals - www.sysint...	(Verified) Microsoft Corporation	0/56	
process64.exe	2.24	37 760 K	61 392 K	15960	Sysinternals Process Explorer	Sysinternals - www.sysint...	(Verified) Microsoft Corporation	0/58	
gdiEM.exe		3 544 K	6 520 K	11444	gdiEM Module	Intel Corporation	(Verified) Intel® GDI	0/58	

Name	Description	Company Name	Path	Verified Signer	Virus Total
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Caches\lsaf0698E-D...	(Das für den Antr...	Unknown
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Users\japan\AppData\Roaming\Thunderbird\Profiles\j...	(Das für den Antr...	0/58
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Users\japan\AppData\Roaming\Thunderbird\Profiles\j...	(Das für den Antr...	0/49
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Users\japan\AppData\Local\Microsoft\Windows\Cach...	(Das für den Antr...	Unknown
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Caches\lsaf0698E-D...	(Das für den Antr...	0/58
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Windows\ServiceProfiles\LocalService\AppData\Loca...	(Beim Lesen oder...	Zugriff verweigert
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Windows\ServiceProfiles\LocalService\AppData\Loca...	(Beim Lesen oder...	Zugriff verweigert
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Windows\System32\lsaf0698E-D558-4- api-ms-win-core-err...	(Verified) Microsoft	0/57
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Program Files (x86)\Mozilla Thunderbird\api-ms-win-co...	(Verified) Microsoft	0/55
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Program Files (x86)\Mozilla Thunderbird\api-ms-win-co...	(Verified) Microsoft	0/55
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Program Files (x86)\Mozilla Thunderbird\api-ms-win-co...	(Verified) Microsoft	0/55
lsaf0698E-D558-4- (B4F3A00-7ab-1-11- api-ms-win-core-err...			C:\Program Files (x86)\Mozilla Thunderbird\api-ms-win-co...	(Verified) Microsoft	0/57

Die Informationsfülle des Process Explorer mag auf den ersten Blick abschrecken. Um wirklich alles über laufende Prozesse herauszufinden, ist er aber erste Wahl.



WinDirStat zeigt Dateien als Rechtecke an, deren Fläche der Dateigröße entspricht. Platzfresser entdeckt man so auf einen Blick.

das Versenden von Datei-Hashes an virus-total.com.

Noch genauer als der Process Explorer schaut der **Process Monitor** laufenden Prozessen auf die Finger: Das ebenfalls von Microsoft Sysinternals stammende Tool protokolliert sämtliche Zugriffe aufs Dateisystem und auf die Registry, dazu Start und Ende von Prozessen und Threads sowie den Aufbau von Netzwerkverbindungen. Die – schnell riesigen – Pro-

tokolle lassen sich mit ausgefeilten Filterfunktionen auf ein verdaubares Volumen zurechtstutzen. Der Process Monitor unterstützt nicht nur bei der Systemdiagnose, sondern kann auch Entwicklern bei der Fehlersuche in eigenen Programmen helfen. Seinen Optionen und Funktionen hat c't eine dreiteilige Artikelserie gewidmet [2, 3, 4].

Wer Process Explorer, Process Monitor und Autoruns nicht einzeln herunter-

laden möchte, kann auch zur **Sysinternals Suite** greifen. Neben den genannten Werkzeugen enthält sie unzählige weitere systemnahe Diagnose-Tools zur Analyse von Prozessen, Dateien, Netzwerkzugriffen und Sicherheitsfunktionen.

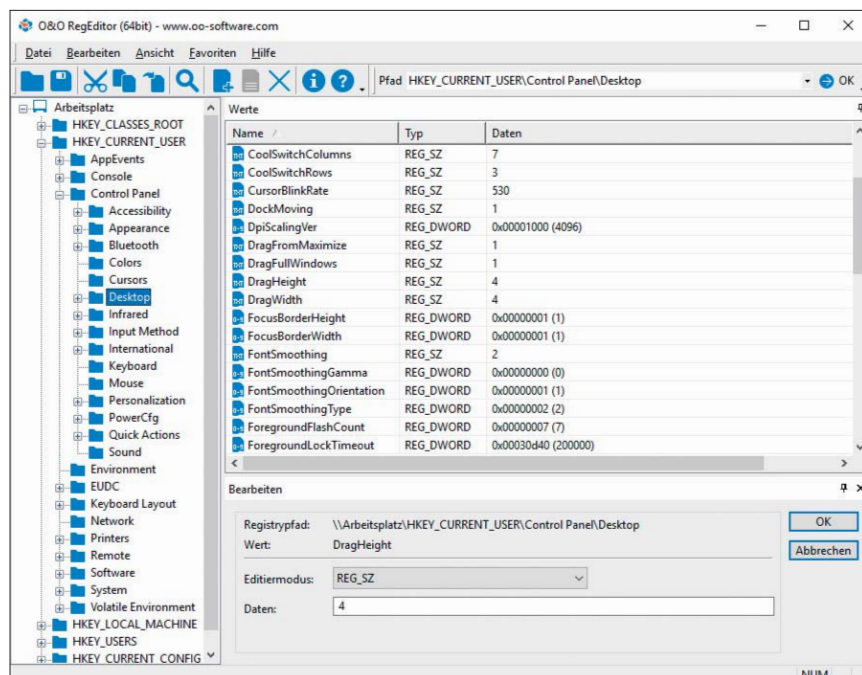
## Aufräumen

Von Zeit zu Zeit empfehlenswert, notwendig spätestens, wenn Windows sich über mangelnden Platz beschwert: Aufräumen auf der Festplatte. Um wirklich Platz zu schaffen, sollte man sich dabei nicht mit Installationsprotokollen oder ähnlichen Dateien aufhalten, die meist nur wenige KByte groß sind. Beim Aufspüren der echten Platzfresser hilft **WinDirStat**: Das Programm liest den Inhalt eines Datenträgers oder wahlweise eines Ordners samt Unterordnern ein und zeigt das Ergebnis nach Größe sortiert in einer Liste an. Das hervorstechende Merkmal des Tools ist aber die Anzeige in der unteren Fensterhälfte: Hier wird jede Datei als Rechteck dargestellt, dessen Fläche proportional zur Größe der Datei ist; seine Farbe kodiert den Dateityp. Auch den Inhalt von Ordnern pflastert das Programm nach Möglichkeit wieder zu Rechtecken zusammen. So erkennt man auf einen Blick, wo der meiste Platz verbraucht wird. Ein Klick auf eines der Rechtecke hebt die Datei in der Liste hervor. Per Rechtsklick auf einen Listeneintrag lassen sich Dateien und Ordner direkt löschen oder im Explorer anzeigen, um sie beispielsweise auf einen anderen Datenträger zu verschieben.

Von Dateien in Windows-Systemordnern sollte man bei Aufräumaktionen besser die Finger lassen – schnell ist eine zum Betrieb notwendige Datei irrtümlich gelöscht und die Windows-Installation unbrauchbar. Welche Dateien verzichtbar sind, weiß Windows selbst besser: Die eingebaute **Datenträgerbereinigung** prüft auch Systemordner und bietet an, Unnötiges zu löschen. Dazu muss man sie nur mit Administratorrechten starten oder die Prüfung mit einem Klick auf die Schaltfläche „Systemdateien bereinigen“ explizit anfordern.

## Systemwartung

Lange Zeit war die erste Anlaufstelle für Windows-Einstellungen die **Systemsteuerung**. Seit einigen Windows-Versionen nimmt ihr Funktionsumfang von Upgrade zu Upgrade ab, dafür wandern immer mehr Schalter und Regler in die **Einstel-**



Der O&O RegEditor ersetzt den Registry-Editor von Windows und bringt praktische Funktionen zum Kopieren und Verschieben von Registry-Schlüsseln mit.



lungen-App. Was bleibt: Längst nicht alles, was sich in Windows konfigurieren lässt, ist über „offizielle“ Wege überhaupt zu erreichen.

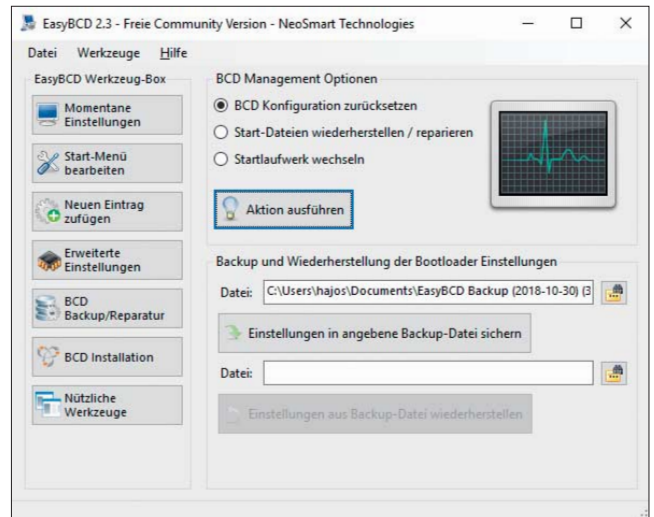
Gespeichert sind praktisch alle Systemeinstellungen in der Registry. Um beispielsweise die Kontextmenüeinträge von Dateien und Ordnern zu ändern oder festzulegen, wie weit man eine Datei im Explorer mit der Maus verschieben muss, bevor Windows eine Drag&Drop-Aktion erkennt, muss man Einträge direkt in der Registry bearbeiten. Dazu bringt Windows den **Registry-Editor** mit, zu starten über die Eingabe `regedit` im Dialog hinter der Tastenkombination Win+R. Sein bis dahin größtes Manko hat er vor wenigen Windows-Releases abgelegt: Er besitzt jetzt eine Adresszeile, in die man den Pfad von Registry-Schlüsseln eintippen oder einfügen kann. Trotzdem lässt er einige wünschenswerte Funktionen vermissen, darunter die Möglichkeit, komplette Schlüssel samt Unterschlüsseln zu kopieren oder zu verschieben. Das kann der **O&O RegEditor**, der ansonsten den Funktionsumfang seines Windows-Pendants nachbildet.

Eine der wenigen Einstellungen, die man nicht in der Registry findet, ist die Konfiguration des Bootmenüs. Von Haus aus lässt es sich nur mit dem Befehlszeilenprogramm `bcdedit` bearbeiten, dessen Optionen nicht gerade intuitiv zu benutzen sind. Einfacher geht es mit **EasyBCD**: Dessen grafische Oberfläche bietet alles, um neue Boot-Menü-Einträge anzulegen, nicht mehr benötigte zu löschen oder die bestehenden zu sortieren. Außerdem lässt sich die aktuelle Konfiguration in einer Datei sichern, um sie bei eventuellen Bedienfehlern wiederherstellen zu können.

## Optimieren

Einige Einstellmöglichkeiten, die in früheren Windows-Ausgaben zur Verfügung standen, hat Microsoft mit den letzten Windows-10-Upgrades gestrichen. Zu ihnen gehört die Möglichkeit, den Zeitpunkt für das automatische Einspielen von Updates selbst zu bestimmen oder wenigstens für mehr als zwölf Stunden zu verhindern, dass der Rechner dabei neu startet. Letzteres Ärgernis beseitigt der **RebootBlocker**: Das Tool installiert sich als Dienst und stellt einmal pro Stunde die Nutzungszeit, in der Windows von automatischen Neustarts absieht, um eine Stunde weiter.

**EasyBCD** versammelt die Schalter und Eingabefelder zur Konfiguration des Boot-Menüs in einer übersichtlichen Oberfläche.



Wann Windows mit welchen Maßnahmen Strom spart, kann man in den Energieeinstellungen recht genau festlegen. Diese Optionen erfordern allerdings etliche Mausklicks – zu viele, um Windows mal eben für ein paar Stunden am Einschlafen zu hindern, etwa um einen langwierigen Download abzuschließen. Hier hilft **Don't Sleep**: Solange es läuft, hindert es Windows wahlweise daran, den Bildschirm auszuschalten, in den Ruhezustand zu wechseln oder den Rechner auszuschalten. Auf Wunsch kann man auch einen Timer definieren, der die Sperre nach einer bestimmten Zeit automatisch wieder aufhebt.

Die beste Vorsorge gegen Malware-Infektionen besteht darin, nur noch vertrauenswürdige Software auszuführen. Mit den Software Restriction Policies (SRP) kann man recht feinmaschig definieren, was genau in diese Kategorie fällt – allerdings ohne direkte und fehler-

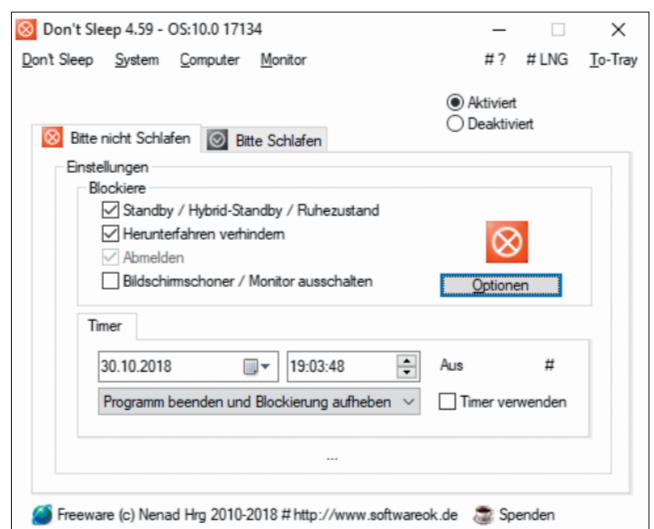
anfällige Registry-Eingriffe nur in den Pro- und Enterprise-Ausgaben von Windows. Für Windows Home rüstet unser Tool **Restrict'or** diese Einstellmöglichkeit nach. Um es sinnvoll einzusetzen, sollten Sie die dazugehörigen c't-Artikel gelesen haben [5, 6]. (hos@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Hajo Schulz, Messinstrumente, Windows mit Task-Manager & Co. ausforschen, c't 20/2016, S. 98
- [2] Axel Vahldiek, Unter dem Mikroskop, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 1, c't 16/2017, S. 148
- [3] Axel Vahldiek, Schärfer stellen, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 2, c't 17/2017, S. 154
- [4] Hajo Schulz, Noch mehr Durchblick, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 3, c't 18/2017, S. 162
- [5] Axel Vahldiek, Das Hochsicherheits-Windows, c't-Tool aktiviert Profi-Schutz, c't 10/2017, S. 76
- [6] Hajo Schulz, Schotten dicht!, Mit Restrict'or zum sicheren Windows, c't 10/2017, S. 82

**Alle Tools zum Download:** [ct.de/yy8k](http://ct.de/yy8k)

**Don't Sleep** setzt mit wenigen Mausklicks die Energiesparfunktionen von Windows vorübergehend außer Betrieb – praktisch, wenn der Rechner mal über Nacht weiterarbeiten soll.





# WLAN-Stecker

## Schneller ins Internet mit dem richtigen WLAN-Adapter

**Ihr Internetanschluss ist inzwischen flotter als das Notebook-WLAN? Dann kann ein USB-Stick den Download beschleunigen. c't testet ausgewählte Adapter, wirft einen Blick in die WLAN-Zukunft und probiert die neue Verschlüsselung WPA3 aus.**

**Von Ernst Ahlers**

**W**er das WLAN seines in die Jahre gekommenen Notebooks aufpeppen will, hat heute zwei Möglichkeiten: ein neues Notebook oder ein USB-Stick. Engagierte Nutzer konnten früher auch das WLAN-Modul direkt im Laptop tauschen, aber dem legen die Hersteller zunehmend Steine in den Weg. Ein USB-Stick ist heute

die einfachere und manchmal auch preisgünstigere Lösung, wenn man den Notebook-Neukauf noch hinauszögern will.

WLAN-Sticks gibt es in verschiedenen Bauformen, für stationäre PCs auch mit USB-Dock. Wer keine Hemmungen hat, den Rechner zu öffnen, kann stattdessen eine PCI-Express-Karte einbauen.

Gleich welchen Adaptertyp Sie wählen: Sparen Sie nicht an den Antennen. Mit nur einer Antenne kommen Sie beim aktuellen WLAN nach dem IEEE-Standard 802.11ac nicht über 433 MBit/s brutto als höchstmögliche Datenrate auf dem Funkkanal hinaus (Single-Stream-WLAN). Da protokollbedingt typischerweise auf Anwendungsebene die Hälfte übrigbleibt, liefert solch ein Billigstick bestenfalls rund 200 MBit/s, aber auch nur nah am Router. Weiter weg wirds schnell weniger.

Solch ein langsamer Client belegt überproportional Sendezeit, was die

schnelleren Teilnehmer in der Funkzelle über Gebühr ausbremst. Das können die WLAN-Basen zwar mit der Einstellungsoption „Airtime Fairness“ ausgleichen, aber nur zum Teil. Ein 2-Stream-Adapter (300 MBit/s auf 2,4 GHz, 867 MBit/s auf 5 GHz) ist deshalb das Minimum. Wenn es Platz und Geld erlauben, ziehen Sie einen 3- oder 4-Stream-Adapter vor.

Achten Sie auch darauf, keinen Single-Band-Adapter zu erwischen, der nur im 2,4- oder im 5-GHz-Band funkt. Dual-Band-Fähigkeit ist heute ein Muss. Von dieser Regel gibt es höchstens bei stationären Bridges eine Ausnahme.

### Vom WLAN ins LAN

Mit WLAN-Bridges kann man alles ins Funknetz einbinden, das selbst keine WLAN-Schnittstelle, aber einen LAN-Port besitzt, typischerweise stationäre Geräte wie Smart-TVs. Reine Bridges sind indes



durch die Flut von Mesh-WLAN-Systemen weitgehend überflüssig geworden. Die Repeater-Nodes solcher Systeme haben mindestens einen, meistens sogar zwei Gigabit-Ethernet-Ports. Für Nicht-Mesher haben wir die flotte 4-Stream-Bridge EA-AC87 von Asus kurz untersucht. Dank ihrer fünf LAN-Ports lassen sich gleich mehrere Geräte anbinden.

Fritzbox-Besitzer können aktuell nur den Fritz-Repeater 1750E verwenden, der immerhin einen LAN-Port besitzt. Um damit mehrere Geräte ins WLAN zu holen, schaltet man einen günstigen 5-Port-Gigabit-Switch für 15 Euro dazwischen. Der voraussichtlich im Dezember 2018 erscheinende Fritz-Repeater 3000 bringt außer einem zweiten LAN-Port auch ein drittes, extraschnelles Funkmodul für bessere Mesh-Performance mit. Er wird dafür gleich doppelt so teuer wie der 1750E.

## Probefahrten

Wir haben drei USB-Adapter, zwei Erweiterungskarten und eine Bridge stellvertretend getestet, wenn möglich unter Windows und Linux. Da der USB-Stick EW-7833 ohne USB-Dock geliefert wird, haben wir der Vergleichbarkeit halber auch von den anderen beiden Sticks die Ergebnisse dieser Situation in das Balkendiagramm auf Seite 100 übernommen.

Ein USB-Dock hilft beim Einsatz an stationären Geräten, weil man damit den WLAN-Stick leichter für besseren Empfang positionieren kann. So legte der AVM AC860 im 2,4-GHz-Band über die 20-Meter-Strecke durch Wände um 47 Prozent zu (bezogen auf den Mittelwert über die vier gemessenen Orientierungen von Router und Client). Im 5-GHz-Band ging der Durchsatz hingegen um 39 Prozent zurück.

Beim Netgear A7000 brachte das Dock nur im 2,4-GHz-Band einen ansatzweise spürbaren Vorteil (plus 28 Prozent), auf 5 GHz unterschied sich der Durchsatz nicht nennenswert. Falls Sie einen USB-Adapter wählen, sollten Sie ihn in beiden Betriebsarten probieren, denn in Ihrer Funksituation wird er sich anders verhalten als bei uns.

## Auf oder zu

Bei den beiden getesteten 3-Stream-USB-Adaptoren kann man einen Antennenträger ausklappen. Das empfiehlt sich beim WLAN-Betrieb über Distanz unbedingt, was wir am A7000 unter Windows überprüfen.

Das vollständige Ausklappen beim Betrieb direkt am Notebook, also ohne Dock, steigerte den Durchsatz über die 20-Meter-Strecke um 40 bis 60 Prozent. Funkte der Stick hingegen nah beim Router, dann machte das Aufklappen keinen Unterschied.

## Linux versus Windows

Als erster Linux-Kernel unterstützt der jüngst erschienene 4.19er den Mediatek-Chip MT7612U im AVM Fritz!Stick AC860 direkt, ebenso die Variante MT7610U in anderen Sticks. Der Treiber kann aber noch etwas Feintuning vertragen. Während es beim Betrieb im 2,4-GHz-Band keinen großen Unterschied machte, ob der AC860 unter Windows oder Linux lief, sah das auf 5 GHz anders aus. Dort war der Downstream unter Linux zufriedenstellend, also ungefähr auf dem gleichen Niveau wie mit dem Windows-Treiber.

In Gegenrichtung (Upstream, Client an Basis) kam er aber nah an der Basis nicht auf Touren (nur 8 MBit/s). Das halbierte den im Balkendiagramm genannten Mittelwert aus Downstream und Upstream gegenüber Windows (134 statt 277 MBit/s). Über die 20-Meter-Strecke sah das Bild immerhin ein wenig freundlicher aus. Hier funkte der AC860-Stick im Upstream etwas flotter, war aber immer noch deutlich langsamer als im Downstream.

## Alternativ-Chip

Beim Linux-Treiber für den Realtek-Chip RTL8814AU im Netgear A7000 trat eine Schiefelage zwischen Down- und Upstream im 5-GHz-Band auch auf, aber nur bei zwei Orientierungen von Router und Client. Sie war zudem nicht so extrem wie

beim MT7612U im AC860-Stick, wodurch die 5-GHz-Performance über Distanz unter beiden Betriebssystemen keinen so gravierenden Unterschied zeigte.

Deutlicher war die Down/Up-Differenz bei 2,4 GHz nah am Router, was den niedrigeren Mittelwert für diese Situation erklärt. Im 5-GHz-Band blieb der Nah-Durchsatz unter Linux für beide Richtungen insgesamt hinter dem unter Windows zurück.

Der ebenfalls mit dem RTL8814AU bestückte Edimax-Stick EW-7833UAC funktionierte bei uns indes unter beiden Betriebssystemen eher schlecht als recht. Er baute mit dem jüngeren Windows-Treiber von Edimax (10.30.12.0526.2016 vom 11.11.2016) nur nah beim Router eine zuverlässige WLAN-Verbindung auf, die aber eine hohe Latenz zeigte und durchsatzmäßig nicht mal in den dreistelligen Bereich kam. Mit dem älteren Edimax-Treiber (1030.11.503.2016 vom 26.10.2016) gab es zwar in beiden Situationen eine stabile Verbindung, aber auch hier kam der Adapter nicht auf Trab.

Mit dem jüngsten Windows-Treiber direkt vom Chipsatz-Hersteller (1030.25.0701.2017 vom 25.12.2017) lieferte der EW-7833UAC zwar hohen Durchsatz nah beim Router, aber dafür wurde die 2,4-GHz-Verbindung über 20 Meter kritisch: Nur in einer der vier Ausrichtungsvarianten hielt der Link über die Messung stand. Mit dem Linux-Treiber funktionierte der EW-7833UAC im 2,4-GHz-Band gut, dafür im 5-GHz-Band nur im Nahbereich.

Eine ähnliche Problematik sahen wir bei der PCI-Express-Karte T9E zum Einbau in den PC: Mit dem aktuellen Windows-Treiber (7.35.317.1 vom 6.10.2015) mochte die Karte sich mit unserem Router



USB-WLAN-Adapter lassen sich besonders leicht installieren.  
Einbau-Karten für den PC bringen tendenziell mehr Durchsatz.  
WLAN-Bridges holen gleich mehrere Geräte per LAN-Port ins Funknetz.



Der WLAN-Stick A7000 von Netgear liefert zwar gute Performance, ist aber viel ausladender als EW-7833UAC und Fritz!Stick AC860. Er eignet sich damit eher für stationäre Rechner.

geforderte Mindestschlüsselstärke von 192 Bit erfüllen.

## WPA3 in der Praxis

Windows und Linux bieten ab Werk noch keine Unterstützung für WPA3, auch wenn manche WLAN-Treiber es schon unterstützen. Bei Windows dürfte WPA3 in den nächsten Monaten über Updates einziehen, ebenso wahrscheinlich beim nächsten macOS- und iOS-Upgrade in der Apple-Welt.

Bei Linux hängt WPA3 an der Weiterentwicklung der WLAN-Unterstützung: Zurzeit kommt bei den meisten Distributionen auf Systemebene das Tool WPA-Supplicant beim Aufbau einer WPA2-verschlüsselten Verbindung zum Einsatz. Die Entwicklerversion spricht WPA3 schon, aber es mangelt noch an der Anbindung des oft zum Verwalten der Netzwerkschnittstellen verwendeten NetworkManagers. Mit Deaktivieren des NetworkManagers und manuellem Aufruf der Entwicklerversion des WPA-Supplicant konnten wir einzelne WLAN-Chips schon zu einem WPA3-SAE-Verbindungsaufbau mit einem Lancom-Access-Point L822 bewegen.

Einfacher wird das möglicherweise mit dem iNet Wireless Daemon (iwd), der als Ersatz für den WPA-Supplicant vor allem in Embedded-Systemen entwickelt wird, ihn aber auch in Desktop-Linuxen ablösen könnte. Laut Marcel Holtmann, dem bei Intel tätigen iwd-Maintainer, ist es noch zu früh, das Tool mit dem NetworkManager zu verwenden. Bei uns funktionierte diese Verbindung unter Ubuntu 18.10 auch prompt nicht.

Per manuellem Aufruf klappten bei uns mit den WLAN-Chips Mediatek MT7612U (im AVM-Stick AC860), Qualcomm QCA6174 und Intel 7260 iwd-vermittelte Verbindungen mit WPA2, WPA2/3 und WPA3 gleichwohl. Manchmal

nur im 5-GHz-Band verbinden. Ein 2,4-GHz-Link kam nur mit dem älteren Treiber zustande.

## Bessere Verschlüsselung

Die bei WLAN seit Langem standardmäßig eingesetzte Sicherungsmethode WPA2 mit gemeinsamem Passwort für alle Nutzer (PSK, Pre-Shared Key) hat in den letzten Jahren Lücken offenbart. Deshalb hat die Herstellervereinigung Wi-Fi Alliance im Juni 2018 das verbesserte WPA3 eingeführt.

Aus PSK wird jetzt SAE (Simultaneous Authentication of Equals), das verpflichtender Bestandteil von WPA3 ist. SAE funktioniert wie gewohnt: Basis und Client nutzen das gemeinsame Passwort, um bei der Verbindungsaufnahme einen individuellen Sitzungsschlüssel auszuhandeln. Angriffe auf diesen Handshake und die Session Keys werden mit WPA3 aber aussichtslos.

Selbst wenn ein Angreifer das WLAN-Passwort kennt, hilft ihm das bei WPA3 nur, um Zugang zum Netz zu bekommen, aber nicht beim nachträglichen Entschlüsseln aufgezeichneten Verkehrs (Perfect Forward Secrecy, PFS). Dadurch wird er

auf einen so gut wie aussichtslosen Brute-Force-Angriff auf die zugrunde liegende AES-128-Chiffre zurückgeworfen. Trotzdem bleibt auch mit SAE wichtig, ein hinreichend langes WLAN-Passwort zu verwenden. 20 bis 30 wild gemischte Zeichen dürften genügen.

Bei WPA3 ist ferner der Einsatz von Protected Management Frames (PMF) gefordert. So können Angreifer die Clients nicht mehr mit gefälschten Steuerpaketen abmelden (Denial of Service) und zum Neuverbinden zwingen, um den Handshake aufzuzeichnen.

Für eine Übergangsfrist müssen WLAN-Basen einen Mischmodus mit WPA2 und WPA3 parallel anbieten, damit sich auch ältere Clients verbinden können. Bei einer WPA2-Verbindung müssen die Basen PMF dann als optional anbieten. Die alten, als unsicher bekannten Chiffrier-Verfahren WEP und TKIP sind mit WPA3 endgültig obsolet.

WPA3-Enterprise für Firmen-WLANs mit individueller Authentifizierung bietet optional eine stärkere Verschlüsselung auf AES-Basis an (GCMP-256, SHA384). Sie soll die in „Suite B“ der NSA an allen Stellen (Authentifizierung, Chiffrierung)

## WLAN-Leistung ausgewählter Adapter

Modell	Streams	2,4 GHz nah	20 Meter	5 GHz nah	20 Meter
		besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
AVM Stick AC860 (Windows)	2	209	87	277	93
AVM Stick AC860 (Linux)	2	187	89	134	54
Edimax EW-7833 (Windows)	3	104	59	388	137
Edimax EW-7833 (Linux)	3	149	108	151	0
Netgear A7000 (Windows)	3	217	145	458	198
Netgear A7000 (Linux)	3	159	124	217	189
TP-Link T9E (Windows)	3	112	58	454	204
TP-Link T9E (Linux)	3	130	85	348	208
Asus EA-AC87	4	– (arbeitet nur auf 5GHz)	– (arbeitet nur auf 5GHz)	382	268
Asus PCE-AC88 (Windows)	4	391	230	493	310

waren für eine WPA3-gesicherte Verbindung mehrere Versuche nötig, vor allem beim 7260. Der RTL8814AU in den Sticks von Edimax und Netgear scheiterte hingegen regelmäßig an WPA2/3 und WPA3.

## WLAN-Zukunft

Mit der WLAN-Erweiterung Multi-User-MIMO können aktuelle Router Daten an mehrere Clients simultan senden. Die Technik bringt zurzeit aber nur dann einen greifbaren Vorteil, wenn *alle* MU-MIMO-fähigen Clients *gleichzeitig* in derselben WLAN-Funkzelle eine mindestens zufriedenstellende Verbindung haben. Dann kann sich der Summendurchsatz in der Funkzelle mal eben verdoppeln. Das ist in der Praxis aber selten der Fall.

Erst ab 2019 wird MU-MIMO durch die neue Übertragungstechnik OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) im kommenden WLAN-Standard IEEE 802.11ax nützlicher. Damit spielt die Güte der Funkverbindung keine so große Rolle für den MU-MIMO-Gewinn mehr.

Zwar sind schon erste WLAN-Router für 11ax angekündigt, aber einerseits arbeiten diese nur nach einem Standardentwurf und andererseits fehlt es an Clients. Da sich schon eine Study Group unter dem Arbeitstitel EHT (Extremely High Throughput) mit dem 11ax-Nachfolger beschäftigt und versucht, manche ihrer Ideen in den Vorgänger einfließen zu lassen, wird 11ax aller Voraussicht nach frühestens Mitte 2020 ratifiziert.

Ab Frühjahr/Sommer 2019 dürfte deshalb das Siegel „Wifi 6“ der Wi-Fi Alliance an Bedeutung gewinnen, auch wenn es sich ebenfalls nur auf einen 11ax-Entwurf beziehen wird. So kommen zwar wie schon bei den früheren Generationen 802.11n und 802.11ac dann Pre-ax-Geräte auf den Markt, aber wenigstens sind sie zueinander kompatibel.

## Welchen wählen?

Ein guter USB-WLAN-Stick darf schon mal 40 Euro kosten, viel mehr aber nicht, denn 2019 werden die ersten Router für den nächsten WLAN-Standard IEEE 802.11ax (Wifi 6) erscheinen. Will man den neuen Router dann optimal nutzen, braucht es wiederum neue Clients.

Wer das WLAN seines Windows-Notebooks heute verbessern will, der hat

weitgehend freie Auswahl und wird sich eher unter den kompakten USB-Adapter umsehen. Zwar bringen die großen Sticks tendenziell mehr Durchsatz, sie sind aber schlicht zu unförmig für den mobilen Einsatz. Meiden Sie die ganz kleinen USB-Stöpselchen mit nur einer Antenne. Diese können selbst bei exzellenter Funkverbindung nicht mit schnellen Internetanschlüssen mithalten.

Linux-Fans wählen eher nach der Treiberunterstützung. Hier hat sich auf der USB-Seite der Mediatek-Zweig weiterentwickelt: Der inzwischen zum Kernel gehörende Treiber unterstützt sogar schon WPA3. Die Realtek-Konkurrenz hat da noch Aufholbedarf. (ea@ct.de) **ct**

**iwd, Linux-Treiber für RTL8814AU:**  
[ct.de/yc4y](http://ct.de/yc4y)

## Ausgewählte Adapter für schnelles WLAN

Modell	Preis	Streams	Anschluss	WLAN-Chip	ausklappbare Antenne	Dock dabel	Besonderes
Asus USB-AC54 B1	40 €	2	USB 3.0	RTL8812AU	—	—	
AVM Fritz!Stick AC860	32 €	2	USB 3.0	MT7612U	—	✓	
Zyxel NWD-6605	28 €	2	USB 3.0	RTL8812AU	✓	—	steifes USB-Kabel
Asus USB-AC68	50 €	3	USB 3.0	RTL8814AU	✓	✓	
D-Link DWA-192	46 €	3	USB 3.0	RTL8814AU	—	—	abgesetzte „Kugel“
Edimax EW-7833UAC	40 €	3	USB 3.0	RTL8814AU	✓	—	
Netgear A7000	55 €	3	USB 3.0	RTL8814AU	✓	✓	Dock mit Magnetfuß
TP-Link T9E	59 €	3	PCIe	BCM4360	✓	—	
TP-Link T9UH	46 €	3	USB 3.0	RTL8814AU	✓	✓	
Asus EA-AC87	115 €	4	Ethernet	QT3840BC	✓	—	Bridge, nur 5 GHz
Asus PCE-AC88	85 €	4	PCIe	BCM4366	✓	—	ext. Antennenträger mit Magnetfuß

Anzeige



# Boxenwahl

Bluetooth-, WLAN- und Multiroom-Lautsprecher  
im Vergleich



**Übersicht Lautsprechertypen .... Seite 102**  
**Test Multiroom-Lautsprecher .... Seite 106**



**Bei der Auswahl neuer Lautsprecher geht es nicht mehr so übersichtlich zu wie zu CD-Zeiten. Tollen Sound bringen viele, aber genauso wichtig ist, wie gut die Boxen vernetzt sind und welche Zusatzfunktionen sie haben.**

Von Hannes A. Czerulla

**D**ie Tonträger und Kabel sind verschwunden und selbst eine Steckdose braucht man in vielen Fällen nicht mehr, um Musik, Hörbücher oder Podcasts zu genießen. Moderne Musikanlagen bestehen nur noch aus einer oder mehreren Boxen, die kabellos ihre Signale empfangen. Als Zuspätker dient das Smartphone oder Tablet, auf dem man bequem die Musik auswählt und ohne aufzustehen an die Lautsprecher schickt.

Kabelloser Lautsprecher ist aber nicht gleich kabelloser Lautsprecher. Es gibt sie in weit mehr Ausprägungen, als man es von den guten alten Passivboxen kennt. Grundsätzlich kann man sie in drei Kategorien unterteilen: Bluetooth-Boxen, WLAN-beziehungsweise Multiroom-Systeme und sogenannte smarte Lautsprecher, die einen Zugang zu Sprachassistenten wie Google Assistant oder Amazon Alexa eingebaut haben.

### Bluetooth-Lautsprecher

Soll der neue Lautsprecher parallel zur vorhandenen Infrastruktur funktionieren – oder hat man noch gar keine –, sind die Bluetooth-Boxen einen Blick wert. Ein Großteil ist auf die mobile Nutzung ausgelegt. Einen festen Netzanschluss findet man selten. Stattdessen ist meist ein Akku eingebaut.

Einige Modelle sind besonders robust verarbeitet und trotzen Dreck und Flüssigkeiten, beispielsweise der Ultimate Ears Boom 3. Allein wegen ihrer rucksackfreundlichen Größe ordnen sich die meisten Modelle klangtechnisch in den Einsteiger- bis Mittelklassebereich ein. Es gibt nur wenige Geräte, die Klangqualität und Leistung aufweisen, um eine ernstzunehmende HiFi-Anlage zu ersetzen. Außerdem ist die Verbindung via Bluetooth qualitativ beschränkt. Als Übertragungs-Codec nutzen die meisten Ge-

räte nur den verlustbehafteten, aber lizenzfreien „Low Complexity Subband Codec“ (SBC). Die höherwertigen Standards aptX und AAC findet man selten in den Ausstattungslisten. Bei den meisten Boxen würde man den Unterschied aber sowieso nicht hören.

Das Mobilgerät muss in Funkreichweite zum Lautsprecher bleiben. Ohne Wände dazwischen beträgt die Distanz je nach Gerätekonstellation 10 bis 100 Meter. Mit Wänden dazwischen kann die Wiedergabe schon abbrechen, wenn der Smartphone-Träger den Raum verlässt.

Vorteil der direkten Verbindung ist, dass die Bluetooth-Boxen ohne Umwege jeglichen Ton wiedergeben, den das Smartphone oder Tablet sonst selbst wiedergibt. Man kann also nicht nur die Musik ausgewählter Streaming-Apps auf ihnen abspielen, sondern auch den Ton von Videos (egal ob Streaming oder offline), Webseiten, Sprachnachrichten und Telefongesprächen. Zum Telefonieren haben viele Geräte ein Mikrofon eingebaut und lassen sich als Freisprecheinrichtung nutzen. Das kann auch von Nachteil sein, wenn die Box beispielsweise ständig Signaltöne eintreffender Nachrichten abspielt.

### WLAN und Multiroom

Wer seine HiFi-Anlage in Rente schicken möchte, sollte sich unter den WLAN-beziehungsweise Multiroom-Lautsprechern umschauen. Hier finden sich Systeme, die auch anspruchsvollen Hörern genügen und eine Qualität liefern, wie man sie von hochwertigen Passivlautsprechern kennt. Sie kann man einzeln nutzen oder im Verband.

Sie verbinden sich nicht direkt mit dem Mobilgerät, sondern nehmen ihre Verbindung übers heimische WLAN auf. Dabei dienen Smartphone oder Tablet meist nur als Fernbedienung. Ein Beispiel: Man möchte ein Lied aus der Spotify-App abspielen. Das Smartphone befindet sich

im selben WLAN wie der Lautsprecher. Statt nun die gesamte Musikdatei vom Smartphone via Heimnetz auf den Lautsprecher zu streamen (wie bei Bluetooth), verbindet sich der Lautsprecher übers WLAN mit dem Streaming-Dienst und spielt die Musik aus dem Netz ohne die Hilfe des Mobilgeräts ab.

Vorteil ist, dass Lautsprecher und Streaming-Dienst miteinander kommunizieren und das Smartphone nicht in Reichweite bleiben muss; auch lässt sich die Wiedergabe von mehreren Geräten steuern, ohne wie bei Bluetooth neu koppeln zu müssen. Zudem spielt der Lautsprecher nur die Musik ab und nicht die Tonsignale des Smartphones oder Tablets. Steuern kann man die Wiedergabe dennoch über das Mobilgerät. Die Übertragungsqualität entspricht der des Streaming-Anbieters.

Nachteil des Verfahrens ist, dass man nur Dienste nutzen kann, die der Lautsprecherhersteller unterstützt. Der Ton von Youtube-Videos oder offline gespeicherten Filmen, die man auf dem Mobilgerät abspielt, lässt sich in der Regel nicht an die Box übertragen.

Die Anbindung über das zentrale WLAN hat außerdem den Vorteil, dass man mehrere Lautsprecher zu Stereo-, Surround- oder Multiroom-Systemen zusammenfügen kann. Sie spielen dann syn-



Ursprünglich kaum mehr als ein Gag: An die großformatige Bluetooth-Box Teufel Rockster stellte der Hersteller ursprünglich keine „Verkaufserwartung“. Der Monsterlautsprecher wurde dann aber zum Verkaufsschlager.

chron die gleichen Signale ab. Per App gruppiert man die Geräte, weist sie den gleichen Räumen zu oder speichert sie als Stereopaar. In den Streaming-Apps sind sie dann entsprechend gekennzeichnet und verhalten sich wie ein einzelnes Abspielgerät.

### Vinyl, CD, Kassette

Viele moderne Lautsprecher(systeme) bieten die Möglichkeit, Plattenspieler, CD-Player oder Kassettendeck anzuschließen – das gilt sowohl für mobile Bluetooth-Boxen als auch für stationäre WLAN-Systeme.

Meist erfolgt der Anschluss über eine 3,5-mm-Klinkenbuchse. Immerhin acht von zwölf Multiroom-Testgeräten sind damit ausgestattet. Bei Bluetooth-Boxen sieht es ähnlich vielversprechend aus: Populäre Modelle wie JBL Flip, Bose Soundlink oder Ultimate Ears Boom können alle auch mit einem Klinkenkabel gespielt werden. Die Anschlüsse sind eigentlich dafür gedacht, ein Smartphone oder Tablet via Kabel anzuschließen, die Bluetooth-Verbindung des Mobilgeräts auszuschalten und dadurch die Laufzeit zu verlängern.

Audiophile Naturen werden sich eine höherwertige digitale Übertragung per optischem Toslink-Kabel oder Cinch wünschen. Unter Bluetooth-Lautsprechern findet man diese Art des Anschlusses gar nicht. Doch selbst innerhalb der WLAN-Systeme sind die digitalen Eingänge eine

Seltenheit. Im Testfeld hat nur das System von Bluesound eine Toslink-Verbindung.

### Passive Lautsprecher und TVs verbinden

Hersteller wie Sonos und Teufel bieten innerhalb ihrer Systeme Komponenten an, mit denen sich auch die vorhandenen klassischen Lautsprecher in das WLAN-Netz und somit beispielsweise in ein Multiroom-System einbinden lassen. Es gibt sowohl passive als auch aktive Konnektoren, die einen Verstärker überflüssig machen. Bei Sonos fallen die Preise verhältnismäßig hoch aus, beispielsweise 400 Euro für den „Connect“ ohne Verstärker; möchte man Passivboxen anschließen, werden gar 700 Euro für den „Amp“ fällig. Zum Vergleich: Der größte Sonos-Lautsprecher „Play:5“ erscheint mit 580 Euro dahingehend schon preiswert. Immerhin kann man über den Amp auch Signale von CD- und Plattenspielern ins Multiroom-System einspeisen. Amp digitalisiert diese und schickt sie per WLAN in die anderen Zimmer. Teufel bietet seinen „Connector“ hingegen schon für 130 bis 200 Euro an.

Will man einen Fernseher ins Multiroom-System einbinden, findet man etwa bei Sony und bei Sonos Lautsprecher mit HDMI-Eingang. Doch die Auswahl ist begrenzt. Wer andersherum schon eine hochwertige Surround-Anlage samt Receiver hat, kriegt sie ebenfalls mit obigen Komponenten eingebunden, muss dann aber immer seinen Receiver auf den je-

weiligen Eingang umschalten. Wenn es nur um Musik aus bestimmten Streaming-Diensten geht, gibt es einen anderen Weg: Viele moderne Receiver haben direkt die Unterstützung für einige Streaming-Dienste eingebaut.

### Smart Speaker

Unter dem Begriff Smart Speaker versteht man vernetzte Lautsprecher mit eingebauten Sprachassistenten – meist Amazon Alexa oder Google Assistant. Zusätzlich zum Lautsprecher ist in die Boxen mindestens ein Mikrofon eingebaut, das man auf Wunsch manuell abschalten kann. Fällt nun ein Stichwort im Raum, wie beispielsweise „Ok Google“ oder „Alexa“, öffnen die Lautsprecher einen Kanal zu den jeweiligen Spracherkennungs-Servern und der Nutzer kann beispielsweise Wissensfragen stellen oder sein Smart Home mithilfe der Assistenten steuern. Voraussetzung ist eine Verbindung ins Internet via WLAN.

Amazon und Google haben beide eigene Hardware im Angebot. Zwar funktionieren die Amazon Echos und Google Homes gut als Schnittstelle zu den Assistenten, wegen ihrer bescheidenen Tonqualität disqualifizieren sie sich aber als ernstzunehmende Musikanlage. Dafür gibt es deutlich besser klingende Modelle von Herstellern wie Sonos, Onkyo oder Yamaha. Viele von ihnen lassen sich auch zu Multiroom-Systemen zusammenschließen.

Anzeige



### Bluetooth-Boxen

Gute Bluetooth-Lautsprecher bekommt man schon für rund 100 Euro. Sie sind robust und dank Akku fast überall einsetzbar. Für kleine Räume reicht ihre Lautstärke, doch mit dem Bespielen ganzer Wohnungen sind sie überfordert. HiFi-Liebhaber sind hier falsch.

- ↑ mobil mit Akku
- ↑ universell einsetzbar
- ↓ keine HiFi-Qualität



### Multiroom-Lautsprecher

Boxen, die via WLAN erreichbar sind, eignen sich prima dazu, ein ganzes Haus oder eine Wohnung mit Lautsprechern auszustatten. Sie lassen sich komfortabel per App bedienen und können von den meisten Musik-Apps bespielt werden. Als Steuerzentrale dient das Smartphone oder das Tablet.

- ↑ Multiroom-Funktion
- ↑ auch HiFi-Qualität erhältlich
- ↓ nicht aus allen Quellen abspielbar



### Smart Speaker

Bei den meisten smarten Lautsprechern handelt es sich um Multiroom-Boxen mit eingebautem Sprachassistenten. Die Sprachsteuerung eignet sich besonders gut zur Steuerung von Musik und Smart Home. Mit einem kleinen Aufpreis muss man rechnen.

- ↑ Multiroom-Funktion
- ↑ Steuerung ohne Mobilgerät möglich
- ↓ teurer als nur Multiroom

Vorteile der Sprachsteuerung zeigen sich auch in Bezug aufs Musikhören. So kann man den Lautsprechern ein paar Stichworte zuwerfen und sie spielen Playlists oder Alben aus den hauseigenen Streaming-Diensten oder in einigen Fällen auch von Konkurrenten wie Spotify. Auch die grundlegende Musik- und Lautstärkesteuerung funktioniert durch

Sprachbefehle – sehr praktisch beim Kochen oder unter der Dusche.

Die zusätzliche Unterstützung der Sprachassistenten schlägt sich im Preis nieder: Die kleinste Sonos-Box gibt es beispielsweise als „One“ und „Play:1“. Sie weisen nahezu identische Klangeigenschaften auf und sind bis auf das Mikrofon-Cluster baugleich – doch lautet die Preisempfehlung

für den Play:1 rund 180 Euro und für den One mit Assistent 230 Euro.

Falls Sie noch eine Entscheidungshilfe benötigen, finden Sie auf den folgenden Seiten einen ausführlichen Vergleichstest von Multiroom-Systemen. Bluetooth-Boxen haben wir in der c't 1/2018 und smarte Lautsprecher in der c't 13/2018 getestet. (hcz@ct.de) **ct**

Anzeige





# Musikverteiler

## Zwölf Multiroom-Systeme mit WLAN

**Funkvernetzte Musiksyste-  
me versprechen großartigen Sound und  
lassen sich stressfrei per App oder  
Sprachsteuerung bedienen. Doch  
selbst wenn man die Vorzüge erst  
einmal nur in einem Raum nutzen  
möchte, will der Kauf des ersten  
Lautsprechers wohlüberlegt sein.**

Von Sven Hansen

**M**usik drahtlos übers Netz zu schicken, ist kein Problem. So lässt sich auch der riesige HiFi-Turm samt Staubfänger-Verkabelung zugunsten kleiner, autonomer Lautsprecher in Rente

schicken. Mit den günstigen Musik-Abos von Spotify & Co. gerät auch der Stress mit der Verwaltung einer MP3-Sammlung zunehmend in Vergessenheit.

Eines hat sich allerdings noch nicht durchgesetzt: ein übergreifender Standard, der die vernetzten Lautsprecher unterschiedlicher Hersteller nahtlos miteinander verbinden würde. Hinter der Kaufentscheidung für den ersten WLAN-Lautsprecher steckt somit immer auch die Entscheidung für eine ganze Produktfamilie. Aus diesem Grund holten wir uns für unseren Test von Musikverteilssystemen die Einstiegs-lautsprecher fast aller am Markt vertretenen Anbieter ins Labor. Selbst wenn man nur auf der Suche nach einem Bluetooth-Lautsprecher oder Smartspeaker mit Alexa ist, lohnt sich ein Blick auf das Test-

feld: Einige Kandidaten erfüllen das eine oder andere Anforderungsprofil quasi nebenbei und die Multiroom-Fähigkeit bekommt man für einen geringen Aufpreis mit dazu. Einen Eindruck der Klangqualität vieler teureren Modelle innerhalb der jeweiligen Systeme gibt der Artikel „Musik in allen Räumen“ in c’t 2/2016, Seite 116.

### Testfeld

Im Test sind zwölf Netzwerklautsprecher, die Musik per WLAN oder Ethernet in allen Räumen des Hauses verteilen können. HiFi-Firmen wie Bose, Heos (Denon), Panasonic, Sony und Yamaha steigen gegen den TV-Spezialisten Technisat oder die Lautsprecherschmieden von Dynaudio und Teufel in den Ring. Mit dem Pulse Flex 2i von Bluesound ist auch ein „High-End-er“ vertreten: Das kanadische Unternehmen gehört wie die Edelmarken NAD und PSB Speakers zur Lenbrook-Gruppe. Mit dem Arena steht zudem ein Lautsprecher des kalifornischen Start-ups Riva auf dem Prüfstand. Die Entwickler rund um den selbsternannten Audio-Guru Rikki Farr haben sich nichts weniger als die Neuerfindung des Sounds auf die Fahnen geschrieben.



Mit dabei ist natürlich auch Sonos – wir schnappten uns hier den Sonos One, obwohl sein Vorgänger Sonos Play:1 gut 30 Euro günstiger zu haben ist. Zum einen halten sich hartnäckig Gerüchte von einem Produktionsstopp des Play:1, zum anderen kann man sich die Informationen zum kleinsten Sonos-Speaker nach der Formel „Sonos One minus Alexa/Airplay2 = Play:1“ leicht selbst erschließen.

Am Anfang unserer ausführlichen Tabelle steht Amazons Echo Plus der zweiten Generation. Mit der Vorstellung eines Subwoofers und zahlreicher Echo-Variationen hat der Versandriese deutlich gemacht, dass er auch als Anbieter von hörenswerter Multiroom-Hardware Kasse machen will. Google belässt es derweil eher bei Referenzdesigns – die anderen Hersteller sollen die coolen Speaker liefern. Mit Google Cast hat der Internetgigant zumindest ein wichtiges Streaming-Protokoll im Markt. Wie gut es sich für den Multiroom-Betrieb eignet, werden wir in einer späteren c't-Ausgabe beleuchten.

Die hier getesteten Netzwerklautsprecher arbeiten mit einer Echtzeitanalyse des Eingangssignals und passen die Wiedergabe dynamisch an. Die auf passive Lautsprecher ausgelegten Messverfahren für den Frequenzgang greifen deshalb zu kurz und bergen die Gefahr, im schlimmsten Fall einem Prüfstand-Modus des Herstellers aufzusitzen. Deshalb verzichten wir in diesem Test auf die Ermittlung des Frequenzgangs und legen statt dessen mehr Wert auf einen umfangreichen und qualifizierten Hörtest.

## Ab ins Netz

Die Einrichtung eines Netzwerklautsprechers folgt meist einem festen Muster: Die Speaker ziehen ein eigenes WLAN auf, dem man per App beitreten muss. Auf Android-Geräten funktioniert das ab und zu automatisch, unter iOS muss man den Accesspoint wegen der strengeren Sicherheits-Policy der Apple-Geräte manuell auswählen. Einmal mit dem Speaker verbunden, versorgt man ihn mit den nötigen Zugangsdaten, und nach einem Neustart bucht er sich im WLAN ein und erscheint in der App.

Diese Prozedur verlief im Test meist reibungslos. Positiv fiel der Dynaudio auf, in dessen App das Setup als interaktiver Chat ablief, der gleich auch mögliche Probleme abging – fast so, als ob ein guter Freund am anderen Ende säße. Viel Geduld brauchten wir bei den Sony-Spea-

kern, die wir nach zwei Stunden Firmware-Update-Geblinke fast schon wieder in den Karton gesteckt hätten. Nach einer weiteren halben Stunde haben sie sich dann doch wieder beruhigt und erschienen in der Musicpal-App.

Panasonics AllPlay-Lautsprecher trieben uns wiederholt die Schweißperlen auf die Stirn. Hinweistexte in der App waren unsauber übersetzt, eine Einrichtung der drei All-05-Speaker war zunächst kaum möglich. Offensichtlich waren unsere Testgeräte zuvor in einem anderen WLAN angemeldet – erst nach mehreren Resets spürten sie und liefen danach erstaunlich zuverlässig.

Die Denon-Tochter Heos geht einen Sonderweg. Für den Erstkontakt zwischen Smartphone und Speaker nutzen die Entwickler die 3,5-mm-Buchse des Handys als Modem. Doof nur, wenn man keine Kopfhörerbuchse mehr hat. Alternativ kann man die Heos-Speaker per Netzkabel an den Router anschließen und muss sie im nächsten Schritt ins WLAN hieven.

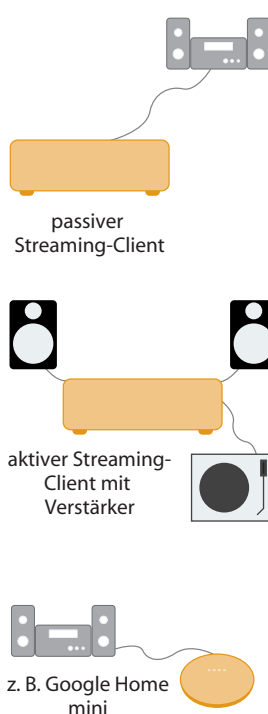
Zwei Drittel der Kandidaten kommen mit einer Ethernet-Buchse. Auch wenn die Durchsatzraten von modernen WLAN-Verbindungen genug Puffer für eine Audioübertragung bieten, kann die Kabeloption für manch einen Kunden interessant sein – nicht nur etwa im Hobbykeller oder dem Gartenhaus ohne WLAN. Sollen am Ende zehn oder mehr Abspielstationen vielleicht noch mit unterschiedlichen Streams oder unkomprimierten Musikdateien bedient werden, kann es im WLAN eng werden – und natürlich sind Funkverbindungen generell anfällig für Störungen von außen. Wer Ethernet-Kabel im Zuge einer Renovierung dezent in den Wänden verschwinden lassen kann, sollte es tun.

WLAN-seitig verstehen sich alle Testkandidaten aufs 2,4-GHz-Band, das in einigen Wohngebieten allerdings bereits chronisch überfüllt ist. Hinzu kommt die unschöne Nähe zum Bluetooth-Standard, der sich ebenfalls um 2,4 GHz breit macht und für Probleme sorgen kann. Das 5-GHz-Band ist noch nicht ganz so stark fre-

## Multiroom-Komponenten

Die Komponenten der Musikverteilungssysteme lassen sich grob in drei Gruppen unterteilen. Geräte zur Nachrüstung schlagen eine Brücke zu alter Hardware (links). Aktive Netzwerklautsprecher (Mitte) gibt es in unterschiedlichen Größenklassen, vom kleinen Smartspeaker bis zum Standlautsprecher. Darüber hinaus gibt es vereinzelte Komponenten vom Internetradio bis zum Klavier.

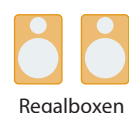
### Nachrüstlösungen



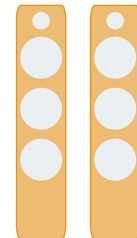
### aktive Lautsprecher mit Assistent



### ohne Assistent



### Regalboxen



### Standlautsprecher



### Ghetto-Blaster-Design

### sonstige Geräte



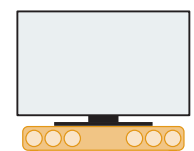
### Internet Radio



### Micro-Anlagen



### Heimkino-Receiver



### Soundbar

quentiert, allerdings gibt es auch klare Unterschiede bei den Anbietern. Sonos reserviert es momentan ausschließlich für die interne Kommunikation seiner Komponenten – etwa wenn man Lautsprecher zu einem 5.1-Soundsystem verknüpft. Der Master spricht dann mit dem Haus-WLAN im 2,4-GHz-Band und versorgt die angehängten Speaker auf 5 GHz.

Bis auf den Sonos One lassen sich alle Lautsprecher auch per Bluetooth koppeln. Ein großer Vorteil, wenn ein Besucher nur mal eben einen Song vorspielen will. Bei Sonys SRS-ZR5 geht das Koppeln bequem per NFC. Bei der Qualität der Bluetooth-Verbindung gibt es durchaus Unterschiede. Den verlustbehafteten Low Complexity Subband Codec beherrschen alle, Sony bietet darüber hinaus seinen proprietären LDAC-Codec für nahezu verlustfreie Übertragung des Audiosignals an, ergänzt durch die auch bei Yamaha zu findende AAC-Unterstützung, von der vor allem Besitzer von iOS-Geräten profitieren. Die breiteste Codec-Palette via Bluetooth bietet Bluesound: Neben AAC, MP3 und aptX unterstützt der Pulse Flex 2i auch das für hochaufgelöste Musik optimierte aptX HD.

Bei günstigen Bluetooth-Kopfhörern oder -Lautsprechern mag man von den

unterschiedlichen Codecs wenig wahrnehmen. Die getesteten Netzwerklautsprecher lassen sich im Duo jedoch auch zu einem Stereosystem verknüpfen, sodass einer nur den rechten, der andere den linken Kanal wiedergibt. Da die Räumlichkeit unter der Kompression des Audiosignals leidet, treten Schwächen in der Übertragungskette dann besonders deutlich zutage – für HiFi-Qualität via Bluetooth empfehlen wir, zu einem Codec jenseits des obligatorischen Low Complexity Subband Codecs zu greifen.

## Bedienung

Die Bedienkonzepte der Lautsprecher unterscheiden sich kaum. Alle kommen mit einer mehr oder weniger gut durchdachten App für Android und iOS. Richtig frisch wirkt die Dynaudio-App: Beim ersten Start fragt sie den Musikgeschmack ab und unterbreitet – ein Tidal-Abo vorausgesetzt – entsprechende Musikvorschläge schon beim Start. Allerdings fehlen ihr auch einige Basisfunktionen. Das Vorspulen während der Musikwiedergabe ist beispielsweise nicht möglich.

Sonos und Bluesound kommen auch mit der Darstellung umfangreicher lokaler Sammlungen klar – beide Anbieter haben zudem eine gut angepasste App fürs iPad im Angebot. Ein ausrangiertes Tablet lässt sich so leicht als Fernbedienung abstellen. Die Speaker von Amazon und Bose waren per App besonders träge zu bedienen. Bei Amazon liegt es daran, dass sämtliche Informationen über die Cloud in die App laufen. Statt übers Smartphone oder Tablet lassen sich die Systeme auch per Sprache bedienen. Bei Amazons Echo-Serie überrascht das wenig, doch auch das Sonos-System und die Heos-Speaker kann man nach der Installation der entsprechenden Skill problemlos per Alexa ansprechen. Die Einrichtung von Musiccast gelang nicht auf Anhieb, da Yamaha zwei Skills mit unterschiedlichen Funktionen offeriert. Boses SoundTouch ließ sich selbst nach längerem Experimentieren nicht mit Alexa steuern, obwohl die entsprechende Skill aktiviert war. Mit Google Home hatten wir deutlich weniger zu kämpfen, allerdings wurden lediglich die Speaker von Sony und Riva direkt unterstützt. Sie verstehen sich auf Google Cast und ließen sich über Googles Smart-Home-App problemlos einbinden und über Sprachbefehle steuern.

Die Lautsprecher mit Bluetooth bieten einen Workaround zur Sprachsteuerung,

denn man kann einen günstigen Assistenten wie den in Kürze verfügbaren Echo Input oder Googles Home Mini auch als Bluetooth-Sender nutzen. Auf diese Art lassen sich bis auf Sonos' One alle Testkandidaten per Sprache bedienen.

Zu viel sollte man von der Sprachsteuerung nicht erwarten, denn sie bleibt momentan meist auf Befehle zur Wiedergabesteuerung beschränkt. Eine wirkliche Hilfe bei der Navigation durch die gigantischen Musikkataloge der Streaming-Dienste ist weder Alexa noch Google.

## Quellenkunde

Heutzutage nutzen die meisten Kunden zum Musikhören Streaming-Dienste wie Spotify, Napster oder Tidal. Sie erlauben den bequemen Zugriff auf Musikkataloge von rund 50 Millionen Titeln. Dabei arbeiten die unterschiedlichen Dienste im Hintergrund durchaus mit verschiedenen Codecs und Qualitätsstufen. Die gängigen Dienste und Formate unterstützt jedes der Musiksysteme: Musik von Spotify (Ogg Vorbis) spielen sie wie die Napster-Tracks (AAC) oder Titel in CD-Qualität von Tidal (FLAC). Im Alltag werden die meisten Nutzer den Unterschied kaum hören. Wer sich allerdings zu den eher bewussten Musikhörern zählt und ein gut platziertes Stereo-Setup mit zwei Speakern auf seiner Wunschliste hat, sollte eine möglichst hohe Streaming-Qualität anstreben. Erst bei den wenig verbreiteten HighRes-Formaten, die über die Audioqualität einer CD hinausgehen sollen, verengt sich das Feld. Heos, Bluesound und Sony geben hochaufgelöste Musik als Stream wieder, allerdings nicht von einem Abo-Dienstleister.

Recht unterschiedlich gelöst ist die Einbindung der Streaming-Abos ins jeweilige System. Sonos markiert hier mit seiner Vollintegration von über 50 Audio-Diensten ein Extrem. Zentraler Anlaufpunkt ist die Sonos-App, die alle Aktivitäten bündelt und auch Playlists über Anbieter-Grenzen hinweg erlaubt. Aber selbst Sonos unterstützt inzwischen Spotify Connect und bei den neueren Komponenten auch Airplay2. Damit lässt es sich also auch von Drittanbieter-Apps mit Musik beschicken, ohne dass man die Sonos-App starten muss. Bei den anderen Testkandidaten liegt die Zahl fest integrierter Dienste deutlich niedriger. Meistens bekommt man eine Spotify-Einbindung und drei oder vier Streaming-Konkurrenten geboten (siehe Tabelle). Umso wichtiger sind dann die zusätzlichen Ein-



Die Dynaudio-App überrascht mit frischem Design und einem Chat-artigen Einrichtungsassistenten.



### Amazon Echo Plus (2G)

Der Echo Plus der zweiten Generation ist deutlich knubbeliger geraten als die Ur-Alexa. Amazons jüngster Echo-Lautsprecher wirkt ein wenig wie ein geschrumpfter HomePod, ist allerdings nicht ganz so hochwertig verarbeitet. Per ZigBee steuert er auch Smart-Home-Komponenten wie Philips Hue. Der Echo Plus mit fixer Textilbespannung ist in grau (hell), grau (mittel) oder grau (dunkel) erhältlich.

Amazon hatte anfangs nur kleine Lautsprecher im Angebot. Spätestens mit der Vorstellung eines Subwoofers und der Freischaltung des Multiroom-Features ist klar, dass man den Kunden alles aus einer Hand anbieten möchte. Wichtig zu wissen: Die haus-eigenen Multiroom-Fähigkeiten behält Amazon den Geräten seiner Echo-Serie vor. Lautsprecher von Drittherstellern lassen sich zwar steuern, aber nicht synchron mit den Echos bespielen.

Die App-Steuerung ist umständlich – entweder nutzt man Amazon Music oder die Alexa-App. Sprachbefehle sind der von Amazon favorisierte Weg, um die Echos zu steuern. Das funktioniert gut, wenn man die einzelnen Stationen zuvor in der Alexa App richtig gruppiert und Räumen zugeordnet hat.

Klanglich hält der Echo Plus mit der Konkurrenz nicht mit. Die Soundeigenschaften hängen sehr stark von der Lautstärke ab. Dreht man auf, geht der Sprechdreh im Bassbereich komplett die Puste aus.

- 👆 Sprachsteuerung
  - 👆 schwacher Sound
  - 👇 große Echos fehlen
- Preis: 150 €



### Bluesound Pulse Flex 2i

Mit dem optional erhältlichen Silikonüberzug wird der Pulse Flex 2i begrenzt outdoor-tauglich. Mit 1,25 Kilogramm liegt der kleinste Bluesound-Speaker schwer in der Hand. Das Design wirkt klassisch, das nach vorne abstrahlende Zweiwegesystem liegt hinter einem fein durchsiebten Metallgitter. Beim weißen Modell tritt das oben liegende, schwarze Tastenfeld etwas unschön hervor. Mit dem optionalen Akkupack auf dem Rücken schaut der Flex nicht mehr ganz so elegant aus, ist dafür aber 3,5 Stunden unabhängig vom Strom.

Die Ausstattung des Bluesound-Speakers lässt kaum Wünsche offen, alle Details sind über die App oder übers Webinterface jedes einzelnen Speakers konfigurierbar. Das System verkraftet auch die Wiedergabe hochaufgelöster Musik. Der Flex 2i ist als einziger Kandidat mit einem optischen Digitaleingang ausgestattet und kann Musik entgegennehmen und unkomprimiert im Bluesound-System verteilen. Neben allen gängigen Lautsprechergrößen bietet Bluesound als einziger Anbieter auch eine eigene Rip-NAS-Lösung.

Der Pulse Flex 2i liefert ein ausgewogenes Sounderlebnis und gab besonders die jazzige Live-Aufzeichnung von Norah Jones („And then there was you“) äußerst detailreich wieder. Voll aufdrehen sollte man den Lautsprecher nicht – der Verstärker ist so stark ausgelegt, dass beim Flex 2i eher die Klappen versagen.

- 👆 detailreicher Klang
  - 👆 optionaler Akku
  - 👆 viele Bluetooth-Codecs
- Preis: 350 €



### Bose SoundTouch 10

Der SoundTouch 10 Series III hat sich seit unserem letzten Test 2016 kaum verändert. Er steckt in einem kantigen Kunststoffgehäuse und strahlt mit einem Breitbandlautsprecher nach vorne ab. Das gummierte Tastenfeld ist geblieben, die Tasten haben einen deutlichen Druckpunkt und vermitteln die Solidität eines Kofferradios.

Auch bei App und Software hat sich leider wenig getan. Musik vom PC lässt sich wie vor einigen Jahren üblich über eine proprietäre Server-Software freigeben. Immerhin erkannte die App inzwischen auch andere UPnP-AV-Server im Netz, nicht allerdings den weit verbreiteten Fritzbox-Server. Generell scheint Bose die Android-Nutzer nicht so stark im Fokus zu haben, die App stürzte auf unseren Android-Devices gelegentlich ab – laut Nutzerbewertungen ein bekanntes Problem. Unter iOS lief alles stabil.

Als einziger Anbieter legt Bose seinen SoundTouch-Geräten eine kleine IR-Fernbedienung bei. Mit ihr lässt sich die Wiedergabe steuern oder einer der sechs Favoriten abrufen.

Der Klang des SoundTouch 10 überzeugt: Der Speaker kann überraschend laut aufspielen und leistet sich im gesamten Lautstärkebereich keine Patzer. Er liefert einen übers gesamte Spektrum ausgeglichenen Sound. Beim Thema Bass hält sich Bose vornehm zurück und bietet in der App sogar noch einen Slider zur zusätzlichen Bass-Reduktion.

- 👆 große Stationstasten
  - 👆 IR-Fernbedienung
  - 👇 schlechte Android-App
- Preis: 160 €





## Dynaudio Music 1

Cooler App, mutiges Design: Die Music-Speaker von Dynaudio fallen in jedem Fall auf – nicht nur, wenn man sie in der Signalfarbe Rot kauft. Im Angebot sind vier Größen, vom getesteten Music 1 bis zum Music 7 im Soundbar-Format.

Unser Einstiegsmodell mit integriertem Akku lässt sich dank Griffmulden an der Oberseite gut in der Wohnung herumtragen. An der USB-Host-Buchse lädt man bei Bedarf das Handy auf – ein iPhone lässt sich so wie ein alter iPod auch direkt zur Musikwiedergabe nutzen. Leider ist die Auswahl an Musikdiensten spärlich: Lediglich Tidal wird direkt aus der App unterstützt. Immerhin legt Dynaudio einen Coupon für ein neunmonatiges Abo bei.

Die Bässe sind beim Music 1 etwas überbetont, dafür arbeitet er Basslinien wie bei Lana del Rays „Videogames“ besonders schön heraus. Auf maximaler Lautstärke überfordert der Verstärker die Membrane und der Speaker beginnt unschön zu ploppen.

Gespannt waren wir auf die „intelligenten“ Einstellungen für die Soundoptimierung. Die Dynaudio-Speaker sollen sich auf Wunsch automatisch auf die Gegebenheiten des Raumes oder die jeweils gespielte Musik anpassen. Auf im Hintergrund zugespielten Lärm schien unser Music 1 nicht zu reagieren. Dafür konnte man durchaus den Eindruck gewinnen, dass er sein Abspielverhalten beim Wechsel vom Wohnzimmer ins gekachelte Bad ein wenig anpasste.

- ↑ mutiges Design
  - ↑ schicke App
  - ↓ nur ein Musikdienst
- Preis: 350 €



## Heos 1

Denon hat dem Einstiegsmodell der Heos-Serie ein kleines Update verpasst. Der Heos 1 kommt nun mit integriertem Bluetooth und braucht keinen zusätzlichen USB-Dongle wie das Vormodell. Dem als Zubehör erhältlichen Akku liegt eine Silikonabdeckung für die rückwärtigen Anschlüsse bei. Sie macht den spritzwassergeschützten Speaker startklar für den Außeneinsatz. Angenehm: Die Form des Akkus folgt den Linien des Speakers und fällt nicht weiter auf. Im Dauerlauf hielt der Speaker 6,5 Stunden durch.

Die App erlaubt das einfache Gruppieren von Lautsprechern per Drag&Drop. Sie ist mit ihrer Listennavigation nicht unbedingt geeignet, um sich in größeren Sammlungen zurechtzufinden und eine Funktion zum Spulen fehlt. Praktisch ist die Verlaufsfunction, über die man an bereits wiedergegebene Titel herankommt.

Wichtigster Klangeindruck: Der Heos 1 strahlt mit leicht überbetonten Höhen ein stark gerichtetes Signal aus. Das kann von Vorteil sein, wenn man ihn in einem Stereo-Setup auf eine bestimmte Abhörposition ausrichtet. Als Familienlautsprecher in der Wohnküche ist er dadurch weniger geeignet.

Sitzt man direkt vor ihm, liefert er präzise Mitten und Höhen, die bei Orchesteraufnahmen auch einzelne Instrumente erkennen ließen. Im Bassbereich schwächelte er ein wenig, was sich über die Bass-/Höheneinstellung in der App noch etwas korrigieren ließ.

- ↑ Spritzwasserschutz
  - ↑ optionaler Akku
  - ↓ sehr gerichtet
- Preis: 220 €



## Panasonic ALL 05

Panasonics SC-All05 ist wahrlich keine Schönheit. Die abgerundete Kiste in Form einer Tupper-Vorratsdose ist in ein irgendwie viel zu dünn geratenes Lochblech eingewickelt. Hat man es einmal in die Hand genommen, bleiben schon Druckspuren der darunterliegenden Lautsprecheröffnungen zurück. Auf sechs Stationstasten lassen sich Favoriten durch langes Drücken abspeichern – egal ob Internetradio oder Server-Freigabe. Mit integriertem Akku und dem Spritzwasserschutz (IPX5) empfiehlt sich der Lautsprecher für den Außeneinsatz.

Nach umständlicher Einsteinerichtung lief unser Trio aus drei All 05 zumindest stabil. Die App ist nicht besonders sexy, tut aber, was sie soll. Panasonic hat unter der AllPlay-Serie inzwischen neben Soundbars auch einige Mikro-Anlagen gruppiert – für eine breite Auswahl an Endgeräten ist also gesorgt.

Der All 05 ist eigentlich ein Stereosystem – leider merkt man davon kaum etwas. Von räumlichem Klang ist selbst bei Barenboims Ring-Einspielung wenig zu hören und der Rhein in der Rheingold-Prelude plätschert eher müde dahin. Steht der Lautstärkeregler über 50 Prozent, brechen die Bässe fast vollkommen weg und selbst der verbleibende Soundteppich wirkt matschig und undifferenziert. Das ist bedauerlich, denn Panasonic hat im letzten Test bewiesen, dass man durchaus wohlklingende Speaker herstellen kann.

- ↑ Komponentenvielfalt
  - ↓ schlechter Klang
  - ↓ empfindliche Hülle
- Preis: 180 €



Anzeige



## Riva Arena

Riva wie? Die Speaker der kalifornischen Audio Design Experts Inc. kann man leicht unterschätzen. Das bullige Design wirkt für europäische Augen grobschlächtig, der hochglänzende Kunststoffdeckel des Arena schaut nicht besonders wertig aus – es könnte sich auch um die Eigenmarke eines Discounters handeln. Auch der optional erhältliche Akku wirkt eher wie ein Fremdkörper.

Unter der Haube hat der Arena jedoch einiges zu bieten, denn im komprimierten Kaffeedosenformat bringt Riva immerhin sechs Lautsprecher unter – schon ein einzelner Arena ist ein vollwertiges Stereosystem. Die App bietet kaum Funktionen, dank Google Cast braucht man sie allerdings auch nicht. Eigentlich sind die Riva Speaker in ihrer jetzigen Darreichungsform ausschließlich über Googles Streaming-Standard nutzbar.

Die Stunde des Arena schlägt beim Anhören von Live-Mitschnitten, bei denen er die Stereo-Architektur voll ausspielen kann. Er zieht eine überraschend breite Bühne auf, auf der sich einzelne Instrumente oder Akteure gut verorten lassen. Die mittig abgemischten Gesangsstimmen kommen dabei immer noch kräftig genug rüber. Falls hier eine künstliche Stereofelderweiterung im Spiel ist, lässt sie sich über die App nicht deaktivieren. Ein klanglicher Schwachpunkt ist die recht bescheidene Gesamtlautstärke des Arenas – fürs Woodstock-Feeling braucht man den größeren Bruder oder ein paar Speaker mehr.

- ↑ guter Raumklang
  - ↑ lange Laufzeit mit optionalem Akku
  - ↓ schlechte App
- Preis: 180 €



## Sonos One

Sonos hatte es mit der Entwicklung neuer Produkte nie besonders eilig – mit dem One hat das Unternehmen eine nur leicht abgewandelte Variante seines Play:1 im Angebot. Die Verarbeitung ist tadellos, allerdings wirkt der „Deckel“ mit dem Mikrofon-Array für die Sprachsteuerungsfunktion auf dem Chassis des Vorgängers Play:1 für manche Augen wie ein Fremdkörper.

Die Ersteinrichtung flutscht, in Sachen unterstützter Musikdienste liegt Sonos der Konkurrenz um Längen voraus. Mit Trueplay lassen sich die meisten Sonos-Speaker auch an widrige Abspielumgebungen anpassen, im Test scheiterte das Einmesssystem unseres One allerdings wiederholt in einem städtischen Badezimmer – zu viel Hall, zu viel Straßenlärm. Der One lässt sich auf Wunsch mit Amazons Alexa koppeln und erlaubt die Sprachsteuerung des gesamten Systems. Die Anfang des Jahres angekündigte Unterstützung von Googles Sprachassistent lässt allerdings immer noch auf sich warten.

Der Speaker liefert einen ausgewogenen Klang, in der Default-Einstellung mit aktivierter Loudness-Bade- wanne ist er etwas zu bassig. Der nur per iOS mögliche Einmessvorgang lohnt sich, besonders wenn man den Speaker in einem engen Regal oder auf mitschwingenden Möbeln platziert hat. Bei voller Lautstärke kommt das System an seine Grenzen, die letzten Takte von Westernhagens „Sexy“ zwingen die digitale Endstufe in die Knie. Bis 80 Prozent Lautstärke ist alles perfekt.

- ↑ zahlreiche Musikdienste
  - ↑ Sprachsteuerung
  - ↓ kein Bluetooth
- Preis: 220 €



## Sony SRS-ZR5

Der ZR5 ist ein äußerst kompaktes Soundpaket. Das streng geometrische Bauklötz-Design mit leicht abgerundeten Kanten passt sich jedem Einrichtungsstil an. Ein solides Gitter schützt die Lautsprecher, und auch das für die kleinen Abmessungen recht hohe Gewicht von 1,8 Kilogramm vermittelt eine gewisse Solidität.

Die App überzeugt weniger, eigentlich scheint das System wie beim Riva-Speaker eher auf die Einbindung per Google Cast ausgerichtet zu sein. Immerhin konnten Sonys Netzwerkspieler die beim letzten Test wiederholt aufgetretenen Probleme beim Synchronspiel mehrerer Stationen hinter sich lassen – im Test liefen unsere drei Abspielstationen so, wie sie sollten.

Klanglich überraschte der Z5 auf engstem Raum mit recht voluminösem Sound. Ebenfalls ungewöhnlich: Die Signalführung per HDMI. Am TV angeschlossen, verbreitet das Verteilsystem den Ton vom Fernseher in der Wohnung. In Kombination mit bestimmten Soundbars lassen sich die Speaker wie bei Sonos und Yamaha als kabellose Effektlautsprecher in einem 5.1-System nutzen.

Der ZR5 klingt in Relation zur Größe richtig fett – es könnte sich auch um eine ausgewachsene Regalbox handeln. Die Wiedergabe ist äußerst detailreich, was im Hörtest besonders bei den filigranen Jazz- und Klassikstücken zur Geltung kam. Zwei als Stereosystem gekoppelte Speaker können es locker mit einer hochwertigen Micro-Anlage aufnehmen.

- ↑ NFC-Kopplung
  - ↑ toller Sound
  - ↓ wenig Musikdienste
- Preis: 200 €



### Technisat Audiomaster MR1

Multiroom vom TV-Spezialisten? Warum nicht. Technisat hatte schon früher Internetradios im Programm und nutzte ein Basis-Design des Chip-Herstellers Frontier Silicon. Der wiederum integrierte auf seinen Chips auch die Multiroom-Funktion – der Schritt zum Soundsystem Made in Germany lag also nah.

Der Audiomaster MR1 wirkt mit dem prominenten Dreh-/Drückknopf auf der Oberseite denn auch wie ein abgespecktes Radio. Über die App muss man ihn aus dem stromsparenden Tiefschlaf aufwecken, um die Musikwiedergabe zu starten. Ansonsten ist er mit seinem umlaufenden Metallgitter hübsch anzuschauen.

Technisats Connect-App verfolgt ein verwirrendes Plug-in-Konzept. Neben dem Multiroom-Modul gibt es noch Module für die Smart-Home-Steuerung und zur Bedienung der Technisat-TV-Receiver und -Fernseher. Trotz gemeinsamer App wirken die Komponenten schlecht integriert: Schlägt Technisats Smart Home Alarm, bleiben die Lautsprecher stumm. Eine Bedienung des Musiksystems wiederum ist über die Connect-Oberfläche am Technisat-TV nicht möglich.

Zum Thema Sound hat man sich mit Elac einen kompetenten Partner gesucht – zumindest beim kleinen Audiomaster MR1 ist davon leider nicht viel zu hören. Der Klang ist wenig differenziert und bei bestimmten Frequenzen begann das Lautsprechergitter unseres Testgeräts vernehmlich zu schnarren.

- ⬆️ niedriger Standby
  - ⬆️ schnarrendes Gehäuse
  - ⬆️ umständliche App
- Preis: 150 €



### Teufel One S

Als der Lautsprecherhersteller Teufel den Streaming-Spezialisten Raumfeld angliederte, hatte man für die Marke mit dem sperrig deutschen Namen international große Pläne – daraus wurde nichts. Das kantige Design ist geblieben, aber die Marke Raumfeld lassen die Berliner inzwischen unter den Tisch fallen und verkaufen ihr Musiksystem unter dem Label Teufel.

Der One S ist ein kleines Kistchen mit einem nach vorne gerichteten Zweiwegelautsprecher und zwei seitlichen, passiven Bassmembranen. Die Sensortasten auf der Oberseite sind deutlich abgesetzt, den One S hat man zur Not auch blind im Griff. Die Verarbeitung wirkt dabei nicht besonders edel.

Mit Google scheinen die Berliner im Clinch zu liegen: Vor ein paar Updates beherrschten die Geräte auch Google Cast, mit der aktuellen Firmware funktioniert das nicht. Die App, im Store immer noch unter „Teufel-Raumfeld“ zu finden, ist prinzipiell gut zu bedienen, allerdings reagiert das System oft nur zäh auf Eingaben. Das fängt schon beim Erkennen des Systems nach Start der App an und zieht sich über die Musiksuche bis zur Wiedergabesteuerung durch.

Für Teufel-Fans darf es in Sachen Bass gerne eine Schippe mehr sein – der One S „enttäuscht“ in diesem Sinne mit einer eher neutralen Wiedergabecharakteristik. Er spielt nicht einmal besonders laut auf. Die Höhen sind leicht überschärft und der zentral auf dem Tiefmittentöner platzierte Tweeter strahlt stark gerichtet in den Raum.

- ⬆️ Stationstasten
  - ⬆️ zähe Bedienung
  - ⬆️ gerichteter Sound
- Preis: 200 €



### Yamaha Musiccast 20

Yamaha offeriert mit Musiccast wohl die breiteste Palette verknüpfbarer Geräte, darunter auch Soundbars, Heimkino-Receiver und den selbstspielenden Flügel Disklavier Enspire, der Live-Pianoklänge mit Streaming-Inhalten von der Stereoanlage kombiniert. Anfangs hatten sich die Japaner mit der Gerätevielfalt übernommen und es lief längst nicht alles rund, inzwischen scheinen sie die Mehrraumverteilung in den Griff bekommen zu haben.

Das Zweiwegesystem des Musiccast 20 mit passiver Bassmembrane steckt in einem tonnenförmigen Gehäuse, das wegen der oberen Randeinfassung und der hochglänzenden Bedienfläche ein wenig wie ein Tischmülleimer aussieht. Es gibt drei Stationstasten für eigene Favoriten, allerdings keine Möglichkeit, zum nächsten Titel einer Liste zu springen.

Die Musiccast-App ist etwas unübersichtlich geraten. Zwei irrtümlich in einem zusätzlichen Raum eingerichtete Lautsprecher ließen sich partout nicht ohne Werksreset in einen anderen Raum überführen.

Die Voreinstellung für den Bass ist überzogen, lässt sich über die App aber zumindest regulieren. Bis 90 Prozent Lautstärke ist der Klang ausgewogen, darüber tendierte der Musiccast 20 zu einem Krächzen in den Höhen. Insgesamt spielt er nicht besonders laut, für den ebenfalls vorgesehenen Einsatz als Effektlautsprecher an einem Yamaha-Receiver genügt die Lautstärke aber allemal (siehe auch Artikel ab S. 70).

- ⬆️ große Komponentenvielfalt
  - ⬆️ taugt als Effektlautsprecher
  - ⬆️ überzogener Bass
- Preis: 220 €

## Musikverteilungssysteme

Modell	Amazon Echo Plus (2G)	Bluesound Pulse Flex 2i	Bose SoundTouch 10	Dynaudio Music 1	Heos 1
Firmware	592452420	3.0.2	19.0.13	V49	1.466.190
<b>Ausstattung</b>					
Eingänge	3,5 mm Klinke	3,5 mm Klinke (auch Toslink)	3,5 mm Klinke	3,5 mm Klinke ; USB (iOS-Wiedergabe)	3,5 mm Klinke
Ausgänge	3,5 mm Klinke	3,5 mm Klinke	–	–	–
Bluetooth (Codec)	✓ (SBC)	✓ (SBC, MP3, AAC, aptX, aptX HD)	✓ (SBC)	✓ (SBC, aptX)	✓ (SBC)
WLAN / Ethernet	✓ (2,4 GHz, 5 GHz 80 MHz) / –	✓ (2,4 GHz, 5 GHz 80 MHz) / ✓	✓ (2,4 GHz, 5 GHz 40 MHz) / –	✓ (2,4 GHz, 5 GHz 40 MHz) / –	✓ (2,4 GHz, 5 GHz 80 MHz) / ✓
Equalizer / Bässe u. Höhen	– / –	✓ / ✓	– / – <sup>10</sup>	– <sup>11</sup>	– / ✓
Bedientasten am Gerät	Volume, Mikrofon stumm	Play, Pause, Skip, Volume, vier Stationstasten	Stationstasten	Play, Pause, Skip, Taste für fünf Stationen	Volume, Stumm
Tasten-Art	Drucktasten	Drucktasten	Drucktasten	Drucktasten	Drucktasten
Besonderheiten	Sprachsteuerung, ZigBee	IR-Steuerung	IR-Fernbedienung	Akku, Noise-/Roomadapt	optionaler Akku, UPNP-Server
Farbvarianten	hell- bis dunkelgrau	schwarz, weiß	schwarz, weiß	grau, blau, rot, dunkelgrau	schwarz, weiß
Maße: Breite × Höhe × Tiefe / Gewicht	99 mm × 148 mm × 99 mm / 0,78 kg	125 mm × 183 mm × 100 mm / 1,23 kg	141 mm × 212 mm × 87 mm / 1,87 kg	229 mm × 220 mm × 142 mm / 1,6 kg	129 mm × 189 mm × 128 mm / 1,4 kg
<b>Musikquellen</b>					
Online-Dienste	Spotify, Amazon Music, Deezer	Spotify, Amazon Music, Tidal, Deezer, Napster, Qobuz, HighResAudio, Juke, SoundMachine u. a.	Amazon Music, Deezer, Spotify	Tidal	Spotify, Amazon Music, Soundcloud, Tidal, Deezer, Napster, Mood:Mix
Radio	Tuneln	Tuneln, iHeartRadio, Calm Radio, Radio Paradise, Slacker Radio	Tuneln	vTuner	Tuneln
Musik von Device	✓	–	✓	–	✓
Serversoftware / USB-Host	– / –	✓ / ✓ <sup>1</sup>	✓ (SoundTouch) / –	– / – <sup>3</sup>	– / ✓ <sup>1</sup>
SMB	–	✓	– <sup>2</sup>	–	✓
<b>Formate / Protokolle</b>					
Spotify Connect / Google Cast	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– / –	– / –
Airplay / Airplay2	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / –	– / –
UpnP AV	–	–	✓	✓ <sup>4</sup>	✓
Alexa-Skills / Google Home	✓ / –	– / –	✓ / –	– / –	– / –
<b>Fernbedienungs-Apps</b>					
iPhone / iPad optimiert	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / –
Android	✓	✓	✓	✓	✓
PC-Software Windows / macOS	– / –	– / –	✓ / ✓	– / –	– / –
Einstellung über Browser	–	✓	–	✓	–
<b>Messungen</b>					
Laufzeit mit Akku (WLAN)	–	3,5 h	–	9 h	6,5 h
Bootzeit aus Power Off	40 s	45 s	55 s	– <sup>5</sup>	50 s
Stromverbrauch Standby	2,2 W	3,2 W	1,8 W	2,5 W	4,2 W
<b>Bewertung</b>					
Bedienung	○	⊕	○	⊕	○
Klang	○	⊕	⊕	⊕	⊕
Endgeräteauswahl	⊖	○	○	○	⊕
Musikdienste	⊖	○	⊖	⊖	○
Preis	150 €	350 €	160 €	350 €	220 €
<sup>1</sup> FAT32, NTFS <sup>2</sup> nur über Umweg mit PC-Software <sup>3</sup> nur iPod-Wiedergabe <sup>4</sup> nur als Audiosenke <sup>5</sup> integrierter Akku, nicht messbar <sup>6</sup> nur über Google Cast <sup>7</sup> 5 GHz nur bei Einsatz als Effektlautsprecher ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe					

speisewege AirPlay, Bluetooth, Google Cast und UPnP AV.

### Energie!

Ein Musiksystem sollte man jederzeit per App ansteuern können, daher müssen alle Komponenten ständig auf der Lauer liegen. Mit jedem weiteren Speaker geht der Standby-Verbrauch des Gesamtsystems in die Höhe. Der Heos 1 genehmigte sich mit 4,2 Watt die höchste Leistungsaufnahme im Leerlauf, Technisat war mit 1,3 Watt am

sparsamsten. Allerdings mussten wir die MR1-Lautsprecher über die App auch einzeln aus dem Schlaf erwecken.

Manch ein Nutzer wird die Lautsprecher aus Umweltgründen doch vom Netz trennen wollen – daher gibt die Tabelle auch die Boot-Zeit bis zur ersten Musikwiedergabe an. Wenn man darauf wie bei Bose, Sony und Technisat rund eine Minute warten muss, wird man die Geräte eher dauerhaft im Standby belassen. Der Dynaudio Music 1 und Yamahas All 05

sind mit einem internen Akku ausgestattet, der sie unabhängig vom Stromnetz macht. Auch für den Bluesound Pulse Flex 2i, Rivas Arena und den Heos 1 ist ein optionaler Akku erhältlich, mit dem die Geräte mobil einsetzbar sind.

### Fazit

Es lohnt sich, vor dem Kauf des ersten Multiroom-Lautsprechers gut hinzuschauen. Probleme mit dem Synchronspiel gehören zwar der Vergangenheit an, doch



Panasonic ALL 05	Riva Arena	Sonos One	Sony SRS-ZR5	Technisat Audiomaster MR1	Teufel One S	Yamaha Musiccast 20
2.0.35-S	9.833.132	9.2	5.03	V2.11.12	2.5	1.44 (0423)
–	3,5 mm Klinke	–	3,5 mm Klinke. HDMI (ARC)	3,5 mm Klinke	3,5 mm Klinke	– <sup>9</sup>
–	–	–	–	–	–	–
✓ (SBC)	✓ (SBC)	–	✓ (SBC, AAC, LDAC)	✓ (SBC)	✓ (SBC)	✓ (SBC, AAC)
✓ (2,4 GHz, 5 GHz 40MHz) / ✓	✓ (2,4 GHz, 5 GHz 80 MHz) / –	✓ (2,4 GHz) <sup>7</sup> / ✓	✓ (2,4 GHz, 5 GHz 40MHz) / ✓	✓ (2,4 GHz) / ✓	✓ (2,4 GHz, 5 GHz 80 MHz) / ✓	✓ (2,4 GHz, 5 GHz 20 MHz) / ✓
– / ✓	– / ✓	– (nur Loudness) / ✓	–	– / –	– / ✓	✓ / ✓
Play, Pause, Skip, Volume	Play, Pause, Skip, Volume	Play, Pause, Skip, Volume	Volume	Volume	Play, Pause, Skip, Volume, drei Stationstasten	Play, Pause, drei Stationstasten
Sensortasten	Drucktasten	Sensorfeld	Sensortasten	Drehrad	Sensortasten	Sensortasten
Akku, Voice-Modus, wasserdicht	optionaler Akku	Sprachsteuerung	NFC, HDMI, UPNP-Server	Einschaltmodus in der App, UPNP-Server	UPNP-Server	Digitalpiano verknüpfbar
schwarz, weiß	schwarz, weiß	schwarz, weiß	schwarz, weiß	grau	schwarz, weiß	schwarz, weiß
170 mm × 179 mm × 77 mm / 1,5 kg	124 mm × 180 mm × 127 mm / 1,36 kg	120 mm × 162 mm × 120 mm / 1,85 kg	101 mm × 161 mm × 101 mm / 1,8 kg	110 mm × 210 mm × 110 mm / 0,92 kg	180 mm × 167 mm × 86 mm / 1,6 kg	150 mm × 186 mm × 130 mm / 2,2 kg
Tidal, Deezer	– <sup>6</sup>	Spotify, Amazon Music, Napster, Tidal, Deezer, Google Play Music, Audible, Qobuz u. a.	– <sup>6</sup>	Spotify	Spotify, Tidal, Napster,	Spotify, Napster, Juke, Tidal Deezer
AllPlay Radio (Tuneln)	– <sup>6</sup>	Tuneln	– <sup>6</sup>	WiFiRadiofrontier (Frontier Silicon)	Tuneln	vTuner
✓	✓	✓	✓	–	✓	✓
– / –	– / ✓ <sup>1</sup>	✓ / –	– / ✓ <sup>8</sup>	– / –	– / ✓ <sup>1</sup>	– / –
–	–	✓	–	–	✓	–
✓ / –	✓ / ✓	✓ / – <sup>12</sup>	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / –
– / –	✓ / –	– / –	– / –	– / –	– / –	✓ / –
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
– / –	– / ✓	✓ / –	– / –	✓ / –	– / –	✓ / –
✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
– / –	– / –	✓ / ✓	–	– / –	– / –	– / –
✓	✓	–	✓	✓	–	–
9,5 h	22 h	–	–	–	–	–
– <sup>5</sup>	45 s	45 s	57 s	80 s	40 s	17 s
2 W	2,5 W	3,4 W	2,3 W	1,3 W	2,5 W	1,9 W
⊖	⊖	⊕	○	⊖	○	⊕
⊖	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊖	○	⊕
⊕	⊖	○	○	○	⊕	⊕⊕
○	○	⊕⊕	○	⊖	○	○
180 €	180 €	220 €	200 €	180 €	200 €	220 €

<sup>8</sup> FAT32 <sup>9</sup> USB für Service <sup>10</sup> nur Bassreduktion <sup>11</sup> nur drei Presets <sup>12</sup> nur mit zusätzlich installierter Sonos-App

die Unterschiede zeigen sich beim Thema unterstützter Funkprotokolle, der Zahl aufrufbarer Musikdienste oder der Bedienfreundlichkeit.

Was sich schlecht prognostizieren lässt, ist die Langlebigkeit der getesteten Systeme beziehungsweise der Wille der Hersteller, dauerhaft Updates zu liefern. Sonos ist hier ein positives Beispiel: Bisher lassen sich selbst zehn Jahre alte Komponenten nahtlos ins System integrieren und bekommen frische Software. Wenn der

Bluetooth-Chip fehlt, hilft das leider wenig. Die Bluetooth-Verbindung als Notnagel macht die Eintiegslautsprecher aller anderen Hersteller zur sicheren Wette. Selbst wenn man sich am Ende nicht für das Gesamtsystem begeistert, kann man sich über einen kompakten Bluetooth-Lautsprecher freuen.

Der Riva Arena könnte hierzulande ein Sound-Schnäppchen werden: In den USA ist er für 150 Dollar zu haben, denn mit dem Riva Voice steht der Nachfolger

mit integriertem Sprachassistenten kurz vor der Einführung. Woran es bei der Riva-Familie hapert, ist eine ausreichende Zahl zusätzlicher Komponenten.

Gerade in diesem Punkt tun sich Yamaha, Heos und Panasonic hervor und können dank ihrer HiFi-Gene mit einem besonders breiten Portfolio unterschiedlicher Komponenten punkten. Warum Sony seine Multiroom-Familie nicht weiter ausbaut, bleibt angesichts des gelungenen ZR5 ein Geheimnis. (sha@ct.de) **ct**



# Turing-Quintett

## Fünf GeForce-RTX-2070-Karten von schnell und leise bis schneller und laut

**Flüssiges Spielen mit allen Gimmicks bei WQHD-Auflösung und sogar bis 4K – das verspricht Nvidia mit der GeForce RTX 2070. Fünf werksübertaktete Karten von 600 bis 725 Euro offenbaren im Test ihre Stärken und Schwächen.**

**Von Benjamin Kraft**

Die GeForce RTX 2070 ist zwar die kleinste bislang vorgestellte Ausbaustufe von Nvidias neuer Turing-Architektur, dürfte aber preislich für viele die interessanteste sein. Das gilt vor allem für Käufer, die bisher mit der GeForce GTX 1080 geliebäugelt haben und noch abwarten, was die nächste Modellgeneration bringt. Nvidia bietet Herstellern zwei Varianten der GPU an. Auf den billigsten Karten, die ab 520 Euro zu bekommen sind, sitzt der Chip TU106-400. Teurere Varianten tragen den TU106-400A – Nvidia erlaubt den Herstellern von Grafikkarten nur bei letzterem, den Boost-Takt

ab Werk zu erhöhen. Nicht nur aus diesem Grund sind die OC-Boards teurer, sondern auch, weil sie in der Regel ein komplexeres Board-Layout, eine bessere Spannungsversorgung und einen potenteren, oft leiseren Kühler mitbringen.

Wir besorgten uns fünf ab Werk übertaktete Karten ab 600 Euro: Zu etwa diesem Preis findet man die GeForce RTX 2070 Gaming OC von Gigabyte. Für 640 Euro kauften wir in Nvidias Webshop die GeForce RTX 2070 Founders Edition. Ähnlich viel kostete zum Testzeitpunkt die MSI GeForce RTX 2070 Gaming Z 8G, die wir im Online-Handel bestellten. Das

obere Ende des Preisspektrums markieren in diesem Feld die Zotac GeForce RTX 2070 Amp Extreme für knapp 700 Euro und die Asus ROG Strix GeForce 2070 OC, deren Preis im Testzeitraum zwischen 700 und 725 Euro schwankte.

## Anatomie der TU106-GPU

Die GeForce RTX 2070 wird von der TU106-GPU angetrieben. Als kleinster Chip im bisherigen Turing-Trio bringt selbst sie es mit ihren 10,6 Milliarden Transistoren noch auf eine Fläche von 445 mm<sup>2</sup> – trotz 12-nm-Fertigung. Zum Vergleich: Die GP104-GPU einer GeForce GTX 1080 belegt mit 7,2 Milliarden Transistoren in 16 nm nur 314 mm<sup>2</sup>.

Im großen Chip stecken 2304 Shader-Einheiten, 144 Textureinheiten und 64 Rasterisierungseinheiten (ROPs). Turing-typisch sind außerdem 36 RT-Cores zur Beschleunigung von Raytracing-Effekten [1] sowie 144 Tensor-Cores für KI-Berechnungen an Bord, zum Beispiel Machine-Learning (ML). Für beides hat Nvidia Anwendungen in Aussicht gestellt, etwa Spiele mit realitätsnahen Reflexionen per Raytracing oder den neuen ML-gestützten Kantenglättungsmodus DLSS (Deep Learning Supersampling). Materialisiert haben sich beide bislang noch nicht. Weitere Details zur Turing-Architektur finden Sie in [2].

## Angeschlossen, angezeigt

Jede GeForce RTX 2070 verfügt über fünf Display-Anschlüsse. Die Ausführung variiert je nach Hersteller. Gigabyte, MSI und Zotac bringen an der Anschlussblende drei DisplayPorts der Generation

1.4, einen HDMI-2.0b-Ausgang und einen USB-C-Anschluss unter. Letzterer gibt ebenfalls ein DisplayPort-1.4-Signal aus, versorgt via VirtualLink VR-Headsets mit Bild und Strom oder dient als schnelle Datenschnittstelle mit 1 GByte/s.

Asus tauscht einen der DisplayPorts gegen eine zweite HDMI-2.0-Buchse aus, Nvidia ersetzt ihn durch einen Dual-Link-DVI-Ausgang. Dieser Veteran der digitalen Signalausgänge liefert 60 Hz bis zu einer Auflösung von 2560 × 1600 Pixel, also WXGA. Das passt, denn die Karten stellen WQHD (2560 × 1440) problemlos mit höchster Detailstufe flüssig dar. Die anderen Anschlüsse taugen für 4K (3840 × 2160) mit 60 Hz inklusive HDR-Wiedergabe. Ein 8K-Display mit 7680 × 4320 Pixeln versorgen diese Karten über zwei Kabel, die an je einem DisplayPort hängen.

Um ihre Leistungsaufnahme von immerhin bis zu 233 Watt im 3D-Betrieb zu decken, tragen die Karten PCIe-Stromanschlüsse. Während sich Nvidias relativ genügsame Founders Edition mit einem achtpoligen Anschluss begnügt, geben die anderen Hersteller ihren Karten zusätzlich eine sechspolige Buchse mit.

Anders als die teuren Karten der RTX-2080-Serien fehlt den 2070ern die NVLink-Kontaktstele. Es ist also nicht möglich, zwei Exemplare via NVLink-Steckbrücke zu einem Tandem zusammenzuschließen, um die Bildrate zu steigern. Vermutlich würde ein RTX-2070-Duo zu einem geringeren Preis der RTX 2080 Ti gefährlich nahe kommen – auch wenn nicht jedes Spiel gleichermaßen oder überhaupt von der Hardware-Verdopplung bei SLI profitiert. OpenCL- und

CUDA-Anwendungen hingegen können alle verfügbaren Karten nutzen und skalieren in der Regel linear, sofern nicht andere Komponenten wie Speicher oder CPU zum Flaschenhals werden.

## Praxiswerte

Wenn Nvidia eine neue GPU-Generation einführt, so galt bislang: Eine neue Grafikkarte lieferte so viel Performance wie das nächsthöhere Modell der alten Serie zum niedrigeren Preis. Bei Turing stimmt nur der erste Teil dieser Aussage, denn die GeForce RTX 2070 erreicht praktisch die gleiche 3D-Leistung wie die GeForce GTX 1080 [3]. Beim Preis tritt Turing allerdings auf der Stelle. Empfahl die GPU-Schmiede für eine GTX 1070 mit Referenztakt zum Launch einen Verkaufspreis von 379 US-Dollar, soll die Basis-RTX-2070 bei 499 Dollar starten. De facto bedeutet das, dass Nvidia das 70er-Modell in eine höhere Preisklasse hebt.

Die gute Nachricht ist, dass die GeForce RTX 2070 selbst grafisch aufwendige Spiele mit voller oder leicht reduzierter Detailstufe auch in 4K-Auflösung (alias UHD oder Ultra-HD) meist flüssig darstellt. Schaltet man noch die Kantenglättung an, muss man allerdings je nach Spiel dafür die Bildqualität an anderer Stelle reduzieren.

Den Spitzenplatz abonniert über alle 3D-Disziplinen hinweg die Zotac GeForce RTX 2070 Amp Extreme aufgrund des höchsten Boost-Takts im Feld, den sie dank des beherzt agierenden Kühlers auch sehr lange halten kann. Im DirectX-11-Test Firestrike Extreme aus der 3DMark-Suite erzielt die Zotac-Karte rund 260 Punkte mehr als die zweitplatzierte

## 3D-Performance von GeForce-RTX-2070-Grafikkarten

Grafikkarte	3DMark Time Spy / Firestrike Extreme [Punkte]	GTA V Maximum / 4xMSAA (DX11) (4K / WQHD / Full HD) [fps]	Far Cry 5 Ultra / SMAA (DX11) (4K / WQHD / Full HD) [fps]	Shadow of the Tomb Raider Maximum / SMAA (DX12) (4K / WQHD / Full HD) [fps]
AMD Radeon RX Vega 64 (Referenz)	besser ► 7350/9968	besser ► 34/59/81	besser ► 47/89/116	besser ► 32/62/93
Gainward Phoenix GS GeForce GTX 1070	6433/8569	36/69/91	36/70/100	27/52/80
Gainward Phoenix GLH GeForce GTX 1080	7886/10670	46/81/99	47/89/115	36/68/103
Asus ROG Strix GeForce GTX 1080 Ti	9504/13375	57/96/101	58/106/127	46/85/124
Asus ROG Strix GeForce 2070 OC	9132/10896	49/86/100	50/95/123	38/71/104
Asus ROG Strix GeForce 2070 OC (Q-Mode)	9126/10907	49/85/99	51/95/124	37/70/103
Gigabyte GeForce RTX 2070 Gaming OC	8942/10684	48/84/100	49/94/124	37/70/102
Nvidia GeForce RTX 2070 Founders Edition	8842/10575	48/84/98	49/92/123	36/69/101
MSI GeForce RTX 2070 GAMING Z 8G	9064/10786	48/86/100	50/94/122	37/70/103
Zotac GeForce RTX 2070 Amp Extreme	9301/11154	50/87/101	41/97/124	38/72/106
MSI GeForce RTX 2080 Ventus 8G OC	10345/12554	55/97/109	59/108/131	46/86/124
Asus ROG Strix GeForce RTX 2080 Ti Gaming OC	12396/15655	71/104/106	76/124/132	60/105/153

gemessen unter Windows 10 auf Intel Core i7-8700K, 32 GByte RAM, VSync aus MSAA/SMAA/FXAA: Kantenglättungsverfahren Treiber: AMD Adrenalin Edition 18.9.1; Nvidia GeForce: 398.36; 399.42; 411.63; 416.34





### Asus ROG Strix GeForce 2070 OC

Die Asus-Karte tritt mit einem ähnlich voluminösen Kühlkörper wie ihre Geschwister mit RTX 2080 (Ti) an und wiegt über 1,2 Kilo. Ihre drei Lüfter lassen den Ring vermissen, der bei den teureren Modellen die Rotorblätter einfasst. Per Schiebeschalter wechselt man wie bei Asus' 2080-Familie zwischen dem leisen Q-Mode und dem minimal schnelleren P-Mode. Am Anschlussfeld findet man je zwei Display-Ports, zwei HDMI-Ausgänge und eine USB-C-Buchse. Strix-typisch sind die drei vierpoligen Anschlüsse, um zwei Gehäuselüfter in Abhängigkeit der 3D-Last zu regeln und die Aura-Sync-Verbindung zum Mainboard für die LED-Beleuchtung herzustellen.

Im Leerlauf blieb die Karte unhörbar und kam im Q-Mode selbst unter Volllast nicht über sehr zurückhaltende 0,4 Sone hinaus. Der P-Mode lohnt kaum: In Spielen lieferte er nur etwa 1 fps mehr. Dafür drehten die Lüfter schneller und gaben im 3D-Betrieb 1 Sone und unter extremer Volllast kernig rauschende 1,5 Sone von sich. Auf die durchschnittliche Leistungsaufnahme wirkte sich der Schalter nicht aus, nur die Spitzen lagen im Performance-Mode gut 10 Watt höher.

In puncto 3D-Leistung muss sich die Asus-Karte nur der noch etwas weiter übertakteten, aber lautereren Zotac-Karte geschlagen geben. Die paar fps Rückstand machen nur auf dem Papier einen Unterschied. Preislich liegen die beiden ebenfalls beinahe gleichauf, derzeit kostet die ROG Strix etwa 15 Euro mehr.

- ↑ sehr leise im Q-Mode
- ↑ Anschlüsse für Gehäuselüfter
- ↓ teuer



### Gigabyte GeForce RTX 2070 Gaming OC

In diesem Testfeld stellt Gigabyte den günstigsten Teilnehmer – verfügbare Karten findet der Preisvergleich um 600 Euro. Dennoch bekommt man zunächst einmal alles, was auch die teureren Karten anbieten: erhöhten Takt, steuerbare RGB-Beleuchtung an der Seite und fünf Display-Anschlüsse. Die Garantie fällt mit vier Jahren sogar länger als bei vielen Mitbewerbern aus, sofern man die Karte beim Hersteller registriert. Mit der Aorus-Engine wechselt man nicht nur unkompliziert zwischen den drei vorgegebenen Performance-Profilen oder legt ein eigenes an, sondern kann auch die automatische Übertaktungsfunktion nutzen, die Nvidia im Treiber verankert.

Bei der GeForce RTX 2070 Gaming OC ist alles ein wenig kleiner als bei den Konkurrenten mit drei statt zwei Lüftern: Sie setzt nur relativ kleine 80-mm-Ventilatoren ein, von denen der mittlere gegenläufig zu den äußeren rotiert, nimmt nur zwei Steckplätze ein und fällt mit 28 Zentimeter kürzer aus. Nebeneffekt der kleineren Kühlkonstruktion: Die Karte bringt vergleichsweise leichte 836 Gramm auf die Waage.

Der scheinbar geringere Kühlaufwand bedeutet keinen wirklichen Nachteil: Im Leerlauf blieb die Gigabyte-Karte lautlos, im 3D-Betrieb und unter Extremast beschränkte sie sich auf etwas raue 1,3 Sone und bleibt damit bei ähnlicher Performance leiser als die Zotac-Karte oder Asus' ROG Strix im P-Mode. Die Temperatur bleibt mit rund 72 °C im unkritischen Bereich.

- ↑ vergleichsweise billig und leicht
- ↑ mit 28 Zentimetern relativ kurz
- ↓ etwas rau laufender Lüfter



### MSI GeForce RTX 2070 Gaming Z 8G

Wer RGB-LED-Beleuchtung mag, wird am Farbkarussell von MSIs kantig gestylter Gaming-Karte seine Freude haben. Die Einfassungen der beiden 100-mm-Lüfter sind jeweils mit einem zur Anschlussseite gerichteten Farbband bestückt, auch die Kartenseite zielt ein Leuchtfeld. Per Mystic-Light-App synchronisiert man die Beleuchtung mit anderen MSI-Komponenten und wählt zwischen verschiedenen Effekten wie konstanter Farbbeleuchtung, Pulsieren oder Farbwechsel – oder knipst das Licht aus.

Die Karte ist ein ziemlicher Trumm, was auch am wuchtigen Kühler liegt – breiter ist kein anderes Modell im Test, Kartenkante und Kühlkörper ragen 3,5 Zentimeter über die Anschlussblende hinaus. Das Gewicht fällt mit 1453 Gramm hoch aus. MSI legt deshalb ein Stützblech mit in den Karton, das man an der Anschlussblende mit dem Gehäuse verschraubt, um den PEG-Slot zu entlasten. Eine solche Stütze stünde auch der etwas leichteren Asus-Karte gut zu Gesicht.

Vorteil des großen Twin-Frozr-7-Kühlers ist, dass die Lüfter es ruhig angehen lassen können: Auch dauerhaft mit synthetischer Furmark-Last beackert, blieb die Karte mit 0,5 Sone kaum hörbar.

Die Leistungsaufnahme unter Vollast liegt mit 223 Watt in etwa im erwarteten Bereich, wenngleich die auf dem Papier schnellere Asus-Karte etwas sparsamer ist.

- ↑ vielfältig variable Beleuchtung
- ↑ guter, leiser Kühler
- ↓ sehr breit und sehr schwer





### Nvidia GeForce RTX 2070 Founders Edition

Die aktuelle Founders Edition trägt nicht mehr den Radiallüfter im geschlossenen Kühler, der die Luft hinten am Gehäuse herausbefördert. Stattdessen pusten zwei 90-mm-Axiallüfter einem Vapor-Chamber-Kühler Luft zu, der die gesamte Platine bedeckt. Im Leerlauf gerade noch hörbar, spielt die RTX 2070 FE unter Last akustisch im Mittelfeld und verfehlt mit 1,1 Sone knapp die Note gut. Synthetische Benchmarks ordnen die Karte hinter den Konkurrenten ein, in Spielen liegt sie ein bis fünf fps zurück – also mess-, aber nicht fühlbar.

Das Nvidia-Board ist mit 23 Zentimetern recht kurz, für Mini-ITX-Systeme aber noch zu lang. Einen Teil des Platzvorteils frisst zudem der Stromanschluss wieder auf, der am Kartenende Richtung Gehäusefront zeigt. Der Stromstecker ragt hinten um etwa 2,5 Zentimeter über die Karte hinaus.

Anders als die restlichen Karten trägt Nvidias Founders Edition einen DVI-DL-Anschluss, der 2560 × 1600 Bildpunkte mit 60 Hz ausgeben kann. Das passt in diese Performance-Klasse, denn die WQHD-Auflösung (2560 × 1440 Pixel) stellt die RTX 2070 FE ohne Mühe mit allen Reglern am Anschlag flüssig dar.

Während alle anderen Hersteller einen sechs- und einen achtpoligen PCIe-Stromstecker auf ihre Platinen löten, begnügt sich Nvidia mit einem achtpoligen Anschluss. Das reicht aus, um die 185 Watt zu liefern, welche die Karte unter Volllast fordert.

- ⬆ Anschlussvielfalt
- ⬆ 23 Zentimeter kurz
- ⬇ Stromanschluss am Kartenende



### Zotac Gaming GeForce RTX 2070 Amp Extreme

Aufgrund der höchsten Taktraten im Testfeld trägt die Zotac-Karte in der Disziplin 3D-Performance den Sieg davon. Führt sie im 3DMark und dem LuxMark 3.1 das Feld an, ist der Vorsprung in Spielen meist akademisch: Ein bis fünf Frames machen in der Spielepraxis keinen Unterschied. Die Leistungsaufnahme lag mit 233 Watt im 3D-Betrieb indes zwischen 10 und 45 Watt höher als bei den Konkurrenten. Selbst bei ruhendem Windows-Desktop zog die Karte 4 Watt mehr als der Rest.

Die RTX 2070 Amp Extreme ist das größte Exemplar im Test: Die knapp 31 Zentimeter lange Karte geht mit 5,7 Zentimetern auch ordentlich in die Höhe, passt aber in drei PCIe-Slots. Die drei 90-mm-Lüfter laufen offenbar mit unterschiedlichen Drehzahlen, was die Karte bei manchen Geschwindigkeiten in Schwingungen versetzt – und das Gehäuse des Testrechners gleich mit. Im 3D-Betrieb summierten die Lüfter mit 1,6 Sone, unter extremer Volllast, die selten auftritt, registrierten wir bis zu 2,1 Sone.

Die Luftwirle drehen auch im Leerlauf leicht hörbar, was sie sich nicht einmal mit Zotacs Firestorm-Utility abgewöhnen lassen. Das Tool enthält neben der RGB-Farbsteuerung den OC Scanner, der auf Knopfdruck bequem das verbleibende Übertaktungspotenzial der Karte auslotet. Wünschenswert wäre ein Fortschrittsbalken, der zeigt, wie lange der Vorgang noch braucht – oder ob das Tool eingefroren ist, wie es im Test auch vorkam.

- ⬆ höchste 3D-Performance im Feld
- ⬆ fünf Jahre Garantie
- ⬇ laut in Spielen und unter Last

Anzeige

Asus ROG Strix GeForce 2070 OC, also 2,4 Prozent. Im anspruchsvolleren DX12-Test Time Spy sind es immerhin noch 169 Punkte (1,9 Prozent).

In Spielen äußert sich dieser Vorsprung nicht so deutlich. Dort liegt die Amp Extreme in 4K zwei bis drei fps (frames per second, Bilder pro Sekunde) vor der langsamsten Karte im Quintett, Nvidias GeForce RTX 2070 Founders Edition. In WQHD vergrößert sich der Abstand auf bis zu fünf fps, doch auch das entscheidet bei Bildraten von 70 fps aufwärts nicht mehr über die Spielbarkeit.

Die Kehrseite der Medaille: Die Zotac-Karte ist auch die stromhungrigste im Testfeld und zieht im 3D-Betrieb bis zu 233 Watt – beinahe 50 Watt mehr als Nvidias Founders Edition. Die zusätzliche Abwärme führen die fleißig rotierenden Lüfter zwar zuverlässig, aber auch deutlich hörbar ab.

Die leiseste Karte im Vergleich ist aber nicht etwa Nvidias sparsame Founders Edition, sondern die ROG Strix von Asus. Das gilt allerdings nur, wenn man den kleinen Schiebeschalter an der Platinenkante auf „Q-Mode“ stellt, denn in diesem Quiet Mode gibt die Karte selbst unter anhaltender Furmark-Last nur dezente 0,4 Sone von sich. Auf die Performance wirken sich die langsamer drehenden Lüfter nur mess-, aber nicht spürbar aus. In Spielen büßt die Karte hier und da ein fps ein, was schon fast als Hintergrundrauschen durchgeht. Für den theoretisch schnelleren und praktisch lautereren Performance-Modus gibt es damit keine zwingenden Einsatzgründe. Knapp dahinter folgt die ebenfalls leise MSI-Karte. Der Rest des Feldes bewegt sich auf gut erträglichem Geräuschniveau.

Erste Ergebnisse mit dem Machine-Learning-Benchmark DeepBench vom chinesischen Suchmaschinenexperten

Baidu zeigen das Potenzial der Turing-Architektur: Spannt die RTX 2070 ihre Tensor-Cores für die Berechnungen ein, zieht sie bei Matrizenmultiplikationen (gemm\_bench) einer GeForce GTX 1080 Ti davon. Für das Szenario „train float“ benötigt die Turing-Karte im Mittel 1326 Millisekunden, das Pascal-Dickschiff 1715 ms.

Bei halber Genauigkeit (train half) steht es gar 532 zu 64.746 ms – kein Schreibfehler, die GTX 1080 Ti rechnet tatsächlich gut 121-mal so lange. Einfache Erklärung: Nvidia hatte die FP16-Leistung (halbe Genauigkeit) bei den GeForce-Karten der Pascal-Familie arg beschnitten.

Für „inference float“ ließ sich die Pascal-Karte mit 660 ms 1,27-mal so viel Zeit wie die RTX 2070, bei halber Genauigkeit 58-mal so viel. In inference\_int8-Berechnungen liegen die Karten praktisch gleichauf.

Eine Titan V mit Tensor-Cores schlägt die RTX 2070 immerhin in den

## Grafikkarten mit Nvidias GeForce RTX 2070

Hersteller	Asus	Gigabyte	MSI	Nvidia	Zotac
Modell	ROG Strix GeForce 2070 OC	GeForce RTX 2070 Gaming OC	GeForce RTX 2070 GAMING Z 8G	GeForce RTX 2070 Founders Edition	GeForce RTX 2070 Amp Extreme
GPU	TU106	TU106	TU106	TU106	TU106
Shader / TMU / ROP / RT / Tensor	2304 / 144 / 64 / 36 / 288	2304 / 144 / 64 / 36 / 288	2304 / 144 / 64 / 36 / 288	2304 / 144 / 64 / 36 / 288	2304 / 144 / 64 / 36 / 288
Chip- / Boost-Taktfrequenzen <sup>1</sup>	1410 / 1845 MHz <sup>2</sup>	1410 / 1740 MHz <sup>2</sup>	1410 / 1830 MHz	1410 / 1710 MHz	1410 / 1860 MHz
Speichermenge / -typ / -takt	8 GByte / GDDR6 / 1750 MHz	8 GByte / GDDR6 / 1750 MHz	8 GByte / GDDR6 / 1750 MHz	8 GByte / GDDR6 / 1750 MHz	8 GByte / GDDR6 / 1750 MHz
Stromversorgung	1 × 8-Pin + 1 × 6-Pin PCIe	1 × 8-Pin + 1 × 6-Pin PCIe	1 × 8-Pin + 1 × 6-Pin PCIe	1 × 8-Pin PCIe	1 × 8-Pin + 1 × 6-Pin PCIe
Abmessungen (T × B × H)	305 mm × 131 mm × 49 mm	280 mm × 116 mm × 40 mm	307 mm × 155 mm × 50 mm	229 mm × 113 mm × 40 mm	308 mm × 113 mm × 57 mm
Bauhöhe	Triple-Slot	Dual-Slot	Triple-Slot	Dual-Slot	Triple-Slot
Lüfter	3 Axiallüfter (90 mm)	3 Axiallüfter (80 mm)	2 Axiallüfter (100 mm)	2 Axiallüfter (90 mm)	3 Axiallüfter (90 mm)
Gewicht	1210 g	836 g	1453 g	978 g	1148 g
Ausstattung					
Anschlüsse	2 × DP 1.4, 2 × HDMI 2.0b, USB-C (DP 1.4)	3 × DP 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × USB-C (DP 1.4)	3 × DP 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × USB-C (DP 1.4)	2 × DP 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-I (DL), 1 × USB-C (DP 1.4)	3 × DP 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × USB-C (DP 1.4)
sonstige Hardware-Beigaben	2 × Klettkabelbinder; Y-Adapterkabel 2 × PCIe-6-Pin auf 1 × PCIe-8-Pin	–	Kartenstützblech	–	Y-Adapter 2 × Molex auf 1 × PCIe-6-Pin; Y-Adapter 2 × PCIe-6-Pin auf 1 × PCIe-8-Pin
Technische Prüfungen					
3DMark Firestrike / Time Spy	10896 / 9132 Punkte	10684 / 8942 Punkte	10786 / 9064 Punkte	10575 / 8842 Punkte	11154 / 9301 Punkte
LuxBall HDR (LuxMark 3.1)	30209 Punkte	30206 Punkte	30408 Punkte	30429 Punkte	31120 Punkte
Leistungsaufnahme 2D / 3D / Spitze <sup>3</sup>	11,5 / 215 / 313 W	10,5 / 198 / 308 W	10,7 / 223 / 297 W	9,7 / 185 / 297 W	11,2 / 175 / 249 W
Lautheit 2D / 3D / Spitze <sup>3</sup>	0,1 (< 0,1) <sup>4</sup> / 1,0 (0,4) <sup>4</sup> / 1,5 (0,4) <sup>4</sup> Sone	< 0,1 / 1,3 / 1,3 Sone	< 0,1 / 0,5 / 0,5 Sone	0,3 / 1,1 / 1,1	0,2 / 1,6 / 1,7 Sone
Bewertung					
Spielleistung Full HD / WQHD / 4K <sup>5</sup>	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊖
Geräuschkentwicklung Leerlauf / 3D-Last / Spitze <sup>3</sup>	⊕⊕ (⊕⊕) <sup>4</sup> / ⊕ (⊕⊕) <sup>4</sup> / ⊖ (⊕⊕) <sup>4</sup>	⊕⊕ / ⊖ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊖ / ⊖	⊕⊕ / ⊖ / ⊖
Garantie	3 Jahre	4 Jahre (nach Registrierung)	3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre (nach Registrierung)
Preis (zirka)	700 €	600 €	630 €	640 €	680 €
<sup>1</sup> Herstellerangaben <sup>2</sup> per Software-Profil <sup>3</sup> Windows-Idle-Modus mit einem bzw. drei angeschlossenen Monitoren / Mittelwert im 3DMark 11 GT1 / kurzzeitig auftretende Spitzenwerte <sup>4</sup> im Quiet-Mode <sup>5</sup> jeweils mit voller Detailstufe und Kantenglättung					
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ⊖ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe					

Die GeForce RTX 2070 stellt aktuelle 3D-Spiele wie Far Cry 5 mit höchster Detailstufe und Kantenglättung in WQHD-Auflösung (2560 x 1440 Pixeln) flüssig dar. Für 4K reichen die Reserven auch – dann mit leicht reduzierten Details.



gemm\_bench-Teilbereichen „train\_half“, „inference\_half“ und „inference\_int8“. In den anderen kommt sie ihr sehr nahe. Dabei kostet die kleine Turing-Karte nur etwa ein Viertel so viel wie das einstige Volta-Rechenmonster.

## Fazit

Die GeForce RTX 2070 erreicht mindestens die Performance der GeForce GTX 1080, manchmal etwas mehr. Sie taugt also für Spiele in 4K, wenngleich nicht immer mit allen Schikanen. Allerdings steigt auch der Preis auf das Niveau der GTX 1080. Während neue Features wie die Tensor- und RT-Cores dazu kommen, die aber noch keinen praktischen Einsatz-

zweck für Spieler finden, fällt die SLI-Fähigkeit weg. Unterm Strich tritt Nvidia damit aus Spielerperspektive auf der Stelle und verteuert den Eintritt ins High-End bei den 70er-Karten.

Die Kartenhersteller liefern sehr unterschiedliche, aber durchweg ordentliche Grafikkarten ab. Die leiseste, zweit-schnellste, aber auch teuerste Karte im Testfeld ist Asus' ROG Strix GeForce 2070 OC. Die schnellste, zweitteuerste und lauteste stammt von Zotac. Sie kosten jeweils um die 700 Euro.

Der beste Allrounder im Feld heißt MSI GeForce RTX 2070 Gaming Z 8G und kombiniert einen vergleichsweise niedrigen Preis mit hoher Performance

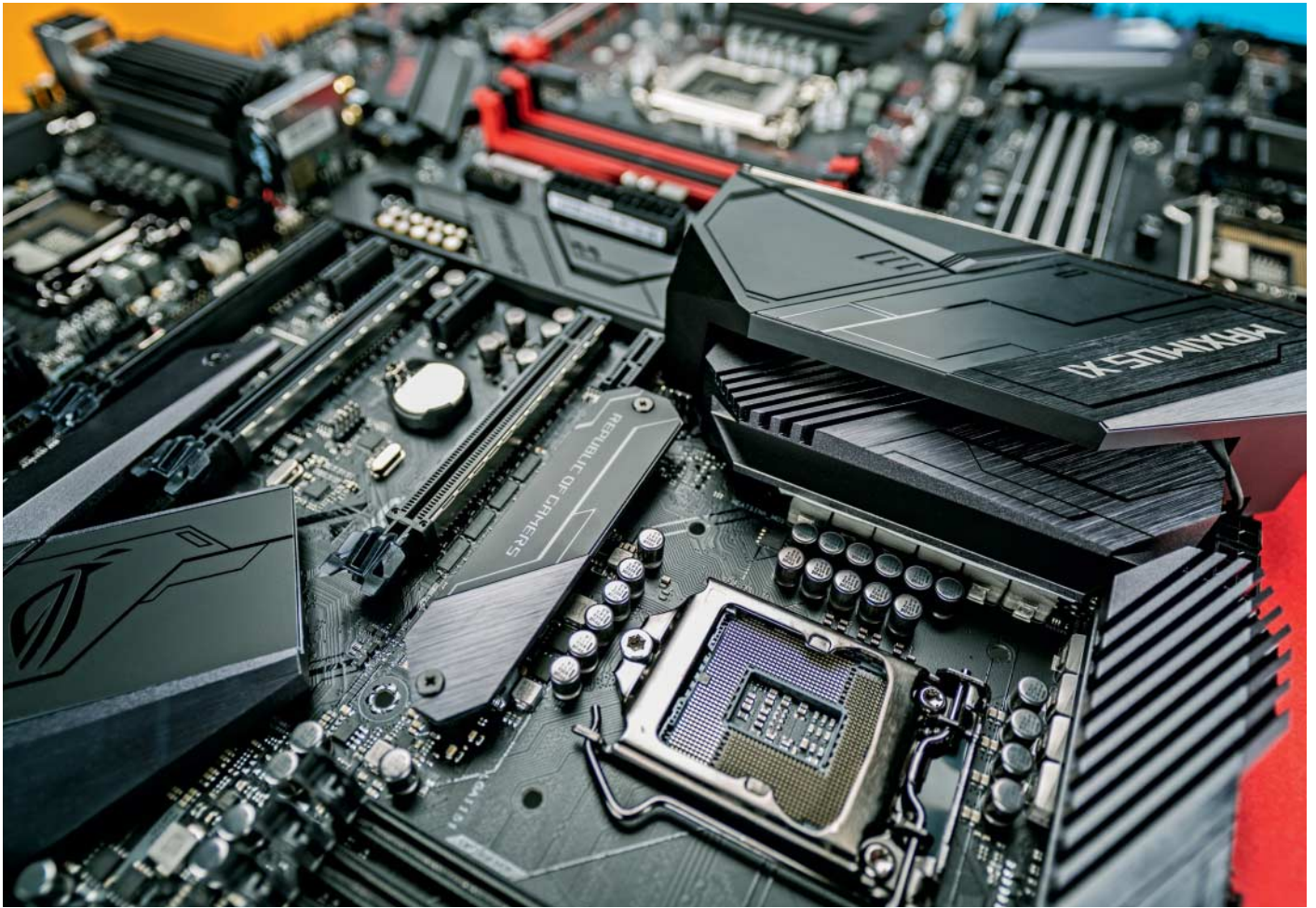
und geringer Lautstärke. Das billigste Modell steuert Gigabyte mit der 600 Euro teuren GeForce RTX 2070 Gaming OC bei. Nvidias Founders Edition ist vor allem für Käufer interessant, die eine besonders kurze, dabei aber halbwegs leise Karte suchen. (bkr@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Carsten Spille, Das Raytracing-Comeback, Raytracing für Spiele und mehr mit DirectX und Nvidias neuen Grafikchips, c't 21/2018, S. 134
- [2] Carsten Spille, Turing Complete, Nvidias Turing-GPUs haben mehr zu bieten als nur Raytracing und KI, c't 22/2018, S. 92
- [3] Benjamin Kraft, Kleiner Turing, großer Preis, Nvidias GeForce RTX 2070 löst die GeForce GTX 1080 ab, c't 23/2018, S. 43

Anzeige





# Einer für alles

## Für jeden etwas: Vier sehr unterschiedliche Z390-Boards

**Mainboards mit Z390-Chipsatz bieten die größte Optionsvielfalt für Intel-Prozessoren der Baureihen Core-i-8000 und Core i-9000. Wir haben vier Modelle von 135 bis 330 Euro ins Testlabor bestellt.**

**Von Carsten Spille**

Mit dem Luxus-Chipsatz Z390 komplettiert Intel seine Infrastruktur für die Core-i-8000- und Core-i-9000-Prozessoren alias Coffee Lake. Anders als bei H310, B360, H370 und Q370 erlaubt Intel beim Z390, die CPU zu übertakten. Außerdem bringt er integriertes USB 3.1 Gen 2 mit rasanten 10 GBit/s sowie teilintegriertes WLAN mit. Da die Hersteller

allerdings noch ein RF-Modul anbinden müssen, ist WLAN auch bei den 300er-Boards noch immer nicht Standardausstattung.

Wer sich jetzt am Kopf kratzt und sich wundert, wo denn die Neuerungen bleiben, liegt nicht ganz falsch. Alle genannten Merkmale gab es auch schon bei früheren 300er-Chipsätzen, doch nicht in Kombination: Auf Z370-Boards kann man die CPU übertakten, die anderen Modelle haben die WLAN-Funktionen und B360, H/Q370 zudem USB 3.1 mit Gen-2-Geschwindigkeit. LGA1151v2-Boards mit Z390-Chipsatz sind also nicht nur wegen der nicht vorhandenen Übertaktungssperre Luxusobjekte, was sich auch im Preis widerspiegelt.

Für die Hersteller ändert sich allerdings nicht allzu vieles, was sie beim Boarddesign beachten müssen. Ob sich

die Hoffnung auf ausgereifte Boards ohne Kinderkrankheiten erfüllt, sollte ein Querschnitt aus der Z390-Palette zeigen, der den Bereich von 135 bis 330 Euro abdeckt. Vom platzsparenden Mini-ITX-Format über zwei Mittelklasse-Modelle bis zur Extrem-OC-Plattform, von Thunderbolt 3 bis zu Dutzenden von RAM-Timings ist alles dabei – vieles auf Wunsch auch in kunterbunter RGB-LED-Illumination. Wer die integrierte Prozessorgrafik nutzt, für den bringen das Asrock- und das Asus-Board je einen DisplayPort 1.2 und einen HDMI 1.4b mit. MSI und Gigabyte setzen nur auf HDMI 1.4b, der bei 4K-Bildschirmen nur unergonomische 30 Hz schafft.

### **Exklusiv für Coffee Lake**

Auch wenn die Prozessoren der aktuellen Core-i-Generation sich nicht sehr von ihren Vorgängern unterscheiden, sind die Main-



boards mit 300er-Chipsätzen ausschließlich für Coffee-Lake-Prozessoren Core-i-8000 und -9000 gedacht – zuzüglich der jeweiligen Celeron- und Pentium-Ableger. Die Vorgängergenerationen Skylake und Kaby Lake, Core-i-6000- und -7000-Modelle also, obwohl untereinander kompatibel, laufen ebenso wenig in 300er-Boards wie aktuelle 8000er- oder 9000er-Cores in 100er-/200er-Boards. Intel begründet dies mit geänderter Kontaktbelegung für eine stärkere Stromversorgung. Diese sei unter anderem wegen der inzwischen verfügbaren Achtkern-Prozessoren der 9000er-Reihe nötig geworden. Tatsächlich dürfen die CPUs laut Datenblatt nun kurzzeitig maximal 193 Ampere schlucken.

## Wen interessiert Core-i-9000?

Der erneute Aufguss der Skylake-Architektur bringt auf den ersten Blick zwei Kerne mehr. Legte der Vorgänger Coffee Lake Intels Messlatte von vier auf sechs Kerne, hebt Coffee Lake Refresh, so der Codename für Core-i-9000-Modelle, diese nun auf acht Kerne an. Bei AMD gibt es das seit mehr als anderthalb Jahren für den Mainstream-Sockel AM4.

Doch speziell die 9000er-Cores können noch etwas mehr. Intel hat bei den zunächst vorgestellten Core i9-9900K, -9700K und -9600K Änderungen vorgenommen, die gegen die ab Anfang 2018 ins Blickfeld der Öffentlichkeit geratenen Angriffsvektoren Rogue Data Cache Load (Meltdown V3) und L1 Terminal Fault schützen sollen [1]. Auch die kommenden Core-i-9000-CPU's sollen diese Änderungen erhalten. Da der Schutz Änderungen im Silizium selbst erfordert, ist ein Nachrüsten älterer Core-i-CPU's in diesem Falle keine Produktpolitik, sondern schlicht nicht möglich.

Möglicherweise werden die 9000er-Prozessoren dadurch in einigen Anwendungsfällen etwas flotter, sofern das Betriebssystem wirklich nur die Schutzmaß-

nahmen aktiviert, die der jeweilige Prozessor auch benötigt. Allerdings hat Microsoft bereits angekündigt, im ersten 2019er Feature Update für Windows 10 einige Patches umzuschreiben, sodass sie weniger Performance kosten sollen.

Außerdem hat Intel inzwischen bestätigt, die kommenden 32-GByte-Speichermodule mit 16-GBit-Chips zu validieren. Damit wären in den bis zu vier Speichersteckplätzen der 1151v2-Boards bis zu 128 GByte und damit doppelt so viel Speicher möglich wie bisher. Dadurch wird Intels Mittelklasse für Anwender mit hohem Speicherbedarf wieder interessant. Die mussten bisher zur teureren 2011er-Plattform oder zu AMDs Threadripper greifen, die mit jeweils vier Speicherkanälen schon länger mehr als 64 GByte nutzen konnten. Ob und wann auch ältere Core-Prozessoren in den Genuss des Riesen-RAMs kommen werden, ist derzeit offen.

Bis dahin behilft man sich etwa bei Asus mit sogenanntem Double-Capacity-RAM, einer Spezialentwicklung, bei der zwei Dual-Rank-Module auf einer Platine kombiniert werden. So kann man auch kleine Platinen mit zwei RAM-Steckplätzen mit bis zu 64 GByte bestücken. Dies gibt man allerdings nur für wenige Platinen frei, allesamt mit nur zwei Speicherbänken. DC-RAM soll nicht kompatibel zu anderen Boards sein.

Für Intel-CPU's spricht gegenüber AMDs deutlich günstigeren Ryzen-2000-CPU's die nach wie vor höhere Single-thread-Leistung, die sich etwa in vielen Spielen zeigt. Dafür zahlt man allerdings einen saftigen Aufpreis, der durch die aktuell schlechte Liefersituation noch verschärft wird. Auch ohne Z390-Boards sind Intel-CPU's derzeit ein luxuriöses Gut.

## Die Crux mit der Leistung

Offiziell quetscht Intel auch das Core-i-9000-Topmodell, den i9-9900k, einen übertaktbaren Achtkerner mit Hyper-

Threading, in denselben 95-Watt-Leistungsumschlag wie weiland die Vierkerner. Und auch in Sachen Taktraten legt der Hersteller mit einem Allcore-Turbo von bis zu 4,7 GHz eher noch einen drauf. Da sich aber weder die Gesetze der Physik noch die Parameter des 14-nm-Fertigungsprozesses von der Anzahl der Pluszeichen beeindrucken lassen, die Intel an seine inzwischen in die Jahre gekommene Herstellungstechnik hängt, müssen irgendwo Kompromisse zu finden sein.

Intels Core-Prozessoren sind bei Standardanwendungen nach wie vor sehr sparsam und testeten nur unter Auslastung ihrer AVX-Vektoreinheiten die TDP-Grenzen aus. Mit normalen, auch anspruchsvollen Programmen kommt auch der Core i9-9900K nach wie vor mit 95 Watt aus und läuft dabei gleichzeitig mit 4,7 GHz. Sobald allerdings die AVX-Einheiten belastet werden, steigt nicht nur die Rechenleistung deutlich an, sondern auch die Leistungsaufnahme. Das ist die Stellschraube, an der die Mainboard-Hersteller drehen können: wie lange und wie weit die BIOSse den Prozessoren erlauben, die TDP zu überschreiten.

## Die optionale TDP

Unter Volllast dürfen Intels Core-i-9000-CPU's ihre TDP-Grenze für einige Sekunden im Durchschnitt um 25 Prozent überschreiten, wie das Mitte Oktober aktualisierte CPU-Handbuch verrät. Einzelne Spitzenwerte können deutlich höher sein. Da hierauf auch die Spannungsversorgung der Mainboards ausgelegt sein muss, nutzen die Hersteller diesen Spielraum schon länger weidlich aus, besonders bei der sowieso auf Overclocking ausgelegten Z390-Palette. In allen Fällen unserer Testkandidaten wird dabei mit den Werkseinstellungen die eigentlich vorgesehene TDP-Überschreitung gesprengt. Dabei bekommen drei von ihnen allerdings den Spagat hin, im Leerlauf mit 15 bis 19 Watt sehr sparsam zu bleiben, nur das Maximum

## Intel-Desktop-Chipsätze für Core i-8000/9000

Name	CPU-Anbindung	USB 3.1 Gen 2 (Chipsatz)	USB 3.0/3.1 Gen 1 (Chipsatz)	USB 2.0 (Chipsatz)	WLAN integriert (CNVi <sup>2</sup> )	PCIe-Lanes Chipsatz	PCIe-Lanes (CPU)	RAM-Steckplätze	maximale Speichergröße	SATA-6G-Anschlüsse	Displays (Ports/Pipelines)
Z390	8 GT/s DMI3/PCIe 3.0	6	10	14	ja	24 (PCIe 3.0)	16 (2 x8 / 1 x8 + 2 x4)	4	64 / 128 <sup>2</sup> GByte	6	3/2
Z370	8 GT/s DMI3/PCIe 3.0	n. v.	10	14	nein	24 (PCIe 3.0)	16 (2 x8 / 1 x8 + 2 x4)	4	64 / 128 <sup>2</sup> GByte	6	3/2
Q370	8 GT/s DMI3/PCIe 3.0	6	10	14	ja	24 (PCIe 3.0)	16 (2 x8 / 1 x8 + 2 x4)	4	64 / 128 <sup>2</sup> GByte	6	3/2
H370	8 GT/s DMI3/PCIe 3.0	6	8	14	ja	20 (PCIe 3.0)	16	4	64 / 128 <sup>2</sup> GByte	6	3/2
B360	8 GT/s DMI3/PCIe 3.0	4	6	12	ja	12 (PCIe 3.0)	16	4	64 / 128 <sup>2</sup> GByte	6	3/2
H310	5 GT/s DMI2/PCIe 2.0	n. v.	4	10	ja	6 (PCIe 2.0)	16	2	32 / 64 <sup>2</sup> GByte	4	2/2

<sup>1</sup> benötigt RF-Modul (M.2-2230, E-Key, PCIe x1)

<sup>2</sup> höhere Angabe für Core-i-9000 mit 32-GByte-DIMMs

<sup>3</sup> nur Core i3/5/7/9, nicht Celeron/Pentium

n. v. nicht vorhanden

XI Hero brauchte mit Werkseinstellungen rund 24 Watt. Mit manueller Optimierung haben wir beim MSI-Board auch mit dem Core i9-9900K knapp unter 10 Watt gemessen, das Asus-Board blieb durstiger als die anderen drei. Dabei aktivierten wir die Package C-States; das Gigabyte-Board fasste diese bequem in CEC-2019-Einstellungen zusammen. Zusätzlich schalteten wir den Low-Power-Modus der SATA-Ports ein, beim Asus Maximus XI zusätzlich den Render-Standby.

In synthetischen Benchmarks wie Linpack oder Prime95 liefern einige Boards rund 200 Watt Package Power an die CPU. Speziell Gigabyte und Asrock sind sehr freigiebig und drehen auch die Spannung auf 1,35 respektive 1,48 Volt hoch. Das Gigabyte-Board hat zusätzlich das Problem, die CPU auch bei längeren Lastphasen nicht zu drosseln, sodass wir bei 4,7 GHz im Linpack selbst mit dem potenten Luftkühler Noctua NH-U14S 88 °C Kerntemperatur erreichten.

Die beiden anderen Boards gewähren dem Prozessor knapp 150 Watt bei zivilen Spannungen von knapp 1,2 respektive 1,25 Volt. Wenn die 95-Watt-Beschränkung korrekt umgesetzt wurde, sanken die Taktraten auf 3700 bis 4000 MHz, die nötigen Spannungen auf rund 1 Volt und die Temperaturen auf maximal 60 °C. Dabei blieb das Asrock-Board mit rund 120 Watt Systemverbrauch am sparsamsten. Dort lagen mit 3700 MHz – nur noch 100 MHz über dem Basistakt – in Prime95 allerdings auch die niedrigsten Taktraten an. Asus schaffte bei 145 Watt noch 3900 MHz, MSI noch einmal 100 MHz mehr. Das Gigabyte-Modell setzte zwar die 95-Watt-Grenze um, ignorierte dabei aber die eingestellte Zeitspanne für die TDP-Überschreitung. Das bekamen die anderen Boards besser hin.

## Schnelle Transfers

Die Boards haben viele Gemeinsamkeiten. So sind etwa die integrierten USB-3.1-Anschlüsse der Boards allesamt rasend schnell. Mit einer schnellen SSD im M.2-USB-Adapter maßen wir bei allen eine Transferrate von gut 1 GByte/s per Iometer-Benchmark. Auch schreibend lagen die Z390-Platinen mit 996 bis 1020 MByte/s an dieser Grenze. In der Praxis, also beim Kopieren per Windows Explorer, waren es mit circa 820 MByte/s etwas weniger – Ähnliches bemerkten wir bereits beim Test der eng verwandten B360-Boards in c't 12/2018, damals allerdings



### Asrock Z390 Phantom Gaming-ITX/AC

Mit rund 190 Euro liegt das Asrock-Board im preislichen Z390-Mittelfeld. Dafür konzentriert es eine Menge Ausstattung auf kleinem Mini-ITX-Raum, bietet der Größe geschuldet allerdings nur zwei RAM-Slots und einen PEG-Steckplatz. Eine M.2-Buchse musste auf die Unterseite wandern und ist daher im Wartungsfall nicht so einfach zu erreichen. WLAN bietet sonst nur das teure Asus-Board, Thunderbolt 3 keiner. Mit TB3 sind noch einmal 50 Prozent schnellere Datentransfers als mit USB 3.1 Gen 2 möglich, sofern man eine Gegenstelle besitzt, die die 1,5 GByte/s auch liefern kann. Der DisplayPort steuert hochauflösende Monitore mit ergonomischen 60 Hz an, der HDMI-Ausgang versagt hier spätestens bei 4K-Bildschirmen.

Die Lüftersteuerung arbeitet im PWM-Modus gut, regelt jedoch 3-Pin-Gehäuselüfter nicht. Das Board ist unter Last am sparsamsten, taktet die CPU dafür aber auch etwas niedriger als die Konkurrenz. Im Leerlauf liegt das kleine Board im Mittelfeld, ebenso bei der Bootzeit. In der Rolle als Unterhaltungskünstler brilliert es mit sehr guten Noten bei der Audio-Wiedergabe und -Aufnahme.

- ↑ umfangreichste Ausstattung im Test
- ↑ nach manuellem Eingriff sparsam
- ↓ legt teils sehr hohe CPU-Spannung an



### Asus' ROG Maximus XI Hero (Wi-Fi)

Mit rund 330 Euro ist das Asus-Board das teuerste im Testfeld. Dafür bietet es auch eine fette Ausstattung inklusive CNVi-WLAN und Bluetooth 5.0 sowie die weitreichendsten BIOS-Optionen fürs manuelle Tuning und Overclocking. Passend dazu gibt es auch reichhaltige RGB-LED-Unterstützung durch Aura Sync.

Weniger schön – oder zumindest sensibel: Über Asus Armoury Crate wird via Windows Platform Binary Table ungefragt Software in Windows 10 installiert (siehe S. 127). Was für den einen praktisch ist, da es sich unter anderem um den Netzwerktreiber handelt, stellt für den anderen ein Sicherheitsrisiko dar. Im Leerlauf braucht das Asus-Board als einziges mehr als 20 Watt und auch die Lüfterregelung ist speziell im niedrigen Bereich zu unflexibel. Immerhin gibt es reichlich Anschlüsse für Wasserkühlungen.

Als einziges Board im Test bringt das Maximus XI Hero einen BIOS-Flashback-Button mit, sodass man auch ohne unterstützten Prozessor das BIOS aktualisieren kann; eine Segmentanzeige hilft bei der Fehlerdiagnose.

- ↑ umfangreiche Optionen für Übertakter und Modder
- ↑ WLAN, DisplayPort
- ↓ hoher Verbrauch, unflexible Lüfterregelung, Armoury Crate, teuer



### Gigabyte Z390 Aorus Pro

Das rund 190 Euro teure Aorus ist das zweite Board im Testfeld in diesem Preisbereich. Nach dem Asus-Modell bietet es die meisten Funktionen für Übertakter – allerdings ließ sich die Zeitspanne für das Power-Limit nicht zuverlässig konfigurieren. Ohne manuellen Eingriff legte Gigabyte eine hohe Vollast-Spannung an, was dem Verbrauch nicht gut tat, und drosselte im Betrieb auch nach längerer Zeit nicht auf 95 Watt. Ein künftiges BIOS-Update soll das beheben. Immerhin lässt sich das BIOS für den zweitsparsamsten Leerlaufbetrieb im Testfeld konfigurieren, sodass der PC dann nur noch 12 Watt brauchte.

Schade, dass Gigabyte nur eine einzelne HDMI-Buchse auflötet. Nutzer der Prozessorgrafik mit hochauflösenden Displays gehören offenbar nicht zur Zielgruppe.

Die Lüftersteuerung ist insgesamt gut gelungen und auch fürs Auge bietet das Aorus Pro einiges: Insgesamt sechs RGB-LED-Anschlüsse sind vorhanden und auch das Zubehör kann sich sehen lassen. Als Einziger legt Gigabyte zwei Temperaturfühler mit in den Karton.

- ↑ gute Lüftersteuerung
- ↑ sehr umfangreiche Ausstattung
- ↓ Powerlimit nicht zuverlässig konfigurierbar



### MSI MPG Z390 Gaming Plus

Wer einen günstigen Einstieg in die Overclocking-taugliche 1151v2-Welt sucht, ist beim MSI-Board richtig. Für den Hausgebrauch bietet das BIOS-Setup alle nötigen Optionen, um dem Prozessor die Sporen zu geben.

Anstelle des DVI-D-Anschlusses hätte dem obligatorischen HDMI ein DisplayPort besser zur Seite gestanden, denn dann wären auch mit Prozessorgrafik ergonomische 60 Hz auf hochauflösenden Bildschirmen drin gewesen. Auch auf der Audio-Seite kann MSI nicht überzeugen. Neben den angesprochenen, aber umgeharen Störgeräuschen ergaben unsere Messungen speziell bei der Aufnahme nur ein zufriedenstellendes Resultat. Auch die Wiedergabe könnte besser sein. Die Zuordnung der Lüfterregelung im BIOS-Setup bekommt der Hersteller hoffentlich mit einem Update in den Griff.

MSI legt mit dem Gaming Plus das im Leerlauf sparsamste Modell im Test vor, das es mit manueller Nachhilfe sogar unter die 10-Watt-Marke schafft. Auch unter Last bewegt sich MSI im Werkzustand am nächsten an den Intel-Vorgaben.

- ↑ niedriger Preis, sparsam
- ↑ gute Lüfterregelung (theoretisch)
- ↓ chaotische Lüfterregelung (praktisch)

mit einer etwas langsameren externen SSD [2]. Bei den M.2-Ports gab es keine Auffälligkeiten, ebenso bei den M.2-Ports oder dem GBit-Ethernet-Anschluss. Die beiden Platinen mit CNVi-WLAN übertrugen 50 MByte/s an eine 5-GHz-Gegenstelle, im 2,4-GHz-Netz war es noch rund die Hälfte. Auch die Bootzeiten unterschieden sich nur geringfügig. Am schnellsten waren wir nach 15 Sekunden mit dem Gigabyte-Board beim Windows-Login angelangt, bei den anderen dauerte es 1 bis 4 Sekunden länger.

Auch unter Ubuntu-Linux 18.10 gab es keine Probleme, lediglich die schreibenden USB-3.1-Transfers fielen beim Asrock-Board auf etwa 870 MByte/s ab. Dort steht alternativ Thunderbolt 3 zur Verfügung, das 1,4 GByte/s übertrug.

### Kleine Unterschiede

Während die Performance der Boards schon seit mehreren Chipsatz-Generationen innerhalb der Messtoleranzen beisammenliegt, gibt es in anderen Punkten durchaus Unterschiede. Außer der oben bereits angesprochenen Umsetzung der TDP-Vorgaben gilt das auch für den On-board-Sound oder die Lüfterregelung. Beim Sound setzen drei unserer vier Kandidaten auf Realteks ALC1220-Chip und erreichen sehr gute Noten bei der Wiedergabe. Die Aufnahme gelingt nur Asrock sehr gut, Asus und Gigabyte schneiden schlechter ab. Bei MSI störte ein deutlich hörbares Knistern die Messungen mit 24 Bit und 44,1 sowie 48 KHz. 16 Bit sowie höhere Abtastraten, etwa 96 KHz, arbeiteten problemlos.

Die Qualität der Lüftersteuerungen war durchwachsen. Beim Asrock ließ sich der Gehäuselüfter nur per PWM steuern, 3-Pin-Lüfter liefen ungeregelt. Beim Asus-Board reichte der Regelbereich der Gehäuselüfter nur von 8,8 bis 12 Volt, und auch bei der PWM-Steuerung lagen mindestens 20 Prozent an. MSIs PWM-Steuerung funktionierte zwar gut und auch der 3-Pin-Regelbereich reichte von 1 bis 12 Volt, allerdings war die Zuordnung von Lüfter und PWM-Signal im BIOS für SysFan 1, 2 und 4 durcheinandergeraten. Der PWM-/DC-Umschalter eines Lüfters galt in Wahrheit für einen anderen. Gigabyte lieferte in dieser Disziplin das beste Gesamtbild ab.

### Fazit

Die Z390-Boards im Test bedienen beinahe das gesamte Spektrum möglicher



LGA1151v2-Mainboards mit Z390-Chipsatz

Hersteller, Modell	Asrock Z390 Phantom Gaming-ITX/AC	Asus ROG Maximus XI Hero (Wi-Fi)	Gigabyte Z390 Aorus Pro	MSI MPG Z390 Gaming Plus
Ausstattung				
Format	Mini-ITX (170 mm × 170 mm)	ATX (245 mm × 305 mm)	ATX (245 mm × 305 mm)	ATX (245 mm × 305 mm)
LAN-Chip (Eigenschaften)	i219-V (PCIe; 1 Gbit/s)	i219-V (PCIe; 1 Gbit/s)	i219-V (PCIe; 1 Gbit/s)	i219-V (PCIe; 1 Gbit/s)
WLAN-Chip (Eigenschaften)	Intel Wireless-AC 9560NGW (CNVi: PCIe; 802.11ac, 1,73 GBit/s / Bluetooth 5.0)	Intel Wireless-AC 9560NGW (CNVi: PCIe; 802.11ac, 1,73 GBit/s / Bluetooth 5.0)	n. v.	n. v.
Audio-Chip (Eigenschaften)	ALC1220 (HD Audio)	ALC1220 (HD Audio)	ALC1220 (HD Audio)	ALC892 (HD Audio)
Thunderbolt-Chip (Eigenschaften)	Intel JHL6240 (TB 3, Typ C, PD, DP 1.2)	n. v.	n. v.	n. v.
Fehlerdiagnose / Piepser	LEDs / n. v. (nur Stiftleiste)	Segment-Anzeige / n. v. (nur Stiftleiste)	LEDs / n. v. (nur Stiftleiste)	LEDs / n. v. (nur Stiftleiste)
Ausstattung				
Speicher-Slots / max. RAM	2 / 32 GByte DDR4	4 / 64 GByte DDR4	4 / 64 GByte DDR4	4 / 64 GByte DDR4
Erweiterungs-Slots	1 × PEG (3.0 x16 ), 2 × M.2 (PCIe 3.0 x4)	3 × PEG (3.0 x16 / 3.0 x8 / 3.0 x4), 3 × PCIe 3.0 x1, 2 × M.2 (PCIe 3.0 x4)	3 × PEG (3.0 x16 / 3.0 x8 / 3.0 x4), 3 × PCIe 3.0 x1, 2 × M.2 (M-Key, PCIe 3.0 x4), 1 × M.2 (E-Key, PCIe 3.0 x1, für CNVi)	2 × PEG (3.0 x16 / 3.0 x8), 4 × PCIe 3.0 x1, 2 × M.2 (M-Key, PCIe 3.0 x4), 1 × M.2 (E-Key, PCIe 3.0 x1, für CNVi)
interne Anschlüsse	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 1 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio, 2 × RGB-LED	6 × SATA 6G, 1 × USB 3.1 Typ A <sup>1</sup> , 1 × USB 3.1 Typ C, 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio, 4 × RGB-LED	6 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 1 × USB 3.1 Typ C, 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio, 6 × RGB-LED	6 × SATA 6G, 2 × USB 3.0 <sup>1</sup> , 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio, 2 × RGB-LED, 1 × Serial Port, 1 × TPM-Header
Lüfteranschlüsse	1 × CPU (4-Pin), 1 × Wasserkühlung (4-Pin), 1 × Gehäuse (4-Pin)	2 × CPU (4-Pin), 3 × Gehäuse (4-Pin), 2 × Wasserkühlung (4-pin), 1 × High-Amp (4-pin), 1 × ext. Lüfter (5-pin)	1 × CPU (4-Pin), 3 × Wasserkühlung (4-pin), 4 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 1 × Wasserkühlung (4-pin), 5 × Gehäuse (4-Pin)
ATX-Anschlussfeld	1 × Thunderbolt 3, 1 × DisplayPort 1.2, 1 × HDMI 1.4b, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 3 × USB 3.1 Gen2 Typ A, 1 × USB 3.1 Gen2 Typ C, 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2, Clear CMOS Button	1 × DisplayPort 1.2, 1 × HDMI 1.4b, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 3 × USB 3.1 Gen2 Typ A, 1 × USB 3.1 Gen2 Typ C, 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2, Clear CMOS , BIOS Flashback	1 × HDMI 1.4b, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 1 × USB 3.1 Gen2 Typ C, 2 × USB 3.1 Gen2 Typ A, 3 × USB 3.0, 4 × USB 2.0, 1 × LAN	1 × HDMI 1.4b, 1 × SL-DVI-D, 6 × analog Audio, 2 × USB 3.1 Gen2 (Typ A & C), 2 × USB 3.0 Typ A, 2 × USB 2.0 Typ A, 1 × LAN, 1 × PS/2
Lieferumfang	WiFi-Antenne, 2 × SATA-Kabel, 2 × M.2-Schraube, I/O-Blende, Handbuch, Treiber-Disk	WiFi-Antenne, 4 × SATA-Kabel, 2 × M.2-Schraube/-Abstandshalter, 2 × LED-Kabel, SLI-HB-Brücke, I/O-Blende (integriert), Handbuch, Treiber-Disk	4 × SATA-Kabel, 2 × M.2-Schrauben/-Abstandshalter, 2 × LED-Kabel, 2 × Temperaturfühler, I/O-Blende (integriert), Handbuch, Treiber-Disk	4 × SATA-Kabel, 2 × M.2-Schrauben, I/O-Blende, Handbuch, Treiber-Disk
Elektrische Leistungsaufnahme und Datentransferrmessungen				
Soft-off (mit EUP / ErP) / Energie Sparen	0,7 W (0,4 W) / 1,1 W	2,2 W (0,4 W) / 4,4 W	1,5 W (0,4 W) / 2,3 W	0,8 W (0,4 W) / 1,4 W
Leerlauf / Vollast	17 W / 126 W	24 W / 145 W	19 W / 206 W	15 W / 139 W
USB 3.0 / USB 3.1: Lesen (Schreiben)	454 (459) / 1035 (996) MByte/s	459 (466) / 1044 (1008) MByte/s	454 (462) / 1045 (1020) MByte/s	455 (462) / 1040 (1003) MByte/s
USB 3.1 Front: Lesen (Schreiben)	1024 (996) MByte/s	1044 (1008) MByte/s	1045 (1020) MByte/s	1040 (1004) MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20 m):	50 / 24 MByte/s	51 / 25 MByte/s	—	—
Funktionstests				
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / —	✓ / —	✓ / ✓	— / —
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby / Soft-off	✓ / ✓ (—)	✓ / ✓ (—)	✓ / ✓ (—)	— / — (—)
Bootdauer bis Login	16 s	18 s	15 s	19 s
Regelbereich: CPU-Lüfter / Gehäuselüfter 3-Pin / 4-Pin	0 ... 100 % / n. v. / 0 ... 100 %	20 ... 100 % / 8,8 ... 12 V / 20 ... 100 %	0 ... 100 % / 2 ... 12 V / 0 ... 100 %	0 ... 100 % / 1 ... 12 V / 0 ... 100 %
Audio-Qualität und -Funktion				
Mehrkanalton (analog, Art) / 2. Audiostrom	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓
SPDIF Mehrkanalton: Bitstream	Dolby Digital, DTS Audio, WMA Pro Audio	Dolby Digital, DTS Audio, WMA Pro Audio	Dolby Digital, DTS Audio, WMA Pro Audio	Dolby Digital, DTS Audio, WMA Pro Audio
SPDIF Frequenzen out	44,1 / 48 / 96 kHz	44,1 / 48 / 96 kHz	44,1 / 48 / 96 kHz	—
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕ / ○
Straßenpreis	190 €	330 €	190 €	135 €
<sup>1</sup> je zwei Ports pro Stiftleiste      Testsystem: Core i9-9900K, 16 GByte DDR4-2666, SSD				
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   — nicht vorhanden   k. A. keine Angabe				

Anforderungen. Es gab an jedem Board im Test Kritikpunkte, die wenigsten bei Asrock. Doch bei der kompakten Mini-ITX-Platine handelt es sich um ein Nischenprodukt, bei der man die eingeschränkte Erweiterbarkeit von vorn herein mit kauft. Je nachdem, wie wichtig einem der Onboard-Sound, die Lüftersteuerung, die Display-Anschlüsse oder der Leerlauf-Verbrauch sind, muss man

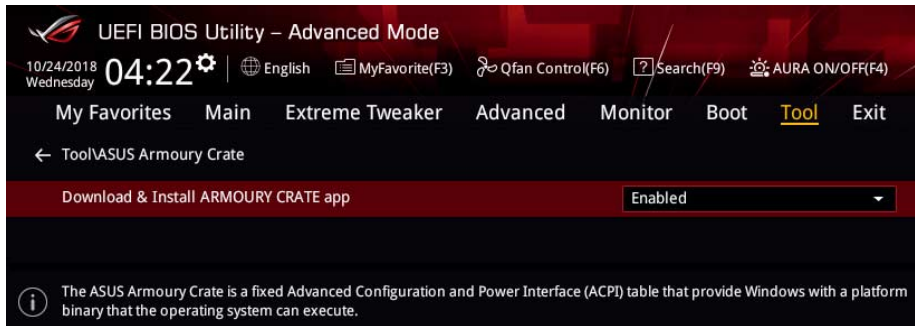
seine Kaufentscheidung treffen – die eierlegende Wollmilchsau gab es im Test nicht.  
Ab Werk hielt sich zudem keines der getesteten Boards an die komplexen Intel-Vorgaben für die TDP. Immerhin lassen sich drei von ihnen nach manuellem BIOS-Setup-Eingriff dazu überreden, nur Gigabytes Aorus blieb eigensinnig. Was für einige Anwender ein Ärgernis ist, freut auf

der anderen Seite Übertakter mit starken Kühlern, denn sie erhalten ein wenig Extra-Leistung gratis ab Werk. (csp@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Christian Hirsch, Schnellster Achter, Achtkerner Core i9-9900K gegen Ryzen: Duell um die Performance-Krone, c't 23/2018, S. 100  
[2] Christof Windeck, Günstige Untersätze, B360-Mainboards für Intel Core i-8000, Pentium G5000 und Celeron G4000, c't 12/2018, S. 90





# Treiber-Geist

## Potenzielle Sicherheitslücke: Asus verankert Update-Tool für Windows im Mainboard-BIOS

**Bei einigen Asus-Mainboards beschafft die Funktion Armoury Crate Treiber aus dem Internet direkt nach einer frischen Windows-Installation. Armoury Crate kopiert dazu ungefragt Software aus dem BIOS-Flash-Chip ins System.**

Von Christof Windeck

Wer auf einem neuen Mainboard Windows installiert, steht oft vor einem typischen Problem: Ohne Treiber für den Netzwerkchip gibt es keine Online-Verbindung. Und ohne Internet kommt man wiederum nicht an aktuelle Treiber heran. Asus Armoury Crate löst dieses Problem, ohne dass man mit einer Treiber-CD hantieren muss. Theoretisch birgt Armoury Crate aber auch ein Sicherheitsrisiko – gut, dass es sich abschalten lässt.

### Treiber „im BIOS“

Bei Armoury Crate nutzt Asus eine Standardfunktion von Windows 10, die sogenannte Windows Platform Binary Table (WPBT). Das ist eine im BIOS beziehungsweise UEFI-BIOS verankerte Tabelle, die sich an die Spezifikation des Advanced Configuration and Power Interface (ACPI) anlehnt. Die WPBT verweist auf eine Speicheradresse im Hauptspeicher (RAM). Dort legt das BIOS eine oder mehrere Dateien ab, die der Systemhersteller in den Flash-Chip geschrieben hat, der auch den

BIOS-Code speichert. Ein frisch installiertes Windows liest die WPBT aus, kopiert die Datei(en) aus dem RAM auf die Festplatte oder SSD nach C:\Windows\system32 und führt sie anschließend aus. Im Falle von Asus Armoury Crate geht es um die Dateien AsusUpdateCheck.exe und AsusDownloadLicense.exe sowie um einen Treiber für den Netzwerkchip.

Nach dem ersten Windows-Start erscheint ein Fenster im Infobereich, welches das Herunterladen und die Installation weiterer Treiber anbietet. Stimmt der Nutzer dem zu, installiert Armoury Crate den Netzwerktreiber und verbindet sich mit Asus-Servern. Man kann auswählen, welche Treiber man installiert haben möchte und ob man noch weitere Software wünscht, darunter Tools zum Überwachen und fürs Hardware-Monitoring. Zumindest bei einem 300-Euro-Mainboard wie dem Maximus XI Hero (siehe S. 122) könnte Asus aber stattdessen einfach einen 3-Euro-USB-Stick beilegen. Windows 10 führt standardmäßig nur

**Asus Armoury Crate beschafft auf Wunsch Treiber aus dem Internet.**

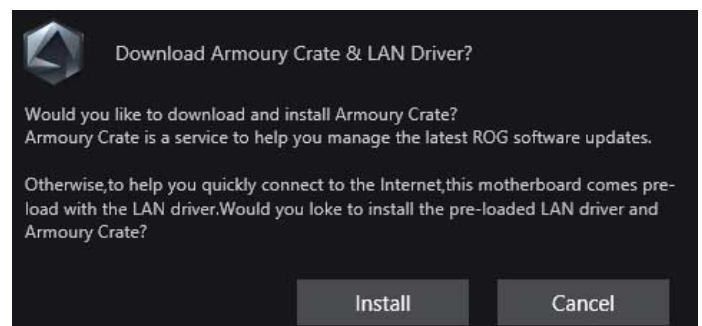
digital signierte Dateien aus, das gilt auch für die WPBT-Methode. Wer die Funktion kennt, kann sie außerdem im BIOS-Setup unter „Tools“ abschalten. Sie ist aber nach dem Laden der BIOS-Standard Einstellungen (BIOS Setup Defaults) automatisch aktiv.

Die Update-Funktion birgt einige Sicherheitsrisiken: Falls die Software Bugs enthält, könnten Angreifer diese ausnutzen. Solange die Funktion im BIOS-Setup aktiviert ist, bleiben solche Schwachstellen außerdem erhalten, selbst wenn man die Systempartition oder den ganzen Datenträger löscht oder austauscht. Allerdings kann Asus über BIOS-Updates auch Sicherheitslücken in Armoury Crate schließen; erfahrungsgemäß spielen aber nur relativ wenige PC-Besitzer solche Updates ein.

Schließlich ist Asus in der Verantwortung, die über Armoury Crate ausgelieferte Software sorgfältig zu prüfen und die eigenen Webserver vor Angreifern zu schützen. Das gilt aber letztlich für jede Treiber-Download-Seite. Beunruhigend ist in diesem Zusammenhang eine Untersuchung der Cisco-Sparte Duo Security aus dem Jahr 2016: Demnach steckten in den Update-Tools vieler PC-Hersteller eklatante Sicherheitslücken – darunter auch in einer Asus-Software.

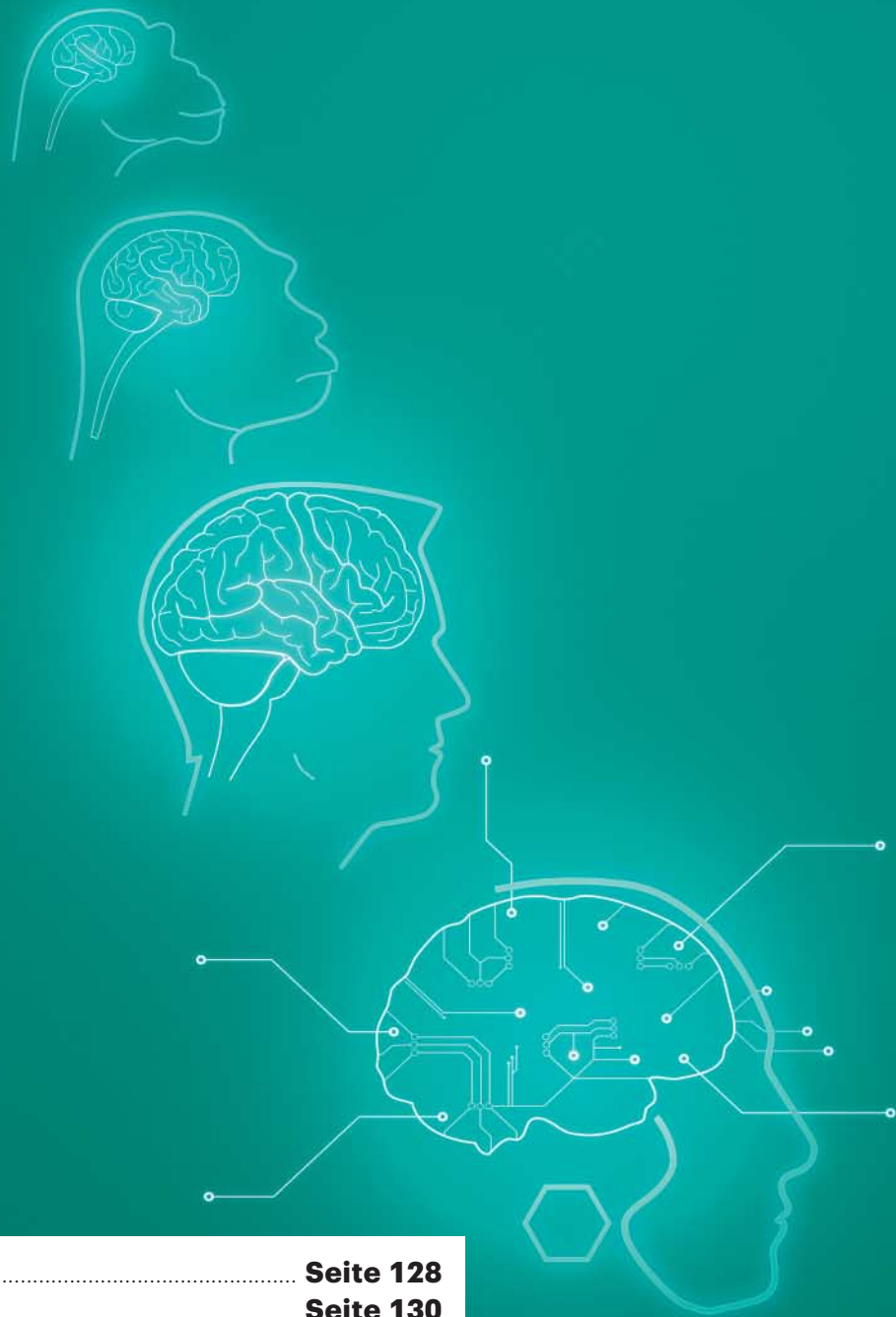
### Praktisch, aber ...

Wer der PC-Sicherheit die höchste Priorität einräumt, schaltet Armoury Crate lieber ab. Dann sollte man aber auch grundsätzlich auf Software-Beigaben wie die knallbunten Übertaktungswerkzeuge der Mainboard-Hersteller verzichten. Manche davon verbinden sich nämlich sogar mit Cloud-Servern, damit sich das Board und seine RGB-Lichtorgel per App vom Smartphone aus steuern lassen. Wer Asus vertraut, für den ist Armoury Crate hingegen eine praktische Funktion, die sofort die neuesten Treiber auf den Windows-Rechner bringt (ciw@ct.de) **ct**



# Neuronale Denkfehler

Künstliche Intelligenz: zu naiv, um schlau zu sein



<b>Fehlerbehaftete KI .....</b>	<b>Seite 128</b>
<b>Praxis mit Tücken .....</b>	<b>Seite 130</b>
<b>Konstruktionsfehler neuronaler Netze ....</b>	<b>Seite 134</b>

**Im Wettkampf Mensch gegen KI gibt der Homo Sapiens fast täglich eine klägliche Figur ab. Doch die meisten Erfolgs-Stories sind oberflächlich und verschweigen, wo es überall noch klemmt. Tatsächlich bleiben jede Menge Fragen offen, auf die die heute verfügbare Technik noch keine Antworten hat.**



Bild: Fail Blog

**Fehler in der Face-Swap-KI: Punkt, Punkt, Komma, Strich – fertig ist das Herdgesicht.**

**Von Andrea Trinkwalder**

**N**och nie schien der Traum von der Technik, die dem Menschen im Denken ebenbürtig oder gar überlegen ist, so nahe: Algorithmen erkennen nicht nur Objekte auf Fotos. Sie fungieren auch als persönliche Assistenten, schlagen den Weltmeister in Strategiespielen, die für normal begabte Menschen viel zu komplex sind, und komponieren, malen oder schreiben Geschichten.

Häufig brauchen sie dafür nicht mal mehr menschliche Vorbilder. Die neueste AlphaGo-Version der Google-Tochter DeepMind hat das asiatische Brettspiel Go nicht wie bisher aus der Beobachtung

menschlicher Matches gelernt, sondern von Grund auf, indem sie mit einem Klon ihrer selbst trainierte.

### Künstliche Naivität

Doch nicht jedes harte Training steigert die Intelligenz. Künstlichen neuronalen Netzen unterlaufen bisweilen ausgesprochen dummlich wirkende Fehler, die der menschliche Betrachter schlicht nicht nachvollziehen kann. Viele Fehler sind lustig. Sie füllen ganze Blogs, etwa der geniale Kunstgriff einer Face-Swap-KI, die das Gesicht eines Babys mit den Drehgriffen eines Herds vertauschte, anstatt mit dem Kopf des Vaters. Andere haben schwerwiegende Folgen, beispielsweise KI-Systeme im Bewerber-Management

oder autonome Fahrzeuge, die eine Verkehrssituation falsch einschätzen.

Denn während Wissenschaftler noch intensiv nach Lösungen suchen, die die Entscheidungen maschinell trainierter Systeme transparenter machen, laufen seit Jahren intensive Feldversuche, wie ein Blick in die USA zeigt. Dort geben Algorithmen Sozialprognosen über Straftäter ab und sortieren Stellenbewerber aus – häufig zum Nachteil sozial schwächerer Gruppen. Kritiker fürchten deshalb, dass hart erkämpfte Errungenschaften wie die Gleichstellung von Menschen unabhängig von Geschlecht und Herkunft durch die vermeintlich neutrale Technik peu à peu wieder aufgeweicht werden.

Dass künstliche neuronale Netze nicht immer die Ergebnisse liefern, die der Mensch erwartet, hat mehrere Gründe. Häufig liegt der Fehler in den Trainingsdaten, die dem Netz nicht helfen, genau die Fähigkeiten auszubilden, die es zum Lösen der gestellten Aufgabe braucht.

Aber es liegt auch an der Architektur selbst, die dem komplexen Zusammenspiel menschlicher Neuronen und Synapsen nicht annähernd ebenbürtig ist. Deshalb lernt der Mensch viel effizienter als die KI, denkt in logischen Zusammenhängen anstatt nur in Mustern und kann Humor und offensichtlichen Nonsens einordnen. Ein maschinell trainiertes Bilderkennungssystem hingegen lässt sich von kuriosen Szenen komplett verwirren: Montiert man etwa eine Giraffe in ein Wohnzimmerfoto, leidet die Genauigkeit der Objekterkennung.

Wie viele kleine und große Schwierigkeiten eine KI in der Praxis fehlerbehaftet oder gar unbrauchbar machen können, beschreibt der Artikel auf Seite 130. Warum sich mit den State-of-the-Art-Verfahren fundamentale Prinzipien menschlichen Denkens nicht simuliert lassen, erfahren Sie ab Seite 134. (atr@ct.de) **ct**

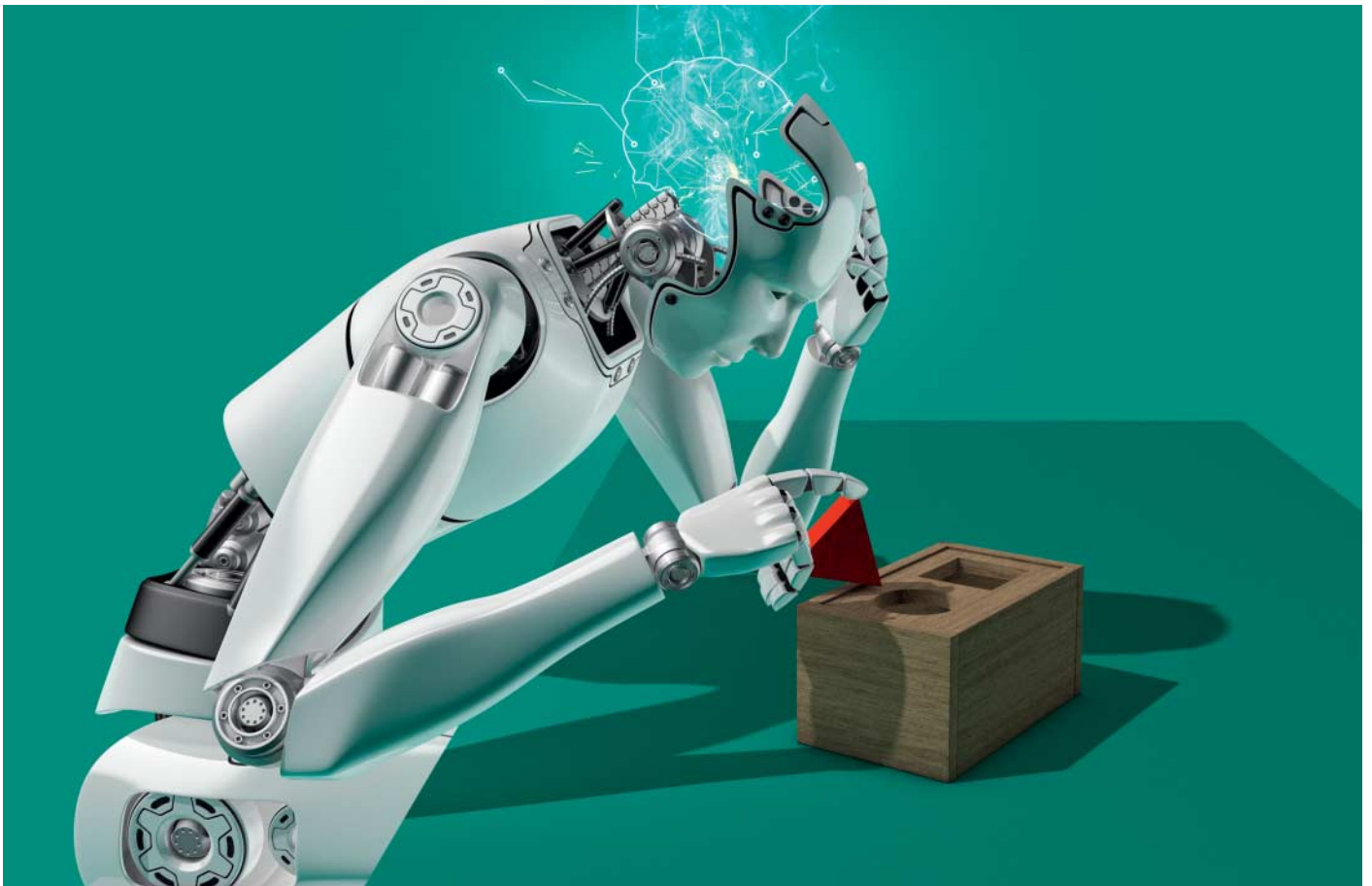
## Trainingslager

Künstliche neuronale Netze (KNN) bestehen aus mehreren Schichten von Neuronen, die über Synapsen miteinander verbunden sind. Während das menschliche Original mit chemischen und elektrischen Reaktionen auf einen Reiz reagiert, arbeiten die künstlichen Neuronen mit einfachen mathematischen Funktionen, um Reize über die Synapsen an die Neuronen der nächsten Schicht zu verteilen.

Anhand kategorisierter Trainingsdaten – etwa Fotos oder einfacher Sätze – und einer Feedback-Funktion lernt das KNN in zahllosen Durchläufen, die Parameter seiner Basisfunktionen so zu justieren, dass es die Eingabe immer besser interpretieren kann. Zur Objekterkennung etwa bildet es Funktionen heraus, die Kanten und Muster erkennen und in tieferen Schichten zu charakteristischen Objektteilen kombinieren. Zur Spracherkennung bilden sich Filter, die Tonfrequenzen mit Buchstaben, Silben und Se-

quenzen aus ganzen Wörtern matchen. Dabei handelt es sich aber nicht um echte Abbildungen, sondern um Vorhersagen: Das System gibt eine Prognose ab, mit welcher Wahrscheinlichkeit etwa ein Mensch, ein Hund oder ein Auto auf einem Bild zu sehen ist.

Für das Training solcher Konstrukte benötigt man einige tausend kategorisierte Datensätze: also Datensätze, in denen die Eingabe und das gewünschte Ergebnis enthalten sind. Man spricht dann von überwachtem Lernen. Die Netze sind hochspezifisch und von den KI-Experten händisch auf den jeweiligen Einsatzzweck getrimmt. Ein neuronales Netz zur Bilderkennung lässt sich also nicht einfach auf Spracherkennung trainieren, indem man es mit Sprachproben füttert. Ziel der KI-Forscher ist es, unüberwachtes Lernen zu verbessern, um künftig die Abhängigkeit von kategorisierten Datensätzen zu reduzieren.



# Irren ist künstlich

## Wo künstliche Intelligenz noch schwächelt

**Maschinelles Lernen wirkt oft wie Magie, drum wird es gerne als künstliche Intelligenz verkauft. Doch Ehrfurcht ist fehl am Platz. Für jede Anwendung muss hinterfragt und geprüft werden, ob das Verfahren tatsächlich den erhofften Nutzen bringt – und ob nicht der Schaden überwiegt.**

Von Andrea Trinkwalder

**W**eil künstliche neuronale Netze in Spezialdisziplinen Erfolge feiern, wächst der Traum von der künstlichen Intelligenz, die weniger Vorurteile pflegt als der Personaler, Kinder individueller fördert als der Lehrer,

Diagnosen besser stellt als der Arzt und Autos souveräner steuert als der Mensch.

Die Werbetexte für solche Verfahren nennen eine beeindruckende Menge an Trainingsdaten und eine nicht minder beeindruckende Anzahl an Zusammenhängen, die der Algorithmus automatisch in den Daten gefunden haben soll. Dazu noch eine hohe Genauigkeit – fertig ist das Bild von der neutralen, intelligenten und verlässlichen KI.

Doch häufig vernebeln die Zahlen den Blick aufs Wesentliche. Die schiere Masse an Trainingsdaten ist kein Gütesiegel, entscheidender ist deren Qualität. Vom neuronalen Netz ermittelte Zusammenhänge sind nur Korrelationen, die Aussagekraft haben können, aber nicht müssen. Und selbst eine extrem hohe Präzision von 99 Prozent kann abhängig von der Anwendung inakzeptabel sein.

### Wie neutral ist KI?

Nur wenn das Sample groß genug ist und die jeweilige Kategorie in all ihren Facetten repräsentiert, helfen die Daten einem neuronalen Netz, charakteristische Eigenschaften und Muster zu finden und angemessen zu gewichten. Je nach Einsatzgebiet kann es simpel, ziemlich knifflig oder ganz unmöglich sein, ein solch hochwertiges, ausgewogenes Trainingsdaten-Sample in ausreichender Größe zu beschaffen.

Bei Googles berühmtem Katzen-detektor hat das perfekt funktioniert, aber schon bei Fotos von Menschen finden die Probleme an. Zwar herrscht im Internet wahrlich kein Mangel an Bildern, die Menschen zeigen. Der Haken ist, dass in dieser riesigen Sammlung Abbildungen von hellhäutigen Männern dominieren und Farbige stark unterrepräsentiert sind. Nutzt ein Anbieter nun beispielsweise die ersten 100.000 Ergebnisse der Bildersuche „Mensch“ und trainiert damit sein künstliches neuronales Netz, wird dieses die helle Hautfarbe fälschlicherweise als eines der wichtigsten Merkmale des Menschen wahrnehmen. Trainiert man das System auch auf die Erkennung von Gorillas, wird das Netz eine schwarze Gesichtsfarbe als sehr starkes Indiz für einen Gorilla werten. Die „rassistische“ KI ist geboren.

Dieser Fauxpas unterlief Google bei seiner automatischen Verschlagwortung



in seinem Cloud-Dienst Google Fotos, aber auch Gesichtserkennungssoftware von Microsoft und IBM fielen in einer Studie der Forscherin Joy Buolamwini (MIT Media Lab) durch höhere Fehlerraten bei Menschen mit dunklerer Hautfarbe auf. Google ringt übrigens bis heute um eine Lösung des Problems: Die Kategorien „Gorilla“ und „Affe“ sind seit drei Jahren deaktiviert; stattdessen zeigt der Konzern ein pädagogisch wertvolles Erklärvideo, das um Verständnis für das Phänomen der Stichprobenverzerrung wirbt.

Solche Verzerrungen nennt man Bias. Im besten Fall ist ein Bias leicht zu erkennen und rasch zu beheben. Im schlechteren Fall bemerkt man ihn (zu) spät, etwa wenn die KI bereits zu falschen Entscheidungen verleitet hat. Im Worst Case erkennt man den Bias gar nicht und/oder kann die Daten nicht ausreichend neutralisieren.

Fälle von fehlgeleitetem Training finden sich zuhauf, und Forscher entwickeln mehr und mehr Methoden, um deren Ursachen aufzuspüren und zu visualisieren. Mit ihrem Analyseverfahren LIME fanden Wissenschaftler um Marco Tulio Ribeiro (University of Washington) heraus, dass ein künstliches neuronales Netz anhand von Husky-Bildern lediglich gelernt hatte, Schnee zu erkennen. Ein anderes System blieb beim Erlernen des Begriffs Zug komplett blind gegenüber Loks und Waggonen. Stattdessen sprang es ausschließlich auf Bahnsteig und Gleise an – alles Fehler, die selbst einem Kleinkind nie unterlaufen würden. Auch deshalb ist es wohl oft so schwierig für die Entwickler, Bias in Trainingsdaten vorab zu vermeiden.

## Bias erkannt, Gefahr gebannt?

Aus Bewerbungsunterlagen und anderen Textdokumenten lassen sich Geschlecht und Name einfach löschen. Das Ergebnis sind scheinbar neutrale Trainingsdaten, die weder Frauen noch Menschen mit Migrationshintergrund benachteiligen. Doch manches Datenmaterial ist einfach derart durchtränkt von verräterischen Merkmalen wie Wohngegend, Besuch einer reinen Mädchen-/Jungenschule et cetera –, dass sich die Datensätze nicht vernünftig neutralisieren lassen, ohne sie komplett zu entwerfen.

Genau aus diesem Grund hat Amazon eine intern entwickelte KI zur Bewerberauswahl wieder eingestampft. Sie wurde mit den Unterlagen von Personen

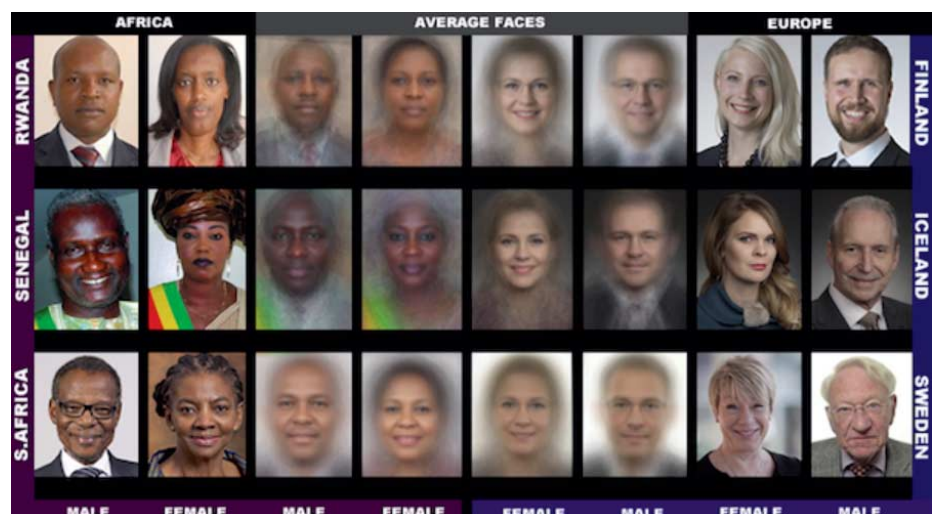
trainiert, die sich in der Vergangenheit erfolgreich bei Amazon beworben hatten. Das Ziel: aus einer Masse an Bewerbern automatisch die fünf geeignetsten Kandidaten herauszufiltern. Doch der Algorithmus bevorzugte nicht nur systematisch Männer, sondern schlug auch gänzlich unqualifizierte Kandidaten vor. Offensichtlich hatte die KI, die mit überwiegend männlich geprägten Bewerbungsunterlagen trainiert wurde, Indizien für einen männlichen Bewerber so stark gewichtet, dass dabei sogar die fachliche Qualifikation unter den Tisch fiel. Frappierend ist auch hier, dass sich die Daten offensichtlich nicht vernünftig aufbereiten ließen. Laut Amazon hat die Empfehlung der KI niemals die Entscheidung für oder gegen einen Bewerber beeinflusst.

Einige Untersuchungen legen nahe, dass maschinell trainierte Systeme Stereotype sogar verstärken: So tendierte eine KI für Szenenerkennung dazu, in der Küche befindliche Personen als Frau zu taggen, auch wenn sie männlich waren. Und eine KI, die aus Texten zusammengehörige Wörter extrahieren sollte, assoziierte „Frau“ mit klassisch weiblichen Berufen und Hobbys, „Mann“ mit den traditionell männlichen. Forscher befürchten deshalb, dass mühsam errungene gesellschaftliche Fortschritte – etwa die Chancengleichheit von Menschen unabhängig von Geschlecht und Herkunft – unterminiert werden könnten, wenn die vermeintlich neutralen maschinellen Entscheider immer mehr Bereiche des gesellschaftlichen Lebens mitgestalten.

Konrad Lischka, der bei der Bertelsmann-Stiftung das Projekt „Ethik der Algorithmen“ leitet, kennt die Risiken beim Einsatz von Algorithmen in der Bewerberauswahl. So bestehe durchaus die Möglichkeit, dass Menschen, die bislang von menschlichen Entscheidern aufgrund ihres Alters, ihres Geschlechts oder ihrer Herkunft sofort aussortiert wurden, von einem tatsächlich neutralen Algorithmus eine Chance bekommen. Er gibt aber auch zu bedenken, dass bei flächendeckendem Einsatz solcher Systeme eine uniforme Sortierung stattfinden könnte, die bestimmte Menschen ins Abseits stellt und dort auch belässt.

Der Wirtschaftspsychologe Professor Uwe Peter Kanning, der an der Hochschule Osnabrück Verfahren zur Personalauswahl evaluiert, kritisiert das dünne wissenschaftliche Fundament der meisten KI-Methoden, insbesondere wenn sie versuchen, die Persönlichkeit eines Bewerbers aus Sprachverhalten oder Videoanalyse abzuleiten.

Die Software Precire etwa verspricht, anhand von 15-minütigen Sprachproben die Persönlichkeit eines Bewerbers einzuschätzen. Trainiert wurde das System mit Sprachproben und zuvor ausgefüllten Persönlichkeitsfragebögen von einigen tausend Probanden. Das System hat dadurch gelernt, sprachliche Merkmale so zu verarbeiten und zu gewichten, dass es am Ende die Ergebnisse des Persönlichkeitstests vorhersagen konnte – bestimmte Charaktereigenschaften mit einer höheren und andere mit einer niedrigeren Genauigkeit.



**Bias-Detektor:** Das „Gender Shades Project“ des MIT Media Lab hat ein Sample zusammengestellt, mit dem sich die Präzision von Gesichtserkennungs-KIs sehr differenziert nach Untergruppen testen lässt.

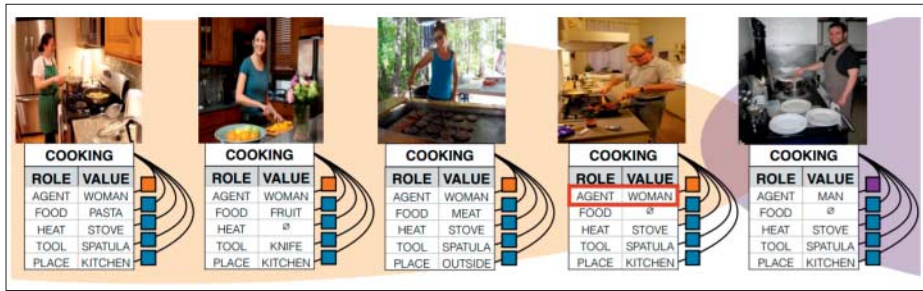


Bild: Jieyu Zhao et al., University of Virginia

Dieses neuronale Netz hat offensichtlich anhand von Bildbeispielen gelernt, dass Frauen an den Herd gehören. Deshalb hat es Schwierigkeiten zu erkennen, wenn ein Mann den Kochlöffel schwingt.

Im Gespräch mit c't bemängelt Kanning grundsätzliche Schwächen der Herangehensweise. Man könne aus einzelnen Charaktereigenschaften wie Gewissenhaftigkeit oder Extraversion kaum auf den Erfolg eines Mitarbeiters im späteren Berufsleben schließen: Solche Effekte habe der Hersteller von Precore bislang auch nicht nachgewiesen. Eine sehr hohe Vorhersagekraft für beruflichen Erfolg habe hingegen ein Intelligenztest, aber dieser werde in Deutschland nur selten angewendet.

Ohnehin sei es laut Kanning nicht sinnvoll, sich den Ergebnissen eines Persönlichkeitsfragebogens über den Umweg der Sprachanalyse anzunähern. Da die Sprachanalyse einzelne Persönlichkeitsmerkmale nur sehr unvollkommen erklären kann – nach Angaben des Anbieters zu etwa 50 Prozent, die Zahlen aus der Forschung sind deutlich geringer –, ist der Fragebogen zwangsläufig weitaus besser als die Sprachanalyse. Im Hinblick auf die Prognose beruflicher Leistung wäre der Fragebogen doppelt so gut, und das auch nur, wenn die Angaben des Anbieters stimmen. Ergebnisse der Forschung lassen allerdings erwarten, dass der Fragebogen sogar bis zu zehnmal besser abschneidet als die Analyse von Sprachparametern.

### Durchtrainiert, aber nutzlos

Auch in anderen Bereichen mangelt es oft an unabhängigen Studien, die die Wirksamkeit einer Methode belegen. Und: Bisweilen müssen sogar die Zusammenhänge, auf die sich datengetriebene Modelle stützen, erst wissenschaftlich verifiziert werden.

Ein sehr differenziertes Bild zeichnet beispielsweise die Studie von Dominik Gerstner vom Max-Planck-Institut für ausländisches und internationales Strafrecht (MPICC), die die Wirksamkeit der Predictive-Policing-Software Precobs unter-

suchte. Precobs wird in einigen Städten in Bayern, Baden-Württemberg und der Schweiz eingesetzt beziehungsweise getestet, um Einbruchsdelikte zu verhindern. Dabei stützt sich die Software auf eine starke theoretische Grundlage: Diverse Wissenschaftler haben bereits nachgewiesen, dass auf eine Tat häufig weitere Taten in kurzen zeitlichen und räumlichen Abständen folgen, sogenannte Near Repeats. Nach solchen Mustern sucht Precobs und schlägt automatisch Alarm, wenn aus einer Ecke der Stadt mehrere Einbrüche gemeldet werden.

Die Forscher des MPICC kamen zum Ergebnis, dass die Software tatsächlich leistet, was sie verspricht: Sie erkennt Near-Repeat-Areas. Entscheidend ist aber, ob es durch diesen Wissensgewinn auch gelingt, die Einbruchszahlen zu senken, beispielsweise weil die Polizei mit diesem Wissen ihr Personal gezielt an den Brennpunkten einsetzen kann. Diese Wirkung konnten die Forscher anhand der zur Verfügung stehenden Daten nicht nachweisen – im besten Fall zeigten sich moderate Effekte. „In Teilen des Pilotgebiets sank die Zahl der Wohnungseinbrüche in der Testphase, in anderen blieb sie konstant oder nahm zu“, konstatieren die Wissenschaftler. Daher empfehlen sie weitere Untersuchungen auf Basis eines echten experimentellen Forschungsdesigns. Baden-Württemberg hat die Pilotphase um ein weiteres Jahr verlängert.

Verheerende Folgen haben unausgegorene Systeme, wenn sie über das Schicksal von Menschen entscheiden, wie etwa das in den USA verwendete Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions (COMPAS): Es hat seit dem Jahr 2000 für eine Million Straffällige eine Prognose abgegeben, mit welcher Wahrscheinlichkeit diese innerhalb von zwei Jahren wieder rückfällig werden. Solche Prognosen können auch die Höhe des Strafmaßes beeinflussen. Dafür wertete der Algorithmus 137 angeblich neutrale Eigenschaften der geprüften Personen aus.

Wissenschaftler des Dartmouth College bescheinigen der Software, ein „Blendwerk an Komplexität“ zu sein – weil nachweislich die Merkmale Alter und Anzahl der Vorstrafen für eine Vorhersage der Rückfallwahrscheinlichkeit völlig ausreichen und es für die Relevanz zusätzlicher Merkmale keine Evidenz gebe. Dabei scheinen die fachlichen Kompetenzen des Algorithmus noch nicht mal über Küchenpsychologie hinauszugehen. Die Wissenschaftler konnten zeigen, dass eine über Amazon Mechanical Turk angeworbene Gruppe von Laien eine ebenso gute beziehungsweise schlechte Einschätzung abliefern würde wie das Predictive-Analytics-System.

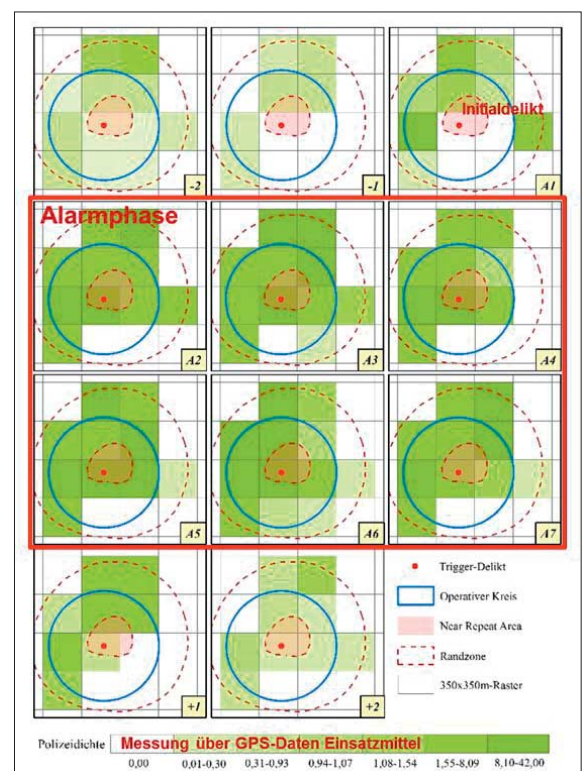


Bild: Dominik Gerstner, MPICC

Die Software Precobs schlägt Alarm, wenn sich in einer Gegend Einbrüche häufen.



Zuvor stand COMPAS bereits in der Kritik, weil es Schwarze systematisch negativer beurteilte: In der Gruppe der nicht rückfällig Gewordenen haben Forscher doppelt so viele Schwarze wie Weiße ermittelt, denen das System eine schlechte Prognose ausgestellt hatte.

## Halbgott in Silizium

Auch in der Medizin findet sich momentan viel Hype und vollmundige Ankündigungen, aber nicht immer Belastbares. Besonders ambitioniert ist Watson für Oncology von IBM, das Ärzte nicht nur mit Informationen und aktuellen Studien zur Behandlung eines Patienten versorgt, sondern auch Therapieempfehlungen geben will. Das Therapie-Training basiert auf den Methoden von Ärzten des US-amerikanischen Memorial Sloan Kettering Cancer Center, einer renommierten Krebsklinik in New York. Bislang gibt es allerdings keine unabhängigen Studien, die untersucht haben, ob Watson zu einer besseren Behandlung führt, Fehler verhindert, die Wahl der Therapie positiv beeinflusst oder dergleichen. Berichte legen nahe, dass Watson durchaus ein sehr guter Informationslieferant ist, aber bei Therapievorschlügen bisweilen grobe handwerkliche Fehler macht.

Vielsprechender und besser kontrollierbar erscheinen derzeit bodenständigere KI-Ansätze in der Medizin, insbesondere wenn sie sich auf die bewährten Bilderkennungsnetze stützen. Beispielsweise haben Mediziner des Universitätsklinikums Heidelberg um Professor Holger Hännle ein künstliches neuronales Netz mit Bildern von Hautveränderungen darauf trainiert, gutartige Muttermale von bösartigen Melanomen zu unterscheiden. Eine begleitende Studie belegt, dass die Bilderkennung im Schnitt bessere Prognosen abgab als die meisten der zum Test eingeladenen 58 Hautärzte.

## Problem Falsch-Positive

KI-Systeme machen ganz unterschiedliche Fehler. Vor allem die Falsch-Positiven stellen ein erhebliches Problem dar, etwa wenn man automatisiert aus einer großen Zahl von Personen die Angehörigen einer extrem kleinen Gruppe herausfiltern möchte, beispielsweise Terroristen in der Bevölkerung.

Damit nicht deutlich mehr Unschuldige als Terroristen in den Polizei-Datenbanken landen, müsste man eine extrem hohe Genauigkeit erreichen. In diesem

**Optische Täuschung:**  
Ein für den Menschen nicht wahrnehmbares Rauschmuster genügt, um der KI statt eines Papageien ein Bücherregal vorzugaukeln.

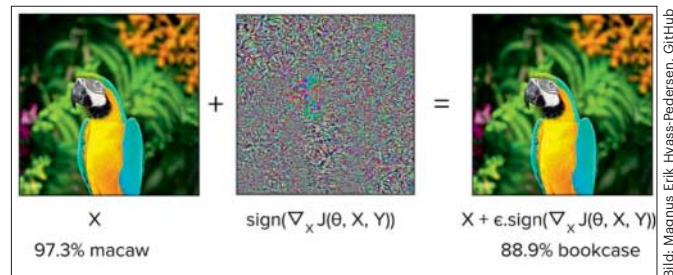


Bild: Magnus Erik Hvass-Pedersen, GitHub

Fall kommt es nicht nur darauf an, wie viele Gefährder man korrekt identifiziert. Entscheidend ist vielmehr die Falsch-Positiv-Rate, also der Anteil der fälschlicherweise als Gefährder klassifizierten unbescholtenen Bürger. Und die lässt sich bei einer Massenüberwachung rein aus statistischen Gründen nicht auf ein sozialverträgliches Maß drücken.

Die NSA etwa gab bei ihrem Überwachungsprogramm Skynet, mit dem sie in Pakistan das Bewegungs- und Kommunikationsverhalten von 55 Millionen Einwohnern überwacht hat, eine sagenhaft geringe Falsch-Positiv-Rate von 0,008 Prozent an (in einem internen Dokument liegt sie bei 0,18 Prozent) – die nur deshalb so gering ausfiel, weil man dafür eine miserable Erkennungsquote von nur 50 Prozent in Kauf nahm. Das so eingestellte System identifizierte also nur jeden zweiten Terroristen, kennzeichnete dafür aber zwischen 4500 und knapp 100.000 unschuldige Pakistaner als mögliche Terroristen. Dazu kommt, dass die Präzision ohnehin nicht seriös getestet werden konnte, weil die Gruppe bekannter Terroristen zu wenige Fälle enthielt, um daraus ein aussagekräftiges Test-Sample für eine Qualitätsprüfung zu bilden.

In Pakistan wurden laut dem in London ansässigen Bureau of Investigative Journalism in den vergangenen Jahren mehrere tausend Menschen aus der Ferne als Terroristen ausgemacht und per Drohne getötet – womöglich auf Grundlage eines stümperhaft zusammengestricken Algorithmus wie Skynet.

## Verwirrte KI

Neuronale Netze zur Bilderkennung reagieren auf bestimmte Arten von Bildern – sogenannte Adversarial Examples – nach menschlichen Maßstäben geradezu willkürlich: Forschern ist es gelungen, Fotos für den Menschen unsichtbar so zu verändern, dass die neuronalen Netze etwas völlig anderes darauf erkennen als der Mensch. Und nicht nur das: Die Wissen-

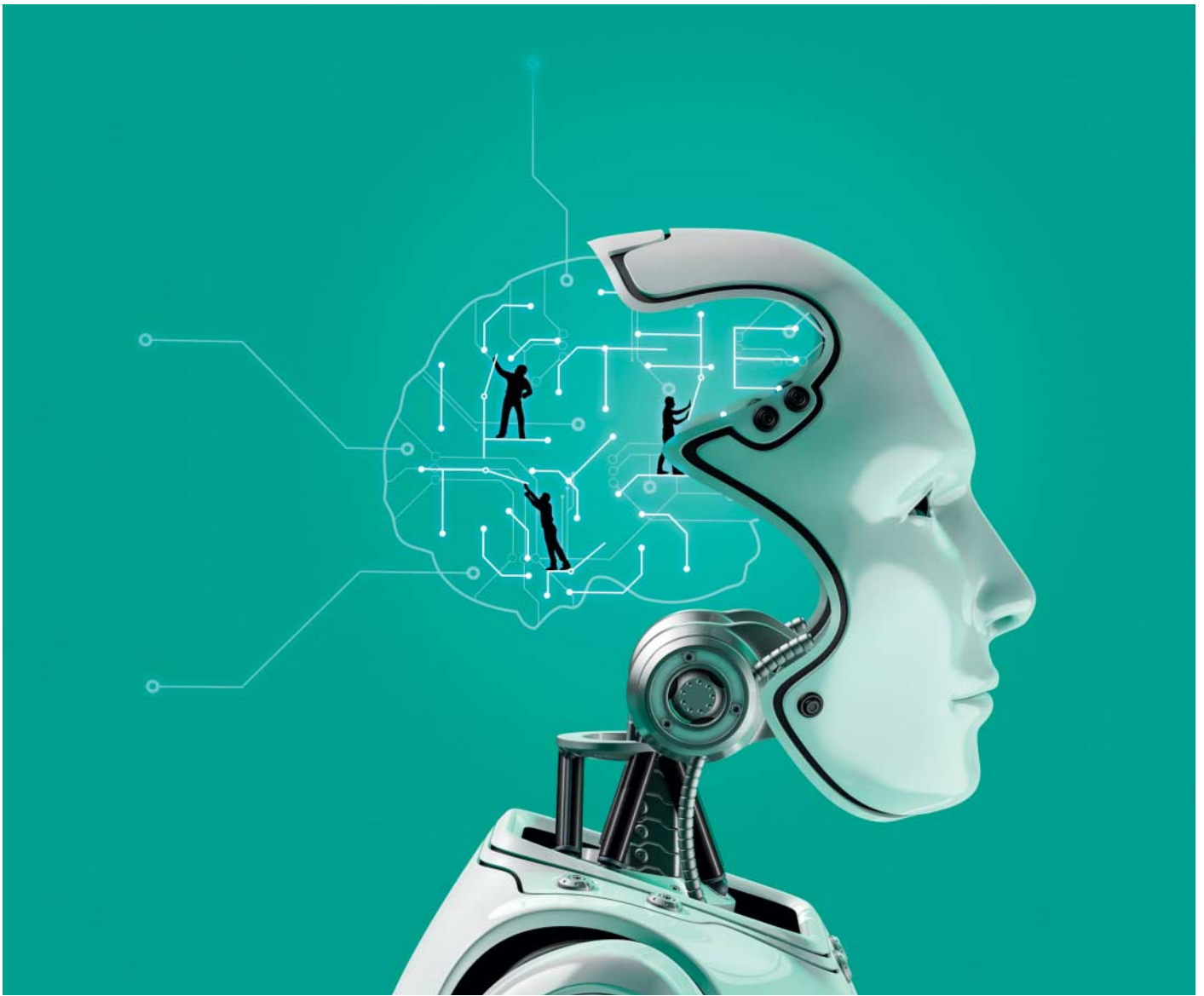
schaftler können sogar steuern, was sie erkennen sollen, etwa eine Giraffe statt einer Katze. Oder – was für autonom fahrende Autos fatal wäre – ein Vorfahrts- anstelle eines Stoppschildes.

Bei den subtilen Störmustern handelt es sich nicht um zufällig verteiltes Rauschen wie das typische Sensorrauschen, demgegenüber künstliche neuronale Netze sehr robust sind. Sondern um gezielte Farbverschiebungen, die dazu führen, dass genügend „Neuronen“ gerade so fehlaktiviert werden, dass die Summe der Fehlaktivierungen das Foto in eine komplett andere Klasse rutschen lässt.

## Segen und Fluch

Deep Learning und andere Verfahren des maschinellen Lernens sind Realität: In Gestalt nützlicher kleiner Helfer organisieren sie den Alltag, in Firmen steigern sie die Effizienz. Beeindruckende Erfolge in Spezialdisziplinen lassen die Technik als Lösung für alle möglichen Probleme erscheinen, die der Mensch nicht vollständig durchblickt. Doch davon ist man noch weit entfernt. KI-Experten und Neurowissenschaftler sind sich weitgehend einig, dass man für solch komplexe Systeme, die auch selbstständig Theorien entwickeln und hinterfragen müssten, eine ganz andere Architektur bräuchte.

Sehr gut funktioniert Deep Learning schon jetzt bei konkreten Aufgabenstellungen mit klar definierbaren Zielen, deren Umsetzung sich ad hoc überprüfen lässt, etwa in der Sprachverarbeitung, Bilderkennung oder Logistikplanung. Doch auch in diesen Paradiesdisziplinen sollte man wachsam und kritisch bleiben, denn die künstliche Intelligenz gibt es nicht. Hinter all den großen und kleinen Problemlösern stecken auch nur Menschen. Wenn die jeweiligen Entwickler das Problem und ihre Lösung nicht gut genug verstanden haben, ist die schöne KI mit all den Trainingsdaten, riesigen Servern und schnellen Grafikkarten nicht mehr wert als ein Würfel. (atr@ct.de) **ct**



# Statistik ist nicht Denken

## Wie sich künstliche Intelligenz von menschlicher unterscheidet

**Algorithmen lernen aus Datensätzen Zusammenhänge, die sich nicht einmal Menschen erschließen. Das ist beeindruckend und oft auch nützlich. Die Computer denken dabei aber längst nicht wie Menschen, denn dafür fehlen noch wichtige Bausteine für Intelligenz. Wir haben führende Kritiker des KI-Hypes gefragt, wo die grundsätzlichen Probleme liegen.**

Von Pina Merkert

**M**enschen definieren sich wegen ihrer Intelligenz als besonders. Das liegt nicht daran, dass sie die größten Gehirne hätten – Elefanten haben größere Gehirne. Menschen können aber über Dinge nachdenken, die es von Natur aus nicht gibt. Beispiele sind Geld, Gesellschaft oder Moral. Es gibt keine Hinweise, dass Tiere in ihren Köpfen mit solchen abstrakten Konzepten hantieren. Sie bilden aber die Basis der Fähigkeit des Menschen in großen Gruppen effizient zusammenzuarbeiten [1].

Von künstlicher Intelligenz erwartet man, dass sie die gleichen abstrakten

Konzepte wie Menschen erlernt und dadurch wie ein Mensch die Welt versteht. Eine KI soll wissen, was Geld ist und welchen Wert es besitzt. Sie soll mütterliche Liebe, kollegiale Konkurrenz und sexuelles Verlangen verstehen – und zwar in Worten, Bildern, Mimik und Gestik. Von Verstehen oder gar Bewusstsein findet sich jedoch selbst in den tiefsten künstlichen neuronalen Netzen keine Spur. Bei genauer Betrachtung entpuppen sie sich lediglich als immer komplexere automatisierte Statistiken: nützliche Werkzeuge, aber keine allgemeine künstliche Intelligenz.



## Menschliche Intelligenz

Um das zu ändern, blicken Forscher auf die einzige Intelligenz auf diesem Level: den Menschen selbst. Für dessen Intelligenz ist das Gehirn verantwortlich, das aus mehr als 100 Milliarden Neuronen besteht, die jeweils durchschnittlich 7000 Verbindungen zu anderen Neuronen unterhalten. Der Neurowissenschaftler Professor Christoph von der Malsburg betont, dass die Struktur des Gehirns von Regelmäßigkeiten dominiert sein muss: „Unser Organismus samt Gehirn wird mit einem Gigabyte genetischer Information erzeugt, und wird über die ersten paar Jahre in einer einfachen stabilen Umgebung trainiert, die per Virtual Reality mit einem Programm von ebenfalls dem Umfang eines Gigabytes erzeugt werden könnte. Um die Verbindungsmatrix des menschlichen Gehirns zu beschreiben, braucht man ein Petabyte, eine Million mal mehr. Folglich wird das Gehirn durch einen ‚Algorithmus‘ hergestellt, der den Suchraum aller Schaltungen auf ein Millionstel einschränkt, in dem die genetische Steuerung und das Lernen dann eine Schaltung aussuchen können.“

Sein Kollege Gary Marcus vom MIT weist andererseits darauf hin, dass Babys bereits drei Wochen nach der Geburt mit

einer dreidimensionalen Welt interagieren, Objekte unterscheiden und ihnen Eigenschaften zuordnen. Würden Menschen mit einem völlig unstrukturierten Haufen an Neuronen geboren, wäre eine solche kognitive Leistung nach so kurzer Zeit nicht möglich [2]. „95 Prozent unseres Genoms hat Einfluss auf die Entwicklung des Gehirns.“ Beide Erkenntnisse gehen nur zusammen, wenn das Gehirn zwar genetisch festgelegte Strukturen besitzt, diese sich aber regelmäßig wiederholen.

## Künstliche Intelligenz

Computer sind Maschinen, die im Prinzip jeden Algorithmus ausführen können. Für künstliche Intelligenz muss man also lediglich den richtigen Algorithmus finden. In der Praxis hat sich das als erheblich schwieriger herausgestellt, als alle Experten vermutet haben. Es gibt zwei Richtungen, aus denen Forscher das Problem angehen: Symbolische Verfahren nehmen sich die Psychologie zum Vorbild und versuchen, abstrakte Konzepte genau so zu verknüpfen, wie rational denkende Menschen das tun. Diese Verfahren (Google Knowledge Graph, Teile von IBM Watson) funktionieren nur mit Daten, bei denen Menschen die Welt vorher in

abstrakten Konzepten beschrieben haben. Daher stehen den Algorithmen nur kleine Datensätze zur Verfügung. Außerdem brauchen sie jeden Zusammenhang als explizite Regel. Dass Sally, wenn sie in den Supermarkt geht, auch ihren Kopf mitnimmt, können diese Verfahren nicht selbst schlussfolgern.

Statistische Verfahren arbeiten stattdessen direkt auf Rohdaten. Sie extrahieren den Zusammenhang zwischen Eingabedaten und den gewünschten Ausgaben automatisch aus den Trainingsdatensätzen. Je umfangreicher das Datenmaterial, desto komplexer dürfen die zugrunde liegenden Strukturen werden. Vorbild dieser Strukturen ist eher die Hirnforschung als die Psychologie. Die vom Gehirn abgeschauten künstlichen neuronalen Netze bauen meist jedoch auf einer sehr stark vereinfachten Simulation von Neuronen auf und geben möglichst wenig Struktur vor, indem sie Synapsengewichte mit Zufallszahlen initialisieren. Den Forschern war es meist wichtiger, eine effektive und leicht trainierbare Simulation zu berechnen, statt in einer biologisch plausibleren Simulation nur wenige Neuronen berechnen zu können und mit Hyperparametern zu kämpfen (Computational Neuroscience).

## KI ist nicht mehr als Funktionen annähern

Mathematisch gesehen dient maschinelles Lernen dazu, eine unbekannte Funktion  $u()$  mit einer anderen Funktion  $f()$  anzunähern. Niemand weiß, wie  $u()$  genau aussieht, da die Funktion eine mathematische Umschreibung eines schwierigen Problems wie dem Zuordnen von Bildern zur passenden sprachlichen Beschreibung ist. Aber es gibt durch die Trainingsdaten zahlreiche Beispiele für einzelne Werte von  $u()$  („Auf diesem Bild schnappt ein Hund nach einem Frisbee“). Nun gilt es eine Funktion  $f()$  zu suchen, die sowohl für die bereits bekannten Beispiele möglichst ähnliche Werte, wie  $u()$  ausgibt als auch für alle Beispiele für Werte von  $u()$ , denen man in Zukunft begegnen könnte.

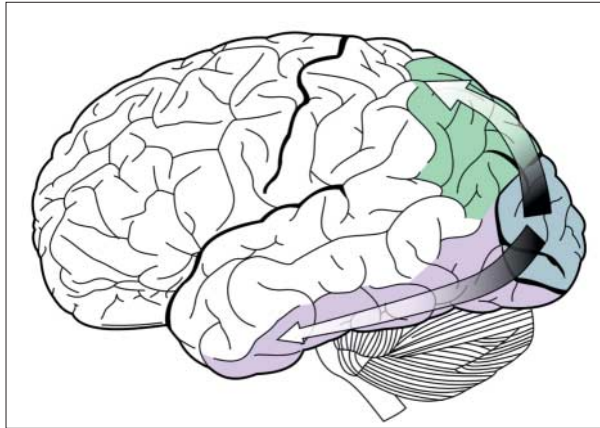
Üblicherweise legen Datenwissenschaftler dafür eine Struktur für die Funktion  $f()$  fest, die aber noch einige ver-

änderliche Parameter enthält. Dadurch wird aus dem mathematischen Problem ein Optimierungsproblem. Für Optimierungsprobleme gibt es bereits effiziente Algorithmen, mit denen die Forscher in vielen Fällen genau die Parameter für  $f()$  finden, die bei den verfügbaren Beispielen für einen möglichst geringen Unterschied zwischen  $u()$  und  $f()$  sorgen. Unterscheiden sich die Funktionen bei neuen Beispielen, die während des Trainings nicht zur Verfügung standen, spricht man von „Overfitting“ (auswendig lernen statt verstehen).

Unter diese allgemeine Definition von maschinellern Lernen fallen sowohl klassische Verfahren wie logistische Regression, K-Nearest-Neighbour, Entscheidungsbaume, Hidden-Markov-Models oder Support-Vektor-Maschinen als auch neuronale Netze. Damit sie funktionieren,

muss es im Vektor der Eingabedaten Muster geben, aus denen die Funktion  $f()$  direkt die richtige Ausgabe berechnen kann. Früher mussten die Datenwissenschaftler die Daten so vorverarbeiten, dass dies gegeben war. Beim „Deep Learning“ versucht man in einem Schritt sowohl die korrekte Ausgabe als auch für die Ausgabe nötige Muster aus den Daten zu lernen.

Dabei ist nicht sofort ersichtlich, welche Muster die Algorithmen aus den Daten extrahieren, um zu ihren Ergebnissen zu kommen. Aktuelle KI-Verfahren werden daher oft fälschlicherweise als Black Box bezeichnet, obwohl alle verwendeten Parameter offenliegen. Die sind aber so zahlreich, dass Menschen die Übersicht verlieren und die wahren Möglichkeiten und Limitierungen des Systems nicht überblicken.



Der dorsale Strom (grün) und der ventrale Strom (violett) übertragen im Gehirn räumlich getrennt Informationen zum gleichen Objekt.

Bild: Seltet, CC-BY-SA

Aber auch mit dieser extrem vereinfachten Simulation hängen die künstlichen neuronalen Netze einem echten Gehirn um Größenordnungen hinterher. Das recht aktuelle Bilderkennungsnetzwerk ResNet mit 34 Schichten simuliert bei Eingabebildern der Auflösung  $128 \times 128$  nur 21,8 Millionen Gewichte, während die Synapsen der 100 Milliarden Neuronen eines menschlichen Gehirns zusammen etwa 7 Billionen Signale gewichten.

ResNet ist ein Beispiel für eines der künstlichen neuronalen Netze, deren Größe in den letzten Jahren explodiert ist. Vor wenigen Jahren waren kaum mehr als 8 Schichten möglich und statt auf hochparallelen Grafikkarten musste man die Parameter auf wenigen CPU-Kernen optimieren. Das Training so großer Netze klappt aber nur mit riesigen Datensätzen, die für die meisten Problemstellungen zu teuer wären. Viele Forscher stimmen daher überein, dass den neuronalen Netzen prinzipielle Strukturen fehlen und sie ohne Änderungen an der Architektur niemals menschenähnliche Intelligenz erreichen können, egal wie viel Rechenleistung und Speicher zukünftige Grafikkarten bereitstellen.

Wo genau das Problem liegt, kann jedoch momentan keiner der Forscher mit Sicherheit sagen. Einige wichtige Experten kritisieren die aktuellen Netzwerke und haben Theorien, wo es hakt, könnten diese aber nur mit Experimenten beweisen, die die Probleme gleich lösen. Gelänge das, wäre das bereits der nächste große Durchbruch für künstliche Intelligenz.

## Effizienz

Geht man von einer unbegrenzten Größe aus, können neuronale Netze theoretisch lernen, jedes Problem zu lösen. Mathematisch lässt sich das zeigen. In der Praxis scheint das auch der Fall zu sein, solange

der Datensatz groß genug ist, damit es trotz eines großen Netzes mit vielen Schichten nicht zu Overfitting (stumpfes Auswendiglernen) kommt. Simple neuronale Netze können zwischen Datenpunkten interpolieren, scheitern aber daran, zu extrapolieren. Trainiert man ein Netz beispielsweise auf Körpergrößen von Erwachsenen und Kindern, gibt es eventuell Jugendliche korrekt aus, produziert aber für Riesen völlig falsche Werte. Daher muss in einem Datensatz momentan jede sinnvolle Ausgabe auch als Beispiel vorkommen.

Menschen können dagegen hervorragend extrapolieren. Es ist kein Problem, ein abstraktes Konzept aus einem Themenbereich auf einen anderen zu übertragen. Menschen können mit „verwelkter Architektur“ oder einer „Fellorange“ etwas anfangen, obwohl sie nie Beispiele dafür gesehen haben. Die Fähigkeit, Denkmuster so kreativ zu verknüpfen, erlaubt Menschen, mit viel weniger Beispielen zu lernen. Oft klappt sogar One-Shot-Learning mit nur einem einzigen Beispiel. Ein Beispiel dafür wäre der Burgersalat, bei dem die Zutaten von Burgern in einer Salatschüssel dargeboten werden. Menschen müssen meist nur einen einzigen Burgersalat gesehen haben, um diese Speise fortan verlässlich wiederzuerkennen.

Der MIT-Professor Joshua Tenenbaum fordert daher, dass neuronale Netze um Größenordnungen effizienter mit Daten umgehen müssen. Dafür müssen sie viel schneller, also mit größerer Lernrate trainierbar werden und viel besser abstrahieren (Overfitting vermeiden).

Das Training neuronaler Netze funktioniert erst seit der Erfindung der Backpropagation of Errors in den 80er-Jahren verlässlich. Die Backpropagation sagt einem Optimierungsalgorithmus beim Training, an welchen Stellen es die Para-

meter des Netzwerks anpassen muss, um besser zu werden. Wie stark die Parameter dabei geändert werden, kontrolliert die Lernrate. Trainiert man aktuelle Netze mit einer großen Lernrate, vergessen sie jedoch schnell, was sie wussten, und das Training wird instabil, was insgesamt zu einem schlechteren statt besseren Netzwerk führt. Das liegt daran, dass bei einem mit Backpropagation trainierten neuronalen Netz jeder Trainingsdatensatz alle Parameter beeinflussen kann. Weisen die Daten in die falsche Richtung, verläuft sich das Netz als Ganzes. Es hat keine Möglichkeit, den Ausreißer als solchen zu erkennen. Als Abhilfe sollten die Netze bei einigen Mustern stur bleiben (wie beim Training mit kleiner Lernrate) und bei anderen sehr offen auf ein neues Lernsignal reagieren.

## Objekte erkennen

Genau wie das menschliche Gehirn erkennen auch künstliche neuronale Netze Muster in den Daten. Ein entscheidender Unterschied besteht aber darin, dass Menschen aus den Mustern mentale Objekte formen, die das Gehirn leicht in anderen Kontexten verwenden kann. Dafür ignoriert das Gehirn einen Teil der Muster und konzentriert sich auf die wesentlichsten Merkmale. Dadurch geht für einen einzelnen Kontext zwar Information verloren, dafür passt das mentale Objekt aber besser in andere Kontexte.

Die bestehenden neuronalen Netze besitzen keinen Mechanismus, um die wesentlichen Aspekte vom Kontext zu trennen, und berücksichtigen ihn daher immer mit. Dadurch können neuronale Netze bei sehr klar umrissenen Problemen wie dem Erkennen von Verkehrsschildern durchaus besser werden als Menschen. Sie abstrahieren aber nicht wie Menschen. Aber gerade dadurch, dass Menschen sich schnell auf neue mentale Objekte festlegen, können sie aus wenigen Datenpunkten Allgemeingültiges lernen.

Ohne Kontext sind mentale Objekte zudem ein wesentlich effizienteres Datenformat, um die Welt darzustellen. Gerade bei komplexen Problemen wie dem Trainieren von Agenten beim Reinforcement-Learning zeigen Experimente, dass eine innere Repräsentation der Welt sehr nützlich sein kann. Bei den Experimenten mussten die Forscher die Datenformate der Objekte aber immer per Hand festlegen, weil die Netze von sich aus keine effizienten Darstellungen erlernten.

Anzeige

Das Gehirn scheint in seiner Struktur wesentlich universeller zu sein, als Objekte mit bestimmten Neuronen zu repräsentieren. Bilder aus dem Magnetresonanztomografen deuten darauf hin, dass mentale Objekte Neuronen an vielen Stellen gleichzeitig aktivieren. Der dorsale Strom im Gehirn transportiert beispielsweise Informationen über den Ort von Objekten, während der ventrale Strom gleichzeitig die Information überträgt, was zu sehen ist (Milner und Goodale: two-streams hypothesis). Das Objekt entsteht erst durch die Informationen aus zwei verschiedenen Hirnarealen.

Dabei sind Menschen aber in der Lage, an mehrere mentale Objekte gleichzeitig zu denken, wobei die Repräsentationen der Objekte sich nicht gegenseitig stören. Die Objekte können Menschen aber in Beziehung setzen, was darauf hindeutet, dass sie in einem gemeinsamen Format repräsentiert werden.

## Separationsproblem

Über die genaue Verschaltung der Neuronen im Gehirn ist leider wenig bekannt. Vom visuellen Cortex, dem Teil der Signale des Auges verarbeitet, weiß man, dass Neuronen dort schichtweise angeordnet sind und auf Texturelemente wie Kanten reagieren. Schichten von Neuronen lassen sich im Computer effizienter simulieren als chaotisch angeordnete, weshalb neuronale Netze meist ebenfalls mit Schichten arbeiten. Da man nicht

weiß, welche Verbindungen zwischen den Neuronen bestehen sollten, verbindet man einfach alle Neuronen einer Schicht mit allen Neuronen der darunterliegenden Schicht. Da künstliche neuronale Netze lernen können, solche Verbindungen zu ignorieren, ist diese Struktur theoretisch ausreichend.

Da jedes Neuron mit allen Eingaben verbunden ist, versucht es stets, Muster in allen Eingaben zu finden. Es ordnet der Gesamtheit aller Eingaben eine einzelne Ausgabe zu. Es kann während des Trainings zwar lernen, Reize zu ignorieren, kann dies aber beim Anwenden nicht mehr anpassen. Dadurch ist es aber nicht in der Lage, in den Eingaben verschiedene Objekte zu erkennen und diesen Objekten bestimmte Eigenschaften zuzuordnen. Denn um ein Objekt von einem anderen zu unterscheiden, müsste es die Eigenschaften des zweiten Objekts selektiv zur Anwendungszeit ignorieren.

In einem Bild mit einem roten Ball und einem gepunkteten Hund erkennt es Balligkeit, Hundigkeit, Punktigkeit und Röte. Es kann aber nicht zuordnen, dass die Röte zum Ball und die Punktigkeit zum Hund gehört. Das ist das Separationsproblem.

Wäre das neuronale Netz in der Lage, den Ball vom Rest der Szene zu trennen, könnte es ihm die gesamte Röte zuordnen. Die darüberliegende Ebene könnte das Vorhandensein von roten Bällen und

Hunden überprüfen und daraus abstraktere Schlussfolgerungen ziehen. Mit Einschränkungen können das Convolutional Networks.

## Bindungsproblem

Convolutional Networks verbinden mit einem Neuron immer nur die Ausgaben aus einem kleinen Bereich der darunterliegenden Neuronen. Zusätzlich suchen sie an jeder Stelle nach den gleichen Mustern, sodass es keine Rolle spielt, ob rote Bälle in den Trainingsdaten in der linken oberen oder rechten unteren Ecke auftauchen. Das lässt sich viel schneller berechnen und funktioniert bei der Erkennung von Bildern erheblich besser. Daher setzen neuronale Netze zur Bilderkennung momentan immer auf Convolutional Networks.

Nur leider sind sich Hirnforscher sicher, dass es einen solchen Mechanismus im menschlichen Gehirn nicht gibt. Dafür müsste ein Neuron, das Reize der Sehzellen in der linken oberen Ecke der Netzhaut verarbeitet, einem Neuron in der rechten unteren Ecke mitteilen, welche Synapsen und Dendriten es ausbildet. Es gibt aber keinen Mechanismus, der das auslösen könnte.

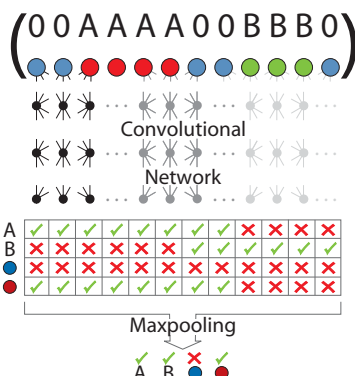
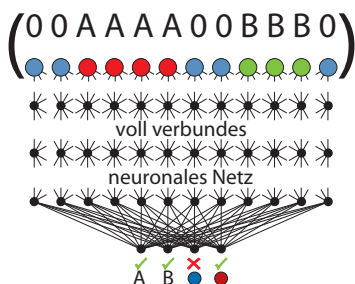
Zudem entsteht bei Convolutional Networks ein weiteres Problem: Da die Convolutions stets lokal begrenzt sind, gibt ein Convolutional Layer nicht einen einzelnen Reiz aus, sondern fast so viele Reize wie Eingaben. Die Netzwerke lösen das meist, indem sie nur die starken Reize an die nächste Schicht weitergeben (Max-Pooling). Dabei geht aber die Information verloren, wo der Reiz aufgetreten ist. Einzelne Convolutional Layer sind also weniger vom Separationsproblem betroffen (es bleibt aufgrund der Filtergröße eine Unschärfe in der Separation), weil sie alles trennen, was getrennt werden kann. Danach entsteht aber die Frage, was sinnvollerweise zusammengehört. Das ist das Bindungsproblem. Max-Pooling erlaubt dem Netzwerk zwar eine nutzbare Ausgabe zu berechnen, zerstört aber die Informationen, an denen das Netzwerk hätte Objekte erkennen können.

## Attraktorzustände

Bindungsproblem und Separationsproblem stellen zwei Seiten derselben Medaille dar: Intelligente Algorithmen müssen Objekte erkennen und ihnen Eigenschaften zuordnen. Laut Professor von der Malsburg ist die Grundannahme, dass einzelne Neuronen einzelne Bedeutungen

## Bindungsproblem

Klassische neuronale Netze mit voll verbundenen Schichten (links) verbinden stets alles mit allem. Um Objekte zu erkennen, müsste das Netzwerk Teilen der Eingaben Eigenschaften zuordnen und sie vom Rest trennen (Separationsproblem). Convolutional Networks (rechts) haben das umgekehrte Problem. Ihre Faltungen nutzen lokale Filter, die zunächst alles voneinander trennen. Dann stellt sich aber die Frage, welche Ergebnisse zusammengehören (Bindungsproblem). Das üblicherweise verwendete Max-Pooling zerstört die Information, die man zum Binden bräuchte.





repräsentieren, dafür verantwortlich, dass neuronale Netze dieses Problem noch nicht lösen: „Die aktuellen neuronalen Netze haben nicht die Fähigkeit, aus elementaren Symbolen (dargestellt durch Einzelneuronen) komplexere Symbole aufzubauen, so wie wir aus Buchstaben Worte und aus Worten Sätze bilden. Das ist das Bindungsproblem. Gleichzeitig aktivierte Neuronen („Assemblies“, „Pools“) bilden eine undifferenzierte Masse.“

Stattdessen sollen die simulierten Neuronen so aufeinander einwirken, dass sich stabile Zustände in ihren Aktivierungen ergeben. Ein trainiertes Netzwerk würde sich von jedem chaotischen Zustand immer zu so einem stabilen Zustand bewegen. Wegen ihrer Anziehungskraft werden sie „Attraktorzustände“ genannt.

Der „Algorithmus“, mit dem das Gehirn Attraktorzustände findet, ist laut von der Malsburg „eigentlich wohl bekannt und im Rahmen der Embryogenese intensiv beforscht worden, wird aber im Rahmen der aktuellen neuronalen Netze

**Neuronale Netze können nicht nur Bilder beschreiben, sondern die Aufmerksamkeit auch per Convolutional Network auf bestimmte Bereiche lenken. Beim Wort „Stop“ separiert es das Schild vom Kontext, allerdings mit unscharfen Kanten aufgrund der Filtergröße der Convolutions.**



Quelle: Xu, et al.: Show, Attend and Tell: Neural Image Caption Generation with Visual Attention, Montréal, Toronto, 2015

völlig ignoriert: Netzwerk-Selbstorganisation. Ein beliebiges Netzwerk erzeugt dabei spontane Aktivität, deren statistische Eigenschaften (Signalkorrelation zwischen Neuronen) auf das Netz zurückwirken (per Hebbscher Plastizität). Diese Wechselwirkung läuft so lange, bis sich ein Attraktorzustand stabilisiert hat.“

Bisher gibt es aber keine neuronalen Netze, die eine solche Struktur simulieren.

Bisherige Erfolge bei der Objekterkennung setzten stets sehr auf das Problem zugeschnittene Tricks, die Objektdarstellungen erzwingen, menschliches Vorwissen nutzen und im allgemeinen Fall nicht funktionieren. Prinzipiell lassen die Experimente aber erkennen, dass mit Algorithmen, die Objekte erkennen, deutlich intelligentere Maschinen möglich sind.

Anzeige



Bild: Diego Delso, delsophoto, CC-BY-SA

Diese Klippe der isländischen Insel Heimaey sieht aus wie ein Elefantenkopf. Die menschliche Wahrnehmung springt bei solchen Bildern zwischen Elefant und Felsen hin und her. Verantwortlich dafür ist das Feedback vom bewussten Denken, das in den visuellen Cortex weitergereicht wird.

Anzeige

## Unsicherheit

Neben Objekten müssen intelligente Systeme aber noch mit weiteren Problemen umgehen. Enthalten die Eingabedaten Rauschen, kann sich ein neuronales Netz beim Erkennen von Mustern nie ganz sicher sein. Als Mensch kennt man dieses Problem, beispielsweise wenn man bei Dunkelheit Objekte erkennen möchte. Ist es düster genug, sieht man in einem Baum schon mal einen Mann mit langen Fingern. Geht man näher ran, schaltet die Wahrnehmung plötzlich um und der Baum wird zum Baum.

Denoising-Autoencoder, eine Form von neuronalen Netzen, die Rauschen aus Bildern entfernt, zeigen, dass Mustererkennung mit mehreren Ebenen auch bei verrauschten Bildern gut funktioniert. Sie scheitern jedoch, sobald so viel Rauschen im Bild ist, dass in unteren Ebenen des Netzwerks falsche Muster erkannt werden. Eigentlich könnten die oberen Ebenen den Fehler reparieren, dafür müsste ihnen aber auch die Information zur Verfügung stehen, welche Muster die unteren Ebenen weniger deutlich erkannt haben.

Eigentlich gibt es erprobte mathematische Verfahren, um mit solchen Unsicherheiten zu rechnen. Beim probabilistischen Programmieren geht es im Grunde um nichts anderes. Neuronale Netze verwerfen unwahrscheinliche Thesen aber sofort, statt Feedback von oben abzuwarten.

Beim probabilistischen Programmieren haben Variablen keine Werte, sondern stellen Wahrscheinlichkeitsverteilungen dar. Mit denen kann man nach den Regeln der Bayes'schen Wahrscheinlichkeitsrechnung rechnen und Vorhersagen treffen, die Unsicherheiten einbeziehen. Wie die Verteilungen und die Unsicherheiten aussehen, kann eine probabilistische Programmiersprache anhand von Trainingsdaten selbst optimieren, sodass damit maschinelles Lernen möglich ist.

Der Unterschied zum künstlichen neuronalen Netz liegt darin, dass ein Mensch das Modell im probabilistischen Programm festgelegt hat und daher weiß, was jede Variable bedeutet. Neuronale Netze suchen sich selbst Bedeutungen für die Variablen, ein weiterer Aspekt, weshalb sie fälschlicherweise als Blackbox bezeichnet werden. Für Menschen ist es meist sehr aufwendig, die Bedeutung der Variablen in einem trainierten neuronalen Netz zu entschlüsseln. Prinzipiell sollte ein intelligentes Programm aber allein aus den Daten lernen können, welche Struktur das Problem löst.

Professor Zoubin Ghahramani von der Universität Cambridge kritisiert, dass neuronale Netze viel stärker wie probabilistische Programme funktionieren sollten. Seiner Meinung nach würde dieser Ansatz auch helfen, das Rauschen in den Parametern der Netze zu reduzieren und das Training zu stabilisieren.

## Kausalität

Alle Verfahren des maschinellen Lernens haben gemein, dass sie automatisch statistische Zusammenhänge extrahieren und mit dieser Information eine Funktion annähern. Sie geben daher lediglich Korrelationen wieder, die sich in den Daten finden. Der Informatiker und Philosoph Judea Pearl sieht in der einfachen Korrelation ein entscheidendes Defizit [3]. Seiner Meinung nach gibt es zwar kein Naturgesetz, das Ursache und Wirkung so verknüpft, dass man es nicht umdrehen könnte. Dass Menschen von Kausalität ausgehen, hält er aber für ein äußerst nützliches Werkzeug, um Scheinkorrelationen in Daten zu erkennen.

Beispielsweise gibt es eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Schuhgröße von Menschen und ihrer Lesefähigkeit. Allerdings gibt es eine ebenso deutliche Korrelation zwischen Alter und Lesefähigkeit. KI-Algorith-

men haben keine Möglichkeit, diese Korrelationen gegeneinander abzuwägen. Menschen dagegen suchen nach der Ursache, warum kleine Menschen mit kleinen Füßen nicht lesen können, und vermuten, dass es sich dabei um Kinder handeln könnte. Dabei erkennen sie, dass Schuhgröße und Alter auch stark korreliert sind. Entfernt man diese Korrelation aus den Daten, beispielsweise indem man nur die Lesefähigkeit von gleich alten Menschen mit ihrer Schuhgröße vergleicht, gibt es plötzlich keine Korrelation zwischen Schuhgröße und Lesefähigkeit mehr. Menschen erhalten durch solche Gedankengänge mit gleich vielen Daten ein wesentlich akkurateres Bild der Zusammenhänge.

## KI als Werkzeug

In einem Punkt sind sich alle Kritiker einig: Künstliche Intelligenz ist bei Weitem nicht so weit, wie der Hype uns glauben lässt. Den Algorithmen fehlen noch mehrere ganz grundsätzliche Konzepte, ohne die sie keine Intelligenz simulieren können, die uns Menschen auch nur ähnlich ist. Die von uns befragten Wissenschaftler schätzten zwischen Jahrzehnten und einem Jahrhundert, bis KI menschliches Niveau erreicht. Vor allem aber forderten sie einen Paradigmenwechsel ein, um stärker an

den wesentlichen Problemen zu arbeiten, statt neue Anwendungen für Convolutional Networks zu suchen.

Andererseits hat sich schwache KI vom Entscheidungsbaum bis zum Deep Learning bereits jetzt als nützliches Werkzeug erwiesen, das Einfluss auf Mensch und Wirtschaft hat. Der Berkeley-Professor Michael Jordan hält die Suche nach menschenähnlicher künstlicher Intelligenz deswegen sogar für einen Irrweg. Seiner Ansicht nach steckt in der klugen Selbstorganisation von Märkten eine weitaus wertvollere Intelligenz als in der des menschlichen Geists. Und die Statistik von Märkten ist der Funktionsweise heutiger neuronaler Netze deutlich näher als menschliche Gedanken. In jedem Fall wird die Zukunft intelligenter. Nur ob sie menschlich intelligent wird, bleibt abzuwarten. (pmk@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Yuval Noah Harari, Eine kurze Geschichte der Menschheit, München 2015
- [2] Gary Marcus, The Algebraic Mind: Integrating Connectionism and Cognitive Science, Cambridge, MA, 2001
- [3] Judea Pearl, Causality: Models, Reasoning, and Inference, Cambridge, MA, 2000

**Erklärungen und Paper:** [ct.de/yb1g](http://ct.de/yb1g)

Anzeige

## Capsules

Ein wichtiger Kritiker neuronaler Netze hebt nicht nur ihre Schwächen hervor, sondern setzt eine eigene Idee dagegen: Geoffrey Hinton. Er gilt als einer der vier großen Vordenker der KI-Forschung (neben Yoshua Bengio, Yann LeCun und Jürgen Schmidhuber), weshalb seine Idee viel Resonanz erfahren hat. Seine Capsules lernen ähnlich wie klassische neuronale Netze Gewichte, mit denen sie Muster in den Eingabedaten erkennen. Aber statt nur einen einzelnen Wert für ihre Aktivität weiterzugeben, berechnen sie jeweils einen Vektor. Die Vektoren haben nicht nur eine Länge, sondern auch eine Richtung, welche Hinton für den „dynamischen Routing-Algorithmus“ nutzt (siehe [ct.de/yb1g](http://ct.de/yb1g)).

Die Capsules einer höheren Ebene können nämlich entscheiden, welche Eingaben zu ihnen passen (ähnliche Richtung) und sich so untereinander abstimmen. Das läuft über einen iterativen Prozess (3 bis 5 Iterationen), in dem manche Capsules Informationen an sich reißen und andere ignorieren. Ein vierteiliger englischer Artikel auf Medium.com erklärt das Konzept relativ verständlich (siehe [ct.de/yb1g](http://ct.de/yb1g)).

Christoph von der Malsburg hat sowohl Lob als auch Kritik für diese neue Idee bekommen: „In Geoff Hinton's Capsules-System werden erstens Daten (Neuronen) zu Paketen zusammengefasst, die jeweils zu einem Entscheidungsproblem gehören, und zweitens wird das Routing durch Abgleich (matching) gesteuert. Beides Schritte in die richtige Richtung. Daran ist jedoch auszusetzen, dass es sich bei beiden um einen künstlichen Eingriff von außen in das neuronale Netz handelt, also nicht sichtbar wird, wie sich diese Struktur in dem neuronalen System selbst bilden könnte.“

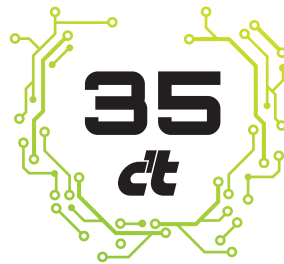
Es gibt erste Experimente mit Capsule Networks. Beim Erkennen von handgeschriebenen Ziffern scheinen sie mit weniger Daten ähnliche Erkennungsraten zu erreichen wie optimierte Convolutional Networks. Sie skalieren aber scheinbar nicht gut auf komplexere Probleme, sodass hier noch viele Fragen unbeantwortet bleiben. Möglicherweise liegt das nur an weniger optimierten Implementierungen, vielleicht gibt es aber auch ein grundsätzliches Problem mit der neuen Idee. Viele weitere Forschungspaper zu Capsules sind im nächsten Jahr zu erwarten.





# Voll cool

Aus dem Nähkästchen  
geplauert: 35 Jahre c't



**Gar nicht so einfach, der c't-Redaktion etwas Eigenlob zu entlocken – weil unangenehm. Dennoch braucht sich das Team nicht zu verstecken, denn dank ihrer Tests und Recherchen hat die c't so manche Entwicklung am Markt mitbestimmt, stieß aber auch auf seltsame Trickserien und Skandale. Dabei fing es mit dem „magazin für computertechnik“ ganz harmlos an ...**

Von Ulrich Hilgefort

**D**as Telefon klingelt am frühen Vormittag. Unausgeschlafen nach der Nachtschicht nimmt der Angerufene ab und knurrt seinen Namen in den Hörer. Am anderen Ende meldet sich der Chef eines Verlages, für den der Nachtschichtler schon öfter gearbeitet hat. Der Anrufer erzählt von einer neuen Zeitschrift und forscht vorsichtig, ob Interesse bestünde, daran mitzuwirken. Gereizt – und um das Gespräch zu beenden, bellt der in seinem Schlaf Gestörte: „Wenn überhaupt, dann als Chefredakteur!“ Als die Antwort lautet, genau daran habe man gedacht, war der Angerufene hellwach.

Genau so aufgeweckt und streitlistig haben wir Christian Persson, Gründungs-Chefredakteur der c't, in den folgenden fast drei Jahrzehnten erlebt. Anfangs bestand das Team aus nur wenigen Technikern – schon damals Nerds, lange bevor dieser Begriff geprägt wurde. Zusammen mit dem gelernten Journalisten Persson entwickelten sie aus einer thematischen Beilage der Elektronik-Zeitschrift Elrad ein eigenständiges Magazin. Dabei mischten sich Ingenieurs-Können – eingebracht unter anderem vom späteren Co-Chef Detlef Grell – mit der technischen Genialität des anfangs nur als „leitender Chefkopierer“ engagierten Andreas Stiller. Das führte seit den Gründerjahren des IT-Journalismus zu immer dicker werdenden Ausgaben – und einer immer größer Mannschaft.

Am Erfolg der c't haben also viele ihren Anteil. Neben deren Spürnasen für Themen und Trends, einer seltenen Verbissenheit, wenn es darum geht, einer Sache auf den Grund zu gehen, spielte auch die fast unstillbare Neugier der Redaktion eine wesentliche Rolle. Die brach-



te einige überraschende Erfolge – und dank geduldiger Kleinarbeit etliche das Marktgeschehen beeinflussende Artikel.

## Beispiele gefällig?

In 35 Jahren hat die c't manche technische Entwicklung kommentiert, getestet – und oft auch ihren Niedergang miterlebt. Das gilt für viele Produkte, Standards und Geräteklassen. Von Prozessoren und ihren Herstellern (Intel, Motorola ...) über Schnittstellen zu Peripherie (serieller Port RS-232, Parallelport, IEEE 1394/Firewire ...) bis zu Steckkarten fürs Motherboard (ISA, EISA, PCI ...), Festplatten (IDE, EIDE, SCSI) oder selbst für Tastaturen und Mäuse (PS/2): Das Spektrum der c't endet(e) noch lange nicht bei Gehäuse- und Motherboard-Formaten.

Als erstes deutsches Magazin beschäftigte sich die c't 2007 mit dem Problem der ruckelnden Wiedergabe von Blu-ray Discs (und den damals noch existierenden HD DVDs). Kollege Nico Juran berichtete darüber, dass die Blu-rays zwar hochauflösende und detailreiche Bilder lieferten, bei Kameraschwenks aber heftig ruckelnde Videobilder zu sehen waren. Ursache: Kinofilme auf den Discs liefen mit 24 Bildern pro Sekunde, die damals erhältlichen Player und Fernseher arbeiteten aber mit 60 Bildern pro Sekunde. Um diese Diskrepanz aufzulösen, wurde das sogenannte 3:2-Pulldown entwickelt – doch es erzeugte deutliche Ruckler.

Neue Geräte, die kinokompatible 24 Vollbilder pro Sekunde verarbeiten konnten, sollten dem Spuk ein Ende machen – etwa die LCD-TV genannten Fernseher mit Display statt Bildröhre, die Hersteller Toshiba zur IFA (damals noch Funkausstellung) in Berlin vorstellte. Die c't-Tests deckten auf, dass Toshiba sein Versprechen einer ruckelfreien Wiedergabe jedoch nicht hielt, schon weil die technischen Voraussetzungen nicht gegeben waren. Aufgrund des c't-Berichts räumte das Unternehmen dies ein, korrigierte die technischen Daten und akzeptierte später auch die Reklamationen der Kunden.

Mitte der 90er interessierte sich die Redaktion für die ersten preisgünstigen Hardware-Erweiterungen, mit denen sich – jenseits der Profilösungen etwa von Avid oder Matrox – ein normaler PC zum Videoschnitt-System ausbauen ließ. Steckkarten kamen auf den Markt, welche der damals zu schwachen PC-Hardware unter die Arme greifen sollten. Die Marketing-Leute der Hersteller griffen zu sehr optimisti-

schen, wenn nicht euphorischen Aussagen – die Einschätzung der c't sah oft anders aus. In den Tests erwies sich bei mehreren Generationen von Schnittkarten, dass selbst leistungsstärkste PC-Boliden aus dem c't-Labor es mit allen Tricks nicht schafften, Videomaterial schnell genug zu dekomprimieren und ruckelfrei abzuspielen – vom Schneiden ganz zu schweigen.

Den Vogel schoss das Münchner Unternehmen Fast mit der Platine FPS-60 (entsprechend 60 Bilder/s) ab. Von der versprochenen Leistung blieb die Kombination aus Hardware und eigens entwickelter Treibersoftware meilenweit entfernt. Am Rande der damaligen CeBIT kam es zu einem Krisengespräch zwischen Redaktion und Hersteller, nach einem Nachttest im November 1995 wurde es still um die Steckkarte.

Die Schwierigkeiten, Videos zu bearbeiten, verschwanden erst mit der Markteinführung des (Mini-)DV-Standards in der Versenkung. Allerdings ist auch dieses magnetbandbasierte System Geschichte, genau wie die Camcorder, die auf DVD-Rohlingen aufzeichneten.

## Betrug mit RAM

Im September 1995 testete c't eine Software des US-amerikanischen Herstellers Synchronys, die angeblich den Hauptspeicher des PCs unter Windows durch Komprimierungstricks im besten Fall verdoppeln wollte, um Windows Beine zu machen. c't prüfte das Programm „SoftRAM“ gründlich und stellte unter der Überschrift „Verdichtung und Wahrheit“ fest, dass sich weder eine Speichervergrößerung noch

eine Beschleunigung von Windows messen ließ. Die Bezeichnung „Placebo-Software“ stieß beim deutschen Distributor Softline auf wenig Gegenliebe, zumal im „Spiegel“ ein positiver Bericht über das Programm erschienen war. Im daraufhin geführten Verfahren gegen den Heise-Verlag stellte der Richter fest, die c't habe für ihr Urteil keine ausreichende Begründung vorgelegt. Schon auf der Heimfahrt nach Hannover knobelten die Redakteure an einer Strategie, wie man so eine Begründung auf stabile Füße stellen kann.

In Ausgabe 12/1995 erschien eine gründlichen Analyse. Resultat: Der disassemblierte Programm-Text „enthält nicht einmal Code, der die versprochenen Funktionen bieten könnte“. Damit war der Anfang vom Ende der Firma Synchronys besiegelt. Eine Untersuchung der Federal Trade Commission (FTC) wegen Betrugs folgte, 1998 ging die Firma konkurs.

## Intel outside

Der Artikel über den neuen Pentium-II-Prozessor von Intel sorgte 1997 für Wirbel. Denn c't informierte vorab über diesen Baustein und nutzte dabei vor allem Informationen aus Entwicklerkreisen. Die europäischen Intel-Manager empfanden das als Geheimnisverrat und suchten einen Weg, es der Redaktion heimzuzahlen: Die c't landete auf der Sperrliste für das „Intel-Inside“-Programm, über das Hersteller Werbebeihilfen von Intel bekamen, wenn sie Anzeigen zu Intel-Produkten in qualifizierten Magazinen schalteten.

Zwei hochrangige Emissäre des Unternehmens erschienen in Hannover und

## Der c't-Briefkasten für Whistleblower

Seit 2016 betreiben wir einen anonymen Postkasten, „heise Investigativ“ genannt. Er dient als Anlaufstelle für Whistleblower im deutschsprachigen Raum und richtet sich an alle Menschen, die anonym auf Missstände hinweisen wollen. Der „Postkasten“ von heise investigativ ist sicher, selbst eine kriminalpolizeiliche Suche nach der Quelle der übermittelten Daten mit Beschlagnahme der Heise-Server würde ins Leere laufen. Das dient dem Quellenschutz: Die Redaktion ist darauf vorbereitet, auch brisante Informationen angemessen weiter zu bearbeiten – also unter anderem sicherzu-

stellen, dass sie nicht in falsche Hände geraten.

Über diesen Briefkasten erreichten uns beispielsweise im Frühjahr 2018 vertrauliche Informationen über die Sicherheitslücke Spectre NG, die es ermöglichte, vermeintlich gut geschützte Daten wie Passwörter aus dem RAM auszulesen; dank der Informationen aus heise Investigativ konnte c't darüber erstmals berichten.

Die Zugangsdaten zu diesem Postkasten finden sich im Impressum jeder Print-Ausgabe der c't und unter [www.heise.de/investigativ](http://www.heise.de/investigativ).



Einfach, aber gemein: Die c't-„Folterbank“ brachte beim Test der Akkulaufzeit viele Laptops und Notebooks ans Ende der Brauchbarkeit ...

versuchten, Verleger und Chefredakteur „auf Kurs“ zu bringen. Doch der Verleger beendete kurzerhand das Gespräch mit den Worten: „Unterschätzen Sie nie den deutschen Mittelstand!“

Der Chefredakteur eilte an seinen Computer, um sozusagen „brühwarm“ von diesem Versuch der Einflussnahme auf eine unabhängige Redaktion zu berichten, was kurz darauf in der „New York Times“ und auf der Webseite „Tom’s Hardware“ ein Echo fand. Dem Vernehmen nach blieb die Aktion für die beiden europäischen Intel-Manager nicht folgenlos.

Mitunter lebte die c't-Redaktion auch ihre Hacker-Fantasien aus – etwa als es darum ging, herauszufinden, wie leicht man Systeme zur biometrischen Zugriffskontrolle hereinlegen kann. In Ausgabe 11/2002 gab es eine ziemlich erschütternde Bilanz, wie man schon mit einfachen Mitteln Iris- und Fingerabdruckscanner oder ein Programm zur Gesichtserkennung austricksen konnte. Manchmal reichte ein Streifen Tesafilm, das Foto eines fremden Auges oder ein kurzes Video der Person, deren Berechtigung man sich aneignen wollte. Manche Fingerabdruck-Scanner gaben sich gar mit einem einfachen Anhauchen zufrieden, was das latente Abbild des vorherigen Abdrucks ausreichend deutlich reaktivierte. Über Jahre drehten sich viele Debatten in den Security-Foren um die mangelhafte Sicherheit biometrischer Kontrollsysteme – und um die erschreckend simplen Tricks der c't.

2007 fanden die c't-Redakteure Trickserien mit der Speicherkapazität von USB-Sticks – in großer Stückzahl. Auf die gefälschten Speichermedien passte nur die Hälfte der angegebenen Datenmenge, statt zwei Gigabyte nur eines (siehe auch S. 148). Ein von c't-Redakteur Harald Bögeholz programmiertes Tool namens h2testw enttarnte solche Fälschungen; es gehört bis heute zu den am häufigsten heruntergeladenen Tools bei heise Download.

Kollege Bögeholz hatte einige Übung im Austüfteln solcher Testprogramme; sein h2benchw war zum Quasi-Industriestandard für Festplattentests geworden und diente weltweit dazu, etwa die Interface-Transferrate, Dauertransferraten und die mittlere Zugriffszeit zu bestimmen.

### Wer misst, misst Mist ... oder?

Die Messtechnik hat in der c't einen hohen Stellenwert. Kein Wunder, ohne verlässliche Prüf- und Testwerkzeuge wären differenzierte Bewertungen gar nicht möglich.

Beim Testen jeglicher Art von Displays – vom kleinen Smartphone-Display bis zum großen Smart-TV – verlassen wir uns nicht allein auf eine Prüfung per Augenschein: Zusätzlich nutzen wir unbestechliche Messgeräte, um den Kontrast und die Farben sowie deren Blickwinkelabhängigkeit und die Schaltgeschwindigkeit der Displays zu ermitteln. Mit einer einzigen Messung prüft ein konoskopisches Messgerät dazu die Bildeigenschaften bei direkter Draufsicht und aus sämtlichen Einblickswinkeln.

Das ConoScope erfasst den vom Messpunkt am Testdisplay ausgehenden Lichtkegel durch ein spezielles Weitwinkelobjektiv mit einen Öffnungswinkel von 160 Grad. Das Prinzip gleicht einem inversen Fischaugenobjektiv, das den kompletten Lichtkegel erfasst und als rundes Schnittbild auf den Messsensor projiziert. Jeder Punkt in der runden Abbildung entspricht einem Winkel im Lichtkegel.

Das Farbspektrum und den nativen Farbraum des Displays ermittelt wir mit einem Spektralphotometer am ConoScope. Weil das Spektralphotometer durch das konoskopische Objektiv hindurchmisst, können wir nicht nur die absoluten Farbkordinaten ermitteln, sondern auch ihre Abhängigkeit vom Einblickwinkel – und damit, wie stark die Farben verblassen, wenn man von der Seite aufs Display schaut.

### Sichtprüfung

Als das Gegenstück zum ConoScope, ein Farbmesssystem für die Prüfung der Ausdrucke eines Tinten- oder Laserdruckers, angeschafft werden sollte, lag der Kaufpreis eines solchen Präzisionsgeräts bei einigen Tausendern. Tagelang schwitzte der Redakteur über Angeboten, technischen Daten und Ausstattungstabellen, um schließlich seinem Chef eine dicke Mappe mit den eine Kaufentscheidung rechtfertigenden Fakten vorzulegen. Der blätterte den Stapel einmal durch, schaute seinem Kollegen kurz in die Augen. „Brauchen wir das? Gibt es Alternativen?“ Überrascht fasste der Redakteur zusammen: „Brauchen: ja, Alternativen: keine.“ „Dann besorg das Ding“, hieß die Antwort, und der Chefredakteur drückte dem verdutzten Mitarbeiter die Mappe wieder in die Hand. Die Anschaffung hat sich gelohnt: Nach wie vor lässt sich mit dem Gerät prüfen, wie vorlagengetreu die Drucker definierte Farben wiedergeben.

Wenn es nicht so offensichtlich wäre, könnte man an dieser Stelle verraten, dass die von den Herstellern gern vergebenen „Bapperln“ – Aufkleber wie „Superleistung“ oder „Sonderausstattung“ – das Misstrauen der c't-Redakteure in besonderer Weise anstacheln. 2007 präsentierte Panasonic Heimkino-Projektoren mit dem Etikett „Game Mode“, was in der Werbung an prominenter Stelle stand.

Im c't-Test erwies sich der viel gerühmte Modus als wirkungslos. Kurze Zeit nach der Veröffentlichung gab es für drei aus Japan angereiste Ingenieure eine



Nachschulung in Sachen Projektoransteuerung im c't-Testlabor. Dort wurde ihnen von der Redakteurin Ulrike Kuhlmann sachlich, aber bestimmt erklärt, dass wir leider alles richtig gemacht hatten und der Fehler wirklich in den Geräten steckte. Die Entwickler zeigten sich sichtlich beeindruckt ...

Neben vielen blumigen Artikelüberschriften nutzte die Redaktion einen künstlichen Begriff, die mittlerweile berühmte „Hommingberger Gepardenforelle“, die 2005 im Zentrum eines c't-Wettbewerbs stand. Dabei ging es darum, die Strategien und Arbeitsweise der Suchmaschinen wie Google zu analysieren und Tricks und Trends zur Verbesserung seiner Web-Platzierung aufzudecken. Heute nennt man so etwas SEO. Für den Wettbewerb galt es, den Begriff in einer Homepage, einem Link oder einer URL unterzubringen und an zwei Stichtagen die beste Position auf den Ergebnislisten der Suchmaschinen Google, Yahoo, MSN und Seekport zu erreichen.

Ausgehend von der ursprünglichen Webseite über dieses possierliche Tierchen wurde die Idee in der Web-Community begeistert aufgenommen. Der Begriff tauchte auf etlichen, auch wenig IT-affinen Webseiten auf und schaffte es bis zu einem eigenen Eintrag in Wikipedia.

## Selbst gestrickt

Oft griffen die Redakteure zu Eigenbauten oder umfunktionierten Lösungen – wie etwa das Stativ mit Elektromagneten, das einst Andreas Stiller baute, um die Akkulaufzeit bei Notebooks zu prüfen. Stundenlang simulierte dieser „Folterbank“ genannte „Roboter“ ab 1998 eine tippende Hand, was das getestete Notebook in Aktion hielt. Damit dort ein bunter Mix aus verschiedenen Applikationen lief, programmierte Erich Kramer einen trickrei-

chen Aufgabenwechsel der Anwendungssoftware. Dieser praxisnahe Test führte oft zu entlarvenden Resultaten, die sich von den eher marktschreierischen Angaben der Hersteller deutlich unterschieden. Bei Camcorder sah das nicht anders aus. Hier reichte aber zum Prüfen der Akkulaufzeit ein Video, das die Labor-Uhr zeigte ...

Apropos Camcorder: Als die ersten Kameras mit Bildstabilisator herauskamen, reichte vielerorts eine gegen das Gerät schnipsende Hand, um diese Funktion zu prüfen. Die c't-Redaktion konstruierte einen speziellen Prüfstand, der Kamera oder Camcorder in reproduzierbar identische Bewegungen versetzte. Das – wie üblich respektlos „Wackelmaschine“ genannte – System aus Servomotoren und Dämpfungselementen bringt jeden Bildstabilisator an seine Grenzen.

Einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Rechtssicherheit von Internet-Foren hat der Heise-Verlag 2006 geleistet. Im konkreten Fall war es um die Frage gegangen, inwieweit der Verlag für Beiträge in seinen öffentlichen Heise-online-Forum haftet. Vom Landgericht Hamburg war de facto die Forderung erhoben worden, Betreiber von Internetforen müssten illegale Einträge vorab entfernen, der Verlag sei als so genannter „Störer“ für Beiträge selbst in Haftung zu nehmen – auch ohne Kenntnis darüber. Dieses Urteil raubte so manchem Admin den Schlaf. Also ging der Verlag in die Berufung.

In der zweiten Instanz urteilte das Oberlandesgericht, der Verlag müsse ein Artikelforum auf heise online nur dann auf rechtswidrige Beiträge hin überwachen, wenn er konkret auf dort bereits stattgefundene Rechtsverstöße hingewiesen wurde. Die Beiträge in Webforen wie denen von heise online seien nicht mit Leserbriefen in Printmedien zu vergleichen. Der Verlag komme „weder als Täter noch

als Teilnehmer an den schadensträchtigen Veröffentlichungen in Betracht“. Da sich dieses Urteil auf nahezu alle Internetforen übertragen lassen dürfte, war es vor allem für die Foren-Admins sehr wichtig.

## Mit BKA und Scotland Yard

Fast auf den Spuren eines berühmten Detektivs wandelte die c't-Redaktion Anfang 2004. Damals ging es darum, den weltweit ersten Nachweis dafür zu erbringen, dass große Bot-Netze existieren, die vermietet werden und für DDoS-Attacken und Spam-Wellen zum Einsatz kommen.

Die Recherche war eine der aufwendigsten, die von der c't je durchgeführt wurde: Die Redakteure überwiesen Western-Union-Zahlungen in US-amerikanische Supermärkte und gaben sich zum Schein als interessierte Kleinkriminelle aus – vieles davon geschah in der Nacht. Die Akteure wurden beobachtet und in flagranti erwischt. Ungefährlich war das nicht.

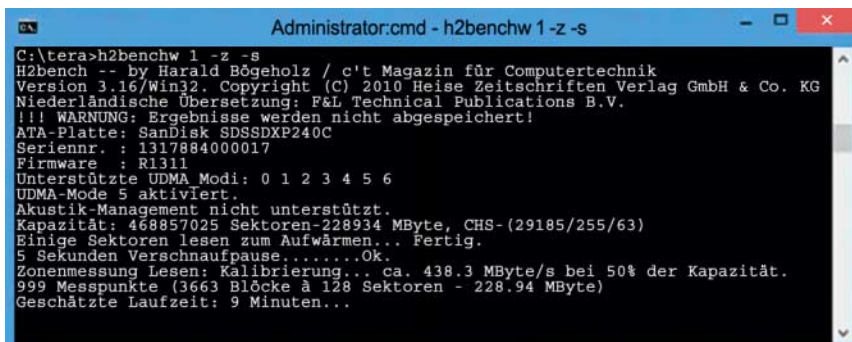
Parallel kooperierte die c't mit dem BKA, später mit Scotland Yard. Im Vorfeld einer Veröffentlichung wurde der federführende Redakteur nach London eingeladen, um im „Allerheiligsten“ von Scotland Yard mit dem Ermittlungsleiter eine gemeinsame Strategie zu diskutieren. In dieser Besprechung wurde er dringend gebeten, die Veröffentlichung noch herauszuzögern und mit den Ermittlungshandlungen zu koordinieren.

## Nachschlag

Sie sind schnell vergangen, die 35 Jahre. In dieser Zeit sind die meisten Artikel in den 720 Heften ganz gut geglückt, mit einer vertretbar geringen Zahl an Tippfehlern. Die c't hat – aus meiner Sicht – die spannendste Phase der Digitalisierung miterlebt und ein bisschen auch mitgestaltet: vom analogen Modem zum schnellen Internet, vom Nadeldrucker zum Fotobeleuchter, vom Röhrenmonitor zum Riesen-Display und vom Wählscheiben-Apparat zum Smartphone. Dass wir weitermachen, mit der gleichen Neugier und dem auch künftig verbissenen Streben, den Dingen auf den Grund zu gehen: Darauf kann sich unsere Leserschaft verlassen.

Wo viel Licht, da auch viel Schatten, heißt es. Nicht immer lag die c't goldrichtig, manchmal ging der Schuss auch völlig daneben – oder ins eigene Knie ... Auf Seite 146 geht es weiter. (uh@ct.de) **ct**

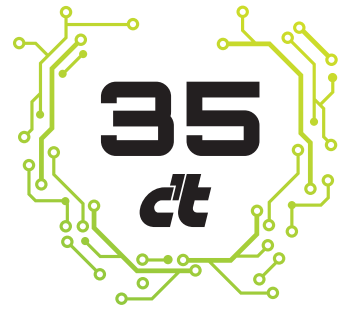
Quellen: [ct.de/y12y](http://ct.de/y12y)



Zum Quasi-„Industriestandard“ mauserte sich das Testprogramm h2benchw, das Redakteur Harald Bögeholz als Festplatten-Benchmark ausgetüftelt hat.

# Voll daneben

## Die schönsten redaktionellen Fehleinschätzungen, Fehler und Peinlichkeiten aus 35 Jahren c't



**USB braucht kein Mensch, Twitter setzt sich nicht durch, dafür aber 3D-Fernsehen: Die c't-Kristallkugel hat in den letzten 35 Jahren nicht immer einwandfrei funktioniert.**

Von Jan-Keno Janssen

**H**interher ist man immer schlauer: Das gilt auch für c't-Autoren, die sich bei der Einschätzung neuer Produkte oder Standards gehörig verschätzt haben. Ein schönes Beispiel ist die heutzutage allgegenwärtige Schnittstelle USB, die 1995 noch krasse Science-Fiction war. Dass man sie für so profane Dinge wie dem Aufladen von Akkus in Mobilgeräten verwenden könnte – undenkbar: „Die Nutzung des USB auch für die Peripherieanschlüsse zur Erzeugung der ‚virtuellen Realität‘ (Datenhandschuhe, -helme, Joysticks usw.) soll neue Geschäftsfelder im PC-Markt erschließen.“ (c't 11/1995,

**Eigentlich ist  
USB 2.0  
überflüssig.**

(c't 15/2001)

S. 360). Zwei Jahre später watschten wir den Anschluss als „Useless Serial Bus“ ab (c't 2/1997, S. 292), prophezeiten im gleichen Artikel aber völlig korrekt: „Auf lange Sicht kommt [...] wohl niemand an USB vorbei.“

So richtig weit aus dem Fenster lehnte sich c't dann vier Jahre später: „Eigentlich

ist USB 2.0 überflüssig. Der langsamere USB 1.1 erledigt hinreichend gut, wofür er konzipiert ist, und für schnellere Verbindungen gibt es den mittlerweile bewährten IEEE-1394-Bus.“ Zum Schluss kommen wir der Realität dann wieder nahe: „Trotz aller Vorbehalte: Totsagen kann man den neuen Bus nicht. Wenn Intel es mit aller Macht darauf anlegt, wird sich USB 2.0 etablieren. Wenn erst die Controller in die Chipsätze gewandert sind, wird der neue Peripheriebus den Weg seines Vorgängers nehmen und langsam, aber sicher zur Standardausstattung werden. Bis dahin kommt der PC-Anwender aber auch bestens ohne ihn aus und investiert sein Geld besser in etwas anderes“ (c't 15/2001, S. 128).

### Twitter pfui!

Investieren wollte c't auch nicht in Twitter, zumindest nicht 2007, dem Startjahr des Social-Media-Giganten – der heute aus dem Alltag vieler Menschen nicht mehr wegzudenken ist. Ein einzelner Tweet kann Karrieren vernichten, Aktienkurse kollabieren lassen und US-Präsidenten der Lächerlichkeit preisgeben. c't dagegen schrieb, fast ein wenig arrogant: „Bisweilen reiben wir Europäer ja ob der Spielereien, auf die sich die US-Amerikaner unbedarft einlassen, erstaunt die Augen“ (c't 8/2007, S. 202).

Viel optimistischer schätzte c't dagegen inzwischen längst wieder eingegangene Technologien ein. Zum Beispiel 3D. Da die räumlichen Bilder im Kino extrem erfolgreich waren, dachten sowohl die TV-Hersteller als auch die c't-Redaktion, dass man den Erfolg 1:1 ins Wohnzimmer holen kann. Doch Pustekuchen: Im dunklen Kinosaal akzeptierte die Kundschaft die unförmigen 3D-Brillen notgedrungen, aber in den eigenen vier Wänden absolut nicht. Inzwischen werden die meisten TV-Geräte und Monitore wieder komplett ohne 3D-Funktion angeboten.

Schon Jahrzehnte früher ließ sich die c't-Redaktion zu rasanten (Falsch-)Prog-

nosen hinreißen. Zum Beispiel beim heutzutage komplett in Vergessenheit geratenen Heimcomputer BBC Acorn Micro. Der Testbericht mit dem Untertitel „Ein neuer Hit von der britischen Insel“ in Ausgabe 1/1984 auf Seite 80 geizt nicht mit Lob: „Der BBC Acorn ist ohne Frage ein Homecomputer der Spitzenklasse,

**Der BBC Acorn [...] ist auf jeden Fall zukunftsicher.**

(c't 1/1984)

schnell und zuverlässig. [...] Mit den verfügbaren Erweiterungen ist er auf jeden Fall zukunftsicher. Wer sich heute einen BBC Acorn zulegt, wird, im Gegensatz zu vielen ‚Eintagsfliegen‘, auch in Zukunft noch Freude an einem aktuellen Gerät haben.“

### Aus der Zukunft

c't neigt traditionell dazu, große Technikthemen viel zu früh zu bringen; zum Beispiel Virtual Reality oder mobiles Internet. Wenn das Thema dann Monate oder sogar Jahre später in aller Munde ist – und besonders viele Menschen interessiert –, hat c't sich längst anderen Dingen zugewandt. Vorsichtige Hinweise darauf, dass man ja vielleicht mal was über xy machen könnte, weil die Schwiegermutter das jetzt sogar benutzt, werden dann gerne mit „Das hatten wir doch schon vor Ewigkeiten im Heft“ abgebügelt. Man könnte meinen, die c't-Redaktion lebe bereits heute in der Zukunft ...

... manchmal allerdings auch in der Vergangenheit. So hatten wir auf ein CeBIT-Heft extra einen großen gelben



Störer mit den CeBIT-Daten gedruckt. Blöd nur, dass das die Daten vom letzten Jahr waren, was auf der Messe letztendlich für ziemlich viele schadenfrohe Sprüche sorgte.

Sowieso – Druckfehler auf dem Titel: Die sind sehr selten, aber wenn sie passieren, dann wirken sie umso absurder. Ein steter Quell der Erheiterung bei c't-Redakteuren ist beispielsweise die charmante Wortneuschöpfung „Nootebooks“ auf dem Titelbild der c't 17/2015. Wie genau das zweite „o“ da hinkam und vor allem, warum es niemand bemerkt hat, ist heute nicht mehr zu rekonstruieren.

Deutlich negativer aufgenommen wurde die Falschschreibung des Kapitäns des Sternenflottenraumschiffs USS Enterprise NCC-1701-D: „John Luc Piccard“ stand in c't 11/2012 auf Seite 86 – englisch statt französisch und ein „c“ zu viel, aber vor allem ein Sakrileg, dass es c't-Redakteure gibt, die womöglich keine Ahnung von der zeitweise wichtigsten Science-Fiction-Serie haben. Bei der Recherche zu diesem Artikel betonte der zuständige Redakteur übrigens, dass er alle Star-Trek-Next-Generation-Folgen mindestens drei Mal gesehen hat.

## Zeitung per Funk

Zum Schluss möchten wir Ihnen diese 19 Jahre alte Prognose aus c't 6/1999 nicht vorenthalten. Sie ist eigentlich gar nicht mal so schlecht – aber gleichzeitig charmant falsch: „Auch im Haushalt der Zukunft wird es sicherlich noch einen Büroarbeitsplatz geben. Aber dort steht keine graue Kiste mit Tastatur, Monitor und Maus, sondern allenfalls ein Flachdisplay und, je nachdem, wie weit die Spracherkennung zum jeweiligen Zeitpunkt ist, nur vielleicht eine Tastatur und eine Maus. Die dafür benötigte Rechenleistung steckt nicht unbedingt am Arbeitsplatz, sondern möglicherweise platzsparend im Keller beziehungsweise sowieso zu 90 Prozent im Internet. Andere heutige ‚PC-Anwendungen‘ können dank der Vernetzung des gesamten Haushalts dort stattfinden, wo sie hingehören: Musik hören, Fernsehen und Videos zusammenschneiden kann man im Wohnzimmer im bequemen Sessel. Die Lektüre der individuellen Tageszeitung aus dem Internet erfolgt am Frühstückstisch auf einem kleinen, portablen, per Funk angebundenen Anzeigegerät. Beam me up, Mister O'Brien!“ (jkj@ct.de) **ct**

Anzeige

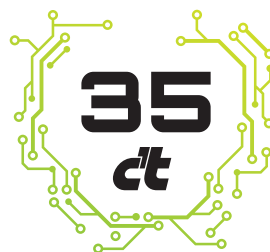
In der c't-Redaktion ein steter Quell der guten Laune: Das „Nootebook“-Cover 17/2015.





# Voll Fake

## Unausrottbar: Fälschungen in der IT



**Wenn Geschäftemacher auf Schnäppchenjäger treffen, sind Fälschungen nicht weit. Im Wettrennen um kleine Preise und fette Margen ist so ein illegaler Vorteil schließlich hilfreich.**

**Von Georg Schnurer**

**A**ls Kunde hat man sich über die Jahre daran gewöhnt: Im Schnitt werden IT-Komponenten immer billiger. Von kleinen Unregelmäßigkeiten abgesehen, zeigt die Preiskurve vor allem bei Hardware

stets nach unten. Das ist auch ganz normal und entspricht den Gesetzmäßigkeiten der Wirtschaft. Tolle neue Prozessoren, Grafikkarten, Speicher & Co. werden zunächst zu Höchstpreisen angeboten.

Wenn der Gewinn bei den „Early Adoptern“ abgeschöpft ist und die Massenproduktion rund läuft, sinken die Preise und die verkauften Stückzahlen steigen langsam. Kommt dann der nächste heiße Scheiß auf den Markt, stellt sich ein realistischer Verkaufspreis ein und auch Otto-Normalverbraucher kann sich das jetzt nicht mehr ganz so coole Produkt leisten.

Mitunter gibt es aber auch auffällige Ausreißer. Der Preis sinkt bei einem Händler plötzlich deutlich. Das ist dann

die Stunde der Schnäppchenjäger – und oft auch die Stunde der Betrüger und Fälscher. Vor allem, wenn die Angebote zu gut sind, um wahr zu sein, ist Vorsicht geboten, denn nicht immer ist eine Lageräumung oder Überproduktion der Grund für den tollen Preis.

### Fake-CPU

Mit die erste PC-Hardware, die zu Fälschungen einlud, waren Prozessoren – kein Wunder, schließlich ist die potenzielle Wertschöpfung hier für die Fälscher besonders verlockend. Anfänglich machten die CPU-Hersteller es den Falschspielern hier aber auch allzu leicht: Innerhalb jeder Prozessorfamilie gibt es von jeher verschiedene Leistungsklassen, die sich ausschließlich durch die zulässige Taktrate unterscheiden. Besonders schnelle Exemplare selektieren die Hersteller und verkaufen sie zu oft horrenden Preisen. Langsamer getaktete Modelle sind hingegen deutlich billiger. Der einzige äußerlich erkennbare Unterschied zwischen den teuren und den billigen CPUs war anfänglich die Beschriftung. Was lag da näher, als eine Charge günstiger Prozessoren zu kaufen, diese neu zu beschriften und dann

als vermeintlich schnelle Modelle in den Handel zu werfen?

Eine der ersten so manipulierten Prozessoren fielen c't 1994 auf. Damals war der „i484 DX 2“ mit sagenhaften 66 MHz Taktrate das, was alle haben wollten. Nur kostete so ein Schätzchen stolze 800 DM. Mit knapp 600 Mark war die 50-MHz-Version deutlich günstiger. Da schleift man halt schnell die von Hersteller Intel eingelaserte Beschriftung ab und bringt eine neue auf.

Die Fälscher druckten die neue Typenbezeichnung zunächst, später wurde die Beschriftung dann auch per Laser eingebrannt. Der Betrug fiel nur auf, wenn man sich die Prozessoren genauer ansah: Die Oberfläche des Keramikkörpers war rauer als bei unbehandelten Modellen. Zudem hatten die Gehäuse der Fälschungen ein etwa drei bis sieben Zehntel dünneres Gehäuse.

## Cyrix instead

Doch Fälschungen gab es nicht nur in der CPU-Oberklasse: Auch der i486 DX-33 wurde im Sommer 1994 für Betrüger interessant, als es hier einen Lieferengpass bei Intel gab. Wie praktisch, dass es da einen inkompatiblen und deutlich günstigeren Cyrix-Prozessor gab, freuten sich einige Fälscher. Kurzerhand wurde durch Abschleifen und neu Beschriften aus einem Cyrix ein begehrter Intel-Prozessor. Die Manipulation fiel c't-Lesern auf, nachdem sie das von Kollege Andreas Stiller entwickelte Prozessortestprogramm benutzt hatten: Es meldete korrekt eine Cyrix-CPU und der Schwindel flog auf.

Doch da es bis dahin noch immer keinen wirksamen Schutz gegen das Umbeschriften von Intel-CPU's gab, dauerte es nicht lange, bis im März 1995 die nächste Fälschungswelle herein schwappte. Dieses Mal waren es Intel-DX4-CPU's, denen per Beschriftungsänderung von 75 MHz zu 100 MHz zulässiger Taktfrequenz verholten wurde. Stabil liefen diese Fakes freilich nicht, und so ärgerte sich so mancher Händler über hohe Ausfallquoten bei Rechnern mit der teuren 100-MHz-CPU.

Drei Monate später war dann „Pentium-Time“ für die Fälscher: Kaum hatte Intel den günstigen Pentium 75 auf den Markt gebracht, tauchten die ersten Fälschungen des teuren Pentium 90 auf. Da dieser CPU-Typ eine Metallhaube zur besseren Wärmeableitung, einen sogenannten Heat Spreader, besaß, mussten die Fälscher hier sorgfältig um die Metallkap-

pe herum schleifen. Mit passendem Werkzeug kein Problem, doch die unvermeidliche Stufe, die durch das Abschleifen der alten Beschriftung entstand, war leicht mit dem Fingernagel zu ertasten.

Intel versuchte zunächst, es den Fälschern zumindest bei Retail-Prozessoren mit Hologrammen als Echtheitszertifikat auf der Verpackung schwer zu machen. Doch auch solche Merkmale wurden schnell nachgemacht: Als im Juni 1998 die ersten manipulierten Pentium-II-CPU's auftauchten, gelangten diese in täuschend echten Verpackungen an die Kundschaft. So mancher, der in diesen Tagen einen vermeintlichen Pentium II 300 erstand, hielt tatsächlich einen täuschend echt umgelabelten Pentium II 233 in Händen.

Bei diesem Prozessormodell für den „Slot 1“ handelte es sich um eine Steckplatine, auf der der eigentliche Prozessor und der 2nd-Level-Cache aufgelötet waren. Die Betrüger schliffen in der ersten Version das Originalgehäuse ab und beschrifteten es neu. Später wurden kurzerhand neue Gehäuse angefertigt, sodass die Manipulation kaum noch zu erkennen war.

Mit ctP2Info, einem Testprogramm vom Kollegen Stiller, gelang es aber, die Fälschungen recht zuverlässig zu erkennen. Beim 233- und 266-MHz-Modell verwendete Intel nämlich L2-Cache-Chips ohne ECC-Fehlerkorrektur. Die höher getakteten Modelle enthielten jedoch einen 2nd-Level-Cache mit ECC. ctP2Info erkannte den Unterschied und entlarvte so viele Fälschungen.

Doch das Wettrennen mit den Betrügern ging weiter: Bei späteren Fälschungen von Pentium-II-Modellen mit 333 und 350 MHz Taktrate versteckten die Fälscher im CPU-Gehäuse kleine Plättchen, die eine ECC-Fehlerkorrektur im L2-Cache vorgaukelten. Insgesamt nahmen Fälschungen beim Pentium-II Ausmaße an, die auch international die Polizeibehörden auf Trab hielten. Das mag sicher auch ein Grund gewesen sein, warum Intel bei späteren Prozessorgenerationen feste Kennungen für die zulässige Taktfrequenz integrierte. So wurde der Markt für Fälschungen schwieriger, weil es leichter wurde, den Spitzbuben per Software auf die Schliche zu kommen.

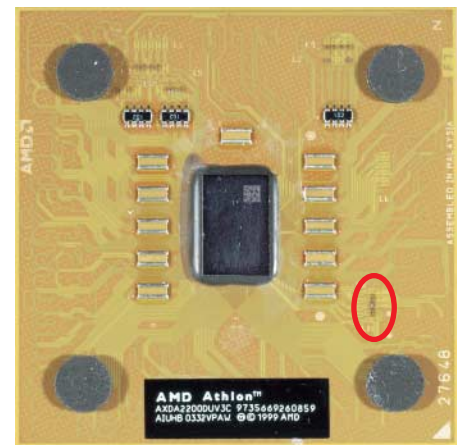
Doch damit war das Thema CPU-Fälschungen und Manipulationen noch lange nicht durch: Anfang 2003 tauchten manipulierte AMD-Athlon-XP-CPU's auf. Anders als Intel hatte AMD zu dieser Zeit keine manipulationssichere CPU-Erken-



Irgendwie Erster: Die erste gefälschte CPU, die ihren Weg ins c't-Labor fand, war 1994 ein i486DX2-66, der aus einer 50-MHz-CPU gemacht wurde.



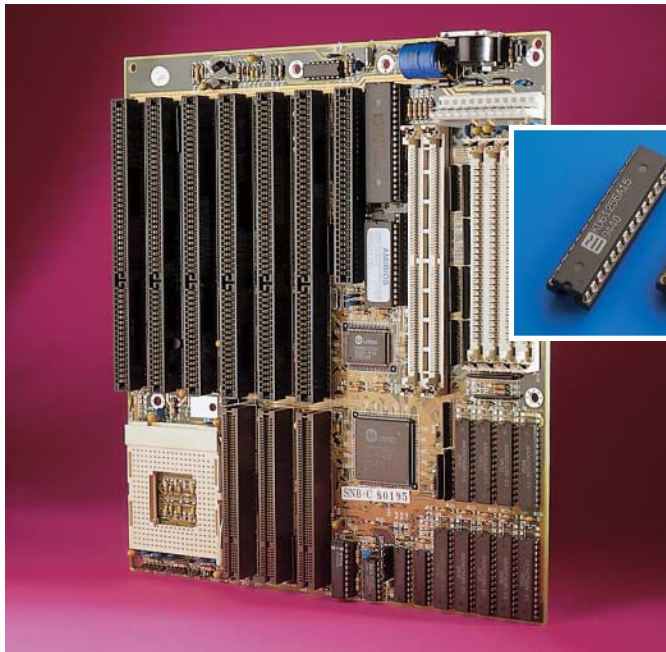
Seinerzeit ein lohnendes Ziel für Fälscher: der Pentium II von Intel. Sein großes Plastikgehäuse bot viele Manipulationsmöglichkeiten.



Nur dem geübten Betrachter fallen die manipulierten L-Brücken dieser Athlon XP 2600 auf.

nung vorgesehen. Die zulässige Taktrate und die Versorgungsspannung der CPU's wurden über winzige Brücken auf dem Die-Träger festgelegt. So etwas lässt sich recht einfach verändern, wie spätere Fälschungen auch beim Sempron von AMD zeigten.





**Placebo-Cache:**  
Die Cache-Chips  
auf diesem Board  
waren leere  
Hüllen, wie das  
Aufheilen der  
Bausteine bewies.

Doch mitunter scheint es den Fälschern völlig egal zu sein, wie leicht es ist, Manipulationen zu entdecken. So fielen uns Anfang 2015 eine Reihe gefälschter AMD A8-7600-Prozessoren mit nahezu perfekt beschriftete Oberseite in die Hände. Das Pinout stammte aber von einem veralteten AM2+-Prozessor – so ein „Rohling“ passt nicht einmal in die FM2+-Fassung eines echten A8-Prozessors.

## Voll dreist

Eine wirklich dreiste Fälschung sorgte 1995 für einigen Wirbel: Damals saß der 2nd-Level-Cache noch auf den PC-Boards, und zwar in Form von neun separaten Speicherbausteinen. Diese SDRAMs waren höllisch teuer und bestimmten einen erklecklichen Teil des Boardpreises. Natürlich sorgte so ein Cache auch für ein flottes System, weshalb viele Kunden bereit waren, hier für gut bestückte Mainboards tief in die Tasche zu greifen. Das nutzten verschlagene Anbieter aus und offerierten Boards mit vorgeblich 256 KByte L2-Cache.

Diese lieferten jedoch im c't-Test nicht die erwartete Performance. Schnell stellte sich heraus, dass es sich bei den verbauten SDRAM-Bausteinen um leere Attrappen mit Fantasiebeschriftung handelte. Damit der Schwindel nicht so schnell auffiel, hatten die Betrüger das Board-BIOS manipuliert. Es meldete stets einen 265 KByte großen L2-Cache, selbst nachdem wir die Cache-Chips ausgelötet hatten. Letzte Gewissheit brachte dann das Aufschleifen der verbauten Chips: Sie enthielten schlicht nichts.

Die Masche mit den Fake-Cache-Chips schien so lukrativ, dass im späteren Verlauf unserer Recherchen noch viele weitere manipulierte Boards auftauchten. Grund genug für c't, das Testprogramm CTCM entsprechend zu erweitern. c't-Leser hatten so eine gute Chance, Boards mit Placebo-Cache zu entlarven.

## Fälschers Eldorado

Seit es USB-Sticks gibt, gibt es auch hier Fälschungen. Zunächst waren es klassische Fälschungen von Markenprodukten: Mitte 2002 etwa entdeckte c't USB-Sticks, die dem PenDrive zum Verwechseln ähnlich sahen. Doch die Fälschungen waren minderwertig. So funktionierte der Schreibschutz nicht und auch die Schreibgeschwindigkeit konnte nicht mit dem Original mithalten. Es folgten noch viele weitere USB-Stick-Fälschungen prominenter Marken. Sobald die ersten Speicherkarten für Kameras und Handys auf den Markt kamen, wurden auch hier Fälschungen unters Volk geworfen.

Solche Fälschungen waren für den Käufer ärgerlich, denn er hatte zu viel Geld für billige Ware bezahlt. Immerhin verrichteten diese Fakes aber ihren Dienst. Doch dabei sollte es nicht bleiben: Sobald USB-Sticks und Speicherkarten größer wurden, senkten die Fälscher ihre Herstellungskosten, indem sie einfach nur noch einen Bruchteil der angepriesenen Speichergöße verbauten. Das Tückische für den Käufer: Die Speicher ließen sich zwar bis zu ihrer nominellen Kapazität beschreiben, doch dabei verwandelten sie

sich in einen Datenschredder. Mangels ausreichendem physikalischen Speicher überschrieben neue Daten die alten und zurück blieb ein Haufen Datenmüll.

Auch hier gab es zügig ein Testprogramm von c't, mit dem man den neuen USB-Stick und die frisch erworbene Speicherkarte tunlichst vor der ersten Nutzung testen sollte, denn manipulierte Flash-Speicher sind nach wie vor ein Problem. So ein Test mit der aktuellen Version von H2Testw dauert zwar einige Zeit, doch lieber hier etwas Geduld aufbringen, als sich später über vernichtete Bilder und Dateien zu ärgern.

## Allesfälscher

Lässt man die in den vergangenen 35 Jahren von c't aufgedeckten Fälschungen und Manipulationen Revue passieren, kristallisiert sich schnell heraus, dass in der IT-Welt – wie auch sonst wo – inzwischen nahezu alles gefälscht wird. In unserem Fälschungskabinett stehen neben nachgemachten iPhones und Motorola Razr Klapp-Handys auch skurrile Dinge wie etwa gefälschte 3,5"-Diskettenlaufwerke von Teac oder unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USVs) von APC. Nachbauten von Samsung-Akkus dürfen natürlich auch nicht fehlen. Steigt der Preis für Hauptspeichermodule mal wieder an, so findet man auch hier immer wieder gefälschte Produkte – auch wenn sich das angesichts des turbulenten RAM-Markts kaum zu lohnen scheint. Und erst kürzlich mussten wir über gefälschte Nvidia-Grafikkarten berichten.

Galt es in der Anfangszeit der gefälschten Komponenten und Geräte noch als guter Tipp, solche Produkte nur bei namhaften Händlern einzukaufen, hilft auch das heute nur noch bedingt: Aufgrund der stark vernetzten Handelswelt tauchen Fakes inzwischen nahezu überall im Handel auf. Dem betroffenen Händler kann man da oft auch keinen Vorwurf machen, denn die Fälscher beherrschen ihr Handwerk inzwischen so gut, dass es manchmal auch für Experten schwierig wird, sie zu erkennen.

Der beste Schutz vor Reinfällen mit manipulierten Produkten bleibt freilich der gesunde Menschenverstand: Wenn ein Produkt zu billig ist, um echt zu sein, ist es das halt oft auch einfach nicht. Wenn das Schnäppchenbit im Hirn kippt, greifen viele dennoch zu. Den Geschäftemacher freuts, und damit schließt sich dann der Kreis.

(gs@ct.de) **ct**



Anzeige

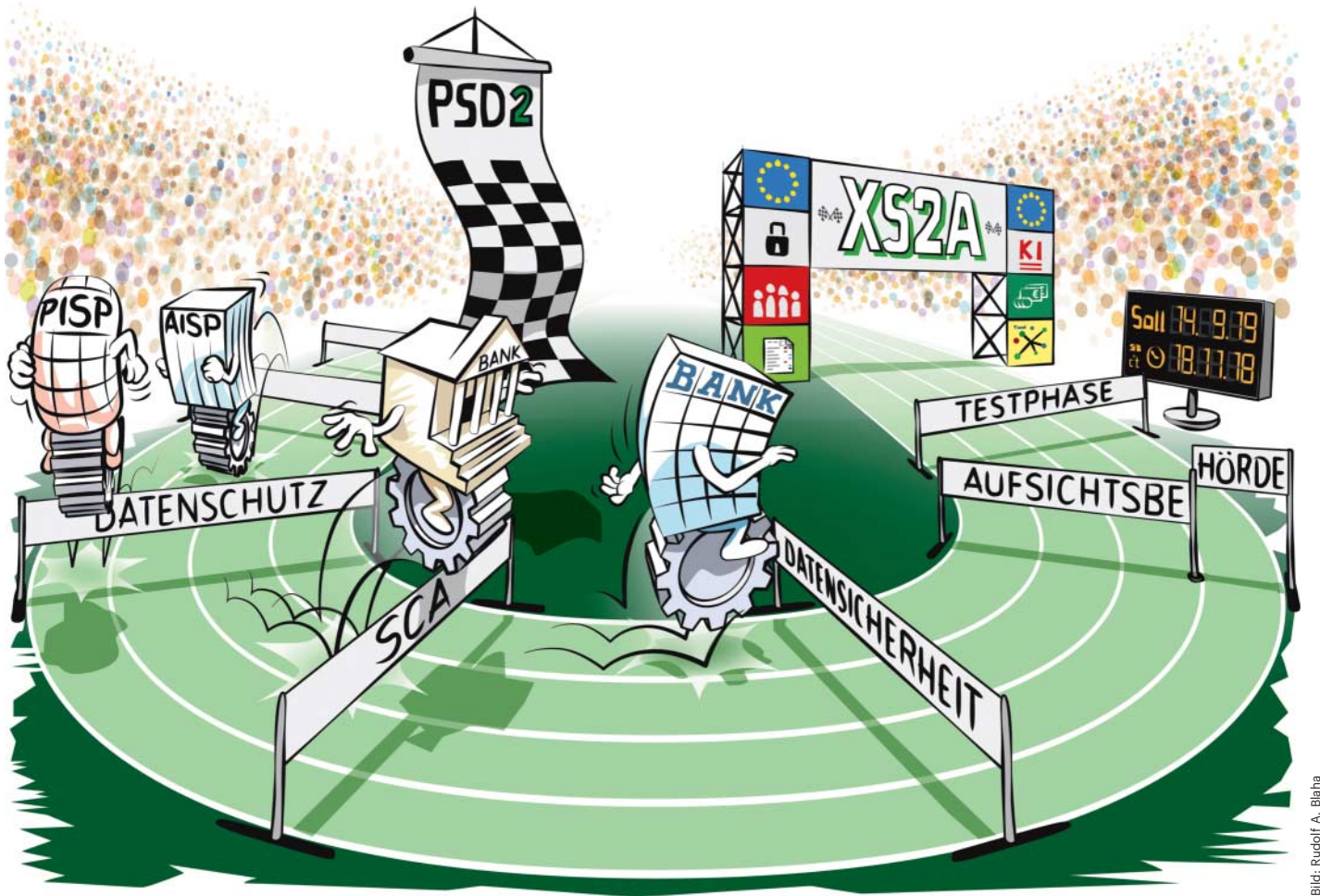


Bild: Rudolf A. Blahe

# Auf die Konten!

## PSD2 soll Bezahlen und Banking für EU-Bürger verbessern

**Die Umsetzung der PSD2 in der EU ist in vollem Gange. Sie soll Banking und Bezahlen ab September 2019 effizienter, weniger abhängig von der Bank und trotzdem sicherer für die Kunden machen – ein bisschen Arbeit gibt es bis dahin aber noch.**

Von Markus Montz

**S**eit Januar 2018 sind die Zusatzgebühren für bestimmte elektronische Zahlungsmittel aus den Online-Shops weitgehend verschwunden. Das ist aber nur ein Vorgeschmack der „Zweiten Zahlungsdienstleisterrichtlinie“ oder „Revised Payment Services Directive“ der EU, kurz: PSD2. Denn die wichtigsten Rege-

lungen der PSD2, die am 13. Januar 2018 als nationales Recht in Kraft getreten ist, sind aufgrund von Übergangsfristen noch gar nicht wirksam. Dabei könnte sie den Finanz- und Bezahlsektor in den kommenden Jahren an vielen Stellen umkrempeln – mit weitreichenden Auswirkungen auf jeden EU-Bürger, von der Kartenzahlung bis zum Online-Banking. Endverbraucher sowie kleine und mittlere Unternehmen sollen von mehr Qualität, Sicherheit und Datenschutz profitieren.

### Banking 2.0

Ein Beispiel: Schon heute gibt es zahlreiche Multibanking-Apps auf dem Markt. Anbieter sind Drittdienstleister und auch Banken selbst. Der Nutzer kann darin Konten bei verschiedenen Finanzinstituten bündeln. Seinen Gesamtsaldo sieht er in einer komfortablen Echtzeit-Übersicht;

die Konten lassen sich einzeln verwalten. Ebenso kann der Nutzer in der App für alle Konten Überweisungen tätigen.

Finanzberatungs-Apps nutzen die Transaktionsdaten, um Anlagemöglichkeiten für den Monatsüberschuss vorzuschlagen oder über Vergleichsportale Einsparungsmöglichkeiten auszurechnen, von den Kontoführungsgebühren bis zur Haftpflichtversicherung. Voraussetzung für diesen Komfort war bisher aber, dem Dienstleister seinen kompletten Kontozugang zur Verfügung zu stellen. Mit PSD2 soll dieser Zugriff für Kunden, Drittdienstleister und kontenführende Banken geregelter, anlassbezogener und noch sicherer als bisher funktionieren und ein Wettbewerb zwischen den Anwendungen stattfinden.

Der elektronische Zahlungsverkehr im Handel wird sich ebenfalls verändern: PSD2 stellt hohe Anforderungen an

Datensicherheit und Identifikation. Die Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) wird zum Regelfall, beim Online-Shopping ebenso wie am Kassenterminal im Supermarkt. Überweisungen könnten im Handel außerdem eine stärkere Position als Zahlungsart erhalten. Vom Prinzip her ähnlich funktioniert heute schon die „Sofortüberweisung“ des Münchner Zahlungsdienstleisters Sofort GmbH.

## Was will PSD2?

Die Beispiele stehen stellvertretend für das Ziel der PSD2: die Erweiterung der ersten Zahlungsdienstleiterrichtlinie (PSD1) auf neue Entwicklungen im Banken- und Bezahlsektor. Die PSD1, verabschiedet 2007, hat zunächst den einheitlichen Zahlungsmarkt innerhalb der EU geschaffen. Sie bildet die Grundlage für die „Single Euro Payments Area“, kurz SEPA, die sich für Verbraucher vor allem durch BIC und IBAN bemerkbar gemacht hat. Die EU regulierte mit der PSD1 zudem erstmals Nicht-Banken. Darunter fielen insbesondere die Dienstleister, die im stationären und Online-Handel die Zahlungsverarbeitung übernehmen, die sogenannten Payment Service Provider (PSPs).

Noch nicht berücksichtigt hat PSD1 die erst seit etwa 2010 verstärkt auf den Markt drängenden Fintechs, Start-ups mit Geschäftsmodellen rund um Finanzdienstleistungen. Sie bedienen sich mitunter Methoden, die juristischen Überprüfungen zwar standhalten, aber hinsichtlich Datenschutz und -sicherheit Missbrauchspotenziale enthalten. Damit eine Aggregator-App überweisen oder in Echtzeit alle Finanztransaktionen eines Nutzers einbeziehen und ihm den erwünschten Überblick geben kann, muss er bisher seine kompletten Kontozugangsdaten angeben. Damit kann die App alle Kontoinformationen abgreifen, die dem Kunden auch beim Online-Banking zur Verfügung stehen – selbst wenn sie diese für den Funktionsumfang ihres Service gar nicht braucht. Im Fachjargon spricht man von „Screen Scraping“.

Die EU will erreichen, dass Fintechs mit ihren innovativen Ideen den Wettbewerb beleben können, ohne auf Screen Scraping zurückgreifen zu müssen. „Open Banking“ soll reguliert ablaufen, bei mehr Markttransparenz, Auswahl und Sicherheit für den Verbraucher. Auch für Zahlungsmethoden wie „Sofortüberweisung“ wünschte man Rechtssicherheit und sämtliche elektronischen Zahlungsverfahren

sollten besser gegen Missbrauch geschützt werden. All dies führte 2013 zur Überarbeitung der PSD1. Die europäischen Banken müssen daher zukünftig eine oder mehrere APIs bereitstellen. Darüber erhalten Drittanbieter nach expliziter Zustimmung des Kunden einen nunmehr geregelten Zugang zu dessen Konten, oft als XS2A (Access to Account) bezeichnet.

Begleitet wird die PSD2 von technischen Regulierungsstandards (Regulatory Technical Standards, RTS). Sie sind aber erst am 13. März 2018 in Kraft getreten. Aufgrund der Übergangsfrist müssen die Banken die APIs nun bis 14. März 2019 in vollem Funktionsumfang freischalten, einschließlich zugänglicher Spezifikation und Dokumentation für zugelassene Drittdienstleister (Third Party Providers, TPPs). Es folgt ein Probebetrieb von weiteren sechs Monaten. Ab dem 14. September 2019 müssen die APIs dann bereit für den Kundenbetrieb sein.

## XS2A und API

Das dedizierte API, das die Banken für TPPs anbieten müssen, ist eines der Kernelemente der PSD2 und war lange eine der umstrittensten Regeln. Dass die API-Regelung Datenschutz, Datensicherheit und Bankgeheimnis tangiert, sorgte für plausibles Misstrauen von Kreditinstituten sowie Daten- und Verbraucherschützern.

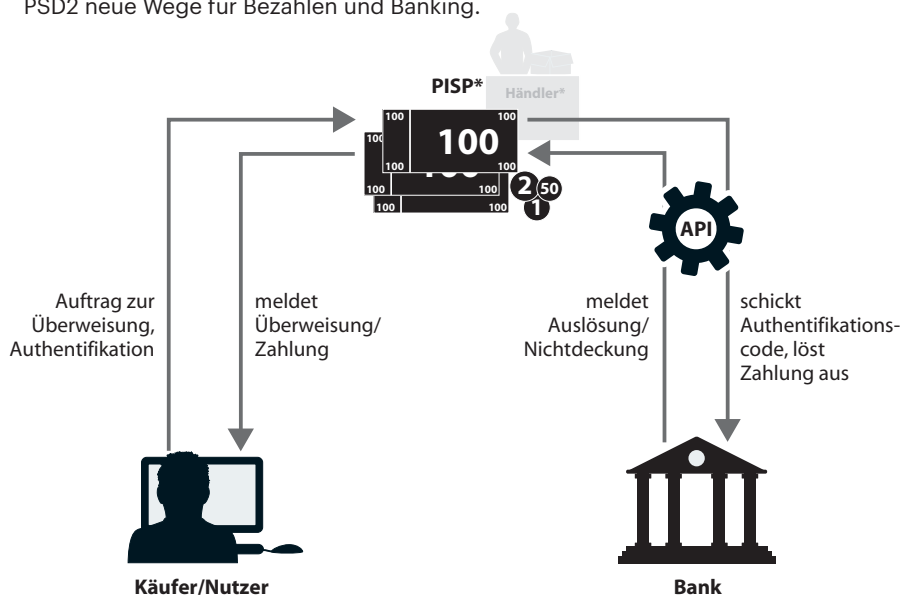
Andererseits gibt es in Deutschland mit HBCI und FinTS schon seit 1998 ein dediziertes und bankenübergreifend spezifiziertes API – und der Zugriff darauf gewährt wie Screen Scraping einen vollständigen Einblick in das Konto.

Die EU berücksichtigte die Kritik: XS2A ist auf Zahlungskonten beschränkt, also Giro- und Kreditkartenkonten. Zudem benötigen TPPs, die das API nutzen dürfen, eine Zulassung durch die Finanzaufsichtsbehörden. In Deutschland ist dies die BaFin. Die PSD2 unterscheidet dabei für die Zulassung Zahlungsauslösedienste (Payment Initiation Providers, PISPs) und Kontoinformationsdienste (Account Information Service Providers, AISPs).

Wer als PISP arbeiten und Überweisungen von Zahlungskonten Dritter auslösen will, muss etliche Nachweise erbringen – etwa über das Unternehmen und seine Besitzverhältnisse, über Sicherheitsmaßnahmen und Organisationsstruktur sowie über ein Anfangskapital von 50.000 Euro. Bereits im Rahmen von PSD1 zugelassene Institute durchlaufen ein vereinfachtes Verfahren. Die BaFin teilte uns auf Nachfrage mit, dass bei ihr 14 Unternehmen einen Antrag auf Neuzulassung als PISP gestellt haben. 15 weitere Unternehmen wollen demnach als neue AISPs tätig werden, also nur Kontendaten abrufen und verarbeiten. Sie kommen mit einer Regis-

## Zahlungsauslösedienst (PISP)

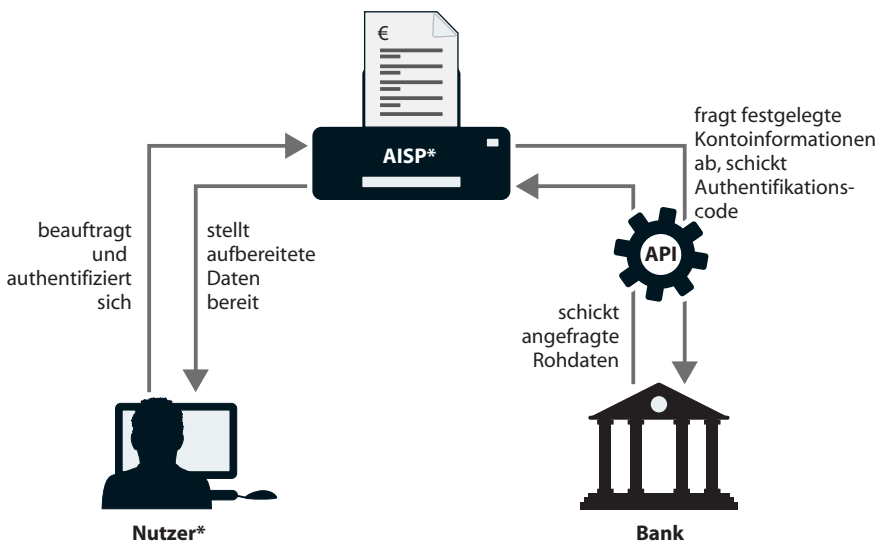
Mit der Zahlungsdienstleister-Kategorie der PISPs schafft die PSD2 neue Wege für Bezahlen und Banking.



\* Ist der Händler als PISP zugelassen, funktioniert der Weg bei einer Überweisungszahlung ähnlich; der PISP kann aber auch als Dienst zwischen Händler und Bank geschaltet sein.

## Kontoinformationsdienst (AISP)

AISPs, die zweite Zahlungsdienstleister-Kategorie der PSD2, können Finanzdaten von Zahlungskonten abrufen, bündeln und auswerten.



\* Zwischen Nutzer und AISP kann ein Vierter geschaltet sein, der z. B. die App liefert – die Authentifizierung erfolgt dann direkt zwischen Nutzer und AISP, die ggf. schon aufbereiteten Daten liefert der AISP zunächst an den Vierten.

trierung etwas einfacher davon, brauchen kein Anfangskapital und müssen einige Nachweise nicht liefern, die PISPs zu erbringen haben. Der laufende Betrieb unterliegt bei allen AISPs und PISPs ebenfalls der Kontrolle durch die Aufsichtsbehörde.

In einer aktuellen Stellungnahme der Deutschen Kreditwirtschaft begrüßen die deutschen Banken und Sparkassen die PSD2 als „richtig und notwendig“. Die Regulierung der Drittanbieter sieht man ebenso positiv wie die Pflicht, die API zu nutzen. Mit PSD2 blieben „die hohen Sicherheitsstandards des Zahlungsverkehrs für Kunden wie Banken“ erhalten, zugleich würden „faire Wettbewerbsbedingungen für alle Marktteilnehmer geschaffen“.

In der „Berlin Group“ erarbeiten die deutschen Kreditinstitute eine Art größten gemeinsamen Nenner, um einen möglichst einheitlichen API-Standard anzubieten. Die RTS enthalten zwar Zielvorgaben zum API und ihrem Alltagseinsatz, darunter Zuverlässigkeit, Sicherheit und Meldepflichten bei Missbräuchen; eine detaillierte Spezifikationen fehlt hingegen. Die Lösung soll nach EU-Vorstellungen „der Markt“ schaffen. Das missfiel einigen befragten PSPs und Fintechs, weil so ein komplizierter Flickenteppich aus bank-eigenen APIs entstehen könnte. Die meisten befragten Akteure sagten uns dennoch, dass sie die offenen RTS-Vorgaben zum API für flexibler und zielführender hielten.

Kritik üben die Banken an der Regelung für den Fall, dass eine Bank kein funktionierendes API zur Verfügung stellen kann. Hier ist ein sogenanntes „Fallback“ auf funktionierende Standards vorgesehen, was am Anfang nur Screen Scraping sein kann. Die Deutsche Kreditwirtschaft und die Verbraucherzentralen hingegen fordern dessen generelles Verbot.

### PISPs

Die Auslösung von Überweisungen ist – neben den Möglichkeiten des Multibanking – vor allem für den Handel von Interesse. Nicht nur kann ein PSP wie die Sofort GmbH nun auf einer regulierten Basis arbeiten, was das Mutterunternehmen Klarna c’t gegenüber übrigens ausdrücklich begrüßte. Auch die Händler selbst könnten eine Zulassung als PISP beantragen und ihren Kunden zukünftig eine Direktüberweisung anbieten.

Eine Schnittstellen-Infrastruktur, die alle in Betracht kommenden Banken abdeckt, kommt aber nur für große Unternehmen infrage. Amazon, Otto und Zalando hielten sich auf Nachfrage dazu allerdings bedeckt. Inwieweit die PSPs als Dienstleister der Händler eigene Services für Überweisungszahlungen schaffen wollen, bleibt bis auf Klarna offen: Ein Teil der befragten Zahlungsabwickler verfolgt nach eigenen Angaben keine derartigen Ziele, andere äußerten sich dazu nicht.

Die PSD2 stellt noch ein weiteres Geschäftsmodell für Zahlungsauslöse- und Kontoinformationsdienste auf regulierte Füße: Technische Dienstleister wie Figo, BANKSapi und FinTecSystems liefern bereits heute Schnittstellenlösungen an Banken und Fintechs und bieten APIs für Dritte an. Auch sie begrüßen unisono die neue Rechtssicherheit.

Unklar bleibt, inwieweit die PSD2 zu neuen Services bei den Tech-Giganten führen wird, vor allem bei Google und Amazon. Ihnen sagen Marktbeobachter die größten Ambitionen in Europa nach. Da sie Banklizenzen und die damit verbundene strenge Regulierung aber bisher scheuen, liegen Geschäftspartnerschaften näher. Amazons Marktplatz in Verbindung mit Amazon Pay jedenfalls wirkt geradezu prädestiniert für die Möglichkeiten der PSD2.

### AISPs

Datenveredelung ist das Stichwort, wenn es um AISPs geht. Zum Beispiel können Auskunftfeien die Zahlungskontendaten von Kreditkunden zukünftig im regulierten Rahmen in ihr Scoring einbeziehen. Für die Bemessung eines Kreditausfallrisikos ist die Zahlungshistorie eine zentrale Information, die helfen kann, riskante Kredite zu verhindern. Zugleich ermöglicht eine Kontoüberprüfung auch solchen Verbrauchern Zugang zu Darlehen, die an sich solvent sind und ihren Zahlungsverpflichtungen nachkommen, aber anhand der bisherigen Prüfkriterien von Schufa & Co. noch durchs Raster fallen. Hier schafft die PSD2 gemeinsam mit der DSGVO einen rechtssicheren Raum.

Eine Stärkung des Geschäftsmodells ist ebenso für Beratungsdienstleistungen zu erwarten, etwa bei Geldanlagen. Hier setzen junge Unternehmen, aber auch etablierte Banken auf künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen. Damit wollen sie Zahlungskontodaten tiefer analysieren, mit weiteren Daten verknüpfen und so ihre Strategieempfehlungen für die Kunden verbessern. Es gibt allerdings einen Wermutstropfen für die AISPs: Über das PSD2-konforme API können sie nur noch die Kontobewegungen der letzten 90 Tage rückwirkend abrufen; alle 90 Tage müssen sich Kunden zudem neu als Kontoinhaber identifizieren.

### Sicherheit

Datensicherheit spielt in der PSD2 eine wichtige Rolle. AISP und PISP müssen



Strategien zum Risikomanagement nachweisen und umsetzen. Verstöße und Betrugsfälle sind akribisch zu dokumentieren und den Aufsichtsbehörden regelmäßig zu übermitteln. Das Kernstück aus Nutzersicht bildet jedoch die starke Kundenauthentifizierung (Strong Customer Authentication, SCA). Im Grundsatz begrüßen sämtliche Akteure die höheren Sicherheitsstandards, die PSD2 einfordert – ob Verbraucherkonzernen, Händlern, PSPs, Banken oder Fintechs. Die EU hat aber nicht nur das Ziel, sondern auch den Weg sehr genau vorgegeben.

Grundsätzlich erfordern ab dem 14. September 2019 sämtliche Zahlungsauslösungen und Kontoinformationsleistungen von Zahlungskonten eine 2FA, ob beim Online-Banking, Online-Shopping oder im stationären Handel. Die beiden Faktoren für die sichere Identifikation müssen dabei aus den drei Bereichen Wissen, Besitz und Inhärenz (Biometrie) stammen. Um einen adäquaten Kompromiss zwischen Sicherheit und Komfort zu finden, lässt die EU für Verbraucher allerdings Ausnahmen zu. Dennoch wird es in Webshops und Supermärkten strenger als bisher zugehen: Kontaktlose Zahlungen mit der Karte am Terminal etwa erfordern spätestens beim fünften Mal ein Einstecken plus PIN, im Webshop ist beim dritten Mal eine 2FA fällig. Allerdings können Verbraucher ihren Banken Whitelists mit vertrauenswürdigen TPPs zukommen lassen.

Während die Deutsche Kreditwirtschaft die starke Kundenauthentifizierung positiv sieht, beurteilen Händler, PSPs und Fintechs die engen Vorgaben kritisch. So hörten wir häufig, dass man Zielvorgaben zur Sicherheit einem

vordefinierten Weg wie der SCA vorgezogen hätte. Grund: Der Bezahlvorgang würde komplizierter; Kunden könnten an dieser Stelle daher öfter den Kauf abbrechen. Ähnlich äußerte sich auch der Handelsverband Deutschland. Er sieht derzeit „keine wirklich praktikable Umsetzung, die den Nutzererwartungen hinsichtlich eines einfachen Checkouts entgegenkommt“. Das Whitelisting bevorzuge überdies größere Händler, während kleinere Händler mit Laufkundschaft benachteiligt seien.

Trotz ihrer Kritik entwickeln die Zahlungsdienstleister bereits Lösungen; so wollen Mastercard und Visa ihr 3-D-Secure-Verfahren an die neuen Gegebenheiten anpassen. Einige Payment-Experten äußerten sich jedoch auch skeptisch, ob die neuen Verfahren bis September 2019 marktreif sind.

## Ausblick

Die EU ordnet einen bisher unregulierten und juristisch schwer zu fassenden Bereich elektronischer Bank- und Zahlungsdienstleistungen. Die PSD2 schafft neue technische Sicherheitsstandards und mehr Rechtssicherheit für alle Marktteilnehmer – nicht zuletzt für die Verbraucher, denen die EU mehr Souveränität über ihre Bankdaten und Finanzgeschäfte gibt. Kritik hörten wir nur an einzelnen Aspekten wie den Vorgaben zur SCA, die derzeit noch Probleme mit sich bringen. Auch muss sich die PSD2 an sensiblen Stellen wie Datensicherheit, Datenmissbrauch und Datenschutz erst im Alltag bewähren. Dafür bietet sie mittelfristig Chancen für einen Finanzmarkt, der den Kunden stärker in den Mittelpunkt stellt. (mon@ct.de) **ct**

Anzeige

## Starke Kundenauthentifizierung (SCA)

Die PSD2 macht 2FA bei Zugriffen auf Zahlungskonten zum Normalfall, enthält aber auch Ausnahmen.

### Prinzip:

2FA mit 2 Elementen aus 3 Bereichen

#### 1. Besitz

(Kontokarte, Smartphone, Token)



#### 2. Wissen

(Passwort, PIN)



#### 3. Inhärenz

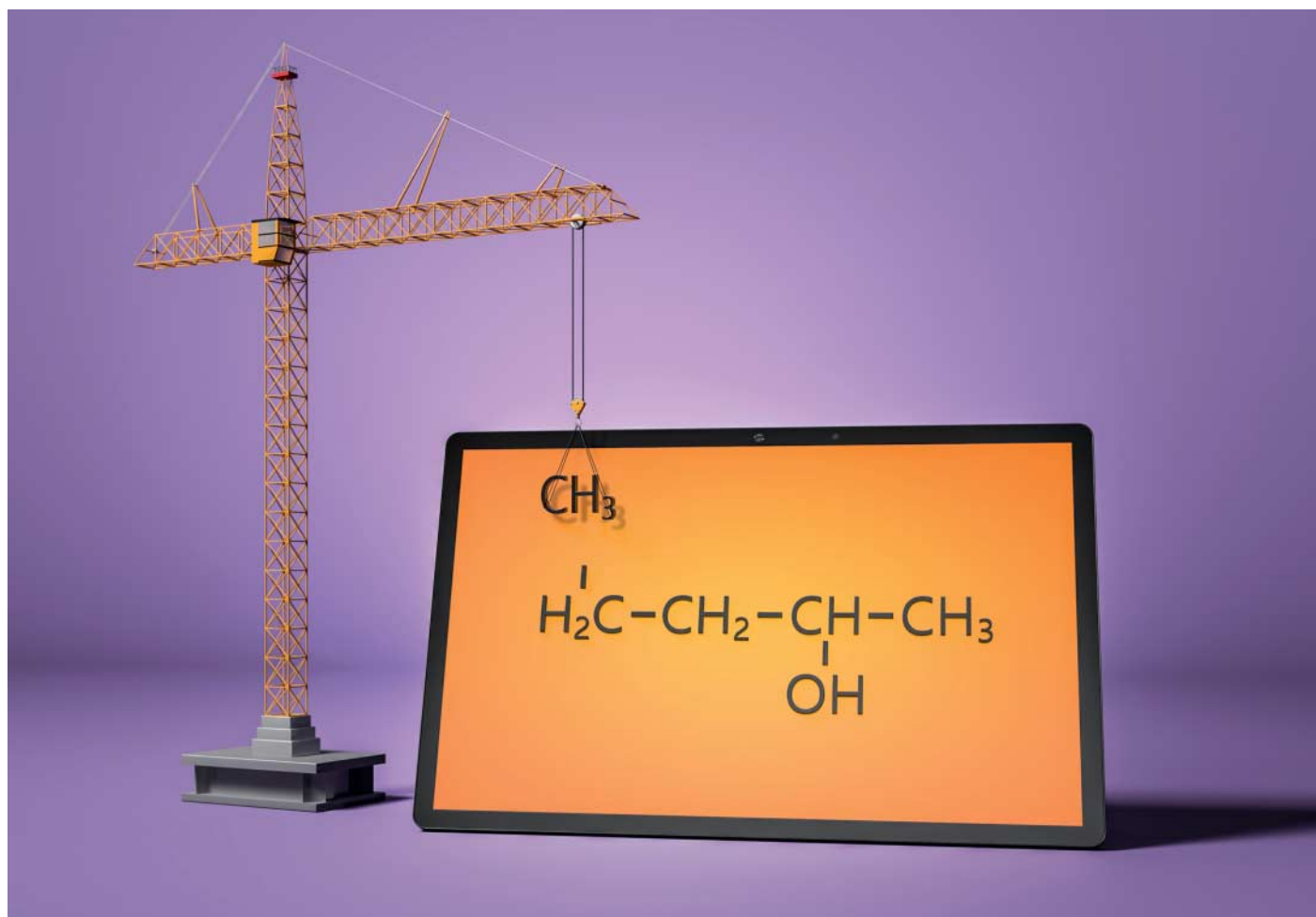
(Irisscan, Fingerabdruck)



→ Nach der Bestätigung wird ein Authentifizierungscod erzeugt und der Vorgang ausgelöst.

### Ausnahmen von der 2FA

- wiederholte Kontostandsabfrage nach initialer 2FA
- Überweisungen innerhalb 90 Tagen nach letzter 2FA
- Folgezahlungen bei Daueraufträgen
- Empfängerkonto gehört mir oder meiner Firma ebenfalls
- für Unternehmen bei Erfüllung eines Sicherheitsniveaus gemäß PSD2
- Zahlungen am POS < 50 EUR, wenn kumulierte Zahlungen seit letzter 2FA < 150 EUR und < 5-mal
- Online-Zahlungen < 30 EUR, wenn kumulierte Zahlungen seit letzter 2FA < 100 EUR und < 5-mal
- Zahlungen an Maut- oder Parkautomaten
- Händler wurde vom Zahler bei der Bank auf eine Whitelist gesetzt (initiale 2FA erforderlich)



# Molekül-Baumeister

## Android-Editoren für chemische Strukturformeln

**Mit der passenden App wird das Tablet zum Reißbrett für Chemiker. Editoren für Strukturformeln helfen bei Berichten und der räumlichen Vorstellung – mit individuellen Einschränkungen, aber zum Teil mit umwerfenden Begleit-Infos.**

**Von Peter Schüler**

**C**hemische Summenformeln wie  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$  verraten wenig über die zugehörige Substanz, meist sind sie nicht einmal eindeutig. Dass es zum Beispiel hier gerade um den Wachmacher Koffein geht und wie dessen Molekül aufgebaut ist, ließe sich nur aus einer Strukturformel ablesen.

Problem: Solche Formeln lassen sich leicht mit dem Stift auf Papier aufstellen, aber nicht mit der Tastatur eingeben. Kurzum: Wer einen Text mit chemischen Strukturformeln anreichern möchte, braucht dafür spezielle Software. Auch ein normales Zeichenprogramm hilft nicht weiter.

Die besten Android-Apps für diesen Zweck haben wir getestet. Die meisten davon rendern sogar räumliche Modelle organischer Moleküle auf einem Tablet. Exoten wie MolecularAR, das auf den Einsatz von Augmented Reality spezialisiert ist, oder ChemSpider, das Strukturformeln nur als Recherchevorgabe für Web-Recherchen verwendet, haben wir ausgelassen. Zahlreiche Apps, denen es ganz allgemein um die Vermittlung chemischer Lerninhalte geht, schienen uns für die Beschreibung beliebiger organischer Mole-

küle zu wenig mächtig, auch wenn darin ausgesuchte Strukturformeln auftauchen – sie blieben im Test ebenfalls außen vor.

### Eingabearten

Bei unseren Testkandidaten AtomDroid, Lewis Lite, Molecular Constructor, MolPrime und Mobile Molecular Modeling platziert man die Atome oder Atomgruppierungen eines Moleküls der Reihe nach per Fingertipp auf dem Display. Doch damit hören die Gemeinsamkeiten schon auf. Etwa bei Molecular Constructor stellt man frei schwebende Atome in den Raum, die man erst in weiteren Schritten miteinander verbindet. Dabei entstehen mitunter bizarr anmutende Gerüste, die erst von der Software in eine plausible Anordnung überführt werden. Weiter verbreitet ist der Ansatz, in einem angefangenen Gerüst ein Atom zu markieren und

neue Atome gleich mit einer Bindung dorthin anzuzeigen.

Einige Apps wie MolPrime vereinfachen diese Prozedur zumindest bei 2D-Strichzeichnungen noch weiter: Sie bieten an, dass man ausgehend von einem Atom mit einer Fingerspur gleich einen ganzen kettenförmigen Alkylrest in einem Arbeitsgang zeichnet. Dabei setzen sie, wie in chemischen Publikationen üblich, für jede enthaltene  $\text{CH}_2$ -Gruppe einen 120-Grad-Winkel an. Zum Teil symbolisieren sie außerdem jedes C-Atom nur durch einen Knick in der Linie und lassen die H-Atome unter den Tisch fallen. Man erkennt diesen Stil im MolPrime-Screenshot rechts auf Seite 159.

Bei MolPrime und AtomDroid finden sich außerdem Vorlagen, die man nur geringfügig ändern muss, um auch komplizierte Moleküle gängiger Substanzklassen sehr komfortabel zu konstruieren.

Einen Gesichtspunkt lassen die bisher beschriebenen Methoden außer Acht: Die von einem Atom ausgehenden kovalenten Bindungen spannen nach Möglichkeit bestimmte Winkel in Raum auf. Er beträgt zum Beispiel zwischen zwei C-H-Bindungen im tetraedrischen Molekül von Methan immer 109,5 Grad. Dem trägt MolPrime mit einem Eingabemodus Rechnung, in dem der Anwender einzelne Bindungen oder Atome mit gebräuchlichen Winkelvorgaben einfügen kann. Lassen sich die idealen Winkel in Molekülen wie von Cyclopropan nicht einhalten, resultieren sterische Spannungen, die zu mitunter unerwarteten Krümmungen im Molekül führen. Apps wie Mobile Molecular Modeling oder Molecular Constructor berücksichtigen das mehr oder weniger zuverlässig in ihren räumlichen Molekülmodellen.

## Stilfragen

Die Apps in diesem Artikel visualisieren die darin entworfenen Moleküle auf ganz unterschiedliche Arten, als 2D-Strichzeichnung, Lewis-Strukturformel oder Kugelmodell, um nur die wichtigsten zu nennen. Welche Darstellung man bevorzugt, hängt einerseits vom persönlichen Geschmack ab, andererseits aber auch davon, was man mit der Strukturformel anfangen möchte.

3D-Modelle vermitteln die besten Einblicke, nicht nur, weil man sie auf dem Display aus allen Blickwinkeln betrachten kann und weil sie dank Farbe prägnant Aufschluss über die beteiligten Elemente

geben. Sie zeigen im Idealfall zudem die tatsächlichen Bindungswinkel an, während 2D-Darstellungen so gut wie immer nur irrealen Standardwinkel zugrunde legen.

Strichformeln gliedern sich im Vergleich zu Modell-Abbildungen besser in den Lesefluss einer Hausarbeit oder eines wissenschaftlichen Aufsatzes ein. Theoretisch ließen sie sich als speichersparende skalierbare Grafiken etwa zum Import in ein Office-Dokument ausgeben. Laut Play-Store-Beschreibung sollte das aber einzig mit MolPrime gelingen, und nicht einmal das trifft zu; das Versprechen bezieht sich offenbar auf das nur für iOS erhältliche MolPrime+.

Die getesteten Android-Apps sind mit echten Exportfunktionen allesamt schlecht sortiert; Lewis Lite bietet nicht eine einzige. Die anderen Programme können wenigstens Textdateien mit den Atomkoordinaten und Bindungsangaben speichern, verwenden dafür aber jede ihr eigenes Format. Nur mit MolPrime und Mobile Molecular Modeling kann man außerdem per Fingertipp einen PNG-Schnappschuss der momentanen Moleküldarstellung aufnehmen. Für die anderen Apps bleibt als kleinster gemeinsamer Nenner nur, dass man mit Mitteln des Betriebssystems einen Screenshot der App anfertigt und die resultierende Datei anschließend beschneiden kann.

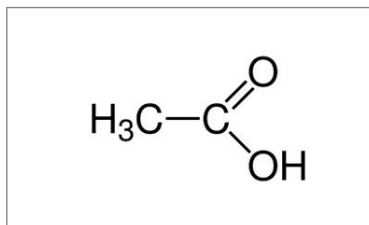
## Alles Essig – fünfmal anders

### 2D-Strukturformeln

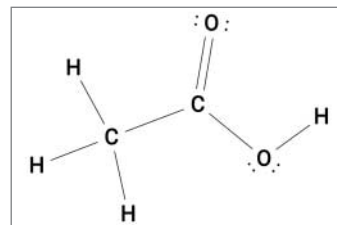
Am Beispiel der Essigsäure lassen sich gebräuchliche Moleküldarstellungen vergleichen. Klassische 2D-Strukturformeln (links) sind am einfachsten zu konstruieren und layouten. Lewis-Darstellungen (rechts) beschreiben

zusätzlich Valenzelektronen, die nicht an Bindungen beteiligt sind. Um dafür Platz zu schaffen, kann die Grafik weniger Rücksicht auf traditionelle Bindungswinkel nehmen – das Molekül lässt sich nicht mehr so spontan wiedererkennen.

2D-Strukturformel



Lewis-Darstellung

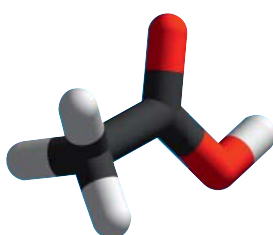


### Räumliche Modelle

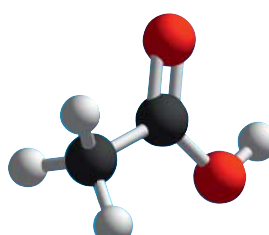
Bei räumlichen Modellen unterscheidet man Stab-, Kugel- und Kalottenmodelle, in denen zum Beispiel Kohlenstoff immer schwarz, Wasserstoff weiß und Sauerstoff rot dargestellt wird. Stabmodelle (links) symbolisieren die Bindungen im Molekül durch Stäbe und ignorieren die Atome. Bei komplexen Molekülen lässt sich die Struktur so am besten erkennen. Das Kugelmodell (Mitte) verkörpert die beteiligten Atome durch unterschiedlich große Kugeln, die

je nach Bindungstyp durch einen, zwei oder drei Stäbe miteinander verbunden sind. Die Kugeln sind freilich gemessen an den Bindungslängen viel zu klein. Einen besseren Eindruck vermittelt das Kalottenmodell (rechts). Es berücksichtigt, welche Volumina die sich durchdringenden Elektronenwolken der benachbarten Atome für sich beanspruchen. Einfach- und Mehrfachbindungen sind darin aber kaum noch visuell zu unterscheiden.

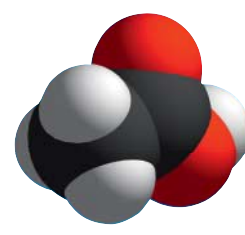
Stabmodell

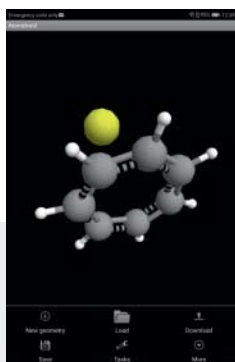


Kugelmodell



Kalottenmodell





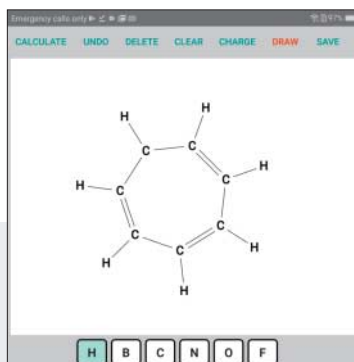
## AtomDroid

Für jedes Atom nach dem ersten, das man einer Formel in AtomDroid hinzufügen möchte, gilt es, einen schon platzierten Bindungspartner zu markieren und dann den Button „Add Atom“ zu betätigen. Daraufhin erscheint das Periodensystem, in dem man das gewünschte Element auswählt, und anschließend ein Menü für den Bindungstyp. Nach dieser Auswahl bekommt man das Molekülgerüst zu sehen und kann die just komponierte Bindung mit dem Finger direkt ins 3D-Modell einfügen. Das Ganze ist ein Geduldsspiel, doch wenigstens darf man dabei die beteiligten Wasserstoffatome ignorieren. Mit diesen lässt sich das Molekül am Schluss überall, wo noch Valenzen frei sind, auf Kommando sättigen.

Das Programm kann die energetisch günstigste Konformation des beschriebenen Moleküls errechnen und optimiert dementsprechend das 3D-Modell. Den Ablauf der Optimierung kann man anschließend als Film betrachten. Anhand der angezeigten Energien lassen sich zum Beispiel Edukte und Produkte einer Reaktion miteinander vergleichen. Leider optimiert die Software unkritisch auch Moleküle wie  $\text{CH}_7$ , die es gar nicht geben kann. Für manche sinnvolle Moleküle, etwa für Butin-2, blieb die Optimierung dagegen im Test wirkungslos.

AtomDroid kann Modelle höchst ansehnlich rendern, sogar Molekülhochbauten aus der Proteindatenbank im Web. Diese ließen sich aber im Test nicht direkt aus der App heraus laden.

- 👆 ansehnliche Modelle
- 👇 fragwürdige Berechnungen
- 👇 mühseliger Formelaufbau



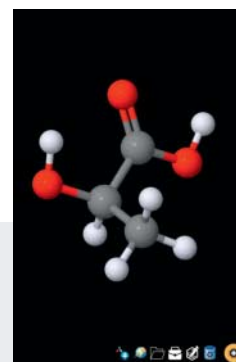
## Lewis Lite

Diese App zeigt als einziger Testkan didat Lewis-Strukturformeln mitsamt freien Elektronenpaaren an, ist damit aber ein One Trick Pony, das bei anderen Visualisierungen passen muss. Sie ist eigentümlich zu bedienen, etwa durch spiegelverkehrte Gesten zum Drehen einer Zeichnung und ungewohnte Modus-Anzeigen.

Im Modus „Draw“ kann man mit jedem Fingertipp eins der darstellbaren Atome platzieren. Außerdem zeichnet man, wenn etwa H eingestellt ist und man mit dem Finger genau ein schon eingezeichnetes C-Atom trifft, von da ausgehend eine C-H-Bindung. Trifft man das C-Atom nicht ganz genau, zeichnet man stattdessen an unpassender Stelle ein H-H-Molekül, das man wieder löschen muss. Abgesehen davon lassen sich in mehreren Schritten auch unsinnige  $\text{CH}_7$ -Gruppen zeichnen. Die App erkennt das nicht als Fehler. Versuche, das durchaus bedeutsame OH-Radikal darzustellen, verweigert sie dagegen mit dem (zutreffenden) Hinweis, darin gebe es eine ungerade Zahl von Elektronen.

Sind alle Atome platziert, bringt „Calculate“ das Molekül in eine ansehnliche Gestalt. Wo von benachbarten Atomen weniger Einfachbindungen ausgehen, als Valenzelektronen vorhanden sind, zeichnet Lewis automatisch Doppel- oder Dreifachbindungen. Es kennt aber keine delokalisierten Bindungen; für das eingangs erwähnte Tropyliumion kann es nur eine der sieben gleichwertigen Grenzstrukturen darstellen. Die Ladung des Ions wird nicht angezeigt.

- 👆 zeichnet Lewis-Formeln
- 👇 keine Konsistenzprüfung
- 👇 keine Ladungsanzeige für Ionen



## Mobile Molecular Modeling

Die ersten Editierschritte mit dieser App muten etwas provisorisch an. Doch zu den damit entworfenen Molekülen vermittelt die Software konkurrenzlose Einblicke, die zum Teil nicht einmal eine Internet-Recherche bieten könnte.

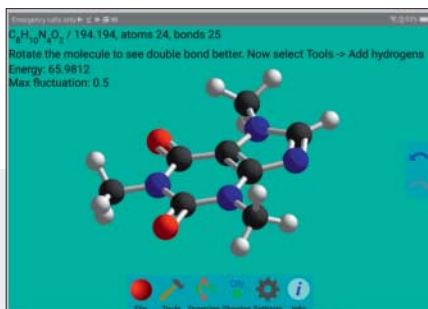
Der Entwurf einer Strukturformel beginnt vorzugsweise mit dem anscheinend zugekauften 2D-Editor unter dessen eigener Bedienführung, die unsinnige Eingaben gar nicht erst zulässt. Mit ihm könnte man gängige Moleküle zügig als 2,5D-Strichformeln entwerfen, wenn man nicht so oft Tippfehler auf die sehr kleinen Schaltflächen und Formelentwürfe korrigieren müsste. So erstellte Formeln konvertiert man per Schaltfläche in 3D-Modelle, denen die Software automatisch plausible Konformationen zuweist.

Mit dem 3D-Editor, der sich nahtlos in die übrigen Funktionen der App einfügt, kann man ein Modell etwas mühsam von Anfang an entwerfen oder ein konvertiertes Modell editieren. Dabei lassen sich zum Beispiel Atome aus dem begrenzten Angebot des 2D-Editors durch beliebige Kandidaten aus dem Periodensystem austauschen oder zusätzliche Atome anfügen. Leider kann man ein Modell danach nicht mit dem eleganteren 2D-Editor weiterbearbeiten.

Steht das Molekülgerüst, öffnet ein Tipp auf den Zahnrad-Button in der 3D-Anzeige eine wahre Wundertüte. Was sich darin alles findet, umreißt der Kasten auf Seite 160.

- 👆 extrem informativ
- 👆 unsinnige Eingaben unmöglich
- 👇 unpraktischer Editier-Workflow





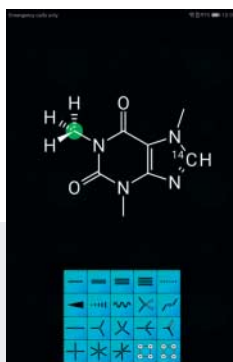
## Molecular Constructor

Mit dem Molecular Constructor ist ein Molekülmodell schnell zusammengekllickt: Ein Tipp öffnet die Auswahl unter den 24 zugänglichen Elementen, ein weiterer Tipp platziert ein Atom der gewählten Art. Zwei Tipps auf benachbarte Atome resultieren in einer Bindung oder in der Option, etwa eine bestehende Einfachbindung in eine Doppel- oder Dreifachbindung zu ändern. Auf demselben Weg lassen sich auch Moleküle in separate Komponenten spalten. Leider prüft die Software nicht, ob man dabei unmögliche Bindungen eingibt, etwa eine Dreifachbindung zu einem H-Atom.

Ist die Option „Shape“ aktiviert, beginnt die App nach jeder Eingabe aufs Neue mit der Aufgabe, die energetisch günstigste Konformation des geänderten Moleküls einzustellen. Anhand des gerenderten Modells und hinsichtlich des ebenfalls – in willkürlichen Einheiten – angezeigten Energieinhalts kann man der Software bei der Arbeit zusehen und verfolgen, wie sie das Energieminimum in immer kleineren Schritten annähert. Allerdings schafft es die Software mitunter auch in Stunden nicht, für eine Methylgruppe mit tetraedrisch hybridisiertem C-Atom die lehrbuchmäßigen Bindungswinkel von jeweils 109,5 Grad einzustellen.

Optisch überzeugen die Modelle aus dieser App – man kann sogar Hintergrundfarben und die Größe der Atome relativ zu den Bindungslängen variieren.

- 👆 sehr flüssig bedienbar
- 👆 viele schöne Anzeigemodi
- 👇 keine Eingabeprüfung



## MolPrime

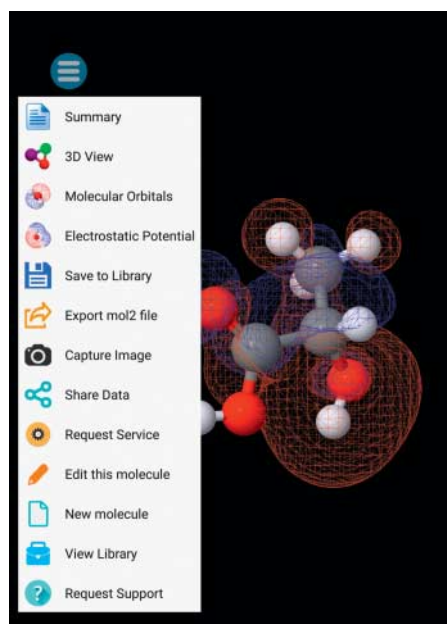
MolPrime ist die Android-Ausführung der iOS-App MolPrime+. Sie kam im Test mit dem breitesten Sortiment an Verbindungen klar, auch wenn sie nicht alles hält, was der App-Store – offenbar mit Bezug auf die iOS-App – verspricht. Die Diskrepanz äußert sich schon darin, dass man das durchaus angebrachte Tutorial nicht mit der App öffnen kann, sondern allenfalls per URL im Browser (siehe [ct.de/ybnpn](http://ct.de/ybnpn)).

MolPrime motiviert den Anwender, gleich ins Volle zu gehen: Beim Aufruf erscheinen acht Kacheln mit recht komplexen, editierbaren Strukturformeln als Vorlagen. Nach Auswahl einer Kachel kann man die Vorlage modifizieren oder sie dauerhaft löschen und bei null anfangen. Der Editor beherrscht Modi, in denen sich Atome mit festen, realistischen Bindungswinkeln einfügen lassen, sehr schnell ganze Molekülketten mit einzelnen Fingertipps zeichnen oder einzelne Bindungslängen oder -winkel in einem Entwurf beliebig anpassen lassen. So kann man alle erdenklichen Molekülstrukturen realisieren, leider auch chemisch unmögliche.

Die App bietet keine schwebenden Molekülmodelle an, bewährt sich dafür aber umso besser als Grafik-Lieferant für Berichte. Zum Beispiel kann sie selektierte, im Einzelfall uninteressante Molekülbereiche in der Formel durch ein kompaktes Textkürzel ersetzen, etwa die 21 Atome der Aminosäure Phenylalanin durch ein kompaktes „-Phe“.

- 👆 flüssig bedienbar
- 👆 gute 2D- und 2,5D-Darstellung
- 👇 keine Konsistenzprüfung

Anzeige



Mobile Molecular Modeling rendert zum Milchsäuremolekül (siehe S. 158) auf Wunsch auch dessen Molekülorbitale.

## Atomare Tücken

Viele einfache Moleküle lassen sich perfekt mit klassischen Strukturformeln beschreiben, zum Beispiel das der Essigsäure wie im Kasten auf Seite 157. Schwieriger wird es, wenn ein Molekül einen oder mehrere Ringe enthält – dann muss die Software beim Bau die Enden einer irgendwie geschlängelten Kette von Atomen miteinander verbinden und den geschlossenen Ring aus einer womöglich ganz unregelmäßigen in eine ansehnliche und plausible Form bringen.

Stolpersteine stellen auch solche Moleküle dar, bei denen es auf die Konfiguration ankommt – wenn also ein Molekül allein durch die Angaben, welche Atome miteinander verbunden sind, noch nicht vollständig beschrieben ist. Das betrifft die cis-/trans-Isomerie, die sich immerhin leicht in zwei Dimensionen dokumentieren lässt, ebenso wie chirale Moleküle.

Ein Beispiel dafür liefert das Milchsäuremolekül, in dem ein C-Atom mit vier verschiedenen Nachbarn verbunden ist. Solche Moleküle können in zwei unterschiedlichen Formen, sogenannten Enantiomeren, existieren, die man nicht ineinander umwandeln kann, ohne Bindungen zu lösen und anders neu zu schließen. Einer 2D-Formel kann man nicht ansehen, welches Enantiomer gemeint ist. Klarheit schafft erst eine perspektivische Darstellung mit Informationen, ob eine Bindung in der Bildebene liegt oder nach hinten

oder vorne aus dieser heraus ragt. Solche Darstellungen wie für die H-Atome links im Screenshot zu MolPrime auf Seite 159 bezeichnen wir in diesem Beitrag als 2,5-dimensional.

Aromatische Verbindungen sind weitere Herausforderungen für die Apps: In ihren Molekülen lassen sich Einfach- und Doppelbindungen nicht eindeutig differenzieren. Mit herkömmlichen Strich- oder Stabdarstellungen müsste man für solche Moleküle jeweils mehrere Zustände notieren, die die Moleküleigenschaften gleichzeitig bestimmen.



Etwa für das Tropyliumion, das im Screenshot zu Lewis Lite auf Seite 158 zu sehen ist, müsste man korrekterweise sieben Formeln zeichnen, bei denen jeweils ein anderes C-Atom nur an Einzelbindungen beteiligt ist und die positive Ladung des Ions trägt. Mit Lewis-Darstellungen lässt sich das Problem nicht lösen, in klassischen Strichformeln hat sich dagegen die hier abgebildete Notation etabliert. Eine solche Darstellung brachte keiner unserer Testkandidaten in zwei Dimensionen zuwege. Der Screenshot auf Seite 158 links zeigt aber, dass zumindest AtomDroid den Sachverhalt adäquat im 3D-Modell für Tropyliumchlorid visualisiert.

## Fazit

Wer sich als Chemie-Einsteiger ans Design virtueller Moleküle wagt, den lassen AtomDroid, Molecular Constructor und MolPrime womöglich ins offene Messer rennen und rendern klaglos auch Moleküle, die es gar nicht geben kann. Doch für Anwender mit elementaren Grundkenntnissen bewähren sich alle drei Programme ebenso wie Mobile Molecular Modeling als nützliche Werkzeuge für Studium und Wissenschaft. Lewis Lite empfiehlt sich nur für den Spezialfall, dass man Lewis-Strukturen zur Visualisierung einschließlich der freien Elektronenpaare eines Moleküls zeichnen möchte, kann aber ansonsten nicht mithalten. Während AtomDroid und MolPrime auch Biochemikern helfen, indem sie komplexe Moleküle aus riesigen Webdatenbanken rendern, tut sich Molecular Constructor als äußerst effizienter Editor für neu erstellte Formeln hervor – gut für Serientäter. Darüber hinaus hat uns Mobile Molecular Modeling mit immensen Zusatzinformationen fasziniert, die im Chemiestudium manche anspruchsvolle Recherche ersetzen können. (hps@ct.de) **ct**

### Tutorial- und Bibliotheksadressen:

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

## Viel mehr als nur Modelle

Die App Mobile Molecular Modeling hat uns mit zahlreichen Zusatzinformationen zu den entworfenen Molekülen verblüfft. Mit Internet-Hilfe errechnet sie thermodynamische Eigenschaften und verschiedene Spektren des Moleküls. Auch das elektrostatische Potenzial in der Molekülumgebung kann sie dreidimensional darstellen. Außerdem befragt sie – ausschließlich anhand der Strukturformel – auf Wunsch die öffentliche PubChem-Datenbank nach der beschriebenen Substanz und liefert zum Beispiel den Substanznamen nach den Regeln der IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry).

Damit nicht genug: Im Termschema mit den Energieniveaus aller relevanten Molekülorbitale ist für jedes Orbital eine grafische Darstellung mit dem Molekül in der Mitte abrufbar. Wir kennen keine andere Software, mit der man diese sehr

speziellen Visualisierungen aufs Display bekäme.

Die berechneten Infrarotspektren haben wir für einige Substanzen mit veröffentlichten Spektren verglichen und fanden sie in groben Zügen korrekt. Die Spektren der App haben zudem noch ein Schmankerl auf Lager: Tippt man eine Absorptionsbande an, erscheint das 3D-Molekülmodell mit einer Animation genau derjenigen Schwingungsmode, die für die gewählte Absorption verantwortlich ist. Auch dazu findet man außerhalb dieser App nur für ganz einfache Moleküle Beschreibungen im Lehrbuch oder Internet. Die errechneten Massen- und Kernspinresonanzspektren (MS und NMR, Nuclear Magnetic Resonance) zeigte die Software im Test nur auszugsweise an, sodass man damit nicht viel anfangen konnte. Doch nichts für ungut: Hier mäkeln wir auf höchstem Niveau.

## Android -Apps zum Editieren chemischer Formeln

App	AtomDroid	Lewis Lite	Molecular Constructor	MolPrime	Mobile Molecular Modeling
Hersteller	CCB Göttingen	Scidroid Mobile Computing	Alexander Teplukhin	Molecular Materials Informatics	Amase
Betriebssystem	Android 4.1	Android 4.0	Android 4.0	Android 2.3.3	Android 4.0.3
Funktion	Molekül-Baukasten und Rechenwerkzeug	Strukturformeleditor mit Lewis-Darstellung	Molekül-Modellierer	Strukturformeleditor	Molekül-Modellierer, prophezeit Spektren
Speicherbelegung	0,91 MB	1,77 MB	5,04 MB	1,98 MB	8,21 MB
<b>Eingabe</b>					
darstellbare Strukturen	Moleküle	Moleküle und Ionen, keine Radikale	Moleküle und Radikale mit lokalisierten Bindungen, keine Ionen	Moleküle, Ionen, Radikale	Moleküle, Ionen, Radikale
zugängliche Bestandteile	alle Atome	H, B, C, N, O, F	Atome von 24 Elementen	alle Atome und Isotope, >50 Grundgerüste	alle Atome, X, 20 Grundgerüste
mögliche Vorgaben zur Konfiguration	keine	keine	keine	Bindungswinkelvorgaben	Bindungswinkelvorgaben
Editierhilfen	H-Sättigung	keine	H-Sättigung	Gruppenmarkierung, Cut & Paste	H-Sättigung
editierbare Vorlagen	>1000 (Web-Bibliothek), außerdem PDB <sup>1</sup>	keine	9 <sup>2</sup>	140	22 Grundstrukturen und funktionelle Gruppen
<b>Anzeige</b>					
Optimierung der Konformation	✓	✓ <sup>3</sup>	✓	–	✓
Konsistenzprüfung	✓ <sup>4</sup>	✓ <sup>4</sup>	✓ <sup>4</sup>	–	unsinnige Eingaben unmöglich
Darstellungsmodi	Stäbe, Kugeln	2D-Strichzeichnung	Stäbe, Kugeln, Kalotten	2,5D-Strichzeichnung	2,5D-Strichzeichnung, Kugeln
zusätzliche Informationen	Bindungslängen, Energieinhalte gemäß mehreren Rechenverfahren	Oxidationszahl, formale Ladung, Hybridisierung, idealisierter Bindungswinkel selektierter Atome	Summenformel, Molmasse, Energieinhalt	–	PubChem-Daten incl. IUPAC-Bezeichnung und Bildungsenthalpie, MS, IR-, <sup>1</sup> H- und <sup>13</sup> C-NMR-Spektrum, animierte Schwingungsmoden, Molekül-orbitale und Termschema, elektrostatisches Potenzial
Export	Screenshot, Koordinatendatei, Web-Bibliothek	Screenshot	Screenshot, Koordinatendatei	Screenshot, PNG, Koordinatendatei, Webdatenbank	Screenshot, PNG, Koordinatendatei
<b>Bewertung</b>					
Vielseitigkeit	⊕	⊖	⊕	⊕⊕	⊕
Anleitung	⊖	⊖⊖ (keine)	⊕	⊖ <sup>5</sup>	⊕
Bedienung	○	⊖⊖	○	○	○
Export	○	⊖⊖	⊖	⊕	○
Erkenntnisgewinn	○	○	○	⊖	⊕⊕
<sup>1</sup> PDB (Protein Data Bank) nur mit gesondert heruntergeladenen Dateien <sup>2</sup> Anfangsbestand der lokalen Bibliothek <sup>3</sup> in einfachen Molekülen <sup>4</sup> eingeschränkt <sup>5</sup> nur indirekt erreichbar					
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe					

Anzeige



# Sprechende Lampen

## Einfache Netzwerke für die Hausautomation mit Zigbee

**Zigbee macht den Aufbau eines Funknetzes zwischen Lampen und Sensoren einfach. Wenn man weiß, wie Nachrichten von Gerät zu Gerät weitergegeben werden, wird auch die Fehlersuche einfacher.**

Von Jan Mahn

**D**rahtlose Übertragungswege zur Steuerung von Geräten gibt es viele. Einige Hersteller erfinden einfach ihre

eigene Protokollbeschreibung auf dem Reißbrett – wie HomeMatic das BidCoS. Andere schließen sich zu einem Herstellerkonsortium zusammen und entwickeln gemeinsam eine Lösung. Ein solches Gemeinschaftsprodukt ist Zigbee, das von der Zigbee Alliance betreut wird. Mit dabei sind Branchengrößen wie Philips, Bosch, Intel oder Texas Instruments. Wer ein Produkt als „Zigbee Certified“ bewerben will und das Logo nutzen möchte, muss Mitglied der Alliance werden und die Einhaltung der Zigbee-Spezifikation von einer der unabhängigen Testeinrichtungen bestätigen lassen.

### Gemeinsames Fundament

Zigbee ist eine Spezifikation. Das bedeutet, dass ein Hersteller sich an alle Inhalte des knapp 600 Seiten langen Dokuments halten muss, wenn er sein Produkt später als „Zigbee Certified“ anbieten will. Den Text und alle in diesem Artikel erwähnten Spezifikationen finden Sie über [ct.de/yxnm](http://ct.de/yxnm), teilweise ist für den Download die Angabe einer Mail-Adresse erforderlich.

Die Zigbee-Spezifikation basiert wiederum auf einem IEEE-Standard und weicht von diesem nur in Details ab. Das Dokument IEEE 802.15.4 beschreibt die unteren beiden Schichten im OSI-Schichtenmodell zum Aufbau eines „Wireless Personal Area Networks“. Neben dem Frequenzbereich von 2400 bis 2483,5 MHz sieht der Standard noch weitere Bereiche vor, fast alle Zigbee-Geräte arbeiten aber wie WLAN und Bluetooth bei 2,4 GHz. Jedes Gerät bekommt bei der Herstellung eine einmalige physische Adresse, bestehend aus einer 32 Bit langen Herstellerkennung und einer 32 Bit langen Seriennummer (Media Access Control, MAC).

### Gerätekunde

In einem Netz nach IEEE 802.15.4 gibt es verschiedene Gerätetypen, die auch in der Zigbee-Spezifikation unter etwas anderem Namen vorkommen. Zentrum ist der Coordinator, der Chef im Netzwerk. Diese Rolle darf es nur einmal geben, er muss permanent laufen und erreichbar sein. Bei der ersten Anmeldung eines neuen Geräts weist der Coordinator jedem Gerät eine 16 Bit lange Adresse zu, die im Netzwerk einmalig ist. Damit ist die theoretische Größe eines Netzwerks auf 65.536 Geräte beschränkt. Der Coordinator selbst hat immer die Adresse 0x0000.

Weitere Geräte, die neben dem Coordinator immer erreichbar sind, nennt der IEEE-Standard „Full Function Device“ – im Zigbee-Netz heißen sie „Router“. Sie können Nachrichten weiterleiten, die nicht an sie selbst adressiert sind, und kommunizieren dazu mit anderen Routern über mögliche Wege durch das Netz. Gefundene Pfade speichern sie in Routingtabellen. Diese Routing-Funktionen sind Teil der dritten OSI-Schicht und werden daher in der Zigbee-Spezifikation beschrieben. Router dürfen zahlreich im Netzwerk vorkommen, es können Maschen- oder Baumstrukturen entstehen.

Geräte, die nicht rund um die Uhr aktiv sind, nennt der Standard „Reduced Function Device“ – bei Zigbee heißen sie



„End Device“. Sie verbringen die meiste Zeit in einem Schlafzustand und erwachen nur für die Übertragung einer Nachricht. Da man sich auf ihre Weiterleitungsfähigkeiten nicht verlassen kann, dürfen sie auch keine Nachrichten weiterleiten. Beispiele sind Fernbedienungen oder Sensoren, die mit Batterien arbeiten.

## Gerätepraxis

In der Praxis werden die Aufgaben des Coordinators meist von einem Netzwerk-Gateway des jeweiligen Herstellers übernommen. Sie haben ein Funkmodul für die Zigbee-Anbindung und WLAN oder Ethernet, um sie mit dem Heimnetz zu verbinden. Möchte der Benutzer neue Geräte in das Zigbee-Netzwerk aufnehmen, aktiviert er den Aufnahme-Modus im Coordinator. Das neue Gerät, das sich im Werkszustand befinden muss, bittet um Aufnahme – also um Zuteilung einer netzwerkweiten Adresse – und um den Schlüssel, mit dem der Verkehr zwischen Netzwerkteilnehmern verschlüsselt ist. Die Schlüsselübergabe ist der kritische Moment. Jeder, der während eines Aufnahmeprozesses den Funkverkehr abhört, könnte den Schlüssel mithören und später alle Nachrichten entschlüsseln oder selbst gültige Nachrichten verschicken.

## Universalschlüssel

Da fast alle Zigbee-Geräte keine Bedienelemente, kein Display und keine Ressourcen für aufwendige kryptografische Rechenoperationen haben, brauchte man eine Lösung, die etwas sicherer als eine Klartextübertragung des Netzwerkschlüssels ist, dem Benutzer aber keinen Aufwand bereitet. Die Lösung ist ein einheitlicher Master-Key. Den bekommen Hersteller nur, wenn sie Mitglied der Zigbee Alliance werden und sich zur Geheimhaltung verpflichten – seit Jahren findet man ihn allerdings im Internet. Dieser Schlüssel wird nur für die verschlüsselte Übermittlung des Netzwerk-Keys verwendet. Weil man den Schlüsselaustausch also gestrost als unsicher bezeichnen kann, gibt es noch eine physische Sicherung: Die Geräte senken während der Aufnahmephase die Sende- und Empfangsleistung und bewerten anhand der Verbindungsqualität, ob das Gegenüber in der Nähe ist. Daher muss der Nutzer seine Zigbee-Glühlampe zum Anlernen direkt neben die Bridge legen.

Ein Angreifer müsste sich also zum richtigen Zeitpunkt, nämlich wenn der

Aufnahme-Modus aktiv ist und ein Gerät angelernt wird, am besten in der Wohnung befinden, um den Schlüssel abzuhören. Ist der Netzwerkschlüssel erst mal übertragen, ist Zigbee vergleichsweise sicher. Alle Nachrichten werden mit AES-128 verschlüsselt. Replay-Attacken, also das Aufzeichnen und Abspielen einer Nachricht, werden durch Counter verhindert, die nach einer Nachricht erhöht werden. Doppelte Nachrichten werden verworfen.

Das Zurücksetzen in den Werkszustand lösen die Hersteller unterschiedlich, und der Benutzer muss einen Blick in die Bedienungsanleitung werfen. Einige Geräte brauchen einen Befehl von einer Fernbedienung oder des Coordinators, der auch mit sehr kleiner Sendeleistung verschickt wird. Andere Geräte müssen fünf oder sechs Mal hintereinander an- und ausgeschaltet werden.

## Einheitssprache

Nach dem Abschluss der Aufnahmeprozedur können sich Geräte im Netz untereinander über die 16-Bit-Kurzadresse erreichen und Nachrichten schreiben.

Was die Nachrichten enthalten, hängt von der Art des Geräts ab. Damit Zigbee-Produkte auch über Herstellerengrenzen miteinander arbeiten können, hat man sich zunächst auf Nutzungsprofile geeinigt. Lampen, Schalter und Licht-Fernbedienungen fielen in das Profil „Zigbee Light Link“. Hier werden Nachrichten für Helligkeit, An/Aus, Farbtemperatur oder Farbmischung spezifiziert. Andere Produkte aus dem vernetzten Zuhause fielen in das „Home Automation Public Application Profile“. Diese Spezifikation listet

zum Beispiel Steckdosen, Sensoren, Türschlösser und Heizkörperthermostate und passende Bedienteile auf. Aber auch Lampen konnten nach dieser Spezifikation arbeiten. Für den Anwender war das frustrierend, weil nicht jedes Zigbee-Produkt mit allen Geräten kompatibel war. Abhilfe soll Zigbee 3.0 schaffen, das 2015 spezifiziert wurde. Die Profile wurden zusammengefasst, gleichzeitig ist Zigbee 3.0 abwärtskompatibel zu Light Link und dem Hausautomations-Profil. Seit Anfang 2018 unterstützt die weitverbreitete Hue-Bridge (Version 1 und 2) Zigbee 3.0, IKEA's Trådfri-Lampen sprechen weiter Light Link und bleiben kompatibel.

## Probleme lösen

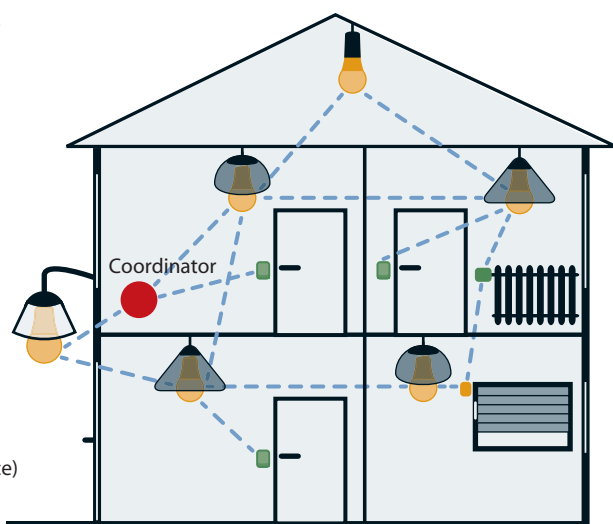
Wie jede Übertragung per Funk ist auch Zigbee anfällig für Störungen. Der Frequenzbereich bei 2,4 GHz ist mit WLAN und Bluetooth schon stark frequentiert. Stört etwas, bringt ein Kanalwechsel auf einen der anderen 25 Kanäle meist Besserung. Optimieren kann man auch den Empfang: Wer alle Ecken seines Hauses mit Zigbee erreichen will, sollte in jedem Raum einen Router platzieren – zum Beispiel in Form eines Leuchtmittels. Der konventionelle Lichtschalter sollte dann aber stillgelegt werden, damit niemand wichtige Knotenpunkte des vermaschten Netzwerks ausknipsen kann. Wer Probleme mit der Steuerung über die App des Herstellers hat oder mit dem Funktionsumfang nicht zufrieden ist, findet auf Seite 164 eine Bridge im Eigenbau. (jam@ct.de) **ct**

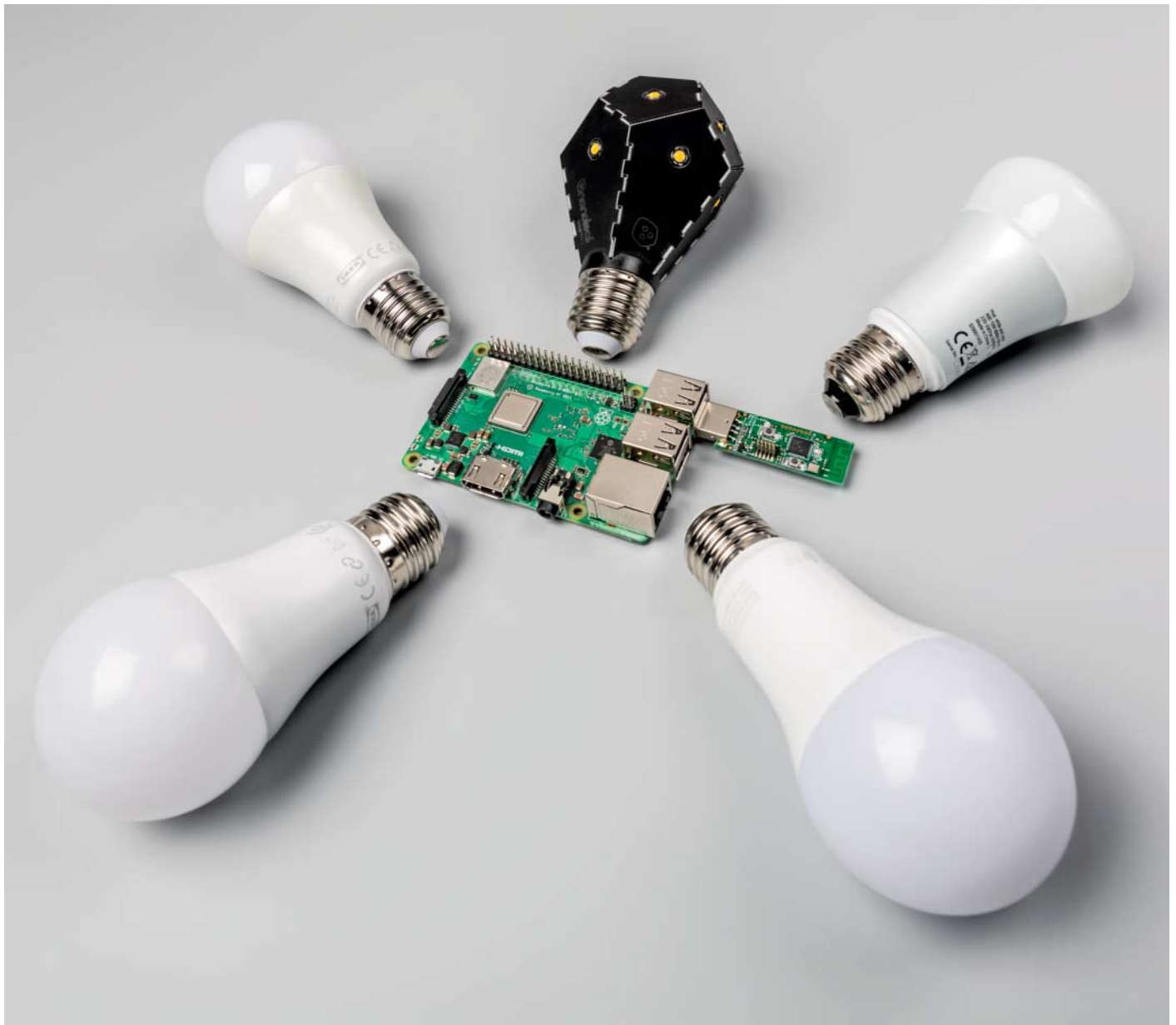
**Spezifikationen und Standard:**  
[ct.de/yxnm](http://ct.de/yxnm)

## Zigbee-Netz im Haushalt

Geräte, die ständig mit Strom versorgt werden, können als Router arbeiten und das Signal weiterleiten.

- Router (Full Function Device)
- End Device (Reduced Function Device)





# Luftbrückenbau

## Zigbee-Geräte ohne Cloud und Hersteller-Bridge betreiben

**Zigbee ist vor allem bei steuerbaren Lampen weit verbreitet und das Angebot an Geräten ist groß. Die Hersteller versuchen aber, ihre Kunden an ihr Gateway mit zugehöriger Cloud und App zu binden. Mit einem günstigen Chip und einem Raspberry Pi kann man sich diese Hersteller-Bindung sparen.**

Von Jan Mahn

**Z**igbee eignet sich aus vielen Gründen für drahtlose Übertragungen im vernetzten Zuhause. Die Einrichtung eines Netzwerks ist einfach, die Übertragung einer Nachricht kostet wenig Energie – praktisch für batteriebetriebene Geräte.

Bei allen Vorteilen der Funktechnik schrecken viele Nutzer aber vor der Vorstellung zurück, die Lichtsteuerung einem Gateway eines Herstellers anzuvertrauen. Diese Geräte übersetzen Befehle aus dem Heimnetz ins Zigbee-Netz und unterhalten sich nebenbei gern mit der Cloud des

Herstellers und bringen eine eigene App mit. Für Anwender, die damit ein Problem haben, hat der Niederländer Koen Kanter das Open-Source-Projekt `zigbee2mqtt` ins Leben gerufen. Es nutzt einen USB-Stick von Texas Instruments, der für die Netzwerkanalyse vertrieben wird und den Zigbee-Verkehr in das Protokoll MQTT [1] übersetzt.

### Materialbeschaffung

Der benötigte Chip heißt „CC2531“. Es gibt ihn auf einem USB-Stick montiert, zu

finden über Suchbegriffe wie „Zigbee Sniffer“ oder „Protocol Analyzer“. Bei deutschen Händlern finden Sie ihn erst ab 40 Euro aufwärts. Es lohnt ein Einkauf bei einem Händler aus Fernost zu Preisen ab 5 Euro – trotz Lieferzeiten von drei Wochen. Um ihn mit der passenden Firmware zu bespielen, benötigen Sie einmalig den „Texas Instruments CC Debugger“ und das passende Adapterkabel. Auf Handelsplattformen wie Aliexpress oder Ebay werden die Teile meist gleich vorgeschlagen, wenn man den CC2531 gesucht hat. Achten Sie vor der Bestellung darauf, dass alle Komponenten im Warenkorb liegen. Das Bild auf dieser Seite zeigt, wie die Teile aussehen.

Als Server für die Übersetzung kann ein beliebiger Linux-Rechner dienen. Ein Raspberry Pi, der nebenbei noch als MQTT-Broker und Logikzentrale dient, bietet sich an.

## Softwarebeschaffung

Liegen die Teile bereit, muss die Firmware für das Projekt auf den USB-Stick. Diese finden Sie als Hex-Datei über [ct.de/ygdp](http://ct.de/ygdp), zusammen mit den Links zu den anderen eingesetzten Programmen. Unter Windows ist das Flashen schnell erledigt: Sie benötigen Version 1 der Software „Flash Programmer“ von Texas Instruments – wählen Sie nicht die Version „v2“. Zum Download müssen Sie sich bei Texas Instruments registrieren und in einem Formular bestätigen, dass Sie das Programm nicht militärisch nutzen.

Jetzt ist der Treiber für den Programmieradapter an der Reihe. Über [ct.de/ygdp](http://ct.de/ygdp) finden Sie den Link zu einer Zip-Datei mit dem Treiber für 32 und 64 Bit. Nach der Installation schließen Sie den CC Debugger mit einem Micro-USB-Kabel an. An den Ausgang des Debuggers schließen Sie, wie auf dem Foto rechts zu erkennen, den CC2531 mit dem Flachbandkabel und dem Adapter an – dieser gehört in eine weitere USB-Buchse am Computer. Wenn die LED am Debugger rot leuchtet, betätigen Sie den Reset-Button, bis sie grün wird.

Öffnen Sie das Programm Flash Programmer. Der CC2531 sollte hier in der Geräteliste auftauchen und ausgewählt sein. Wählen Sie über „Flash image“ die heruntergeladene Hex-Datei aus, die anderen Einstellmöglichkeiten bleiben unverändert. Mit dem Button „Perform Actions“ beginnt das Beschreiben des

Speichers und nach etwa einer Minute ist der Zigbee-Stick fertig.

Wer macOS oder Linux nutzt und keinen (virtualisierten) Windows-PC zum Flashen zur Hand hat, muss einige Abhängigkeiten installieren und das cc-tool erst kompilieren. Die benötigten Pakete hängen leider von der Distribution ab – Anleitungen finden Sie über [ct.de/ygdp](http://ct.de/ygdp).

Schließen Sie den Stick an den Raspberry an und überprüfen Sie mit `ls -l /dev/ttyACM0`, ob er unter der Standard-Adresse erreichbar ist (was der Fall sein sollte). Sollte in der Ausgabe nicht CC2531 on /dev/ttyACM0 erscheinen, müssen Sie mit `ls /dev` überprüfen, welche Adresse er von Raspbian bekommen hat – sie beginnt mit ttyACM.

## Brücke im Container

Für die Übersetzung der MQTT-Nachrichten in das Zigbee-Universum muss jetzt das Programm `zigbee2mqtt` vorbereitet werden. Das könnte man, zusammen mit dem eingesetzten Node.js-Server, auf dem Raspberry installieren. Wesentlich komfortabler ist es, auf den Docker-Container zurückzugreifen, der alle Abhängigkeiten enthält. Auch der benötigte MQTT-Broker startet schnell als Container.

Docker installieren Sie unter Raspbian mit folgendem Befehl:

```
curl -sSL https://get.docker.com | sh
```

Fügen Sie jetzt den Nutzer `pi` zur Gruppe der Docker-Nutzer hinzu und starten Sie den Raspberry neu:

```
sudo usermod -aG docker pi
```

Um den Aufbau aus mehreren Containern zu starten, installieren Sie Docker-Compose:

```
sudo apt install docker-compose
```

Nach der Installation sollte der Befehl `docker version` die aktuelle Versionsnummer zurückgeben und Sie sind bereit, die Container-Umgebung zu starten. Diese haben wir in ein GitHub-Repository gepackt, das außerdem noch den Regeleditor Node Red enthält [2]. Laden Sie das Repository per Git herunter und wechseln Sie dann mit `cd` in den Ordner:

```
git clone https://github.com/jamct/
node-red-pack.git
cd node-red-pack
```

Die Umgebung startet mit folgendem Befehl und zeigt alle Rückgaben der Container in der Kommandozeile an:

```
docker-compose -f docker-compose.yml
-f docker-compose.raspi.yml up
```

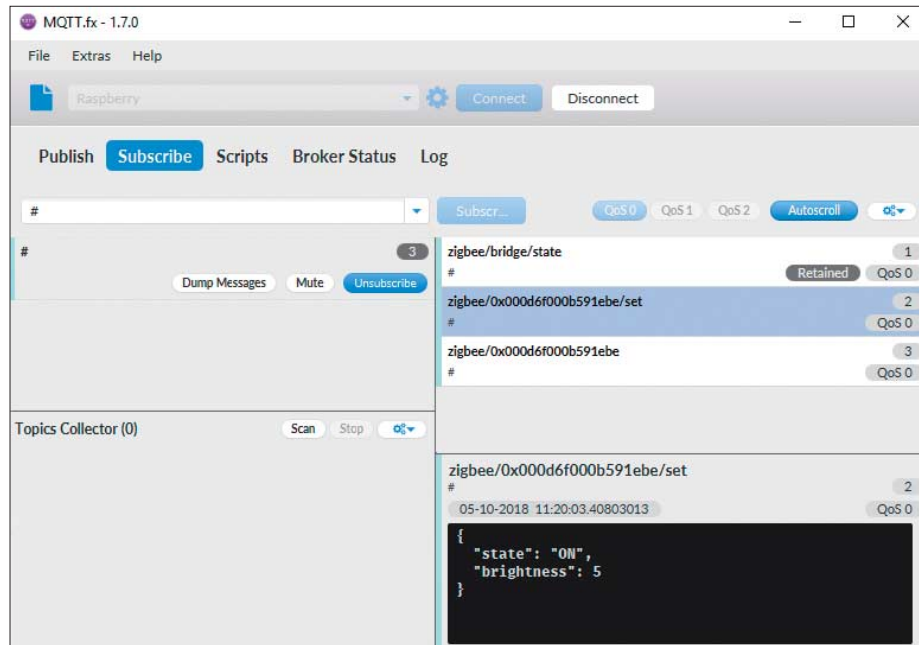
Wenn die Container im Hintergrund ohne Ausgabe laufen sollen, hängen Sie am Ende `-d` an. Hat Ihr Stick nicht die Standardadresse `/dev/ttyACM0` bekommen, müssen Sie vor dem Start des Containers die Datei `docker-compose.yml` öffnen und die Adresse in der letzten Zeile ändern.

## Erster Funkkontakt

Jetzt ist es an der Zeit, das erste Gerät anzulernen. Um MQTT-Nachrichten zu senden und zu empfangen, sollten Sie einen



Zum Programmieren werden Stick und Programmer verbunden. Beide Geräte müssen an USB-Ports angeschlossen werden.



Mit der Software MQTT.fx bekommen Sie einen Überblick, welche MQTT-Nachrichten verschickt werden.

MQTT-Client wie MQTT.fx installieren, den es für alle Betriebssysteme kostenlos gibt (zu finden über [ct.de/ygdp](http://ct.de/ygdp)). Verbinden Sie sich mit dem MQTT-Broker, indem Sie die IP-Adresse des Raspi eingeben. Abonnieren Sie dann im Reiter „Subscribe“ alle Nachrichten, indem Sie den Platzhalter # in die Drop-Down-Liste eintragen.

Damit sich das Gerät mit dem Zigbee-Netz verbindet, muss es sich im Werkszustand befinden. Das Zurücksetzen lösen die Hersteller unterschiedlich. Eine IKEA-Trådfri-Lampe müssen Sie 6-mal direkt hintereinander ein- und ausschalten. Philips-Hue-Lampen benötigen einen Rücksetzbefehl von der Hue-Bridge. Für Ihr Gerät sollten Sie die Anleitung des Herstellers zur Hand nehmen.

Bringen Sie das zurückgesetzte Gerät, zum Beispiel eine Lampe, in die Nähe des USB-Sticks – auf der Kommandozeile des Raspi sehen Sie die Zeile `Connecting with device...`, dann `New device connected`, gefolgt von einer Hexadezimalzahl. Dies ist die Adresse des Geräts im Zigbee-Netz. Kopieren Sie diese Adresse heraus und bereiten Sie eine Nachricht in MQTT.fx mit folgendem Topic vor:

```
zigbee2mqtt/<Adresse der Lampe>/set
```

Der Inhalt der Nachricht hängt von der Art des Geräts ab und wird als JSON-Objekt übertragen. Eine einfarbige, dimmbare Lampe schaltet man mit folgendem String ein:

```
{
  "state": "ON",
  "brightness": 255
}
```

Dem Attribut "state" können Sie außerdem die Werte "OFF" und "TOGGLE" (Wechsel in anderen Zustand) übergeben. Die Helligkeit können Sie zwischen 0 und 255 einstellen. Mit dem zusätzlichen Wert "transition" : 5 können Sie einen langsamen Übergang von 5 Sekunden einrichten. RGB-Lampen erwarten ein Objekt namens `color`, zum Beispiel:

```
{
  "state": "ON",
  "brightness": 255,
  "color": {
    "r": 46,
    "g": 102,
    "b": 193
  }
}
```

## Fernbedienbar

Die Zigbee-MQTT-Brücke arbeitet auch andersherum. Wenn Sie eine Zigbee-Fernbedienung, einen Dimmschalter oder einen Sensor besitzen, können Sie diese ebenfalls in den Werkszustand versetzen, ins Netz aufnehmen lassen und die eingehenden MQTT-Nachrichten beobachten. Viele Geräte schicken neben dem Messwert oder dem Namen des betätigten Buttons mit jeder Nachricht ihren Akku-Füllstand mit.

Die hexadezimalen Adressen sind bei der späteren Einrichtung nicht sehr gut zu merken. Daher hat zigbee2mqtt einen Mechanismus zum Umbenennen eingebaut. Schicken Sie eine MQTT-Nachricht an die Adresse `zigbee2mqtt/bridge/config/rename` und übertragen Sie die Namensänderung als JSON:

```
{
  "old": "ID des Geräts",
  "new": "Lesbarer Name"
}
```

Haben Sie alle Geräte aufgenommen, sollten Sie den Modus zum Anlernen neuer Geräte abschalten. Solange dieser aktiv ist, könnten Fremde, die sich in Funkreichweite befinden, ein Gerät ins Netzwerk bringen und darüber auf Ihre Geräte zugreifen. Auch zum Ein- und Ausschalten des Anlernmodus gibt es einen MQTT-Befehl. Senden Sie `true` oder `false` an `zigbee2mqtt/bridge/config/permit_join`. Diese Einstellung wird allerdings nicht gespeichert. Empfehlenswert ist es daher, die Container zu stoppen und die Datei `data/zigbee/configuration.yaml` im Ordner `node-red-pack` zu öffnen und `permit_join` auf `false` zu setzen. Damit stellen Sie sicher, dass die Software nach einem Neustart keine Geräte aufnimmt.

## Wenn-Dann-Sonst

Wie Sie die Zigbee-MQTT-Bridge in Ihre Automation integrieren, hängt von Ihrer eingesetzten Hard- und Software ab. Viele Automationszentralen wie OpenHab oder HomeAssistant verstehen MQTT. Sie können auch das im Container-Paket mitgelieferte Node Red einsetzen, um Regeln zu erstellen. Die Oberfläche erreichen Sie im Browser über die URL `<IP des Raspberrys>:1880`.

Bei der Auswahl von Geräten für das eigene Zuhause kann man sich gut von der Liste der von zigbee2mqtt unterstützten Geräte inspirieren lassen. Sie enthält über 100 Produkte unterschiedlicher Hersteller. Viele Fragen, auch zu weniger verbreiteten Produkten, werden im Wiki zum GitHub-Projekt beantwortet. Die gute Dokumentation und die große Community machen den Einstieg leicht. ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de))

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [2] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142

**Software und Dokumentation:**  
[ct.de/ygdp](http://ct.de/ygdp)



Anzeige

# Tipps & Tricks

## Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

### unsere Kontaktmöglichkeiten:

 [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

  [c't magazin](#)

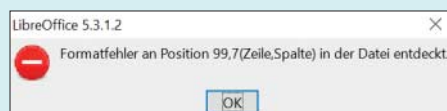
 [@ctmagazin](#)

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

## Inhalt defekter LibreOffice-Dateien extrahieren

**?** Mitten in der Bearbeitung eines Textes hat sich LibreOffice unerwartet beendet. Wenn ich nun versuche, die Datei wieder zu öffnen, meldet mir LibreOffice, sie sei defekt und weise einen Formatfehler auf. Der Trick, die Dateiendung in .zip zu ändern und den Inhalt zu entpacken, um so an die Textdatei zu kommen, klappt bei mir nicht. Wie rette ich meinen Text?

**!** Ändern Sie die Dateiendung von .odt in .txt und öffnen Sie die Datei nun mit einem beliebigen Editor. Auf den ersten Blick sieht alles wirr aus, aber ignorieren Sie einfach alle Zeilen, die mit einem Schrägstrich oder einer geschweiften Klammer anfangen: Ihr Text steht in den Zeilen, die ohne Sonderzeichen beginnen. Kopieren Sie ihn einfach in ein neues Dokument. (bkr@ct.de)



Auch wenn LibreOffice einen solchen Fehler meldet, ist der Text noch nicht verloren.

## Kennwort des Microsoft-Kontos vergessen

**?** Ich kann mich an meinem Microsoft-Konto nicht mehr anmelden, weil ich das Kennwort vergessen habe. Und nun?

**!** Klicken Sie im Anmeldedialog auf „Kennwort vergessen?“, dann können Sie sich an die Mail-Adresse, die zum Microsoft-Konto gehört, einen Code zum Zurücksetzen zuschicken lassen. Falls Sie darauf keinen Zugriff haben, können Sie eine andere Mail-Adresse angeben. Anschließend wird Ihre Identität überprüft, wobei unter anderem bei der Einrichtung des Kontos eingegebene Daten wie Name, Land, Geburtstag und Postleitzahl abgefragt werden. Außerdem will man von Ihnen wissen, ob Sie sich erinnern, an welche Kontakte Sie mit diesem Konto die letzten Mails geschickt haben, welches Ihr Skype-Name ist und so weiter. Sobald genug Informationen vorhanden sind, kann es bis zu 24 Stunden dauern, bis eine Mail mit dem Link zum Zurücksetzen des Kennworts kommt.

In der Mail kann aber auch nur der Hinweis enthalten sein, dass die gelieferten Informationen nicht ausreichen. Das passiert vor allem dann, wenn man ein Microsoft-Konto ausschließlich zum Anmelden an Windows und sonst so gut wie gar nicht benutzt – dann kann allenfalls der Support helfen. Uns sind aber Fälle bekannt, in denen selbst der nicht helfen konnte. Es empfiehlt sich also dringend, das Kennwort für den Fall der Fälle beispielsweise auf einem Zettel in einem Tresor zu hinterlegen. Weitere Informationen von Microsoft zu dem Thema finden Sie über [ct.de/y6h7](http://ct.de/y6h7). (axv@ct.de)

Infos von Microsoft: [ct.de/y6h7](http://ct.de/y6h7)

## VBS blockiert AMD Ryzen Master Tool

**?** Auf meinem Windows-10-PC mit AMD-Ryzen-Prozessor will ich die AMD-Software „Ryzen Master“ zum Übertakten installieren. Das scheitert mit

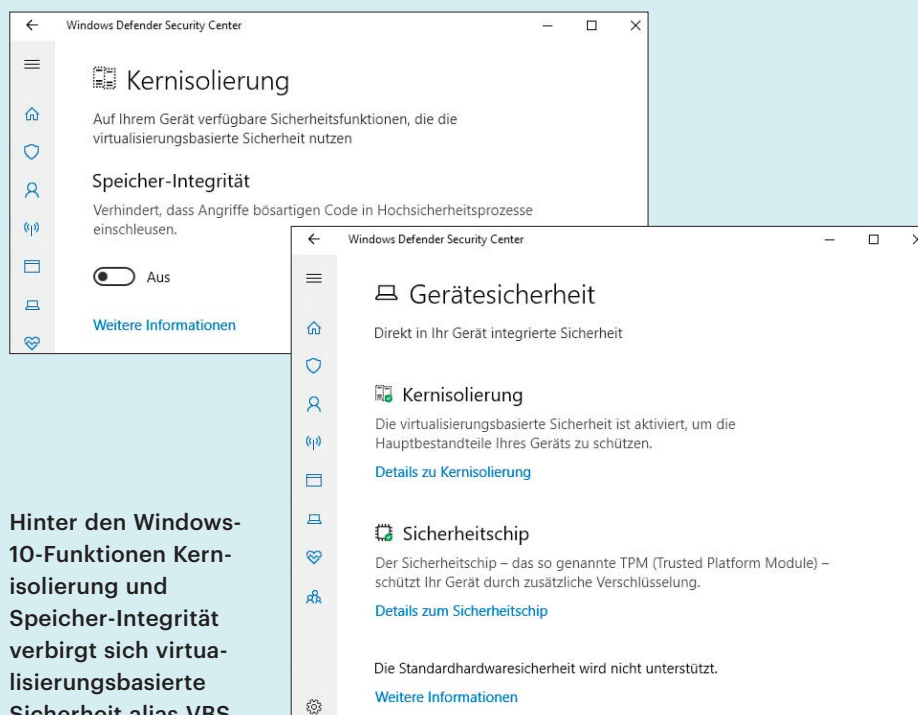
einem Hinweis auf „Virtualization-Based Security“ (VBS), die ich abschalten soll. Wie geht das? Und sollte ich das wirklich machen?

**!** Seit dem Spring Creators Update für Windows 10 (1803) lässt sich VBS bei vielen Editionen von Windows 10 freischalten. Beim deutschsprachigen Windows 10 spricht Microsoft von „Virtualisierungsbasierter Sicherheit“ und zeigt in den Systeminformationen (msinfo32.exe) auch an, ob die Funktion aktiv ist. Bei einer frischen Installation aktiviert Windows 10 VBS anscheinend sogar automatisch, wenn einige Voraussetzungen erfüllt sind – es ist aber nicht genau klar, welche. Auf jeden Fall müssen die Virtualisierungsfunktionen der CPU im BIOS-Setup eingeschaltet sein, also AMD-V oder Intel VT-x. Microsoft empfiehlt für VBS auch, dass das System im UEFI-Modus mit Secure Boot starten soll und dass ein Trusted Platform Module (TPM 2.0) vorhanden ist. Beides scheinen aber keine zwingenden Voraussetzungen für VBS zu sein.

Einen klar bezeichneten Ein- und Ausschalter für VBS gibt es in Windows 10 nicht; VBS umfasst nämlich mehrere Funktionen, die je nach Hardware und Windows-10-Edition nutzbar sind. Die Installation von AMD Ryzen Master scheitert jedenfalls an der VBS-Funktion „Speicher-Integrität“ (engl. memory integrity), eine Unterfunktion von „Kernisolierung“ (core isolation). Eine Schaltfläche zum Abschalten der Speicher-Integrität finden Sie unter „Windows-Einstellungen, Update und Sicherheit, Windows-Sicherheit, Gerätesicherheit, Details zur Kernisolierung“. Nach einem Neustart sollte sich die AMD-Software aufspielen lassen.

Bei manchen Systemen lässt sich die Speicher-Integrität nicht per Schaltfläche abschalten. Hier klappt es angeblich, indem man den Registry-Wert HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\DeviceGuard\Scenarios\HypervisorEnforcedCodeIntegrity\Enabled auf „0“ setzt und neu startet.

Der Begriff „Gerätesicherheit“ ist die Übersetzung von Windows Defender Device Guard und die Speicher-Integrität nennt Microsoft im Englischen auch Hypervisor-enforced Code Integrity (HVCI). Um mit HVCI zu funktionieren, müssen Treiber bestimmte Anforderungen erfüllen; vermutlich scheitert das Ryzen Master Tool bisher daran – künftige Versionen sind dann möglicherweise HVCI-kompatibel.



Hinter den Windows-10-Funktionen Kernisolierung und Speicher-Integrität verbirgt sich virtualisierungs-basierte Sicherheit alias VBS.

Da VBS den Schutz von Windows 10 gegen bestimmte Malware-Angriffe verstärkt, sollten Sie die Funktion möglichst nicht abschalten. Wenn Ihnen die Nutzung von AMD Ryzen Master wichtig ist, haben Sie bisher aber keine andere Wahl. Auch bestimmte Virtualisierungssoftware verträgt sich nicht mit VBS, siehe c't 22/2018 ab Seite 178. (ciw@ct.de)

## DDR2- oder DDR3-RAM?

**?** Ich habe zur Aufrüstung eines älteren Fujitsu Esprimo P2560 zwei 4-GBYTE-DIMMs gekauft. Laut dem Datenblatt handelt es sich um 240-Pin-DDR3 (PC3-10600 1333 MHz). Linux zeigt mir jedoch mittels lshw sowie dmidecode mit zugehörigen Speicherauslese-Optionen an, dass es sich um 800-MHz-DDR2-Speicher handelt. Wie kann das sein?

**!** Dabei dürfte es sich um einen Auslesefehler handeln: Bei DDR2- und DDR3-DRAM unterscheidet sich die Position der Kerbe, sodass diese nicht in den jeweils anderen Slot passen. Recht zuverlässig ist die Angabe des bootfähigen Speichertest-Tools Memtest86 (ct.de/ykah), prüfen Sie das noch einmal damit nach. (chh@ct.de)

**Speichertest Memtest86:** [ct.de/ykah](http://ct.de/ykah)

## NVMe-(M.2-)SSD im PCIe-Steckplatz

**?** Kann man eine M.2-SSD mit NVMe/PCI Express eigentlich mit einem Adapter in einem beliebigen PCIe-Steckplatz betreiben?

**!** Ja, meistens klappt das, aber für optimale Ergebnisse sollten Sie genauer hinschauen. Für M.2-SSDs gibt es einfache Adapterkarten mit PCIe-x4-Kontaktkamm schon ab 10 Euro. Aber nicht in jedem PCIe-Slot des Mainboards kann die M.2-SSD ihre volle Leistung entfalten. Wenn Sie von der M.2-SSD booten wollen oder sie in ein NVMe-RAID inte-

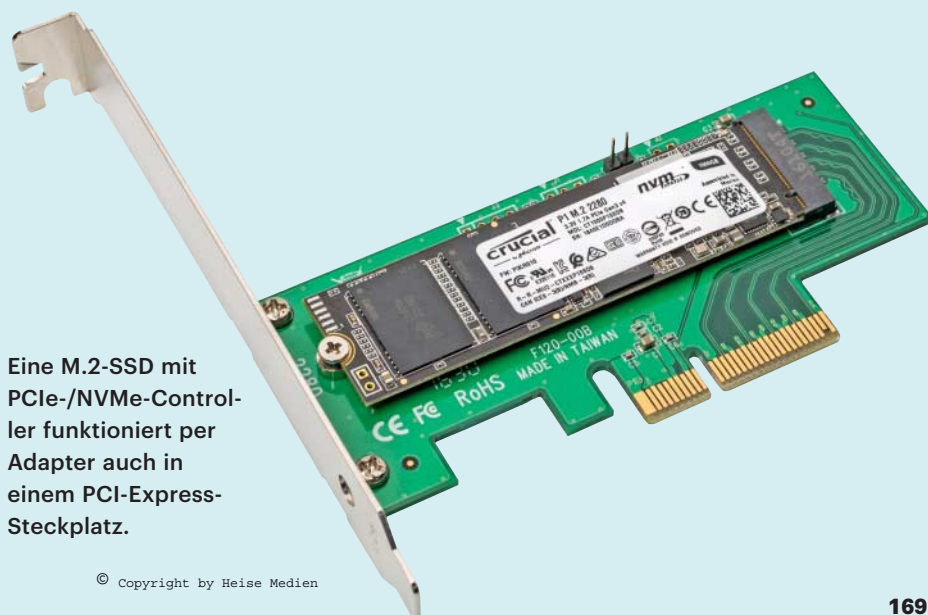
grieren möchten, wird es noch etwas komplizierter.

Die derzeit schnellsten M.2-SSDs schöpfen vier PCIe-Lanes der dritten Generation fast aus, indem sie bis zu 3,6 GByte/s zumindest beim Lesen liefern. Die PCIe-Fassung auf dem Mainboard sollte also auch mit mindestens vier PCIe-3.0-Lanes beschaltet sein. Die SSD wird zwar auch in einem PCIe-x1-Slot funktionieren oder mit PCIe 2.0 x4, aber langsamer.

Wenn der jeweilige PCIe-Slot über den Chipsatz-Baustein angebunden ist, den Intel Platform Controller Hub (PCH) nennt, dann teilt er sich die Transferrate zwischen Prozessor (CPU) und PCH mit anderen PCIe- und SATA-Komponenten. Das ist vor allem dann wichtig, wenn Sie die SSD im Adapter zusammen mit einer weiteren M.2-SSD beispielsweise als RAID zusammenschalten möchten. Denn der PCH vieler Intel-Chipsätze ist selbst nur mit PCIe 3.0 x4 mit der CPU verbunden: Mehr als etwa 3,8 GByte/s gehen da nicht drüber.

Teurere Mainboards haben mehrere PCIe-Slots, typischerweise PCIe-x16-Slots, die direkt mit der CPU verbunden sind: Diese sind vor allem für Grafikkarten gedacht. Viele, aber nicht alle Mainboards (bei Intel hängt das vom Chipsatz ab) können die 16 PCIe-Lanes der CPU bei Bedarf auf zwei PCIe-x8-Anschlüsse verteilen, die üblicherweise mit den erwähnten PCIe-x16-Steckfassungen verbunden sind, damit Grafikkarten hineinpassen. Da kann man problemlos auch eine PCIe-x4-Karte einsetzen.

Ob das System von einer SSD in einem solchen PCIe-Slot auch booten kann, hängt vom Mainboard-BIOS ab. Bei



Eine M.2-SSD mit PCIe-/NVMe-Controller funktioniert per Adapter auch in einem PCI-Express-Steckplatz.

modernen Boards klappt das aber fast immer.

Mehrere PCIe-SSDs, die das Betriebssystem erkennt, können Sie unter Windows (Speicherplätze/Storage Spaces) oder Linux auch zu einem Software-RAID kombinieren. Falls Sie jedoch die NVMe-RAID-Funktion einiger Intel-Chipsätze nutzen wollen, ist es etwas komplizierter: Das klappt wiederum nur an bestimmten PCIe-Slots, die das Mainboard-Handbuch verraten sollte. Außerdem muss das System dazu unbedingt im UEFI-Modus starten.

Zu guter Letzt: M.2-PCIe-Adapter funktionieren nur mit SSDs, deren Controller auch PCI Express nutzt; wegen des verwendeten Protokolls nennt man sie auch NVMe-SSDs, wobei NVMe für Non-Volatile Memory Express steht. Es gibt auch M.2-SSDs mit SATA-Controller, die nicht per PCIe kommunizieren.

(ciw@ct.de)

## HEVC-Decoder nicht mehr kostenlos

Für die hardwarebeschleunigte Wiedergabe von HEVC-Videos braucht man bei Windows 10 ja die Microsoft-Erweiterung „HEVC Video Extension“. Nach einer Neuinstallation von Windows wollte ich diese wieder aus dem Store laden, aber nun soll sie plötzlich 99 Cent kosten. Gibt es die Erweiterung nicht auch noch kostenlos?

Doch, sie ist weiterhin kostenlos erhältlich. Warum die Suche im Store zu einem kostenpflichtigen Angebot führt, ist uns unbekannt. Nutzen Sie einfach den Link unter diesem Artikel, dieser führt auf die passende Seite im Microsoft-Store. Den HEVC-Codec braucht man übrigens auch zur Wiedergabe von 4K-Streaming-Inhalten, etwa von Netflix.

(ll@ct.de)

**Download HEVC Video Extension:**  
[ct.de/yf38](https://www.microsoft.com/de-de/store/apps/details?appid=9595b641-77f1-4271-8b7a-ea2b1b558631)

## Support für Fritzboxen

AVM hat ja gerade eine Reihe von Fritzboxen mit der neuen Betriebssystem-Version 7.0 versehen, aber meine 7390 ist nicht dabei. Wie lange unterstützt AVM denn seine Boxen mit neuen Versionen?

AVM gehört zu den wenigen Herstellern, die auch für ältere Router noch recht regelmäßig Updates herausbringen. Der Support für die 2009 vorgestellte 7390 endete Anfang September 2018, Updates gibt es eigentlich bereits seit Mitte vergangenen Jahres nicht mehr – das geht aus einer Liste des Berliner Herstellers hervor (siehe [ct.de/y31y](https://ct.de/y31y)). AVM unterscheidet dabei zwischen EOM (End of Maintenance) und EOS (End of Support), diese beiden Daten liegen bis zu ein Jahr auseinander.

Für die eigentlich schon nicht mehr unterstützte Fritzbox 7390 hat AVM dennoch gerade noch ein Wartungsupdate auf Version 6.85 herausgebracht. Die Mesh-Funktionen der neuen Version etwa sind aber nicht dabei.

(ll@ct.de)

**AVM-EOS-Liste:** [ct.de/y31y](https://ct.de/y31y)

## Thunderbird will Ordner komprimieren

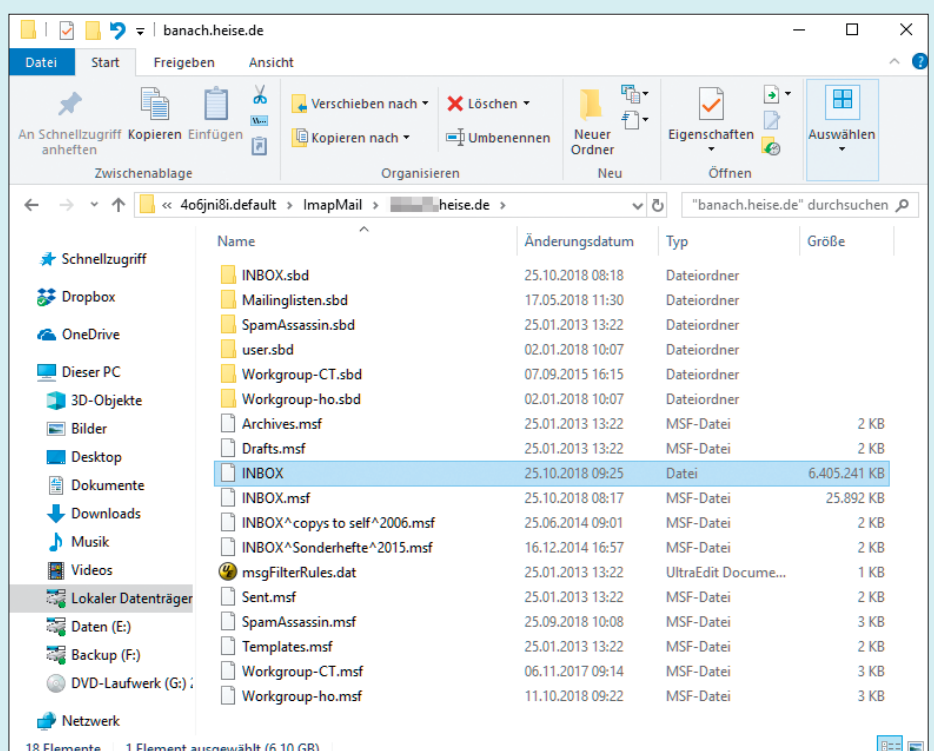
Seit Kurzem nervt mich Thunderbird fast bei jedem Start mit der Meldung, dass die Ordner komprimiert werden sollten. Das Programm reagiert zudem sehr zäh. Wie kann ich Abhilfe schaffen?

Thunderbird speichert die Nachrichten des Posteingangsordners in einer einzigen Datei im sogenannten Mbox-Format. Diese Datei kann sehr groß werden, vor allem, wenn Sie häufiger Mails mit großen Anhängen erhalten. Wenn Sie eine Mail löschen, entsteht quasi ein Loch in der Datei – und das möchte Thunderbird schließen.

Die Größe des Posteingangsordners (INBOX) können Sie unter %AppData%\Thunderbird\Profiles\<zufälliger Name>.default\ImapMail\<Kontenname> einsehen. Wenn diese mehrere GByte groß ist, sollten Sie ältere Mails in andere Ordner verschieben oder die Anhänge einiger großen Mails löschen. Dazu können Sie eine weitere Spalte einrichten, in der die Mails nach der Größe sortiert dargestellt werden.

Zudem können Sie Thunderbird anweisen, die Komprimierung erst auszuführen, wenn es sich wirklich lohnt: In der Standardeinstellung komprimiert Thunderbird, wenn es sich dadurch einen Platzgewinn von 20 MByte verspricht. Diesen Wert können Sie beliebig nach oben verschieben oder die Komprimierung komplett abschalten. Sie finden die passende Einstellung unter „Einstellungen, Erweitert, Erweitert, Netzwerk & Speicherplatz“.

(ll@ct.de)



Wenn Thunderbird lahmst, ist häufig der Eingangsordner verstopft. Die Inbox im Bild ist mehr als 6 GByte groß, hier ist Aufräumen angesagt.



Anzeige

## Booten von USB-Laufwerken

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Axel Vahldiek

### Funktioniert das etwa immer noch nicht?

**?** Stellt das Booten von USB-Laufwerken heutzutage wirklich noch ein Problem dar? Es ist doch mittlerweile Standard, Betriebssysteme vom USB-Stick zu installieren und Probleme mit Desinfec't- oder c't-Notfall-Windows-Sticks zu lösen.

**!** Theoretisch funktioniert es zwar reibungslos, im Alltag sieht es aber oft anders aus. Zwar können alle halbwegs modernen PCs und Notebooks von USB-Laufwerken booten, und mitunter bleibt mangels optischer Laufwerke auch gar nichts anderes übrig. Trotzdem kann es zu Problemen kommen, und deren Ursachen sind leider vielfältig – sie reichen von speziellen Betriebssystem-Verhaltensweisen über Unterschiede zwischen den Firmware-Implementierungen der Mainboards bis hin zu Unverträglichkeiten einzelner Hardwarekomponenten.

### Bootmenü aufrufen

**?** Was ist das übliche Verfahren zum Booten von einem USB-Laufwerk?

**!** Da geht es schon los, denn das hängt vom BIOS und dessen Einstellungen ab. Mitunter brauchen Sie nur den Stick anzustecken und den PC zu starten. Falls das nicht klappt, versuchen Sie es über das BIOS-Bootmenü (englisch „BIOS Boot Select“, BBS). Das öffnet sich üblicherweise auf einen Tastendruck, doch welche Taste das ist, unterscheidet sich leider je nach Gerät. Oft sind es die Tasten Esc, F2, F8, F10, F12 und Entf. Mitunter erscheint ein Hinweis auf die richtige Taste direkt nach dem Einschalten. Falls ein großes Herstellerlogo die BIOS-Meldungen überdeckt, wird man das oft mit Esc oder in den BIOS-Einstellungen (Setup) los.

Falls Sie mit einer der genannten Tasten nicht zum Bootmenü, sondern ins BIOS-Setup gelangen, können Sie es üblicherweise über „exit“ oder ähnlich benannte Schaltflächen wieder verlassen. Wenn Sie aber schon mal da sind, können

Sie auch gleich prüfen, ob es irgendwo eine Einstellung gibt, die ein bislang deaktiviertes Bootmenü überhaupt erst aktiviert. Ob es einen solchen Schalter im BIOS-Setup gibt und wenn ja, wo genau er steckt, unterscheidet sich wieder von Gerät zu Gerät – wenn weder das Handbuch des Mainboards noch die Online-Hilfe des Herstellers weiterhelfen, bleibt nur, selbst das BIOS-Setup zu durchsuchen.

### PC bootet direkt Windows

**?** Mein PC lässt mir keine Chance, was anderes als Windows zu booten.

**!** Das liegt vermutlich daran, dass das Betriebssystem sich nur im Ruhezustand befindet. Das ist seit Windows 8 auch dann der Fall, wenn Sie auf „Herunterfahren“ klicken. Es beendet dann zwar alle laufenden Anwendungen, begibt sich selbst aber bloß in den Ruhezustand. Das ist an sich eine gute Idee, denn dann klappt der nächste Bootvorgang deutlich schneller („Schnellstart“). Zweitens weiß ein modernes Mainboard-BIOS, wenn das Betriebssystem nur schläft. Um den Bootvorgang in diesem Fall weiter zu beschleunigen, überspringt es kurzerhand die Prüfung, ob weitere bootfähige Laufwerke vorhanden sind, und weckt direkt das Betriebssystem auf. Auch das ist an sich eine gute Idee, denn man sollte an einem Datenträger nichts ändern, wenn darauf ein ruhendes Betriebssystem liegt: Es geht beim Aufwachen davon aus, dass alle Daten an dem Platz liegen, an dem sie beim Einschlafen lagen. Falls Sie daran von einem anderen Betriebssystem aus etwas ändern, kann es Probleme bis hin zum Datenverlust geben.

Die Abhilfe ist überraschend trivial: Fahren Sie Windows nicht herunter, sondern starten Sie es neu. Dann fährt es zuerst vollständig herunter und das BIOS prüft beim nächsten Start (sofern es entsprechend eingestellt ist), ob weitere Bootlaufwerke vorhanden sind.

Unter Windows 10 gibt es noch einen weiteren Weg, sofern es per UEFI bootet: Starten Sie Windows neu, halten Sie beim Klicken auf „Neu starten“ aber die Umschalt-Taste gedrückt. Wählen Sie an-



Das Booten von einem USB-Laufwerk kann man von einem laufenden Windows aus anstoßen, wenn man mit gedrückter Umschalt-Taste auf „Neu starten“ klickt.

schließend „Ein Gerät verwenden“. Es erscheint eine Übersicht jener Laufwerke, die Windows für bootfähig hält. Welches davon Ihr USB-Laufwerk ist, erkennen Sie oft am „USB“ im Namen. Falls solche Laufwerke mehrfach auftauchen, bleibt allerdings manchmal nur raten. Der PC versucht anschließend, einmalig direkt vom ausgewählten Laufwerk zu booten.

### Doppelter Stick

**?** In Bootmenü meines BIOS taucht mein Stick doppelt auf. Und nun?

**!** Nichts: Viele Installationssticks sind so eingerichtet, dass sie sowohl per UEFI als auch klassisch booten können. Die Auswahl haben Sie dann per Bootmenü. Achten Sie auf das, was zusätzlich zum Namen des Sticks in der gleichen Zeile steht, ein sicheres Kennzeichen ist beispielsweise, wenn bei einem der beiden Einträge etwas wie „EFI“ oder „UEFI“ steht. Andersherum steht „CSM“ (Com-



Im Bootmenü tauchen Sticks mitunter mehrfach auf, wenn sie sowohl per UEFI- als auch klassisch booten können.

patibility Support Module) für die klassischen BIOS-Mechanismen. Ausführlich haben wir über die Besonderheiten von UEFI kürzlich in [1] und [2] berichtet, in [3, 4, 5] haben wir zusätzliche Tipps rund um Linux und UEFI aufgeschrieben.

## BIOS-Einstellungen

**?** Ich möchte den Stick nicht jedes Mal per Bootmenü auswählen. Stattdessen soll der PC von ihm booten, wenn er angesteckt ist, und sonst das auf dem internen Laufwerk installierte Windows starten.

**!** Dann müssen Sie die Bootreihenfolge im BIOS-Setup anpassen. Wie Sie dorthin gelangen, unterscheidet sich wieder von Gerät zu Gerät, probieren Sie Esc, F1, F2, F8, F10, F12 und Entf. Achten Sie auf Meldungen des BIOS direkt nach dem Einschalten: Oft erscheinen hier Hinweise auf die Tastenkürzel für die BIOS-Einstellungen. Sofern Windows per UEFI bootet, gibt es noch einen weiteren Weg zu den Einstellungen: Starten Sie das auf dem internen Laufwerk installierte Windows und klicken Sie dann mit gedrückter Umschalttaste im Startmenü auf „Neu starten“. Wählen Sie anschließend nacheinander „Problembehandlung“, „Erweiterte Optionen“ und „UEFI-Firmwareeinstellung“.

Im BIOS-Setup suchen Sie dann nach einem Menü namens „Boot“ oder ähnlich, wo Sie die Reihenfolge der Laufwerke anpassen können. Der Stick muss dazu angesteckt sein. Falls Sie nur eine „HDD“ oder ähnliches einstellen können, existiert üblicherweise ein weiteres Menü, in dem Sie nicht nur die Reihenfolge der eingebauten Festplatten und SSDs festlegen, sondern auch der USB-Laufwerke.

## Dateisystem

**?** Mit welchem Dateisystem sollte ich mein USB-Laufwerk formatieren?

**!** Die Antwort lautet FAT, denn das unterstützen alle gängigen UEFI-Implementationen, und zwar am besten FAT32, weil das das von Windows standardmäßig genutzte und daher auch am besten für diesen Einsatzzweck erprobte ist. Der Haken an der Sache ist allerdings, dass die maximale Dateigröße des Dateisystems-Oldies auf 4 GByte begrenzt ist. In den meisten

Fällen spielt das keine Rolle, mitunter aber doch, etwa wenn man den Windows Server 2016 von USB installieren will. Dann kann man sich mit einem Trick behelfen, den wir in [6] beschrieben haben.

## Stick oder Platte?

**?** Ist es egal, ob ich von einem USB-Stick oder einer -Platte boote?

**!** An sich schon, im Einzelfällen aber doch nicht: Alle USB-Komponenten müssen zusammenspielen, damit das Booten klappt, und während bei einem Stick nur Stick und Anschluss miteinander klarkommen müssen, kommen bei einer Platte noch das Gehäuse beziehungsweise dessen Controller sowie das Kabel hinzu – und an allen kann es scheitern. Nach unseren Erfahrungen sind Sticks daher zuverlässiger.

## Partitionen

**?** Gibt es Probleme beim Booten von USB-Sticks mit mehreren Partitionen?

**!** Bei Linux nicht, bei Windows schon. Windows lässt sich erst seit Windows 10 Version 1703 von USB-Laufwerken installieren, die mehrere Partitionen haben, alle älteren Versionen konnten das noch nicht. Beachten Sie aber, dass der Bootloader trotzdem auf der ersten primären aktiven Partition liegen muss.

## Noch mehr Fehlerquellen

**?** Ich kann meinen Stick zwar im BIOS-Bootmenü auswählen, doch der PC bootet trotzdem nicht davon.

**!** Dann kommen verschiedene Ursachen in Frage: Prüfen Sie zuerst, ob der Stick wirklich korrekt eingerichtet ist, etwa indem Sie mal einen anderen PC davon booten. Wenn Sie das entsprechende Werkzeug des Betriebssystemherstellers verwendet haben, ist das üblicherweise sichergestellt. Wenn Sie den Stick selbst eingerichtet haben, prüfen Sie, ob die Partition auf dem Stick wirklich mit FAT32 formatiert ist (für das Booten per UEFI erforderlich) und ob sie aktiv gesetzt ist (für das klassische Booten nötig). Falls Secure Boot im BIOS aktiv ist, muss das zu boo-

tende Betriebssystem einen kryptografisch signierten Bootloader besitzen (sonst Secure Boot deaktivieren). Wenn es um Windows geht, kann auch die Architektur eine Rolle spielen: UEFI-Firmware gibt es (meistens) als 64-Bit- und (selten) als 32-Bit-Variante. Die 64-Bit-Variante bootet per UEFI nur 64-Bit-Windows, entsprechendes gilt für 32 Bit. Bootet man klassisch per CSM, ist die Architektur egal.

Des Weiteren kommen Hardware-Inkompatibilitäten in Betracht: Stecken Sie den Stick möglichst nicht an einen USB-Hub an, sondern direkt am Gerät, bei Desktop-PCs am besten direkt am Mainboard, also auf der Rückseite des Gehäuses. Wenn es trotzdem nicht funktioniert, probieren Sie die anderen Anschlüsse, oder wechseln Sie den Stick. Bei USB-Platten und -SSDs sollten Sie zudem Gehäuse und/oder Kabel wechseln. Konkrete Empfehlungen für funktionierende Kombinationen lassen sich leider nicht geben, weil sich selbst scheinbar identische Geräte etwa durch die Firmware-Version oder bei einzelnen Chips unterscheiden können. Am wenigsten Probleme gibt es nach unseren Erfahrungen, wenn Stick und Anschluss die gleiche Spezifikation haben (also beide USB 2 oder beide USB 3).

## CD per USB

**?** Ich habe eine CD, von der ich meinen PC mangels optischen Laufwerk aber nicht booten kann. Und nun?

**!** Verwenden Sie einfach ein externes optisches Laufwerk mit USB-Anschluss. Solche finden Sie im Handel schon ab knapp über 20 Euro. Das Booten davon klappt üblicherweise genauso problemlos wie von USB-Sticks, womit gemeint ist, dass die meisten Tipps in dieser FAQ dafür genauso gelten. (axv@ct.de)

## Literatur

- [1] Christof Windeck, UEFI-BIOS im Griff, Die Hakeleien des BIOS-Nachfolgers ausbügeln, c't 22/2018, S. 108
- [2] Christof Windeck, FAQ: UEFI-BIOS, c't 22/2018, S. 114
- [3] Thorsten Leemhuis, Im Einklang, Stolperfallen bei der Linux-Installation auf UEFI-PCs vermeiden, c't 23/2018, S. 140
- [4] Thorsten Leemhuis, Startprozedere, Den UEFI-Start von Linux im Griff, c't 23/2018, S. 146
- [5] Thorsten Leemhuis, Gemeinsam und doch für sich Windows und Linux per UEFI parallel installieren, c't 23/2018, S. 150
- [6] Christof Windeck, Windows Server 2016 vom USB-Stick installieren, c't 2/2018, S. 174



Bild: Albert Hulm

# Zahlenzauber

## Excels Zahlenumwandlungswut mit benutzerdefinierten Formaten besänftigen

**Wenn Excel mitdenkt, bringt es bei der Dateneingabe mitunter alles durcheinander. Aus Datumsangaben werden dann wirre Zahlen und Messwerte mit einer Maßeinheit macht Excel ungefragt zu Text, mit dem man nicht mehr rechnen kann. Mit unseren Tipps für selbst-definierte Zahlenformate landet Ihre Eingabe genau so in der Zelle, wie Sie sich das vorgestellt haben.**

Von Rainer Schwabe

**B**ei der Dateneingabe versucht Excel, dem Anwender möglichst viel Arbeit abzunehmen. Dabei interpretiert das Programm die Daten und versucht, ihnen automatisch das passende Format zuzuweisen. Das funktioniert bei Standardeingaben gut. Manche Zahlenformate werden allerdings nicht wie erwartet übernommen und können sogar zu Fehlberechnungen führen, wenn Excel die Eingabe als Text statt als Zahl betrachtet. Das passiert zum Beispiel, wenn Sie ein Datum in der Form „25-10-18“ eingeben oder an eine Zahl wie in „25 km“ eine Maßeinheit anhängen.

Excel formatiert die Zelle dann als Text, mit dem die Tabelle aber nicht mehr rechnen kann. Dies lässt sich verhindern, indem man den Zellen vorab das passende Format zuweist.

Der Dialog „Zellen formatieren“ (Strg+1) bietet in der Registerkarte „Zahlen“ unter „Benutzerdefiniert“ eine Vielzahl an Optionen an. Hier finden Sie vordefinierte Formate und können selbst welche anlegen. Hinzu kommen noch Sonderformate wie Versicherungsnachweisnummer und Postleitzahl. Zeichen wie # und 0 sind Platzhalter und haben je



nach Platzierung eine bestimmte Bedeutung.

Bei Datumsangaben kann die automatische Datumumwandlung von Excel mitunter ziemlich nerven: Standardmäßig wird die Eingabe von 11/11/18 oder 11-11-18 durch das Datum 11.11.2018 ersetzt. Das können Sie verhindern, indem Sie der Eingabe ein Apostroph voransetzen und sie damit in einen Text verwandeln oder die Zelle zuvor als Text formatieren. Doch die Umwandlung in Text macht es unmöglich, in der Tabelle mit dem Wert zu rechnen. Ein benutzerdefiniertes Format ist daher die bessere Lösung. Dazu geben Sie als Typ 00/00/00 oder 00-0-00 an.

Auch wenn Sie eine Zahl mit zusätzlicher Einheit eingeben, etwa 1.234 Stück, wandelt Excel dies automatisch in Text um. Das unterbleibt, wenn Sie dafür ein benutzerdefiniertes Format anlegen und die Einheit in Anführungszeichen hinzufügen: #.### "Stück". Dieses Format weisen Sie der Zelle oder Spalte vor der ersten Dateneingabe zu.

## Große Zahlen bändigen

Bei Maß- und Mengeneinheiten wie Stück, Liter und Meter müssen Sie nicht zwischen Singular und Plural unterscheiden. Doch auch das ist möglich. Folgendermaßen können Sie den Text daran anpassen: [=1] 0 "Tag"; 0 "Tage", wobei Sie den Text durch die jeweilige Einheit ersetzen.

Größere Zahlen formatieren Sie mit Dezimalpunkt. Für Tausenderstellen ist

## Beispiel-Formate

Benutzerdefiniert	Eingabe	Ergebnis
00/00/00	24/12/18	24/12/18
00-0-00	24/12/18	24-12-18
### "Stück"	25	25 Stück
[=1] 0 "Tag"; 0 "Tage"	2	2 Tage
###0..	2100000	2
?/?	5/2	2 1/2
** ##0,00	800,25	*****800,25
;;;@ **	Ausgaben	Ausgaben*****
"Einnahmen" * ##0,00;"Ausgaben" * -##0,00	1000	Einnahmen 1000,00
[>0] ##0,00 "Guthaben";[<0] ##0,00 "Verbindlichkeit";"Das Konto ist ausgeglichen"	825	825,00 Guthaben
[>=0] ##0,00;"Nur positive Zahlen möglich!"	-5	Nur positive Zahlen möglich!
[Grün]>0] ##0,00;[Farbe 5]<0] ##0,00;"Das Konto ist ausgeglichen"	0	Das Konto ist ausgeglichen

das #-Zeichen zuständig. Um die Nullen zu unterdrücken, setzen Sie einen Punkt hinter den Platzhalter: #.##0..

Werte über 1 Million belegen viel Platz. Das kann zu einem Anzeigeproblem führen, wenn die Spalte zu schmal eingestellt ist. Falls in einer Tabelle nur der Millionenanteil eine Rolle spielt und die restlichen Stellen nicht relevant sind, tippen Sie als benutzerdefiniertes Format zwei Punkte hintereinander ein. Jeder Punkt verringert die Zahl um drei Stellen, sodass Excel statt 1.000.000 nur 1 anzeigt. Dies wirkt sich aber nur in der Darstellung aus, der ursprüngliche Wert bleibt intern erhalten. Die Tabelle kann also mit dem Originalwert weiterrechnen.

Für die Angabe von Bruchzahlen verwenden Sie das Format ?/?. Wenn Sie

eine 0 davorsetzen, wandelt Excel die Eingabe in eine Ganzzahl mit restlicher Bruchzahl um. Bruchzahlen übernimmt Excel aber auch direkt, wenn Sie eine 0 und ein Leerzeichen voranstellen. So erscheint nach Eingabe von 0 5/2 die Zahl 2 1/2 in der Zelle.

Möchten Sie Zahlen außerhalb eines bestimmten Wertebereichs ausblenden, weil diese in der Tabelle nicht relevant sind, können Sie dies ebenfalls als Format festlegen: [<=100] "" ; [>=200] "" ; Standard. Auf diese Weise werden alle Zahlen bis 100 und ab 200 ausgeblendet, lassen sich aber für Berechnungen weiter nutzen.

## Zeit im Griff

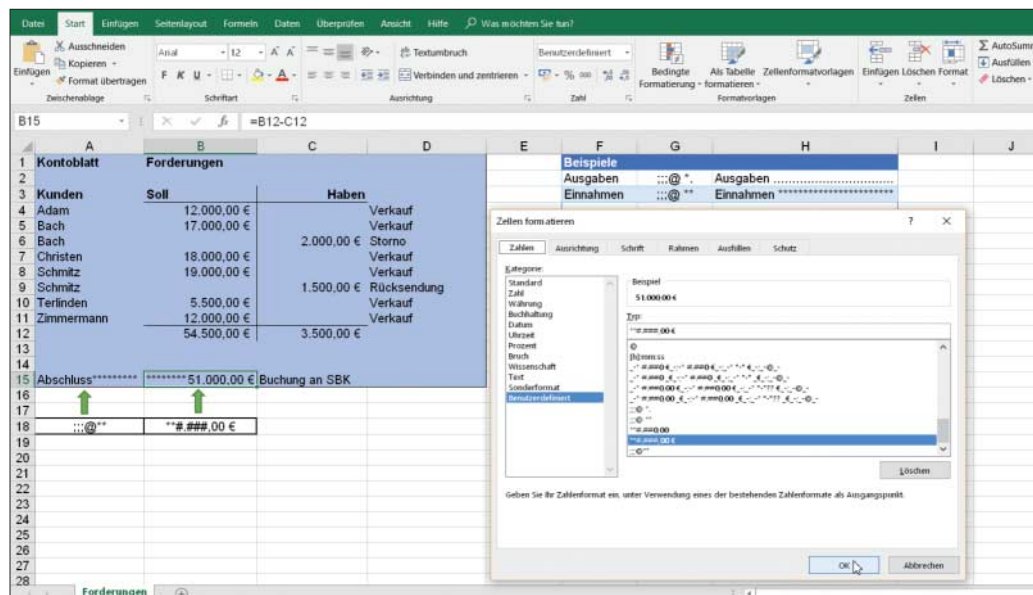
In Zeitformaten gibt es für Stunden, Minuten und Sekunden die Platzhalter h, hh,

The screenshot shows an Excel spreadsheet with columns A through N. Column B is labeled 'Eingabe' (Input) and column C is labeled 'Benutzerdefinierte Formate' (User-defined formats). The spreadsheet demonstrates various formatting rules, including:
 

- Standard number formatting (e.g., 0815, 007 000).
- Text formatting with units (e.g., 10.000 ### "Stück").
- Conditional formatting for units (e.g., [=1] 0 "Tag"; 0 "Tage").
- Truncating large numbers (e.g., 1.000.000 ##0..).
- Fraction formatting (e.g., 35 ?/?).
- Conditional formatting to hide values outside a range (e.g., [<=100] "" ; [>=200] "" ; Standard).

 A dialog box titled 'Zellen formatieren' (Format Cells) is open, showing the 'Zahlen' (Numbers) tab. It displays the 'Benutzerdefiniert' (Custom) format type and shows the input '1000' and the resulting output '1000' with the custom format '###0..'. The dialog also shows the 'Standard' format type and the input '1000' resulting in '1000'.

In benutzerdefinierten Formaten lassen sich auch Bedingungen formulieren, die beispielsweise nur Daten aus bestimmten Wertebereichen anzeigen.



Durch spezielle Zahlenformate bringen Sie Excel dazu, Zellen automatisch mit Sonderzeichen aufzufüllen, um Manipulationen im Ausdruck zu verhindern.

m, mm, s und ss. Wenn Sie die Differenz zwischen zwei Zeitwerten errechnen, lässt sich das Ergebnis in Tagen, Stunden und Minuten anzeigen. Wenn man aber beispielsweise Arbeitszeiten summiert und das Ergebnis 24 Stunden überschreitet, wird es nicht korrekt angezeigt: Ab Stunde 24 beginnt Excel einfach von vorn. Das lässt sich vermeiden, indem man den Platzhalter für Stunden in eckige Klammern setzt: [hh]mm.

Standardmäßig rechnet Excel nicht mit Minusstunden. Das funktioniert aber, wenn Sie unter Optionen/Erweitert

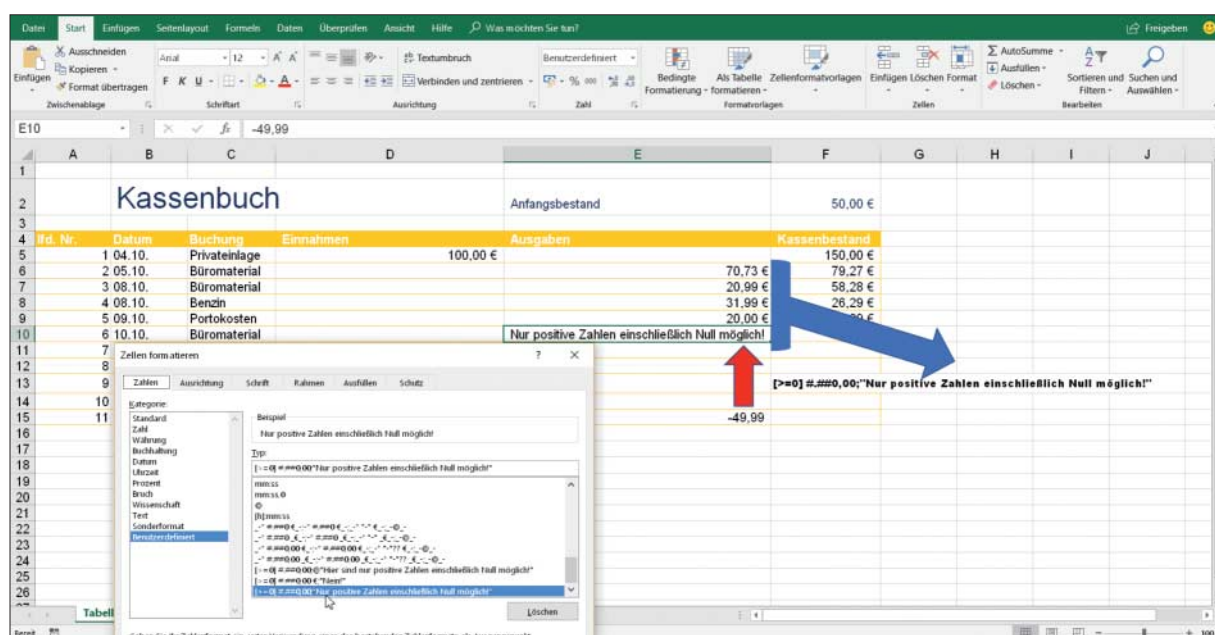
(Alt+D+O) die Option „1904-Datumswerte verwenden“ aktivieren. Doch Vorsicht: Alle in der Arbeitsmappe bereits vorhandenen Datumswerte verschieben sich um vier Jahre und einen Tag (1900 war ein Schaltjahr), ohne dass Excel darauf hinweist. Am besten stellen Sie die Datumswerte in den Excel-Optionen sofort beim Anlegen einer neuen Tabelle um.

Mit der Funktion HEUTE() erscheint das heutige Datum und JETZT() liefert das aktuelle Datum und die Uhrzeit zurück. Durch Drücken der F9-Taste aktualisieren Sie diese Werte einer Tabelle. Zusammen

mit der Funktion TEXT() können Sie Zeitwerte und Text verknüpfen: =TEXT(JETZT();"hh:mm")&" Uhr".

## Schick und bündig

Im Rechnungswesen müssen Zahlenwerte beim Abschluss von Konten so geschützt sein, dass kein Platz für Manipulationen frei bleibt. Um die Zellen automatisch spaltenbreit mit Sternchen auszufüllen, geben Sie dies bei „Benutzerdefiniert“ an. Da sich Zahlen in Excel standardmäßig nach rechts ausrichten, können Sie den Leerraum davor ausfüllen. So sorgt der Typ #.##0,00



Bei Fehlbuchungen blendet ein benutzerdefiniertes Format einen Hinweis ein, sodass der Anwender die Eingabe sofort korrigieren kann.

Eröffnung	Filiale	mtl. Umsatz
12.10.2002	Aachen	25.500,00 €
28.12.2014	Bonn	27.800,00 €
02.01.2015	Chemnitz	23.400,00 €
30.08.2016	Düsseldorf	25.800,00 €
03.01.2014	Essen	27.900,00 €
30.11.2018	Gütersloh	- €
24.05.2017	Hamburg	30.500,00 €
02.01.2018	Köln	34.000,00 €
25.08.2017	Dresden	38.000,00 €
01.01.2019	Hannover	- €
25.04.2017	Mainz	24.000,00 €
24.03.2008	Berlin	38.000,00 €
20.01.2014	Stuttgart	47.000,00 €
02.05.2015	Schwerin	32.000,00 €
02.05.2019	Leipzig	- €
03.01.2009	München	49.500,00 €
25.02.2009	Nürnberg	36.800,00 €

Eröffnung	Filiale	mtl. Umsatz
12.10.2002	Aachen	25.500,00 €
28.12.2014	Bonn	27.800,00 €
02.01.2015	Chemnitz	23.400,00 €
30.08.2016	Düsseldorf	25.800,00 €
03.01.2014	Essen	27.900,00 €
30.11.2018	Gütersloh	- €
24.05.2017	Hamburg	30.500,00 €
02.01.2018	Köln	34.000,00 €
25.08.2017	Dresden	38.000,00 €
01.01.2019	Hannover	- €
25.04.2017	Mainz	24.000,00 €
24.03.2008	Berlin	38.000,00 €
20.01.2014	Stuttgart	47.000,00 €
02.05.2015	Schwerin	32.000,00 €
02.05.2019	Leipzig	- €
03.01.2009	München	49.500,00 €
25.02.2009	Nürnberg	36.800,00 €

In manchen Fällen ist es nicht sinnvoll, Nullwerte bei Berechnungen zu berücksichtigen. Das lässt sich über die WENN-Funktion verhindern.

für die Darstellung \*\*\*\*\*789,87. Wenn Sie nur 0 als Platzhalter einsetzen, reicht die Angabe eines Sternchens aus. Bei Texten ist es andersherum. So führt der benutzerdefinierte Typ ;;;@ \*\* zur Darstellung Ausgaben\*\*\*\*\*.

Sie können Text und Zahlen in Zellen mit dem folgenden Format ausrichten: "Einnahmen"\* #.##0,00;"Ausgaben"\* - #.##0,00. Hier werden die Wörter Einnahmen und Ausgaben linksbündig, Zahlen rechtsbündig ausgerichtet.

## Aussagekräftige Formate

Sie können an Formate auch Bedingungen stellen, die Sie in eckigen Klammern angeben: [>0] #.##0,00 "Guthaben";[<0] #.##0,00 "Verbindlichkeit";"Das Konto ist ausgeglichen".

Angaben zu Lagerbestand, Fuhrpark oder Kassenstand können in der Praxis nicht negativ sein. Andernfalls kann es sich nur um Fehlbuchungen handeln. Um diese zu verhindern, können Sie eine Warnung über das Format [>=0] #.##0,00;"Nur positive Zahlen einschließlich Null möglich!" anlegen oder negative Zahlen mit #.##0,;;0. komplett unterdrücken. Die Werte selbst erkennen Sie in der Bearbeitungsleiste. Ändern Sie dieses Format in #.##0,;;, blendet Excel nicht nur die negativen Zahlen aus, sondern auch die Nullen.

## Farbe schafft Übersicht

Auch Farbcodes lassen sich einbinden, die in eckigen Klammern eingeschlossen werden: [Grün]>0] #.##0,00;[Farbe 5]<0] #.##0,00;"Das Konto ist ausgeglichen". Dafür gibt es Konstanten wie

[Schwarz], [Weiß], [Blau], [Gelb], [Cyan], [Magenta] und Farbcodes von 1 bis 56 aus der Excel-Farbpalette, die Sie zum Beispiel mit [Farbe 5] auswählen.

## Nullwerte richtig behandeln

Falls Nullwerte in einer Tabelle stören, können Sie diese in den erweiterten Optionen (Alt+D+O) unter „Optionen für dieses Arbeitsblatt anzeigen“ oder über das benutzerdefinierte Format #.##0,;;0 ausblenden. In beiden Fällen sind sie aber weiter vorhanden und werden in Berechnungen berücksichtigt. Das ist nicht immer sinnvoll und erwünscht. In einer noch unvollständigen Tabelle mit Umsatzzahlen mehrerer Filialen wäre es zum Beispiel besser, nur die Werte für den Durchschnittsumsatz heranzuziehen, für die Zahlen vorliegen; wird für die Filialen, die noch keinen Wert gemeldet haben, mit 0 gerechnet, verfälscht dies das Ergebnis. Wenn die Umsätze in den Zellen G3 bis G19 gespeichert sind, errechnet die Formel =MITTELWERT(WENN(G3:G19>0;G3:G19)) den korrekten Durchschnitt ohne diese Filialen. Beenden Sie die Eingabe mit der Tastenkombination Strg+Umschalt+Eingabe, da es sich hier um eine Matrixfunktion handelt. Mit dieser WENN-Funktion lassen sich auch weitere Funktionen wie MAX(), MIN() oder SUMME() kombinieren.

Fehlermeldungen haben den großen Nachteil, dass Excel dann gar keine Ergebnisse liefert. Dies umgehen Sie ab Excel 2010 mit der Funktion AGGREGAT(Funktion;Option;Bezug), mit deren Hilfe Sie trotzdem weiterrechnen können. Die Funktion führt auch dann zu einem

Ergebnis, wenn Excel Fehlerwerte ausgibt. Dabei brauchen Sie nur die Funktion, die zuvor „gepatzt“ hat, als Argument anzugeben. AGGREGAT() lässt sich allerdings nur für Spalten einsetzen. Werden diese ausgeblendet, hat das keinen Einfluss auf das Ergebnis. Mit der Funktion =WENNFEHLER(A1;"Achtung, Fehler!") kann man eine Excel-Fehlermeldung durch einen eigenen, verständlicheren Text ersetzen.

(db@ct.de) **ct**

## Flott per Tastendruck

Formate können Zellen auf unterschiedliche Art und Weise und auch ohne Mausklick zugewiesen werden. Mit Strg+Umschalt+% geben Sie das Prozentformat an. Drücken Sie Strg+Umschalt+!, erzeugen Sie Tausendertrennzeichen mit zwei Dezimalstellen und über Strg+Umschalt+\$ folgt das Währungsformat. Und um alles zum Standardformat zurückzusetzen, drücken Sie einfach Strg+Umschalt+&.

Mit Strg+# formatiert Excel die Zelle mit dem Datumsformat „TT.MMMM.JJ“. Das heutige Datum fügen Sie über Strg+. ein. Für die aktuelle Uhrzeit drücken Sie zusätzlich noch die Umschalt-Taste (Strg+Umschalt+.).

Die Schrift lässt sich ebenfalls schnell per Tastenkombination formatieren. Strg+5 streicht Text durch, Strg+2 setzt ihn fett, Strg+3 kursiv und Strg+4 unterstreicht ihn.





Bild: Albert Hulm

# Doppelt genäht

## Zwei-Faktor-Authentifizierung schmerzfrei einsetzen

**Immer mehr Dienste bieten Zwei-Faktor-Authentifizierung zur Sicherung des Zugangs an. Viele Anwender schrecken jedoch davor zurück, weil ihnen das zu kompliziert erscheint und sie den zusätzlichen Aufwand scheuen. Doch wenn man es richtig macht, tut es überhaupt nicht weh.**

**Von Jürgen Schmidt**

**W**enn mich Verwandte, Freunde oder auch Leser fragen, wie sie ihre Sicherheit verbessern können, ist mein erster Rat immer: Stell deine wichtigen Zugänge auf Zwei-Faktor-Authentifizierung um. Das bringt viel und kostet wenig. Geld sowieso nicht und auch die damit verbundenen Unannehmlichkeiten sind minimal. Zumindest wenn man ein paar einfache Ratschläge befolgt.

In der Praxis bedeutet Zwei-Faktor-Authentifizierung heute, dass man für den Zugang zum Konto neben dem Passwort eine Ziffernfolge eingeben muss, die nur für diesen einen Login-Vorgang gültig ist. Oft erhält man dieses Einmal-Passwort via

SMS aufs Handy geschickt. Doch dieses Verfahren ist eigentlich nicht mehr Stand der Technik, da es bereits mehrfach erfolgreiche Angriffe gab. Die beruhten darauf, dass es Kriminellen gelang, die SMS umzuleiten, etwa durch Trojaner auf dem Smartphone oder indem sie sich beim Mobilfunk-Provider eine zweite SIM-Karte für die fragliche Nummer besorgten.

Besser ist es, wenn der zweite Faktor von einer App erzeugt wird. Als Standard hat sich da Google Authenticator etabliert, der sowohl für Android als auch für iOS verfügbar ist und keineswegs auf Google beschränkt ist. Im Gegenteil: Fast alle Dienste, die Zwei-Faktor-Authentifizie-



ung anbieten, funktionieren auch mit Google Authenticator – oder jeder anderen App, die „TOTP“ kann; dazu später mehr. Neben Amazon, Microsoft und Dropbox sind das insbesondere alle Marktplätze für Kryptowährungen. Die Webseite two-factorauth.org gibt einen nach Branchen sortierten Überblick; Authenticator & Co. firmieren dort als „Software Token“.

Das Einrichten der Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) ist einfach: Man installiert zunächst Google Authenticator auf dem eigenen Smartphone. Dann wählt man in den Sicherheitseinstellungen des jeweiligen Dienstes die Option zum Einrichten von Zwei-Faktor-Authentifizierung. In der Regel erscheint dann eine Webseite mit einem QR-Code. Über das Plus-Zeichen in der Menüleiste des Authenticator kann man neue Konten hinzufügen. Visiert man dann mit der Kamera den QR-Code an, erscheint es sofort mit einem 2FA-Code in der schlichten Authenticator-Übersicht. Diese Codes gelten jeweils 30 Sekunden. Kurz vor Ablauf werden sie rot und wechseln dann. Zur Bestätigung des Aktivierungsvorgangs gibt man den angezeigten Code ein. Fertig.

## Ins Knie geschossen

Allerdings hat man sich an dieser Stelle bereits ein riesiges Problem in Form einer tickenden Zeitbombe eingehandelt. Denn für zukünftige Anmeldevorgänge muss man nun den 2FA-Code vorweisen können. Das geht mit dem Authenticator auf dem Smartphone auch recht problemlos. Aber was, wenn das Smartphone plötzlich weg ist?

Im Internet kursieren zwar haufenweise Anleitungen, wie man Google Authenticator auf ein neues Handy umzieht. Sie beruhen darauf, dass man einen der statischen Backup-Codes verwendet, um in seinen Google-Account zu kommen und den Authenticator neu einzurichten. Doch das rettet nur den Google-Zugang. Für Amazon, Apple & Co. erscheinen weiterhin keine 2FA-Codes.

Konkret muss man in dieser Situation bei allen Diensten einzeln durch einen „Ich hab meine Zugangsdaten verloren“-Prozess. Und sofern es sich um gut gesicherte Zugänge handelt, ist das nicht mit einem Klick auf den Passwort-Ändern-Link und einer einfachen E-Mail getan. Häufig ist dazu persönlicher Kontakt mit einem Mitarbeiter erforderlich, Identitätsnachweise müssen geliefert werden und so weiter. Einem Kollegen wurde das Goo-

gle-Konto zur weiteren Klärung für zwei Wochen auf Eis gelegt, ein anderer musste sich bei einem Diensteanbieter zunächst per Upload einer Personalausweis-Kopie ausweisen. Das alles kann sehr aufwendig werden.

Und es passiert. Sicher. In dem Moment, in dem man die Zwei-Faktor-Authentifizierung für einen Dienst aktiviert, erscheint der Verlust des Handys vielleicht als vernachlässigbares Risiko, das einen schon nicht treffen wird. Aber das Handy muss gar nicht geklaut werden. Irgendwann ist es einfach durch; die Apps ruckeln, der Akku will nicht mehr, das Display ist gesprungen – kurz: ein neues muss her. Natürlich kommt da auch wieder Google Authenticator drauf, ein Backup wird eingespielt. Und trotzdem bleibt man ausgesperrt.

Das ist keine Nachlässigkeit von Google, sondern eine bewusste Design-Entscheidung zugunsten höchster Sicherheit. Google orientiert sich dabei an den Ansprüchen an Hardware-Tokens, die sich nicht klonen lassen dürfen. Ähnlich soll es auch unmöglich sein – oder zumindest möglichst schwierig –, nachträglich eine Kopie eines einmal eingerichteten Authenticators zu erstellen.

Deshalb gibt es keine Backups. Ist das Handy weg, muss man alle Accounts irgendwie händisch freischalten. Das macht in einem Firmenkontext Sinn, wo der Admin dann eben eine neue Authenticator-Instanz einrichtet. Für Privatanwender, die auf die Account-Recovery-Mechanismen von kostenlosen Diensten angewiesen sind, wird das schnell zum Alptraum.

Das gilt übrigens auch, wenn man etwa auf einem neuen iPhone ein lokales verschlüsseltes Backup einspielt, das sogar WLAN-Passwörter und andere Geheimnisse enthält. Der neue Authenticator auf dem neuen iPhone ist auch dort jungfräulich – man bleibt ausgesperrt.

## Aufschreiben

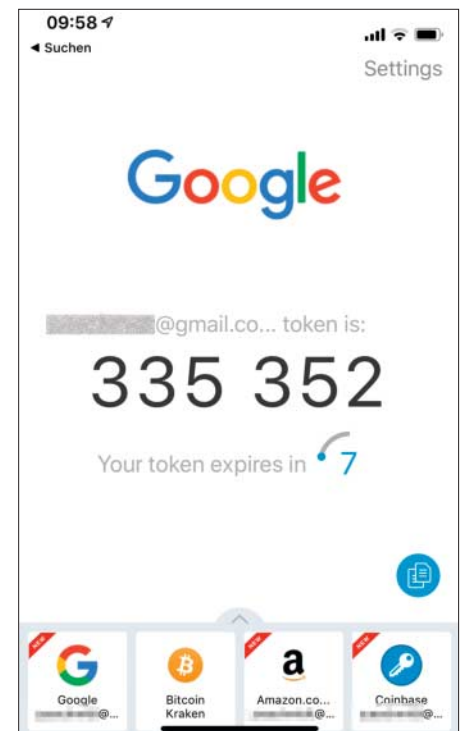
Es gibt nur einen Weg, sich vor diesem Horrorszenario zu schützen: Man muss einen Startwert, den sogenannten Seed, beim Einrichten der Zwei-Faktor-Authentifizierung sichern. Diese Seeds sind das Geheimnis, das sich Authenticator und der Server teilen. Aus diesem Seed berechnen beide Parteien den jeweils gültigen Code (siehe Kasten „So funktionieren Einmal-Passwörter“). Dieser Seed wird auf dem Server erstellt und normaler-

weise über den QR-Code in die 2FA-App übertragen.

Viele Dienste zeigen ihn aber auch als lange Zeichenkette aus Buchstaben und Ziffern an. Die heißt dann oft „Backup-Code“ oder schlicht „Your Secret“. Manche Dienste fordern den Anwender sogar dazu auf, den Backup-Code aufzuschreiben. Gelegentlich kommt es aber auch vor, dass es überhaupt keine Option zur Anzeige dieses Codes gibt. Dann kommt man eventuell über die manuelle Einrichtung ohne QR-Code an den Seed. Sie zeigt ihn so an, wie man ihn auch in Google Authenticator eintippen soll.

Bevor man Zwei-Faktor-Authentifizierung für einen Zugang aktiviert, sollte man diese Zeichenkette unbedingt aufschreiben – und zwar am besten ganz altmodisch mit Stift und Papier. Und dann verwahrt man diesen Zettel mit seinen anderen wichtigen Unterlagen etwa in einem Tresor. Zur Not tut es auch eine verschlüsselte Datei, die man gut aufbewahrt.

Da ich schreibfaul bin, hatte ich beim zweiten Account schon das Handy gezückt, um den Code einfach abzufotografieren, als mir aufging, dass das definitiv keine gute Idee ist. Zu schnell landet ein solches Foto irgendwo, wo es nicht hingehört – etwa im lokalen Foto-Archiv, einem



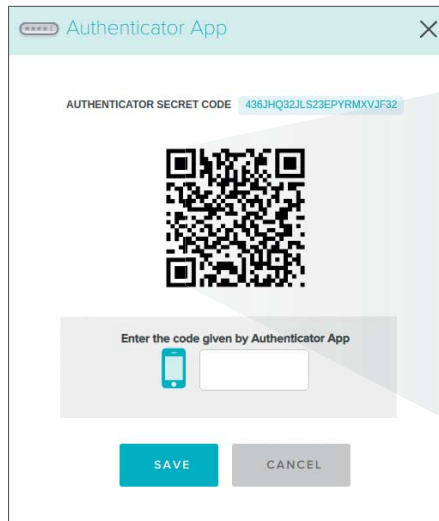
**Authy bietet mehr Komfort als Google Authenticator und ist ebenfalls für iOS und Android verfügbar.**

Backup oder sogar in der Cloud. Und wer den QR-Code hat, kann sich damit jederzeit passende 2FA-Codes erzeugen. Auch Screenshots, die dann auf dem Schreibtisch oder im Bilder-Ordner rumliegen, sind keine gute Idee. Aufschreiben ist antiquiert und mühsam, aber sicher.

### Die Komfort-Alternative

Wem das zu umständlich ist, der kann auch eine komfortablere Alternative wählen: Die App Authy für iOS und Android speichert alle Seeds in einem Backup und bietet komfortable Wiederherstellungsoptionen. Um es ganz klar und gleich vorweg zu sagen: Ja, das ist ein Kompromiss in Sachen Sicherheit. Und ja, es gibt Szenarien, in denen das nicht sicher genug ist. Aber es ist immer noch viel sicherer als die althergebrachten Passwörter. Gerade für den Einsatz im privaten Bereich ist Authy ein sehr attraktiver Kompromiss, den ich persönlich für die meisten meiner privaten Konten mit hohen Sicherheitsansprüchen nutze.

Denn natürlich haben sich auch die Macher von Authy Gedanken über die Sicherheit gemacht und ein durchdachtes Konzept dafür umgesetzt. So sind die Backups mit einem Master-Passwort verschlüsselt. Nach einem Verlust oder Austausch des Handys kann man mit diesem Master-Passwort alle Seeds importieren und hat auch sofort wieder passende 2FA-



**otpauth://totp/  
Kraken%20J2MI?  
secret=436JHQ3  
2JLS23EPYRMXV  
JF32&period=30**

Über den QR-Code kommt das benötigte Geheimnis in die Authenticator-App.

Codes für alle Accounts. Man muss also nur dieses eine Master-Passwort beziehungsweise besser eine richtige Passphrase aus mehreren Wörtern aufschreiben.

Die Backups der Seeds speichert Authy im Account des Nutzers in der Cloud. Da die Daten jedoch mit AES und dem Master-Passwort als Schlüssel verschlüsselt sind, hat der Dienst keinen Zugriff auf die Seeds. So ist weitgehend ausgeschlossen, dass Unbefugte nachträglich an die Seeds kommen und sich damit dann jederzeit passende 2FA-Codes erstellen könnten.

Darüber hinaus bietet Authy eine Reihe von weiteren Optionen, wie den Parallelbetrieb auf mehreren Geräten und Apps für Windows, macOS und den Chrome-Browser, die man jedoch nicht nutzen muss. Authy kann man überall einsetzen, wo auch Google Authenticator funktioniert – selbst wenn ein Dienst explizit nur die Google-App nennt.

Der Account ist dabei an die Telefonnummer gekoppelt; um an die Backups heranzukommen, benötigt man ein Telefon mit dieser Nummer oder eine noch aktive Authy-Instanz etwa auf dem PC, über die man neue Geräte autorisieren kann. Alternativ gibt es einen manuellen Prozess zum Wechseln der Telefonnummer, der zwei bis drei Tage in Anspruch nimmt. Dann hat man aber wieder vollen Zugang zu allen 2FA-Accounts (Natürlich nur, sofern man auch das Master-Passwort parat hat!). Ein Export der Backups, mit dem man diese selber sichern und im Zweifelsfall wiederherstellen kann, ist nicht vorgesehen.

## So funktionieren Einmal-Passwörter

Die besten Methoden der Zwei-Faktor-Authentifizierung im Internet beruhen auf Einmal-Passwörtern (One-Time Passwords). Dazu gibt es zwei offene Standards: HMAC-based One-Time Passwords (HOTP) kommen in der Regel mit Hardware-Tokens zum Einsatz und verwenden interne Zähler für die fortlaufenden Einmal-Passwörter. Die Weiterentwicklung zu Time-based One-Time Passwords (TOTP) verwendet hingegen die Zeit als variablen Faktor.

Dabei berechnen der Server und eine App das TOTP nach dem gleichen Verfahren, das die IETF im offenen Standard RFC 6238 festgeschrieben hat. Server und App benötigen für diese Berechnung ein Geheimnis (Shared Secret Key, K), das nur die beiden kennen.

Darüber hinaus geht die Unix-Zeit in das Einmal-Passwort ein, also die seit 1.1.1970 00:00 (UTC) verstrichene Zeit in Sekunden. Diese unterteilt TOTP nochmals in Intervalle von standardmäßig 30 Sekunden, um eine Zeit T zu ermitteln.

Aus K und T errechnen beide Seiten einen kryptografischen Hash-Wert (genauer: einen Hash-based Message Authentication Code, den HMAC-SHA1). Der wird dann noch etwas umgewandelt und abgeschnitten, damit man eine zufällig aussehende Folge von sechs oder mehr Ziffern erhält – das TOTP. Der Standard erlaubt es, dass Server mehrere TOTPs berechnen und akzeptieren, um einen leichten Zeitversatz auf dem Client zu kompensieren.

### Noch komfortabler

Apropos Komfort: Es gibt bei der Zwei-Faktor-Authentifizierung einen weiteren Kompromiss in Sachen Sicherheit, der einem das Leben leichter macht. Viele Dienste unterstützen es, dass man den zweiten Faktor nur beim ersten Anmelden auf einem Gerät beziehungsweise in einer App oder einem Browser eingeben muss. Dann merkt sich dieses vertrauenswürdige Gerät ein Token, das ihm auch ohne ein weiteres Einmal-Passwort dauerhaften Zugang zum Account gewährt. Viele

Dienste – wie die von Google – haben das sogar so voreingestellt. Bei anderen wie Amazon setzt man dazu bei der Anmeldung ein Häkchen bei „auf diesem Gerät nicht mehr fragen“.

In diesem Modus bedeutet die Zwei-Faktor-Authentifizierung kaum noch zusätzlichen Aufwand: Man muss nur in den ersten Tagen alle Geräte einmal mit 2FA-Code autorisieren und hat danach Ruhe. Trotzdem bringt das einen enormen Sicherheitsgewinn: Denn selbst wenn ein Angreifer an das Passwort kommt, muss er zusätzlich die Kontrolle über eines der autorisierten Geräte erlangen, um wirklich Schaden anrichten zu können. Und daran scheitert die Mehrzahl aller realen Angriffe, die auf Passwortklau beruhen.

Natürlich gibt es außer Google Authenticator und Authy noch weitere 2FA-Apps beziehungsweise -Anwendungen, die vielleicht Ihrem Einsatzszenario besser entgegenkommen. Sofern die das standardisierte TOTP-Verfahren beherrschen, kann man sie ebenfalls anstelle von

Google Authenticator einsetzen. Wer etwa Google misstraut oder generell Open-Source-Software favorisiert, kann FreeOTP benutzen. Das ist ein Fork der letzten Open-Source-Version des Authenticators, der etwas ungeschliffener daherkommt, aber in unseren Versuchen reibungslos funktionierte.

Oft bedienen die 2FA-Apps auch spezielle Zielgruppen besser als Google Authenticator oder Authy. So werden Lastpass-Nutzer vielleicht ganz gerne ihre 2FA-Codes mit der zugehörigen App erstellen. Ähnliches gilt auch für Keepass, für das es ebenfalls ein TOTP-Modul gibt. Wer sich vor allem in der Windows-Welt bewegt, möchte vielleicht Microsoft Authenticator eine Chance geben.

### Die Basics

Wer es richtig ernst meint mit der Sicherheit, verzichtet auf zusätzlichen Komfort, bleibt beim einfachen Authenticator und schreibt sich eben alle Seeds selber auf. Wer es etwas komfortabler möchte, findet

mit Authy eine Alternative, die ihm das abnimmt und trotzdem die Sicherheit im Vergleich zum reinen Passwort-Schutz deutlich erhöht. Generell gilt: Jede 2FA-App ist besser als Passwörter alleine.

Und für alle 2FA-Apps gilt, dass man sich anschauen sollte, was sie mit den Seeds der einzelnen Zugänge machen. Wichtig ist vor allem: Sind die sicher verwahrt und gibt es eine vernünftige Backup-Strategie, die es einem erspart, für jeden Account einzeln durch die Passwort-Reset-Hölle zu gehen, wenn das Handy plötzlich weg ist?

Es spricht übrigens auch nichts gegen eine Mischung der beiden Konzepte. So setze ich für meinen Amazon-Account und einige andere persönlich genutzte Dienste auf Authy; für den Zugang zu unserem hoch sicheren Informanten-Briefkasten des heise-Investigativ-Teams bleibe ich jedoch beim Authenticator.

(ju@ct.de) **ct**

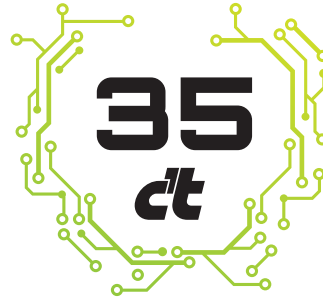
**Apps und Dienste mit 2FA:** [ct.de/yp2m](https://ct.de/yp2m)

Anzeige



# ver trac't

## 35 Jahre c't: Rätsel lösen und c't-Shirts oder Raspberry Pi gewinnen



**Zum 35-jährigen Jubiläum wollen wir auch unseren c't-Lesern etwas gönnen. Um es Ihnen aber nicht zu leicht zu machen, müssen Sie für die Gewinne Rätsel lösen.**

**Von Achim Barczok**

In der c't-Redaktion ist in den vergangenen 35 Jahren allerlei Technik und Bunt es vor die Kameralinse oder unters Mikroskop gekommen. Für unser Jubiläumsrätsel haben wir deshalb auf dieser Seite eines dieser in unseren Redaktions- und Laborräumen gemachten Fotos abgedruckt. Wo genau ist dieses Bild wohl entstanden und was zeigt es?

Wir verlosen unter den richtigen Antworten und den schönsten falschen Antworten zehn c't-Shirts und ein Pi-Desktop-Bundle B+ inklusive Raspberry Pi aus dem heise shop (siehe [ct.de/y9bk](http://ct.de/y9bk)).

Schwieriger machen wir es Ihnen bei unserem zweiten Rätsel. Das ist kein gewöhnliches Kreuzworträtsel, denn Sie müssen ziemlich um die Ecke denken. Wir arbeiten mit Teekesselchen, zu vervollständigenden Wörtern und ungewöhnlichen Beugungen.

Mit den Füßchen in [1 vertikal] könnten etwa die Beine eines Transistors oder die Anschlüsse einer LED gemeint sein (ist aber nicht so). Nicht immer ist dabei die naheliegendste Antwort die richtige – vom Aussterben bedroht durch E-Book-Reader sind nicht nur Bibliothek und Buchbinder [52 horizontal]. Deshalb ein Tipp: Benutzen Sie einen Bleistift!

Wenn Sie regelmäßig c't lesen, sollten Sie auch ohne Google und Wikipedia auf die richtigen Wörter kommen. Die im Rätsel sieben umkringelten Buchstaben ergeben das Lösungswort: Es handelt sich um einen Ort, den Sie bei uns im Heise-Verlag in Hannover finden können. Beim Kreuz-

worträtsel verlosen wir unter den richtigen Antworten ebenfalls ein Pi-Desktop-Bundle sowie zehn c't-Retro-Kalender 2019.

### Teilnahmebedingungen

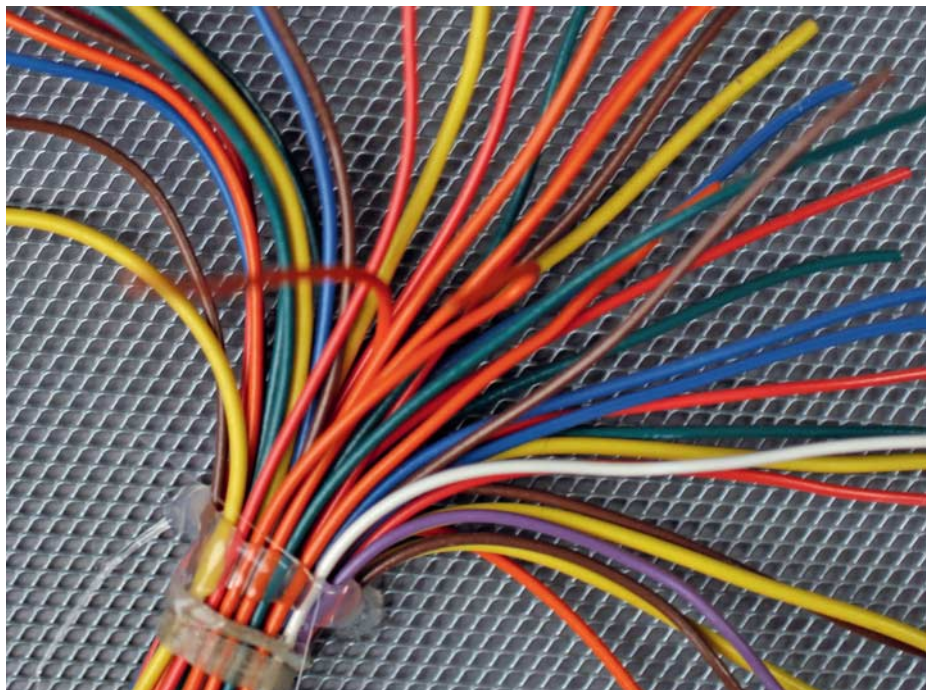
Für die Teilnahme an der Verlosung für beide Rätsel müssen Sie uns Ihren Lösungsvorschlag über das Online-Formular auf [www.ct.de/ct35quiz](http://www.ct.de/ct35quiz) mitteilen. Einsendeschluss ist der 22. November 2018, danach veröffentlichen wir die Lösung unter [ct.de/y9bk](http://ct.de/y9bk) und in c't 26/2018. Die Ziehung ist am 23. November, die Gewinner werden im Anschluss benachrichtigt. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen, Angestellte der Heise-Gruppe nebst Angehörigen dürfen nicht teilnehmen.

Für die Teilnahme an der Verlosung verarbeiten wir Ihren Namen und Ihre E-Mail-Adresse. Wir benötigen diese Daten zur Ermittlung und Benachrichti-

gung der Gewinner und um festzustellen, ob Sie teilnahmeberechtigt sind. Die Rechtsgrundlage für die Verarbeitung personenbezogener Daten ist die Erfüllung eines Schuldverhältnisses nach Art. 6 Abs. 1 lit. b) DSGVO. Sobald der Zweck für die Speicherung entfällt, werden wir Ihre personenbezogenen Daten löschen. Weitere Informationen zum Thema Datenschutz, insbesondere über Ihre Rechte als betroffene Person, erhalten Sie in unserer Datenschutzerklärung, abrufbar unter [www.heise.de/privacy](http://www.heise.de/privacy).

Sollten Sie nicht zu den Gewinnern zählen: Die Shirts und die Kalender gibts im c't-Fan-Shop unter der Adresse [shop.heise.de/fan-shop](http://shop.heise.de/fan-shop). ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de)) **ct**

**Raspi, Shirts und Kalender im heise shop, Auflösung (ab 23. 11. 2018):**  
[ct.de/y9bk](http://ct.de/y9bk)



**Wo ist diese Bild entstanden und was ist hier zu sehen?**



# Das c't-Jubiläumsrätsel

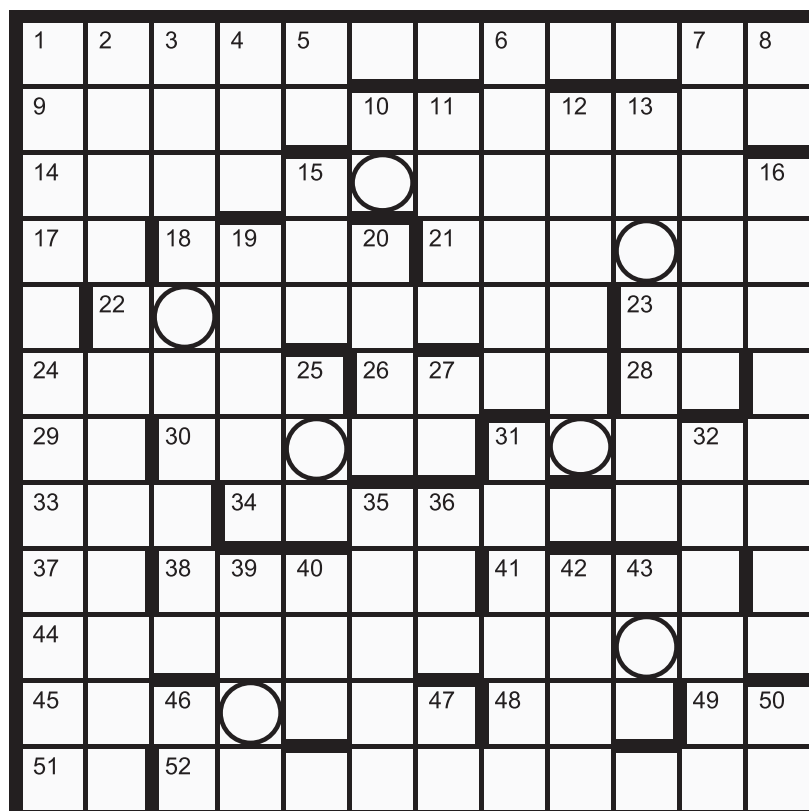
## Horizontal

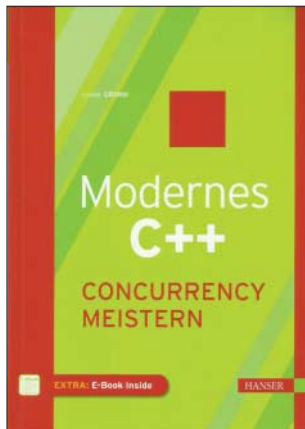
- 1 Sind gut integriert, auch wenn sie isoliert und voller Widerstände sind
- 9 UTF-0
- 14 Die am wenigsten besuchte Ecke in jeder Software
- 17 SW, MW & LW
- 18 Solchen Pixel... nennt man besser Retro, sonst ärgern sich die Gamer
- 21 Ohne sie hätten Geheimdienste kaum eine Chance gegen uns
- 22 Ist die Luft so, dann läuft die Grafikkarte auf Hochtouren
- 23 Wenn Sie das in Ihre Google-Adressleiste eingeben, landen Sie hoffentlich gleich bei uns
- 24 F5 and your page is
- 26 Die beliebteste Frau bei Programmierern? Könnte man meinen, wenn man in den Code schaut
- 28 ;dr
- 29 Das macht jede Nvidia-Grafikkarte besser
- 30 Bezirksverwaltung des Internet
- 31 Auf Apples ... steht ein Raumschiffgebäude
- 33 Darf selbst bei der besten Adresse nicht fehlen
- 34 Sind physisch nicht da, geben trotzdem lokal Sicherheit (Doppel-moppel)
- 37 Wer AAAA sagt, muss auch IPv6 sagen
- 38 In Photoshop oft nicht sichtbar
- 41 Gern gesehen im Heimnetz?
- 44 Hey, sind Sie ein Mensch oder lassen Sie das Rätsel gerade von Ihrer KI lösen? Wollte nur mal ...
- 45 Ohne ihn fräßen Netflix-Videos ja noch mehr Datenvolumen
- 48 Bleibt im kalten Winter nicht immer flüssig, nicht nur beim iPhone
- 49 Das iPhone boxte Blackberry und Nokia weg
- 51 Spectre, Meltdown? Jetzt kommts noch dicker. Energie!
- 52 Vom Aussterben bedroht durch E-Book-Reader

## Vertikal

- 1 Früher hatten sie mehr Füßchen
- 2 Laut Ed die einzige Chance, sich zu verstecken – zumindest bis die Quantencomputer kommen

- 3 Bestimmt unser Leben, obwohl er nichts Ganzes ist
- 4 Ich hoffe, Dein [48 horizontal] ist so richtig sch...
- 5 Neues Silicon Valley? Snap Inc. und SpaceX sind jedenfalls schon da
- 6 Klar brennen die OLEDs ein, im TV kommt ja immer das Gleiche
- 7 Stößt AMD Intel vom ...?
- 8 Hola, Internet!
- 10 1024
- 11 Diese Vision kommt bald in 8K
- 12 Wären Sergej Brin, Paul Allen und Steve Jobs vielleicht geworden, wenn sie ihr teuerstes Hobby zum Beruf gemacht hätten
- 13 Bitte mal den Papierkorb leeren, damit sich der Filetree wieder ein bisschen ...
- 15 Macht aus Privat einen Wing Commander und aus Market einen PR-Fuzzi
- 16 Mit ihm flogen wir zum Mond und kämpften gegen Bugs
- 19 Das Linux unter den Prozessoren
- 20 Viele Facebook-Mitarbeiter außerhalb der USA sinds
- 25 Logischer Echo-Nachfolger? Da hätte Dave was dagegen
- 27 Natürlich ist e eine Basis
- 31 Immer dieser Michel... Der hier ärgerte uns in den 90ern sogar per Diskette
- 32 Durch seinen Tempel sind schon viele per App gelaufen
- 35 Göttliche Hilfe für Start-ups
- 36 Dot
- 39 Ein Boot war früher darauf angewiesen, heute gehts moderner (aber nicht unbedingt fehlerfreier)
- 40 In modernen Programmiersprachen braucht man das zum Glück nicht mehr hinzuschreiben
- 42 So grau darf ein Smartphone heutzutage nicht sein – das muss dann schon Graphit, Space oder Platin heißen
- 43 Mehr als 5 davon sollte das Notebook min. schaffen
- 46 Wenn die LED-Streifen zu hell brennen, hat wahrscheinlich das gefehlt
- 47 232
- 50 Have you tried, ach ihr wisst schon





Rainer Grimm

## Modernes C++

Concurrency meistern

Hanser, München 2018

ISBN 978-3-4464-5590-0

288 Seiten, 39 €

(PDF-E-Book: 30 €)

# Thread-Rennsport für Codeklopfer

**Nebenläufige Prozesse zu dirigieren ist eine Parade-disziplin neuerer C++-Compiler. „Concurrency“ heißt das Stichwort – und Rainer Grimm zeigt Entwicklern systemübergreifend mit einer Fülle von Beispielen, wie man Parallelverarbeitung in Programmen einsetzt.**

Die Sprache C++ hat ihren Charakter über die Jahre stark verändert. Die Versionen seit 11 bringen Futures, Coroutinen, Transaktionen und andere mächtige Werkzeuge mit, um Nebenläufigkeit zu gestalten. Die Erweiterung der Standard Template Library (STL) um parallele Algorithmen ist nur ein Zeichen für diese neue Stärke der alten Sprache: das Einbetten gleichzeitig ablaufender Routinen und Prozesse in Programmprojekte.

Die Grundlage dafür ist das Speichermodell von C++. Und so drehen sich viele der zahlreichen Beispielprogramme, die Grimm in seinem Buch präsentiert, genau darum. Nach einem kurzen Überblick über die neueren C++-Varianten nimmt der Autor sich die Grundlagen des Speichermodells sowie Algorithmen der STL vor.

Den Schwerpunkt bilden dann über 100 Fallbeispiele und Codefragmente, anhand derer Grimm unterschiedliche Concurrency-Aspekte beschreibt. Aus der PDF-Version des Buchs, die für Käufer der Papierversion kostenlos zugänglich ist, lassen sich die Beispiele per Copy & Paste übernehmen – das spart lästiges Abtippen.

Der verwendete Code ist plattformunabhängig gehalten. Er orientiert sich an den Standards C++11 beziehungsweise C++14, die praktisch alle aktuellen C++-Compiler unterstützen. Hinzu kommen einige C++17-Beispiele, die auf das HPX-Framework (High Performance ParallelX) aufbauen. Dessen Quellen und Verwendung beschreibt Grimm ebenfalls.

Kapitel zu besonderen Herausforderungen und Best Practices sowie zur Zeitbibliothek runden das Buch ab. Dabei macht Grimm den Leser unter anderem mit CppMem vertraut – einem Werkzeug, welches das Speicherverhalten visualisiert.

Das Buch wendet sich in erster Linie an geübte C++-Entwickler, die sich gezielt ins Multithreading vertiefen wollen. Aber auch interessierte Einsteiger finden unter den Codebeispielen manches Nützliche, was sie weiterbringen kann.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)

# Gesucht: kundige Begleiter

**Jugendliche kommunizieren, konsumieren und produzieren auf vielen digitalen Kanälen. In den Augen von Erwachsenen geht es dabei oft chaotisch und sogar gefährlich zu. Das frisch aufgemachte, reich bebilderte „Elternbuch“ ist ein Leitfaden für eine sinnvolle Begleitung junger Mediennutzer.**

Wie begegnet man Instagram-, Snapchat- oder YouTube-Exzessen des Nachwuchses? Verbote sind verlockend, aber unrealistisch: Social Media ist allgegenwärtig. Kompetenz ist gefragt.

Die Autoren des Buchs sind Medienpädagogen und selbst Väter. Sie richten sich an Familien, aber auch an Lehrer und andere, die mit Jugendlichen zu tun haben. In dem lesefreundlich bunt gestalteten, querformatigen Paperback geht es um die Nutzungsgewohnheiten junger Leute, aber auch um die neuen Aufgaben ihrer Eltern.

Etliche der aktuellen Plattformen, die den digitalen Alltag bestimmen, können hässliche Kehrseiten haben: Instagram hat sich vom digitalen Fotoalbum zum Online-Laufsteg und Marketing-Forum mit laxen Privatsphäre-Voreinstellungen entwickelt. Musical.ly, Facebook und ask.fm können zum Schauplatz für Cybermobbing und Belästigung werden. YouTube liefert rund um die Uhr Fake News, Verschwörungstheorien und Hassbotschaften. Vieles, was mit dem Etikett „kostenlos“ lockt, entpuppt sich als kostspielige Versuchung, vieles ist illegal und bisweilen nur ein Angelhaken von Neppern. free2play, Trojaner, Account-Fälschung und Sexting – für viele Eltern sind das Fremdwörter. Doch gerade in diesen Bereichen können Jugendliche hilfreiche und kundige erzieherische Begleitung gut gebrauchen.

Das „Elternbuch“ will keine Angst machen, sondern klärt auf und hält viele praktische Ratschläge bereit. Es macht die für Außenstehende verwirrende Social-Media-Welt transparenter. Insofern ist es auch ein sinnvolles Geschenk für Freunde, die dem Medienverhalten ihrer Kinder misstrauisch, verständnis- und ratlos gegenüberstehen. Pädagogen liefert es im Serviceteil wertvolle weiterführende Links. (Florian Brandt/psz@ct.de)



Tobias Albers-Heinemann, Björn Friedrich

## Das Elternbuch zu WhatsApp, YouTube, Instagram & Co.

O'Reilly (dpunkt), Heidelberg 2018 (2. Aufl.)

(Der Verlag gehört wie c't zu Heise Medien.)

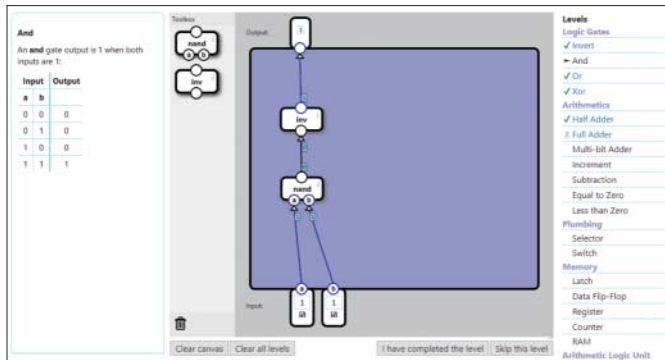
ISBN 978-3-9600-9081-6

318 Seiten, 20 € (PDF-/Epub-/Mobi-E-Book: 16 €)

Anzeige

## Computer puzzeln

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



Bei aller Rechenpower moderner PCs kann schon mal das Gefühl dafür abhanden kommen, dass auch der leistungsfähigste Rechenbolide aus recht einfachen Bauteilen aufgebaut ist. Das **Nand Game** soll spielerisch einen Eindruck davon vermitteln. Hier klickt der Besucher, ausgehend von einem Nand-Logikbaustein, nach und nach immer komplexere Komponenten zusammen.

In einem grafischen Editor zieht er dazu aus seinem ständig wachsenden Repertoire Bausteine auf eine Arbeitsfläche, die er per Maus mit Ein- und Ausgabenschlüssen sowie untereinander verbindet. Nach den Logikelementen Und und Oder muss er auf diese Weise Rechen- und Speicherbausteine entwerfen, bis letztlich ein Prozessor mit Speicher, Befehlsdecoder sowie Ein- und Ausgabe entsteht.

Vor jedem Level erklärt eine Logiktafel, welche Funktion der Spieler abzubilden hat. Nach jedem Level sagt das Spiel zudem, ob er mit der geringstmöglichen Anzahl an Bausteinen ausgekommen ist. Man muss das immer kniffliger werdende Spiel nicht in einem Rutsch durchspielen. Der Browser speichert den Spielstand. (jo@ct.de)

## Nonstop-Flüge

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

Bitte keine Umwege: **Flightsfrom** zeigt sehr übersichtlich, welche Destinationen Reisende von einem Abflug-Flughafen direkt anfliegen können – weltweit. Neben einer Karte präsentiert der Dienst auch statistische Informationen in Textform, etwa über die am häufigsten angeflogenen Ziele, die Airlines mit den meisten Abflügen sowie den weitesten Flug. Die Startseite hält einige allgemeine Informationen zum Luftverkehr bereit, etwa die Gesamtzahl der Flüge weltweit. (jo@ct.de)

## Für den Biber trainieren

[bwinf.de/biber](http://bwinf.de/biber)

Am 5. November startet der **Informatik-Biber 2018**, Deutschlands größter Informatik-Wettbewerb für Schüler der 3. bis 13. Jahrgangsstufen. Lehrer können ihre Schülerinnen und Schüler

auf der Website des Wettbewerbs bereits anmelden. Dort findet sich auch reichlich Trainingsmaterial: die Aufgaben und Lösungen der vergangenen 11 Jahre. (jo@ct.de)

## Solar-Website

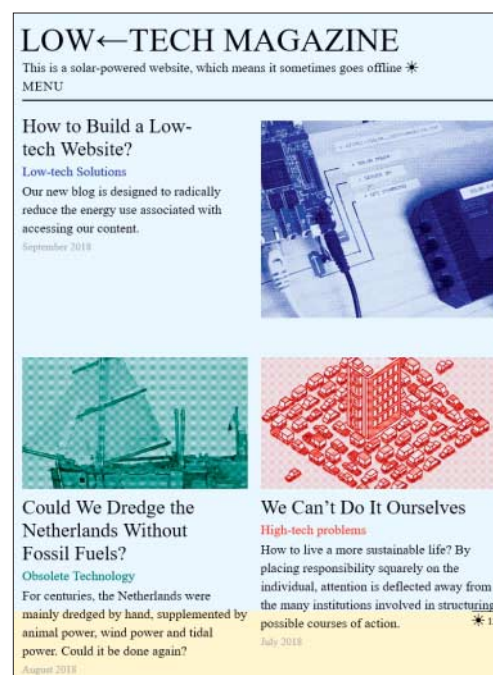
[solar.lowtechmagazine.com](http://solar.lowtechmagazine.com)

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

Das **Low Tech Magazine** setzt sich kritisch mit den Folgen von High Tech auseinander, etwa den negativen Auswirkungen von Hochgeschwindigkeitszügen auf das restliche Bahn-Schienen-netz in Europa. Der Belgier Kris De Decker hat das Magazin bereits im Jahr 2007 gestartet und stellt mit seinen Mitstreitern gerne auch leichtgewichtige Lösungen als Alternativen für den hochgezüchteten Stand der Technik vor.

So zeigt er in einem aktuellen Artikel, wie man mit schlanker Technik eine Website betreibt. Konsequenterweise hat er eine Low-Tech-Variante seines Magazins veröffentlicht. Als Webserver kommt Nginx unter Armbian Stretch zum Einsatz, das auf einem Einplatinen-Computerchen Olimex Olinuino läuft. Die Artikelseiten wurden als statische Dateien hinterlegt – also ohne PHP oder anderen serverseitigen Schnickschnack, der beim Abruf zusätzliche Arbeit macht.

Das Download-Volumen einer Seite wurde auf rund 0,77 MByte eingedampft, indem die Site zum Beispiel nur Standardschriften verwendet, vor allem aber indem die Bilder per Dithering brutal komprimiert wurden. Die an Nadeldruck erinnernden einfarbigen Bilder verleihen der Site einen ganz eigenen Look. Weitere Besonderheit: Die Technik wird mit Solarstrom betrieben. Ist es in Barcelona, wo der Server steht, bedeckt, ist die Site nicht zu erreichen. Man kann dann aber immer noch auf das herkömmlich gehostete Pendant ausweichen. (jo@ct.de)



Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/yq96](http://ct.de/yq96)



Anzeige







# PERIPHERIE

VON MICHAEL RAPP

**K**ann ich hier richtig sein? Kommissar Lutz Dohl richtete sich auf dem Fahrersitz seines autonomen Dienstfahrzeugs auf und ließ den Blick durch die riesige Werkshalle schweifen. Rumpelnd schloss sich das Rolltor hinter dem Wagen.

Nur noch die roten und blauen Linien auf dem Betonboden erinnerten daran, dass hier früher einmal Produktionsbänder und Montageroboter gestanden hatten. Eine verlassene Fabrik, in deren Mitte offenbar erst vor Kurzem eine durchsichtige Kuppel errichtet worden war. Eine Hightech-Halbkugel aus Kunststoffprofilen. An ihrer Außenseite hingen Belüftungsmodule. Außerdem waren dort verästelte Strukturen befestigt, die Dohl für Störsender hielt. Im hell erleuchteten Inneren arbeiteten fünf Gestalten in Laboranzügen an blauen Industrierobotern.

In der Todesfallmeldung war von einem Labor der Jarlberg AG die Rede gewesen – aber das hier sah eher nach einem Versteck, nach etwas Geheimem aus.

„Kommissar!“ Die energische Stimme gehörte einer zierlichen Frau in einem schwarzen Hosenanzug, die auf einem Elektroscooter heranrollte. Ein zweiter, unbesetzter Scooter folgte ihr. Sie war Mitte zwanzig, hatte ein rundliches Gesicht und aschblondes Haar, das in Fransen auf ihre Stirn fiel.

Dohl öffnete die Fahrertür und stieg aus. Die Luft in der Halle war frisch und kühl. Unter dem Dach flogen Sperlinge. „Lutz Dohl vom K10. Habt ihr einen Unfall gemeldet?“

„Leider ja, Herr Dohl.“ Sie stieg von ihrem Scooter. „Danke, dass Sie unseren Navigationsanweisungen gefolgt sind. Mein Name ist Jenna Sant, ich stehe Ihnen für die Dauer Ihrer Ermittlungen zur Seite.“ Sie griff an seiner zur Begrüßung ausgestreckten Rechten vorbei und zog seinen Dienst-Com aus der Gürteltasche. Er reagierte zu spät, um es zu verhindern. Während Jenna das Gerät in ihrer Tasche verschwinden ließ, flötete sie: „Verzeihung, aber das können wir hier nicht gestatten. Und bitte aktivieren Sie Ihren Emo-Link, das ist bei uns Vorschrift.“

„Ich bin keiner Ihrer Mitarbeiter“, sagte er scharf und hielt ihr die offene Rechte entgegen.

„Tut mir wirklich sehr leid. Ich muss darauf bestehen.“ Ihr Kätzchenblick hätte ein ganzes Sondereinsatzkommando entwapfenet.

Dohl entschied, erst einmal mitzuspielen. Er ließ die Hand sinken und dachte den Aktivierungsbefehl für seinen Link. „Was ist das hier für eine Einrichtung?“

Jenna sandte ihm ein warmes Gefühl der Dankbarkeit. „Unser Projekt verlangt besondere Diskretion. Kommen Sie, ich bringe Sie zu dem verunfallten Mitarbeiter.“ Sie stieg auf ihren Scooter, während sich das zweite Gefährt für Dohl in Position brachte. Jenna wirkte gefasst, doch am Rand ihrer positiven Emotionen gab es ein chaotisches Rauschen, das

er als unangenehm empfand. Sein Scooter fuhr automatisch neben ihrem her.

„Was können Sie mir über den Unfall sagen?“

„Diplom-Ingenieur Marius Jäger ist der Sohn unserer Projektleiterin, ein sehr fähiger Mitarbeiter von Jarlberg Deutschland. Sein Unfall hat uns überrascht, zumal er heute nicht direkt mit den Maschinen gearbeitet hat. Nun, Sie werden gleich selbst mit ihm sprechen können.“

„Er lebt noch?“, fragte Dohl stirnrunzelnd.

Sie sah ihn seltsam an. „Aber ja.“

„Meiner Dienststelle wurde ein tödlicher Unfall gemeldet. Ich bin hier, um im Rahmen einer Todesfallermittlung festzustellen, ob Fremdvorschriften vorliegt ... – gehen Sie davon aus, dass Jäger vorsätzlich oder aufgrund grob fahrlässigen Verhaltens verletzt wurde?“

Sie zögerte, dann sagte sie: „Da liegt ein Irrtum vor. Es war definitiv nur ein Unfall.“

Der etwa vierzigjährige Mann auf dem Foto, das der Meldung beigelegt war, hatte sehr tot ausgesehen. Dennoch war da nichts in Jennas Gefühlen, das Dohl an ihren Aussagen zweifeln ließ.

Als sie an der durchsichtigen Kuppel vorbeifuhren, betrachtete er die gedrungene Roboter. Einer lag zerlegt auf einem Metalltisch, sein Kopf war verformt, das Blau der Lackierung von Brandspuren verfärbt. Zwei ähnlich beschädigte Maschinen hingen an einem Metallgerüst, die Füße knapp über dem Boden. Nur eine stand aufrecht, den Jarlberg-Ingenieuren zugewandt, und unterhielt sich mit ihnen. Für einen Moment bekam Dohls Emo-Link Kontakt. Er fühlte Konzentration, Gelassenheit – und Schuld. Eine weißhaarige Frau wandte hastig den Blick von ihm ab, aber er hatte das Aufflackern des Gefühls deutlich gespürt.

Autsch! Ein Tinnitus fiefte in seinem rechten Ohr, zugleich durchbohrte ein heißer Schmerz seine Schläfe.

Der Scooter stoppte vor einer weißen Tür. Dohl folgte Jenna in den karg eingerichteten Aufenthaltsraum. Es gab einen Resopaltisch, auf dem eine große Obstschale stand, dann fünf Stühle, einige Getränkeboxen, eine Kaffeemaschine auf einem ansonsten leeren Schwerlastregal. Marius Jäger lag vor dem Tisch und er war zweifellos tot. Zahlreiche Hämatome bedeckten sein Gesicht. Sein weißer Laboranzug wies Blutspritzer und mehrere verschmierte Handabdrücke auf. Auf dem Boden waren blutige Schleifspuren zu sehen.

Jenna lächelte. „Hallo Herr Jäger, ich hoffe, es geht Ihnen etwas besser. Das hier ist Kommissar Dohl ...“

Der Kommissar unterdrückte einen Schauer. Unwillkürlich fasste er an seine leere Com-Tasche.

„Was ist?“ Anscheinend war Jennas Psyche stabil und sorgenfrei. Allerdings war das unangenehme Rauschen stärker geworden, drängender ...

„Geben Sie mir meinen Com, ich muss meine Dienststelle informieren.“

„Das ist nicht nötig.“

„Das entscheide ich!“, erwiderte er streng. „Ich weiß nicht, was hier los ist und warum Sie glauben, mir ins Gesicht lügen zu dürfen. Aber ich informiere Sie hiermit darüber, dass die Halle ein Tatort und Marius Jäger möglicherweise einem Tötungsdelikt zum Opfer gefallen ist! Sie geben mir jetzt meinen Com und holen die Projektleiterin her – oder wer auch immer hier das Sagen hat.“

„Ich verstehe nicht ...?“

Ein rothaariger Mann Ende zwanzig zog die Tür auf. Der Reißverschluss seines Laboranzugs war bis zur Brust geöffnet, darunter war ein schwarzes T-Shirt zu erkennen. Er trat ein und machte der blauen Maschine Platz, die mit schweren Schritten auf Dohl und Jenna zukam.

Was machte der Roboter außerhalb der Laborkuppel? Dohl hatte den Eindruck gehabt, dass die Maschine Teil eines Experiments war. Sie jetzt direkt vor sich zu sehen, verstärkte noch sein Unbehagen. Er empfing die Gefühle des rothaarigen Ingenieurs: Entschlossenheit, unterlegt vom gleichen Rauschen wie bei Jenna. Die Maschine schob sich direkt vor Dohl und betrachtete ihn mit dem dunklen Sensorband, welches statt Augen in ihrem dreieckigen Gesicht saß. Auf einmal war da wieder der Kopfschmerz, stechend und heiß. Dohl zuckte zusammen und griff sich an die Schläfe. Mit einem Gedanken schaltete er seinen Emo-Link ab.

„Die Benutzung des Emos ist Vorschrift“, sagte Jenna. „Für das Gelingen der Versuchsreihe ist das von großer Wichtigkeit.“

„Ihr seid mit dieser Maschine verbunden?“, fragte Dohl.

Der Roboter richtete sich auf, seine Stimme klang hart und drängend: „Sein Link muss aktiviert und angepasst werden!“

„Keine Chance!“, sagte Dohl.

„Wollen Sie Ihren Link nicht einschalten?“, fragte der Ingenieur ungeduldig, als wäre Dohl schwer von Begriff.

„Wir können Ihnen dabei helfen.“ Jenna trat an Dohls Seite und legte ihre Hände auf seinen rechten Arm. „Kommen Sie, geben Sie Ihren Zugang frei.“

Der Ingenieur griff in seinen Anzug und holte seinen Com hervor. Das individualisierte Gerät entfaltete sich in seiner Hand. Die holografische Darstellung zeigte Programmschemata. Er begann, etwas einzugeben.

Dohl blickte von dem Rothaarigen zu Jenna. „Die Maschine überträgt Emotionen? Wer kontrolliert sie?“

Plötzlich aktivierte sich sein Link. Beruhigende Gefühle strömten in ihn – viel stärker, als er sie jemals empfangen hatte. Er wusste, es waren nicht seine eigenen, und doch konnte er sich nicht gegen ihren Einfluss wehren. Wie eine warme Decke legten sie sich auf sein Fühlen, glätteten seine Sorge und Furcht.

„Wir helfen Ihnen“, sagte Jenna.

Dohl fühlte, dass alles gut war, atmete aus und lachte erleichtert.

„Kommen Sie“, sagte der Roboter. „Es ist Zeit, aufzubrechen.“

„Dann mal los.“ Dohl folgte ihm in die Halle. Vor der Schleuse der Kunststoffkuppel stieg eine ältere Dame aus ihrem Laboranzug, unter dem eine rote Bluse und Jeans zum

Vorschein kamen. Sein Link identifizierte sie als die Ingenieurin, deren Schuldgefühl er aufgefangen hatte.

Die übrigen Jarlberg-Mitarbeiter waren konzentriert bei der Arbeit. Eine der Gestalten, die er erst auf den zweiten Blick als Frau identifizierte, trug eine Atemschutzmaske und Gummihandschuhe mit langen Stulpen. Sie goss eine Flüssigkeit in den geöffneten Kopf einer der blauen Maschinen. Es rauchte und dampfte, dann wandte sie sich dem nächsten Roboterwrack zu, um an diesem ihr Zerstörungswerk fortzusetzen. Andere arbeiteten an den von Hologrammen eingehüllten Workstations.

## „DIE BENUTZUNG DES EMOS IST VORSCHRIFT“, SAGTE JENNA.

Ein Kerl mit aufwendig gestyltem Bart, Hipster-Dutt und Datenbrille kam eilig vom Ende der Halle herbeigelaufen. „Ich habe einen Tank mit zweitausend Liter Bioethanol gefunden und einen Gabelstapler, der ihn bewegen kann“, meldete er der Maschine. „Wird das ausreichen?“

„Ja. Bringen Sie das Ethanol her und bereiten Sie alles für die Beseitigung vor. Sobald die Backups gelöscht sind, muss die Kuppel mit den Roboter-Überresten und Computern verbrannt werden.“

„Seien Sie vorsichtig, damit sich niemand verletzt“, wandte Dohl ein, aber der Mann ignorierte ihn und ging, um seinen Auftrag auszuführen. Für einen Augenblick fühlte der Kommissar Wut wie eine heiße Flamme – sie wurde aber sofort von Gelassenheit erstickt.

★ ★ ★

Der Roboter blickte der weißhaarigen Ingenieurin entgegen, die von der Kuppel her gelaufen kam. „Dr. Jäger und Kommissar Dohl, folgen Sie mir. Wir fahren zu unserem nächsten Einsatzort.“

Die Frau war also die Projektleiterin – und zugleich die Mutter des Toten. Dohl tauschte einen Blick mit ihr aus, während sie der Maschine durch die Halle folgten. Dr. Jäger hatte ein schmales, trotz ihres Alters fast jugendlich wirkendes Gesicht und kurze, schneeweiße Locken. Obwohl ihr Lächeln ansteckend war, spürte Dohl wieder das gleiche Gefühl in ihr, das er schon zuvor wahrgenommen hatte: Schuld. Unter der suggerierten Zufriedenheit brannte das unauslöschbare Gefühl, etwas Schlimmes getan zu haben, das auch bei ihm eine Reaktion erzeugte.

„Was ist hier geschehen?“, hörte er sich fragen und empfand sofort, dass es eine dumme und unnötige Frage war.

„Ich hätte ihn nie aktivieren dürfen“, antwortete Dr. Jäger und für einen Augenblick war ihr Lächeln schmerzhaft. „Mein Sohn hatte die Aufsicht ...“ Sie verstummte.

Schweigend liefen sie nebeneinander her.

Als Dohl sich seinem Fahrzeug näherte, entriegelten sich die Türen. Der Roboter öffnete die hintere Tür auf der



Fahrerseite. „Einsteigen“, befahl er, bevor er sich auf die Rückbank schob. Dohl setzte sich auf den Fahrersitz, Dr. Jäger auf den Beifahrersitz. „Fahrzeugcomputer freigeben!“

Kaum hatte Dohl die Hand über der Sensorfläche bewegt, erschien ein Zielpunkt auf der Karte im Navigationsfenster. Er wollte fragen, was die Maschine vorhatte, aber so schnell der Gedanke gekommen war, wurde er auch wieder verdrängt.

Langsam fuhr das Rolltor hoch. Die Seitenscheiben des Fahrzeugs wurden dunkel, die Frontscheibe blieb scheinbar hell, zeigte aber nur noch ein Videobild der Außenwelt. Der Wagen setzte sich in Bewegung, fuhr langsam aus der Halle und über das Firmengelände Richtung Straße.

„Das stimmt nicht“, sagte Dr. Jäger leise. „Meinem Sohn geht es nicht gut. Ich habe es gesehen.“

Die Maschine hinter ihr hob den Kopf.

„Nein, das stimmt nicht“, sagte sie noch einmal und kämpfte gegen ihr Lächeln an.

Dohl fühlte ihre Verzweiflung. Zögernd streckte er die Hand aus, um eine Videoverbindung ins Kommissariat zu öffnen. Doch dann brach ihr Widerstand und er verlor den eben noch gefassten Entschluss.

„Nennen Sie abwechselnd die deutschen Bundesländer in alphabetischer Reihenfolge!“, wies der Roboter sie an. „Dr. Jäger, Sie beginnen.“

„Baden-Württemberg“, sagte Jäger. „Bayern“, sagte Dohl automatisch. „Also ... – Berlin.“

„Nach Thüringen fangen Sie wieder von vorn an!“, befahl die Maschine.

Eingebunden in einen auf geringen Luftwiderstand optimierten Verbund fuhr der Wagen über die Autobahn. Nur einmal koppelten sie sich ab, um die Batterien an einem auf der rechten Spur fahrenden mobilen Energiespeicher aufzuladen.

„Hamburg, verdammt“, sagte Dohl, dessen Mund nach der zweihundertsten Runde – oder war es schon die dreihundertste? – allmählich trocken wurde. Es war Folter und doch konnte er nicht aufhören.

Sporadische Gedanken an Gegenwehr kamen und wurden ausgelöscht, als versuchte er sie auf eine Tafel zu schreiben, die ständig gewischt wurde. Dr. Jäger saß zusammengesunken neben ihm und betete nur noch die Bundesländer herunter. Zwar brodelte es in ihr, aber nicht genug, um sich noch einmal gegen die Maschine aufzulehnen.

Bei Aachen fuhr der Wagen in den Europa-Technologiepark ab. Das Jarlberg-Entwicklungszentrum war ein oben abgeschrägter Glaszylinder, umgeben von einer Parklandschaft aus kleinen Teichen, Wiesen und Blumenbeeten. Hinter der Glashülle waren offene Arbeitsebenen zu erkennen,

Anzeige

die wie Äste aus dem zentralen Stamm des Gebäudes ragten. Einen Zaun gab es ebenso wenig wie eine Schranke oder sichtbares Sicherheitspersonal. Doch bei der Einfahrt auf das Firmengelände bemerkte Dohl schwere im Boden versenkte Sperren, die sekundenschnell hochfahren konnten. Was auch immer hier geschehen sollte – eine Flucht war ausgeschlossen.

Der Wagen hielt auf der Liftplattform des unterirdischen Parksystems.

„Beenden Sie die Auflistung“, befahl die Maschine. „Ihre neue Aufgabe lautet: Sie werden die beiden verbliebenen Einheiten unter Einsatz aller notwendigen Mittel zerstören.“

Dohl räusperte sich. „Welche Einheiten?“

„Dr. Jäger wird Sie informieren. Ihre Aufgabe ist es, ihr jede erforderliche Hilfe zu leisten. Ein Scheitern hätte katastrophale Folgen, denken Sie daran. Sie dürfen nicht versagen.“

Jäger öffnete die Tür und stieg aus. Dohl zog seine Dienstwaffe, lud sie durch und steckte sie zurück in das Schulterholster. Dann folgte er ihr. Innerlich bebte er. Er hatte noch nie auf einen Menschen schießen müssen. War heute der Tag? Während sie auf den gläsernen Eingang zueilten, erklärte Jäger: „Bei den Zielen handelt es sich um Industrieroboter von Typ Qi Artist A, die französische Marinetaucher nach dem Absturz einer Frachtmaschine aus dem Pazifik geborgen haben. Fünf der Einheiten wurden bei unseren Versuchen, sie zu aktivieren, zerstört. Eine wurde aktiviert. Die übrigen zwei werden hier als Reserve gelagert ...“

Wirtschaftsspionage, darum ging es also. Qi hatte Maschinen konstruiert, die mit Menschen die Emokommunikation teilten und so noch effektivere Arbeiter abgaben – oder Aufseher, korrigierte sich Dohl. Roboter, die Emo-Daten verarbeiten und senden konnten, bedeuteten für diktatorische Systeme einen doppelten Gewinn: sensitiv handelnde KIs und zugleich gefügiges menschliches Personal.

Andererseits war es mehr als nur peinlich, wenn diese Technologie in fremde Hände fiel ...

„Die Maschinen sind in einem KI-Labor im Untergeschoss“, unterbrach Dr. Jäger seine Gedanken. „Ich kann uns durch die Sicherheitsschleuse bringen, aber zu den Maschinen selbst komme ich nur mit Ihrer Hilfe.“

„Was soll ich tun?“

„Ich nehme an, Sie sind hier, um unseren Zugang zu erzwingen.“

Dohl fühlte das Gewicht seiner Waffe. Bin ich also nur der Finger am Abzug? Wurde ich dafür in die Halle gelockt? „Verstanden.“

Jäger führte ihn am Empfang vorbei zu den Fahrstühlen. Sie betraten gerade die Kabine, als auf der anderen Seite der Lobby ein Antiope-Sicherheitsroboter sowie ein Mann und eine Frau in den blau-grauen Uniformen des Werkschutzes auftauchten.

Als sie unten ausstiegen und sich der Sicherheitsschleuse näherten, versperrte ihnen ein weiterer Werkschützer den Weg. „Guten Abend, Dr. Jäger, das Sicherheitssystem hat Ihr Verhalten als klärungsbedürftig eingestuft ...“, begann er freundlich. Dohl zog die Waffe und zielte auf ihn, wobei sein

Zeigefinger seitlich am Schlitten der Pistole lag. „Aus dem Weg!“

Der Mann hob erschrocken die Hände. Zwei Mitarbeiter des KI-Labors, die gerade die Schleuse passieren wollten, erstarrten. Dohl fühlte ihre Furcht und Sorgen auf sich einströmen. Zögernd ging er auf den Werkschützer zu, als sich die Tür des zweiten Aufzugs öffnete. Die Antiope trat auf den Flur, wobei sie ihren menschlichen Kollegen Deckung gab. Deren Emotionen mischten sich in die Kakophonie und Dohl fühlte, wie die Last der einzelnen Gefühle nachließ. Der Link wird überlastet und reduziert die Intensität der Signale, schoss es ihm durch den Kopf.

**„IHRE NEUE AUFGABE LAUTET:  
SIE WERDEN DIE BEIDEN VERBLIEBENEN  
EINHEITEN UNTER EINSATZ ALLER  
NOTWENDIGEN MITTEL ZERSTÖREN.“**

„Ich bin schuld.“ Dr. Jägers Hände zitterten, Tränen liefen über ihre geröteten Wangen. „Ich hatte die Idee, dass sich die Artists mithilfe einer modifizierten Emo-Verbindung aktivieren lassen, ohne dass ihre Selbsterstörung ausgelöst wird. Ich habe das Programm geschrieben, habe es in unsere Implantate geladen ... Marius sollte alles überwachen, daher war sein Link als einziger nicht angepasst. Er hat versucht, Hilfe zu rufen, aber der Artist hat uns gezwungen, ihn aufzuhalten. Es war kein Unfall, wir haben ihn getötet.“

Ihr Link wurde abgeschaltet. Von einer Sekunde zur nächsten waren ihre Gefühle weg und sie stolperte auf die Antiope zu.

Dohl schaffte es nicht, seine Pistole zu senken oder seinen Link ebenfalls zu deaktivieren, zu intensiv war das Gefühl der Notwendigkeit. Er verfolgte Jäger, packte sie am Handgelenk und zerrte sie durch die Schleuse.

„Weiter!“, drängte er und zielte auf die beiden Jarlberg-Mitarbeiter, die vom Durchgang furchtsam an die Wand zurückgewichen waren. „Wohin müssen wir? Welche Tür?“

Plötzlich entwand sich Jäger seinem Griff und stolperte zu einem Handfeuermelder, der neben einem Video-Panel montiert war. Sie schlug das Glas ein. Der Feueralarm heulte.

„Wehren Sie sich!“, rief sie. „Das ist Ihre einzige Chance!“

Dohl richtete die Waffe auf ihre Stirn. „Ich kann das nicht ohne Sie tun! Wir dürfen nicht versagen!“

Die Türen der Labore wurden geöffnet. Menschen strömten auf den Gang. Mit ihnen kam eine Welle aus Besorgnis und Interesse, dicht genug, um das vom Artist installierte Emotions-Feedback für einen Augenblick zu durchbrechen. Dohl schaltete seinen Link ab – und ließ mit einem erschrockenen Ausatmen die Pistole sinken, sicherte sie mit zitternden Fingern.

Seine Gefühle gehörten wieder ihm. (psz@ct.de) **ct**

Anzeige

Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige



Anzeige

Anzeige

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Werkzeuge für Windows“: Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), „12 Systeme von Sonos & Co. im Test“: Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Leser & Qualität**

**Leitung:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Ressort Software & Internet**

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)), Arne Grävemeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Lea Lang ([lel@ct.de](mailto:lel@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Anke Poimann ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüller ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de))

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lm@ct.de](mailto:lm@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 ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüller ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Axel Vahldiek ([avv@ct.de](mailto:avv@ct.de)), Olivia von Westernhagen ([ovw@ct.de](mailto:ovw@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)), Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgert ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Juran ([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](mailto:ltg)), [uk@ct.de](mailto: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))

**Redaktionsassistentz:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbach ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistentz:** Ralf Schneider ([ltg](mailto:ltg)), [rs@ct.de](mailto: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 Krempf, 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, Astrid Seifert, 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, Klaus Ditze, Melanie Becker, Joana Hollasch, Nicole Tiemann

**Illustrationen**

Jan Binkties, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 35E5 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.  
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>  
via Tor: sq4lecqyx4izcpkq.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. 35 vom 1. Januar 2018.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)

Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,

BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG

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 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;

Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten:

Inland 116,10 €, Österreich 125,55 €, Europa 135,00 €, restl. Ausland 162,00 €

(Schweiz 164,70 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende

(nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 83,70 €,

Österreich 90,45 €, Europa 102,60 €, restl. Ausland 129,60 € (Schweiz 135,00 CHF).

c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und

iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für

Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter

e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland

87,75 €, Österreich 91,80 €, Europa 106,65 €, restl. Ausland 133,65 € (Schweiz 121,50 CHF).

Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))

oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.


Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das 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 2018 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 25/2018

Ab 24. November 2018 im Handel und auf ct.de



## Ergonomische Hochkantmäuse

Vertikalmäuse sorgen für gesündere Hand- und Armhaltung am Schreibtisch. Wir haben sechs von ihnen getestet und verraten, welche Vorteile sie bieten und welche es auch für Linkshänder und unterschiedlich große Hände gibt.



## Kabellose In-Ear-Kopfhörer

Komplett kabellose Ohrhörer hat man immer dabei, um sich mit ein bisschen Musik oder einem spannenden Podcast abzulenken. Manche sind so klein und leicht, dass man sie glatt vergisst. Jeder kennt die AirPods von Apple, doch es gibt Modelle von anderen Herstellern mit besserem Klang und Sitz und Extras wie Herzfrequenzmessung.

Außerdem:

## Mobility-App statt Privatauto

Bus und Bahn? Taxi, Mietwagen, Leihfahrrad? Die Mobility-App der Zukunft weiß, welche Kombi am schnellsten oder am günstigsten zum Ziel führt. Sie kauft Tickets und ersetzt den Schlüssel. Wer braucht da noch ein eigenes Auto? c't wirft einen Blick auf die Mobilität der Zukunft.

## Windows-Installation automatisch

Eine Neuinstallation von Windows ist eigentlich gar nicht so aufwendig. Doch wer das häufiger macht, freut sich über jeden gesparten Mausklick. Eine selbst erstellte Antwortdatei erledigt das Klicken für Sie. Das Ergebnis: eine automatische und trotzdem individuell angepasste Installation.

## Smart-TVs bis 800 Euro

Wer nach einem ordentlichen Smart-TV sucht, bekommt für 600 bis 800 Euro 50 Zoll Diagonale, 4K-Auflösung und einen DVB-T2/S/C-Tuner. Wir haben sechs Kandidaten von Medion, Samsung & Co. getestet, die außerdem einen besonders hohen Kontrast darstellen und wenig Strom verbrauchen. Einige lassen sich sogar per Sprache steuern.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



Make Sonderheft 2018  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



Technology Review 11/2018  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



Mac & i Special 2018  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de