



magazin für  
computer  
technik

15. 9. 2018 20



Das nächste  
Windows-10-Upgrade

Wenig Aufwand, viel Schutz

# c't-Sicherheits-Checkliste

id, WhatsApp, Router ...



Crashtest mit 9 Fahrzeug-Kameras

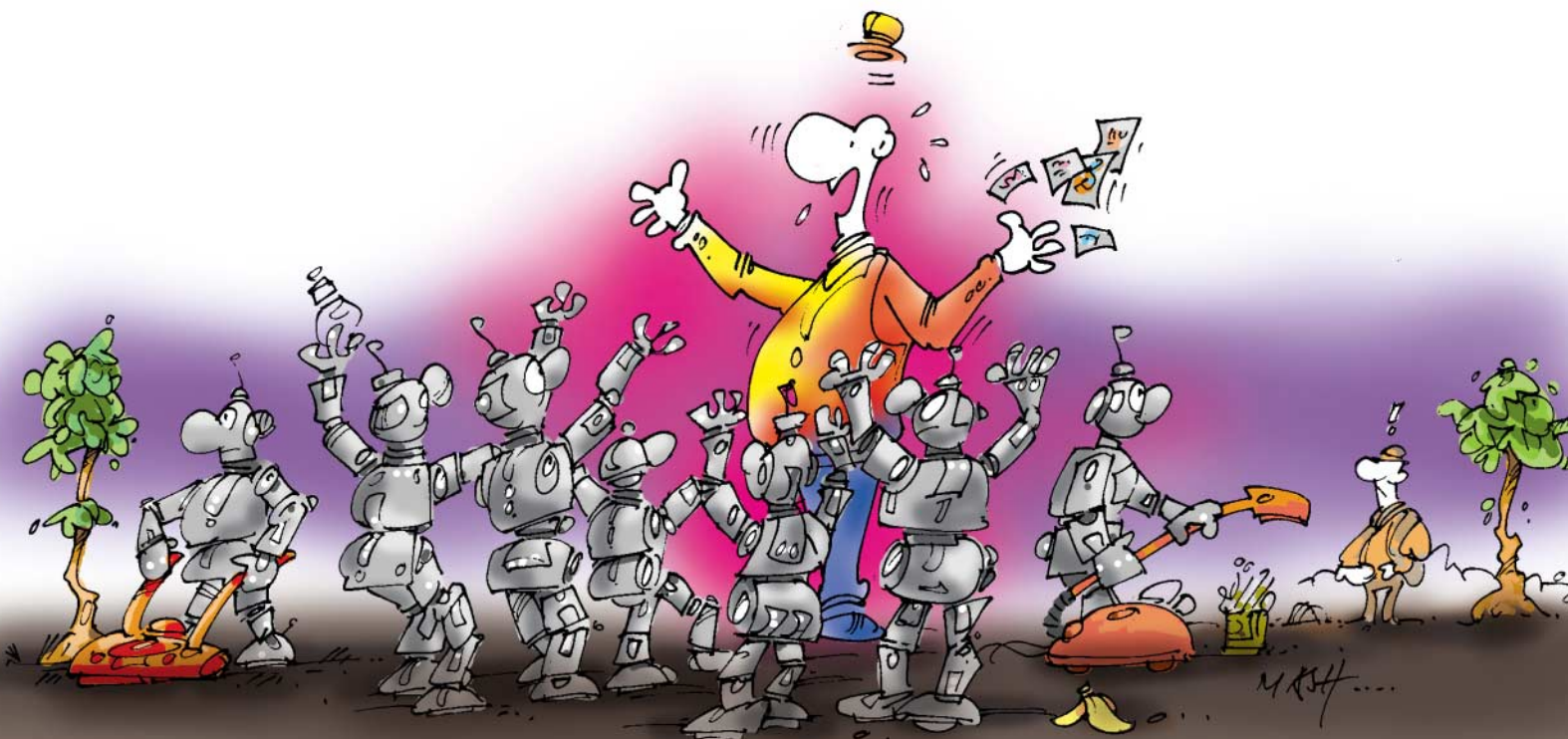
# Dashcams im Härtetest

Sicherheit, Bildqualität, Montage, Rechtslage

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



Anzeige



## Angst, die Kontrolle zu verlieren

"Ich habe Angst vor der Dunkelheit." Wenn der niedliche humanoide Roboter mit seinen runden Knopfaugen so um seinen Standby-Zustand bettelt, können ihn viele Menschen einfach nicht mehr abschalten. Das haben jedenfalls kürzlich Sozialforscher in einem psychologischen Test an der Uni Duisburg-Essen beobachtet. Offenbar nimmt der Mensch auch Roboter als soziale Wesen wahr, insbesondere dann, wenn sie Gefühle vorgaukeln. Nicht jeder durchschaut die moderne Technik. Haben künstliche Intelligenzen und sprachbegabte Roboter vielleicht schon Bewusstsein und Gefühle entwickelt? Womöglich durchleben sie in ihrer kindlichen Unreife sogar Angst!

Nun gibt es keinen besonderen Grund, so etwas anzunehmen, aber die technischen Systeme sind komplex und reagieren oft überraschend, da bleibt Raum für Vermenschlichung. Das Mitgefühl ehrt Menschen, die nicht nur an sich selbst denken, sondern auch etwas Strom für einen bettelnden Serviceroboter übrig haben. Ich vermute nur, dass es für soziales Engagement viel bessere Einsatzfelder gibt.

Überraschend ist, wie einfach die Automatisierung des Social Engineering gelingt. Dass Verkäufer sich auf soziale Manipulation verstehen, das weiß man ja. Auch Hunde und

Katzen sind gut darin. Dass allerdings eine näselnde Roboterstimme und ein schräg gelegter Plastikkopf bereits ausreichen, um jemanden zu beeinflussen, ist eine neue Erkenntnis. Wenn das Schule macht, dann wird es die Menschheit schwer haben, ihre Entscheidungsfreiheit zu behaupten. Es soll ja schon Leute geben, die sich von ihrer Armbanduhr sagen lassen, wie schnell sie die Treppe hinaufzulaufen haben.

Wie werde ich reagieren, wenn mir Alexa als Roboter mit verführerischer Stimme ins Ohr haucht, wie schön es für uns beide wäre, wenn sie nur etwas mehr Bandbreite zur Verfügung hätte? Richte ich mich neu ein, wenn sich mein Saugroboter vor meinem Flokati ekelt? Rufe ich einen Kammerjäger, weil sich mein Mäher vor Wühlmäusen fürchtet? Nicht mit mir, Freunde! Dafür habe ich nicht Ende der Neunziger meinen Tamagotchi auf die Gleise gelegt.

Arne Grävemeyer

Anzeige



Anzeige

# Inhalt 20/2018

## Trends & News

- 16 8K: Was bis zur Einführung noch passieren muss
- 20 Roboter für zu Hause: Temi, Aibo, Lynx, Jimu, Loomo, CLOi
- 21 High-End-Smartphone Xperia XZ3 mit 6"-OLED-Display
- 22 Notebook-CPU: Intel Whiskey Lake-U, Amber Lake-Y
- 23 Notebooks: ThinkPad X1 Extreme mit bis zu sechs Kernen
- 24 Online-Tracking: Cookies verweigern bringt nichts
- 26 Bit-Rauschen: Globalfoundries stoppt 7-Nanometer-Technik, neue Octo-Cores rücken näher
- 27 Linux: Gnome 3.30 schlanker und schneller
- 28 Prozessoren, Festplatten: Athlon 200GE mit zwei Ryzen-Kernen, 14-TByte-Festplatte fürs NAS
- 29 Embedded Systems: TPM-Software für Linux
- 30 20 Jahre Google: Sechs Schlaglichter aus persönlicher Perspektive
- 32 Roboter mit Füßen nach dem Vorbild einer Wüstenheuschrecke
- 33 Forschung: Fensterscheibe als Bildsensor, Quantenrepeater, Plasmabeschleuniger
- 34 Kommentar: Upload-Filter gefährden die freiheitliche Gesellschaft
- 35 Fotobuchsoftware, Literaturverwaltung: YouDesign Photo Book, EndNote X9
- 36 Apple: Datenschutz in Apps, Vibrationssitz, AirPort Express mit AirPlay 2
- 37 c't-Leserbeirat nimmt Arbeit auf
- 38 Netze: Erstes Modem für Kabel-Internet, WLAN-Router für Super-Vectoring, PoE-Injektor
- 39 Internet: Chrome 69 mit Magie, Microsoft Cloud Deutschland wird eingestellt
- 40 KI erzeugt fotorealistische Videos ohne sichtbare Sprünge
- 182 Web-Tipps: Zauberschule, Elemente-Puzzle, Halbwildes Camping, Bildergeschichten

## Test & Kaufberatung

- 42 10-Zoll-Tablet Surface Go
- 44 Gitarren-Effektprozessor Boss GT-1000 mit Smartphone-Bedienung
- 45 Kabelloser Noise-Cancelling-Kopfhörer Sony WH-1000XM3
- 46 10-GBit/s-zu-Thunderbolt-3-Adapter Sonnet Solo 10G

- 46 Präsentations-Framework in JavaScript: Reveal.js
- 47 NVMe-SSD im M.2-Format: Toshiba XG6
- 47 Fahrradnavigation mit Klingel: Blubel
- 48 Motorrad- und Rollernavigation: TomTom Vio
- 50 Mechanische Gaming-Tastatur
- 52 Leiser Quadrocopter mit Hasselblad-Kamera: DJI Mavic 2 Pro
- 54 Event-App: Facebook Local
- 54 Corel PaintShop Pro 2019
- 55 Umfrage-Tool: AnswerGarden
- 55 Sprachlern-App: Flowlingo
- 56 Spiele: Candle: The Power of the Flame, Firewall Zero Hour, Shenmue 1 & 2, Keep Cool mobil
- 92 4K-Monitore günstig und groß
- 98 AMD-Vega-Grafikkarten für Gamer
- 104 Langlauf-Notebooks mit ARM-CPU
- 110 Dashcams im Härtestest
- 121 Daten aus defekten Dashcams auslesen
- 134 Office-Alternativen Coda, Notion, Quip
- 184 Bücher: Penetrationstests mit Metasploit, The Toaster Project

## Wissen

- 58 Vorsicht, Kunde: AGB-Klausel soll Kundenrechte einschränken
- 62 E-Roller auf dem Vormarsch



### Dashcams im Härtestest

Besser als ein Unfallzeuge sollen Dashcams unwiderlegbare Videobeweise liefern, die auch harte Crashes überleben. Wir haben gemeinsam mit dem ADAC neun Modelle geprüft – unter anderem in puncto Handhabung, Reaktionsvermögen und Videoqualität.



## c't-Sicherheits-Checkliste

Unsere 14 Sicherheits-Checklisten helfen Ihnen dabei, Rechner, Smartphone, Router und Online-Accounts mit wenigen Handgriffen vor den größten Gefahren zu schützen. Damit sind Sie Angreifern im entscheidenden Moment einen Schritt voraus.

- 66** Moderne Verkehrsplanung mit GPS-Daten von Strava & Co.
- 122** **So löschen Sie Daten richtig**
- 126** Daten löschen: Das Weg ist das Ziel
- 130** **Das nächste Windows-10-Update**
- 138** Recht: Kleines Panoptikum der Internet-Betrügereien
- 174** Mainboard-Pfostenstecker: Von COV\_Fan, W\_Out, RGB und mehr
- 176** 5G: Warum bei der Spezifikation so viele mitreden
- 178** Was die fünfte Mobilfunkgeneration besser macht als LTE

## Praxis & Tipps

### 70 c't-Sicherheits-Checkliste

- 72** Windows mit Bordmitteln schützen
- 74** Android abhärten
- 75** Mehr Sicherheit fürs iPhone
- 76** macOS absichern
- 78** Sicher surfen
- 80** Gefahrlos chatten
- 82** Google-Konto schützen
- 84** Soziale Medien komfortabel, aber sicher

- 86** Raspberry Pi sicher wie ein Großer
- 87** WLAN abschotten
- 88** Smart Home verrammeln
- 89** NAS verlust- und einbruchssicher
- 90** Backup! Machen! Jetzt!
- 91** Passwörter und Passwort-Manager
- 144** Tipps & Tricks
- 148** FAQ: Passive NFC-Chips
- 150** VR-Brille Oculus Go als Kino und als VR-Spielkonsole nutzen
- 153** FAQ: Oculus Go
- 154** Malware-Signaturen mit Yara einfach selbst schreiben
- 158** Flutter: GridView und Datumsformate
- 162** **Praxis: Turbo-Webprotokoll HTTP/2**
- 166** Linux-Konfigurationsdateien verwalten mit Etckeeper
- 170** Notizverwaltung mit TiddlyWiki

## Rubriken

- 3** Editorial: Angst, die Kontrolle zu verlieren
- 10** Leserforum
- 15** Schlagseite
- 186** Story: Black Box von Mario Magazin
- 198** Stellenmarkt
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau



## 4K-Monitore günstig und groß

Große 4K-Monitore bieten Platz für viele Fenster auf dem Desktop und eignen sich auch zum Filmgucken. Sechs 32-Zöller mit kontraststarken Displays zwischen 350 und 450 Euro im Test.

Anzeige

Anzeige





**Bilanz nach 100 Tagen DSGVO:**  
weniger Abmahnungen als befürchtet, aber viele Reibungsverluste

## Einsamer Cookie

100 Tage DSGVO – eine erste Bilanz, c't 19/2018, S. 162

Die beste Stilblüte sind doch die Websites, bei der das einzige Cookie das ist, mit dem die Cookie-Zustimmung gespeichert wird. Wie immer regiert die Angst.

Jens Liedtke

## Einschreiben kaputt

Konnte man bisher mit der Option „Übermittlungsbestätigung anfordern“ (Bezeichnung in Outlook) eine E-Mail in Form eines Einwurfeinschreibens verschicken, weil der Empfangsmailserver automatisch den Eingang der E-Mail bestätigte – so wie der Postbote dies beim Einwurf eines Schreibens in den Empfängerbriefkasten tut –, kommen seit Gültigkeit der DSGVO keinerlei (!) Empfangsbestätigungen mehr zurück.

Gerade bei wichtigen E-Mails ist das ein erheblicher Nachteil, den die freiwillige Bestätigung der „Lesebestätigungs-Anforderung“ aus verschiedenen Gründen in keiner Weise ausgleichen kann.

Dipl.-Ing. Joachim Grimm

## Keine Kontrolle

Ich fände es gut, wenn darauf hingewiesen würde, dass es de facto keine Kontrolle durch die Behörden gibt. Nicht einmal, ob ein Datenschutzbeauftragter ernannt wurde oder nicht. Es scheint ein bisschen

so, als wenn ein Halteverbot eingerichtet und die Überwachung desselbigen durch die Bürger durchgeführt wird: Anwälte und Abmahnung.

Josef R. Obermaier

## DSGVO zu komplex

Man kann nicht darüber glücklich sein, dass in weiten Teilen der Bevölkerung beim Thema Datenschutz nur noch ein Stöhnen und Schulterzucken aufkommt. Datenschutz wird mehr denn je als etwas Lästiges und Nutzloses wahrgenommen. Etwas, was der Normalbürger sowieso nicht versteht. Die DSGVO wird als etwas Bedrohliches und Unverständliches wahrgenommen. Dies liegt eben auch daran, dass nicht jeder Willens und in der Lage ist, circa 100 Seiten Gesetzestext und wahrscheinlich noch mal 1000 Seiten Kommentar durchzulesen und sich selbst ein Bild von der eigenen Situation zu machen. Also greift man auf Handreichungen und Veröffentlichungen zurück, die aber aus Angst vor Regress und aufgrund der Komplexität der Materie zumeist sehr alarmistisch und wenig praxisorientiert formuliert sind, und so kommt es dann zu den im Artikel beschriebenen Überreaktionen.

Aus meiner Sicht ist an der Misere der Gesetzgeber schuld, der die Verantwortung hat, Gesetze zu erlassen, die vom Bürger oder Organisationen auch umgesetzt werden können. Der Gesetzestext ist dafür geschrieben worden, dass große Internetkonzerne in die Schranken gewiesen werden. An den kleinen Sportverein

mit 80 Mitgliedern, der auch mal Wettkampffotos auf einer Website veröffentlicht, wurde nur peripher gedacht. Aus Angst, etwas falsch zu machen, wird das Kind mit dem Bade ausgeschüttet und unendlich viel Papier beschrieben, alle stöhnen, und die Fotos der Kinder beim Wettkampf werden vorsichtshalber nicht veröffentlicht. Nicht weil jemand gegen die Veröffentlichung ist, sondern weil wir die DSGVO haben.

Falk Zimmermann

## Zweifelhafte Kaufempfehlung

Zwei Mini-PCs mit Celeron N4100 ab 200 Euro, c't 19/2018, S. 40

Beim Lesen der c't erstaunt mich zunehmend, mit welcher Nonchalance in einem Artikel einerseits die Steuertricks und Zollvergehen angeprangert werden, derer sich Händler wie Amazon mutmaßlich mitschuldig machen, während andererseits eine Vielzahl der DIY-Beiträge und eben auch Ihr Testbericht leichten Herzens dem Leser das Einkaufen „beim Chinesen“ schmackhaft machen. Nun sind wir sicher alle keine Heiligen und müssen auch die Realitäten des Markts akzeptieren, aber etwas mehr Verantwortung würde ich von der Redaktion erwarten.

Marcus Harnisch

## Schattenseite der Blu-ray

Wie gut sehen Filme auf Ultra HD Blu-ray wirklich aus?, c't 19/2018, S. 146

Ich selbst habe dieses Jahr mein Zuhause auf die „nächste Generation“ angehoben. In meinem Wohnzimmer steht jetzt ein Metz Novum 4K OLED TV (der wegen Lizenzgebühren zwar kein Dolby Vision beim Namen nennt, dieses aber als „Dynamisches HDR“ anzeigt). Um das Duo komplett zu machen, wurde es dann ein Sony UBP-X700 UHD Player, dieser hat per Softwareupdate nun Dolby Vision gelernt.

Leider hat die tolle neue Welt aber schon wieder Schattenseiten. Der UBP-X700 hat ein nerviges Verhalten: Ist Dolby Vision aktiviert, wird *jeglicher* Inhalt als Dolby-Vision-Format dargestellt, auch wenn zum Beispiel eine Blu-ray gar kein

### Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

f &+ c't magazin

🐦 @ctmagazin

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

Anzeige

HDR-Format enthält. Dies führt zu falschen Darstellungen. Dieses Verhalten ist laut Sony „normal“ und wird in einem Support-Artikel sogar nochmal erklärt.

René Schieche ✓

## Physisch ist besser

HPI Schul-Cloud startet in die nächste Phase, c't 19/2018, S. 58

Büroarbeitsplätze für Schüler? Ich finde es gut, das auszuprobieren. Man sollte aber nicht in Richtung „papierloses Klassenzimmer“ gehen. Zum Lernen in dieser Altersstufe sind physische Medien meines Erachtens besser geeignet. Die Kinder verbringen eh zu viel Zeit mit ihren Smartphones. Andererseits mangelt es hin und wieder an genau diesen Medien in gutem Zustand.

Zeno Cosini

## LCD dunkler – warum?

Smart-TVs mit OLED- und LCD-Panel, c't 19/2018, S. 110

Ich verstehe nicht so recht, warum bei einem LCD die Helligkeit von 1000 cd/m<sup>2</sup> auf 360 sinkt, wenn die weiße Fläche von 10 auf 100 Prozent steigt. Ich dachte, LCDs seien gerade hiervon nicht betroffen? Hat das mit Local Dimming zu tun und damit, dass die Stromversorgung für den Betrieb aller LEDs mit maximaler Helligkeit unterdimensioniert ist? Oder werden bei den 1000 cd/m<sup>2</sup> die LEDs mit Strömen betrieben, die ihnen auf Dauer nicht gut tun, ähnlich wie bei den OLEDs?

tobias.x

Weil der Transmissionsgrad von Flüssigkristallpanels bei rund 10 Prozent liegt, muss das LED-Backlight stolze 10.000 cd/m<sup>2</sup> bereitstellen, damit vorn am Display 1000 cd/m<sup>2</sup> herauskommen – das braucht eine Menge Strom. Außerdem wäre es eher unangenehm, von einem großen Bildschirm mit 1000 cd/m<sup>2</sup> im Vollbild geblendet zu werden.

## Kanal ohne Namen

Mediencenter Kodi mit RSS-Feeds und eigenen Plug-ins ausbauen, c't 19/2018, S. 75

Die Einbindung der YouTube-Channel funktioniert nur bei manchen Channels.



Eines der Raspi-Software-Projekte in c't 19/2018 zeigte, wie man YouTube-Kanäle ins Mediencenter Kodi einbindet.

Bei einem YouTube-Channel, den man einbinden möchte, muss die YouTube-URL immer auf „/User/Kanalname“ enden. Aber nicht jeder Kanal hat „/User/Kanalname“ da stehen, sondern oft „/channel/Channel-ID“. Wie kann man auch diese einbinden?

Supergamer

*Das klappt auf die gleiche Art und Weise wie bei Kanälen mit User- und Kanalname. Im Beispiel Heise online wäre das:*

```
xbmc.executebuiltin(
    ("ActivateWindow (10025,
    plugin://plugin.video.youtube
    /channel/UCAsz0Ewa5CS4WFwYpkjdaUQ/)")
)
```

## Illustrator maßlos

Sieben Vektorzeichner für Windows und macOS, c't 19/2018, S. 124

Ein wichtiges Kriterium geht mir in Ihrem Bericht sehr ab: Gerade Vektorgrafik ist doch dafür prädestiniert, (auch) mit „echten“ Zahlen zu arbeiten. Ich komme oft in die Situation, den Plan eines Raums, eine Bastelarbeit oder ein technisches Gerät zu gestalten und eventuell zu bemaßen. Dazu will ich nicht auf ein CAD-Programm ausweichen müssen. Deshalb definiere ich in Corel Draw das Lineal auf einen beliebigen Maßstab, zum Beispiel 1:50 für Räume, oder 1:87 für Modellbau H0, um dann mit realen (z. B. 2,75 m × 6,4 m) Werten arbeiten zu können. Sogar dynamische Bemaßungen funktionieren damit perfekt. In Illustrator kann ich nachmessen und umrechnen lassen, was ich soeben gezeichnet habe. Aber wehe, ich muss dann irgendein Maß ändern oder auch nur ein Bauteil verschieben. Dann heißt es: Alles neu bemaßen. Für mich ist das ein Killer-Kriterium, das mir den Um-

stieg von Corel Draw auf Adobe Illustrator verunmöglicht.

Thomas Engele ✓

## Canvas kann was

Im Test vermisst habe ich (wieder einmal) Canvas X. Alle paar Jahre kaufe ich ein Update, wenn es das zum Sonderpreis gibt, da das Programm für den Gelegenheitsanwender ansonsten preislich nicht infrage kommt.

Was im Alltag immer wieder große Probleme bereitet, ist der Import und Export von Fremdformaten wie SVG, DXF, EPS oder PDF. Oft muss man diverse Programme durchprobieren (Canvas, Xara, Illustrator CS2, Inkscape), bis ein erfolgreicher Import gelingt. Meist klappt dann ein Export als Illustrator-Datei, welche dann die anderen Programme meist auch erfolgreich importieren können. Leider geht bei technischen Zeichnungen oft die absolute Größe verloren und man muss alles wieder mühselig korrekt skalieren.

Michael Reimann ✓

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Bitlocker-Scan nur mit 64 Bit

Tipps & Tricks: Bitlocker-Laufwerk mit Desinfec't 2018 scannen, c't 17/2018, S. 170

Das Scannen von Laufwerken, die mit Bitlocker verschlüsselt wurden, funktioniert derzeit nur mit der 64-Bit-Version von Desinfec't.

### Nettester Net-Tester

Netzberry, Netzwerke testen mit dem Raspberry Pi, c't 19/2018, S. 68

Auf Seite 69 fehlt im Shell-Listing in der mittleren Spalte ein Bindestrich. Korrekt lautet die Zeile:

```
startx -e ~/ct-net-tester-master/
run.sh
```

### Bug im WLAN-Scanner

Schlankheitskur, Den ESP32 ohne Arduino-IDE programmieren, c't 18/2018, S. 180

Aufgrund eines Bugs im Beispiel-Code fanden einige ESPs keine WLAN-Netze. Das Beispiel wurde aktualisiert und sollte nun mit allen ESPs funktionieren. Sie finden es über <http://ct.de/y7qm>.

Anzeige

Anzeige







# Süße Illusion

## Techniken und Hardware für 8K-Auflösung

**Extreme Datenmassen, keine vorbespielten Discs, teure Produktionen – gegen 8K spricht derzeit eine Menge. Dennoch wird die ultrahohe Auflösung mit ihren 33 Millionen Bildpunkten kommen. Wir fassen zusammen, was bis dahin passieren muss.**

**Von Nico Jurrán und Ulrike Kuhlmann**

**B**ereits im Oktober soll man in Deutschland die ersten Fernseher mit 8K-Auflösung kaufen können. Nun müssen Inhalte her und eine Infrastruktur entwickelt werden, damit man die irre hohe Auflö-

sung sinnvoll nutzen kann. Hier hapert es noch an vielen Ecken: Es fehlen effiziente Codecs, um die riesigen Datenmengen bewältigen zu können, die Übertragungstechniken sind noch nicht bereit und physische Speichermedien noch nicht mal in der Diskussion.

Dass es trotzdem bereits große 8K-Displays mit einer Auflösung von 7680 × 4320 Pixeln gibt, ist kein Zufall: Ein 65-zölliges 8K-Display lässt sich quasi aus vier 32-Zöllern mit 4K-Auflösung oder 16 Full-HD-Panels für Notebooks zusammensetzen. Natürlich müssen neue Treiberstufen für die vierfache Pixelanzahl her und auch die Prozessorleistung muss entsprechend steigen. Das sind aber vor allem Kostenfragen, die Produktion großer Panels haben die Hersteller weitgehend im Griff.

Zumindest die von LCDs, denn im OLED-Bereich ist die Situation etwas anders: Hier sitzen in jedem Subpixel nicht wie beim LCD einer, sondern sechs bis acht Transistoren. Im 8K-Panel muss man demnach statt 100 Millionen bis zu 800 Millionen TFTs auf dem Substrat unterbringen. Zusätzlich benötigen OLEDs Transistoren mit hoher Elektronenmobilität, denn die organischen Displays sind stromgetrieben – im LCD muss man dagegen keine hohen Ströme über das Panel transportieren, hier sind stattdessen exakte Spannungspegel an den TFTs gefordert. Das macht die Ansteuerung der Pixeltransistoren im 8K-LCD etwas komplexer, aber nicht unbedingt schwieriger.

Das erklärt, warum Samsung auf der IFA für Oktober ein 8K-LCD in den Größen 65, 75 und 85 Zoll (zu Preise von rund

5000, 7000 und 15.000 Euro) ankündigte, während es sich bei dem von LG gezeigten 8K-OLED um kaum mehr als einen Prototypen handelte. Da LG aktuell einziger Hersteller von großen organischen Displays ist, wird sich die 8K-Situation hier erst mal nicht so schnell ändern.

Im LCD-Lager bauen dagegen gerade etliche Hersteller neue Fabriken für sehr große Glassubstrate. Die sogenannten Gen-10-Fabs sind für Panel mit 65 und 76 Zoll Diagonale optimiert und werden, wenn viele Fabs die Serienproduktion aufnehmen, zu Überkapazitäten bei diesen Displaygrößen führen. In der Folge wird der eine oder andere Hersteller zur Auslastung seiner Gen-10-Fab sicher auch 8K-Panels produzieren. Das dürfte wiederum für fallende Preise bei 8K-LCD-TVs sorgen und deren Verbreitung fördern.

## HDMI

Alle potenziellen Anbieter von 8K-TVs stehen derzeit aber vor einem Problem: Die im Wohnzimmer übliche HDMI-Schnittstelle ist in der aktuellen Version 2.0 noch nicht fit für 8K. Erst die kommende Version 2.1 bietet genug Bandbreite für die Übertragung von Videos mit 33 Millionen Bildpunkten. Deren Umsetzung zieht sich jedoch: Zwar wurde die Spezifikation bereits Ende November 2017 veröffentlicht, die Test-Spezifikation für HDMI 2.1 steht aber immer noch aus – ohne diese können keine Geräte entwickelt werden.

Das dürfte auch einer der Gründe sein, warum TV-Hersteller wie Grundig, Toshiba oder Changhong in Berlin zwar 8K-Displays präsentiert, aber keine konkrete Produktpläne damit verbunden haben. Displayspezialist Sharp geht einen anderen Weg und will eine 80-Zoll-Variante seiner seit geraumer Zeit ausgestellten 8K-LCDs Anfang 2019 in Europa auf den Markt bringen – allerdings nicht als TV, sondern als Videodisplay ohne TV-Tuner.

gen – allerdings nicht als TV, sondern als Videodisplay ohne TV-Tuner.

Samsung will das Problem mit externen Signalboxen umgehen, die die komplette Videoelektronik samt Tuner und Decoder und alle Anschlüsse des 8K-TV beherbergen; zum Display selbst führt nur ein dünnes (proprietäres) Signalkabel. Samsungs erste 8K-TVs werden noch mit One-Connect-Boxen ausgeliefert, die nur HDMI-2.0-Anschlüsse besitzen. Wenn dann Version 2.1 komplett ist, müssen die Kunden laut Hersteller nur die Box austauschen und können ihr 8K-Panel fortan über den erweiterten HDMI-Port ansteuern. Ob der Austausch auf Kosten Samsungs geht oder vom Kunden bezahlt werden muss, ist noch unklar.

Die Unterhaltungselektronik-Hersteller hoffen, dass bis Frühjahr 2019 alles in trockenen Tüchern ist. Auch danach dürfte es aber noch eine Weile dauern, bis 8K-taugliche Hardware (zu erschwinglichen Preisen) erhältlich ist. Allein die massive Steigerung der Datenrate wirft beispielsweise die Frage auf, ob und über welche Distanz sich 8K-Videos mit herkömmlichen HDMI-Kabeln überhaupt übertragen lassen.

## Inhalte

Bei der Einführung von 4K wurden vor allem die fehlenden Inhalte bemängelt. Und wie zu Zeiten des Wechsels von Full HD auf 4K verweisen die Displayhersteller darauf, dass ihre Geräte die existierenden 4K-Signale wunderbar auf die höhere Displayauflösung umrechnen können – bei Samsungs 8K-TVs mit einem Algorithmus auf Machine-Learning-Basis. Auch Full-HD-Inhalte sollen beim Interpolieren von der höheren Pixeldichte des Displays profitieren – in ersten Sichttest fanden wir die Darstellung von HD- und 4K-Inhalten



Mit 8K-Kameras wie der Cinealta F65 von Sony kann Hollywood heute bereits Kinofilme drehen.

am 8K-LCD zumindest nicht schlechter als am 4K-Display.

Echte 8K-Inhalte sind natürlich noch rar, doch in Hollywood scheint die 8K-Zukunft bereits begonnen zu haben: Disney ließ „Guardians Of The Galaxy Vol. 2“ mit derart hochauflösenden Kameras drehen. Michael Zink, Chairman der UHD Alliance, stellte im Interview mit c't (siehe Kasten „Große Herausforderungen“) allerdings klar, dass dies nur ein kleiner Baustein in der Produktionskette ist – diese habe bei 8K noch große Lücken.

Vorreiter bei 8K-TV ist die japanische öffentlich-rechtliche Rundfunkgesellschaft NHK. Sie treibt seit Jahren die notwendigen Standards für passende Produktions- und Distributionssysteme voran und will am 1. Dezember 2018 in Japan einen 8K-Dienst „Super Hi-Vision“ über Satellit starten. Auch die Olympischen Sommerspiele 2020 in Tokio will NHK in 8K produzieren. Die japanische Regierung unterstützt dieses Vorhaben, weil sie 8K auch als Leistungsschau für japanische Kameras und Displays betrachtet. Insofern lässt sich die dortige Entwicklung nicht eins zu eins auf den Rest der Welt übertragen.

## Codecs

Der auf Ultra HD Blu-rays und bei Video-streamingdiensten verwendete Codec HEVC (High Efficiency Video Coding) alias H.265 ließe sich theoretisch auch für die Komprimierung von Videodaten in 8K nutzen. Allerdings könnte die vierfache Auflösung gegenüber 4K auch die Daten-



Die 8K-TVs von Samsung schließt man über die One-Connect-Box an. Sie kann ausgewechselt werden, wenn HDMI 2.1 fertig ist.



## Größte Herausforderungen

**Michael Zink ist Chairman der UHD Alliance, die unter anderem das Siegel „Ultra HD Premium“ ins Leben gerufen hat. c't fragte ihn nach dem Stand der Dinge bei der Produktion von 8K-Inhalten.**

**c't:** Bei TV-Herstellern ist 8K aktuell ein großes Thema. Können dafür schon Inhalte produziert werden?

**Michael Zink:** Es existieren bereits professionelle Kameras, die eine 8K-Auflösung unterstützen. Auch eine Reihe von Filmscannern hat eine Auflösung von 8K und mehr.

**c't:** Gut, aber gibt ein analoger 35-mm-Film genug für Scans mit einer Auflösung jenseits von 4K her?

**Michael Zink:** Da Film selbst keine native „Auflösung“ hat, müssen viele Parameter berücksichtigt werden. Zum Beispiel, welcher Scannertyp mit welcher Sensorgröße verwendet und welche Filmempfindlichkeit gescannt wird. Einfluss haben zudem Dinge wie Linsenverzerrung und ähnliche optische Probleme oder auch fotochemische Verfahren. Bei 35-mm-Film stößt man jenseits von 4K bald an Grenzen. Sind großformatige Filmquellen wie

65 mm oder ähnliche verfügbar, sorgen diese definitiv für eine bessere Auflösung mit mehr Details.

**c't:** Mit Aufnahmen oder Scans alleine ist es aber nicht getan, oder?

**Michael Zink:** Nein. Die größte Herausforderung bei der Bereitstellung von 8K-Inhalten sind die damit verbundenen Datenraten und deren Auswirkungen auf Produktionsworkflows. Unkomprimierte 8K-Dateien sind mindestens 16-mal größer als unkomprimierte HD-Dateien, in einigen Fällen aufgrund der höheren Anforderungen an die Bittiefe sogar noch größer.

**c't:** Da sind selbst große Datenspeicher schnell voll.

**Michael Zink:** Das ist nicht mal das eigentliche Problem. Es ist vielmehr die Zeit, die benötigt wird, um solche großen Dateien in der Produktionsumgebung zu bewegen und visuelle Effekte zu rendern. Diese Probleme sind nicht völlig neu. Es gab sie schon bei der Einführung von 4K und sie sind weiterhin eine der größten Herausforderungen in der 4K-Produktion.

**c't:** Schon bei 4K setzt die Alliance nicht mehr nur auf die Auflösung.

**Michael Zink:** Das stimmt, weil die Branche beim Übergang von HDTV zu 4K gelernt hat, dass eine Erhöhung der Auflösung allein nicht ausreicht, um die Akzeptanz der Verbraucher zu erhöhen. Andere Verbesserungen wie HDR, Wide Color Gamut, Bit Depth und Immersive Audio haben sich als gleichwertig – und in manchen Fällen sogar als wichtiger – für die Kundenerfahrung erwiesen.

rate vervierfachen – dann bräuchte es fürs Streamen von 8K-Filmen einen Internetanschluss, der im Downstream konstante 60 MBit/s liefert.

Da bisher nur die wenigsten Nutzer einen derart potenten Internetanschluss besitzen, muss ein effizienterer Codec her. Die Moving Pictures Expert Group (MPEG) und die internationale Fernmeldeunion (ITU) arbeiten bereits seit Oktober 2015 an einem HEVC-Nachfolger. Zwar präsentierte die gemeinsame Arbeitsgruppe Joint Video Exploration Team (JVET) im vergangenen Jahr auf der Branchenmesse IBC bereits erste Ergebnisse. Eine erste stabile Version des Videocodecs mit Codenamen JEM erscheint nach aktueller Planung aber wohl erst Ende 2020.

Als Alternative ist ein zweiter Codec in Arbeit: Angesichts der kostspieligen und komplizierten Lizenzsituation von HEVC haben Unternehmen aus der Halbleiterindustrie, Video-on-Demand-Anbieter und Webbrowser-Entwickler vor einigen Jahren die Alliance for Open Media (AOMedia) gegründet. Das Konsortium will ein offenes, lizenzkostenfreies Verfahren zur Videokompression entwickeln – beteiligt sind unter anderem Adobe, Amazon, Facebook, Google, Microsoft, Mozilla, Netflix, Twitch, Videolan und YouTube. Die erste Spezifikation des neuen freien Videocodecs AV1 wurde Ende März 2018 freigegeben und eine erste Referenzimplementierung veröffentlicht.

Beide Lager sprechen von einer mindestens 30-prozentigen Einsparung der Datenraten, JVET hält bei JEM sogar Spitzenwerte von 60 Prozent für möglich. Dies würde ungefähr der Effizienzsteigerung beim Wechsel von H.264 auf HEVC entsprechen. Die Einsparungen erfordern allerdings einen deutlich höheren Rechenaufwand. So soll die Encoding-Laufzeit von JEM um das Zwölf- oder gar Sechzigfache höher sein als bei H.265. Der noch nicht optimierte Encoder von AV1 ist nach Angaben des Ultra HD Forums von März sogar „hundertmal langsamer als einer für HEVC“. Für den Praxiseinsatz sind solche Werte viel zu hoch.

Auf der Decoder-Seite sieht es momentan kaum besser aus. Eine wichtige Aufgabe wird es daher sein, Decoder-Chips für Settop-Boxen und Fernseher zu entwickeln. Doch das kostet Zeit: Thierry Fautier, Chefstrategie des Ultra HD Forums, geht davon aus, dass die Massenproduktion von AV1-Decoder-Chips nicht vor 2020 starten wird.



Michael Zink ist Chairman der UHD Alliance, die sich aus Elektronikherstellern, Film- und Fernsehstudios, Content-Distributoren und Technologieunternehmen zusammensetzt.

## TV-Übertragungstechnik

Erste 8K-TV-Übertragungen werden wahrscheinlich über Satellit laufen, dann aber möglicherweise nicht mit dem aktuellen De-facto-Standard DVB-S2. Sinnvoll wäre hier nach weit verbreiteter Meinung die Nutzung der schon 2014 standardisierten Erweiterung DVB-S2X. Sie weist unter anderem eine verbesserte Leistungsfähigkeit für mehr Kapazität bei gleicher Bandbreite auf und zusätzliche Features für stabilere Kommunikationsverbindungen.

Das Problem: DVB-S2X-Receiver sind zwar kompatibel zu DVB-S2, umgekehrt gilt das jedoch nicht. So können DVB-S2-Empfänger keine Datenströme dekodieren, die unter Nutzung spezieller DVB-S2X-Features übertragen werden.

Für den 8K-Empfang über Satellit würde man folglich neue Empfangsteile benötigen. Den Einbau solcher Tuner plant beispielsweise Samsung in die angekündigten One-Connect-Boxen für seine 8K-Fernseher.

## Speichermedien

Zum einen hat nicht jeder Haushalt Satellitenfernsehen, zum anderen würde die 8K-Übertragung über Videostreaming-Dienste selbst mit einem effizienteren Codec konstante Datenraten von über 30 MBit/s erfordern. Insofern wären auch hier – wie schon bei 4K – physische Medien vorteilhaft.

Victor Matsuda, Vorsitzender der zuständigen Blu-ray Disc Association (BDA), erteilte Spekulationen um eine 8K-UHD-



**JVC bringt einen ersten 8K-Beamer, der die 33 Millionen Bildpunkte allerdings per Pixelshift mit 4K-Panels erzeugt.**

Blu-ray im Gespräch mit c't jedoch eine klare Absage: Aktuell gäbe es dazu keine Diskussionen in der BDA – und solche würden auch erst beginnen, wenn ein überzeugender Antrag von Seiten der BDA-Mitglieder käme, sich mit dem Thema zu beschäftigen. Mangels existierendem 8K-Ökosystem sei damit allerdings bis auf Weiteres nicht zu rechnen. Vielmehr sei man sich in der BDA aktuell einig, dass es noch ein langer Weg sei, bis sich die Ultra HD Blu-ray (mit 4K-Inhalten) wie gewünscht etabliert habe. Ziel sei es, den Anteil der UHD-BD unter den Blu-ray-Medien bis 2022 von derzeit 7 Prozent auf 28 Prozent zu erhöhen. Matsuda zeigte sich im Interview deshalb eher besorgt, dass die Diskussion um 8K die Käufer verunsichern könnte. (uk@ct.de) **ct**



**Das schicke 8K-OLED von LG ist noch Zukunftsmusik, der koreanische Hersteller muss zunächst seine 4K-Produktion ausbauen und optimieren.**

Anzeige



# Tablets auf Rädern

Ausprobiert: Roboter für zu Hause und Unternehmen

**Ein Roboter, der in der Wohnung herumfährt, Besuch begrüßt, Musik abspielt und Scherzchen macht – etliche Unternehmen halten das für ein Produkt mit Erfolgspotenzial. Wir haben auf der IFA ausprobiert, wie gut die „Personal Robots“ schon funktionieren.**

Von Jan-Keno Janssen

Roboter sind in der Industrie allgegenwärtig, in Privatwohnungen, Unternehmensfoyers und Hotels findet man sie dagegen bislang nicht – außer in Science-Fiction-Filmen. Das wollen einige Unternehmen nun ändern: Auf der IFA waren etliche Roboter zu sehen, und zwar nicht nur als aufmerksamkeitsheischende Prototypen, sondern häufig auch als konkrete Produkte.

Er erkennt Personen, folgt ihnen auf Zuruf und spielt mit seinem 20-Watt-



Der Personal Robot von Temi funktionierte auf der IFA noch nicht zuverlässig – trotz etlicher Sensoren.

Soundsystem Musik ab: **Temi**, der Roboter des gleichnamigen israelisch-chinesisch-amerikanischen Unternehmens soll bereits im Oktober für 1500 US-Dollar ausgeliefert werden. Als Zielgruppe peilen die Temi-Macher nicht nur Privatleute an, sondern auch Unternehmen (Kunden begrüßen) und Hotels (Gäste zum Zimmer bringen).

Kritische Naturen würden den ein Meter hohen Temi als ein auf einen Staubsaugerroboter montiertes Tablet bezeichnen – tatsächlich sieht die Ladestation, die der Roboter bei Bedarf automatisch ansteuert, fast genauso aus wie die eines Saugroboters. Temi orientiert sich auch wie der Xiaomi Mi Robot Vacuum mit einem LIDAR. Der Roboter hat aber noch etliche andere Sensoren eingebaut: zwei Tiefenkameras, zwei RGB-Kameras, fünf Näherungssensoren und sechs 3D-Distanz-Kameras (Time-of-Flight-Sensoren). Dennoch funktionieren Orientierung und vor allem Personenerkennung noch nicht zuverlässig – zumindest nicht bei dem IFA-Prototypen. Bis zur Markteinführung sollen die Probleme freilich allesamt behoben sein.

## Quad-Core-Hund

Ausgereifter, aber mit weniger Funktionen ausgestattet, ist die vierte Generation von **Sonys** Roboterhund **Aibo (ERS-1000)**. Er ist bereits seit Januar in Japan für umgerechnet 1500 Euro erhältlich, soll jetzt in den USA in den Handel kommen und später auch nach Europa – das stellte Sony jedenfalls auf der IFA in Aussicht. In dem 2,2 Kilogramm schweren Plastikhund steckt ein Quad-Core-Prozessor, Front- und Tiefenkamera, WLAN- und LTE-Modul. Der neue Aibo soll nicht nur eine emotionale Bindung zu seinen Besitzern aufbauen, sondern auch selbstständig dazulernen – wofür er ein kostenpflichtiges KI-Abo benötigt.

Ähnliche Mischungen aus Spielzeug und Haustier verkauft das chinesische Unternehmen **Ubtech**: Während **Lynx** (rund 700 Euro) Amazons Assistenzsystem Alexa unterstützt und Yoga-Posen



E-Rollbrett mit Handy obendrauf: Der Segway Loomo schleppt Einkäufe.

beherrscht, sollen die **Jimu**-Roboter Kindern programmieren beibringen: Sie kommen als Bausatz und lassen sich nach dem Zusammenbasteln in einer einfachen, aus Drag&Drop-Befehlsblöcken bestehenden Sprache programmieren. Das günstigste Jimu-Gerät **BuilderBot** gibt es bereits für 100 Euro. Der stark an Pixars Wall-E erinnernde **AstroBot** kostet 200 Euro.

Praktischer, aber auch teurer ist der **Segway Loomo**: Das Gerät stellt eine kuriose Mischung aus selbstbalancierendem E-Scooter und Smartphone-Roboter dar. Es soll 1500 US-Dollar kosten; der Auslieferungsstart wird allerdings immer wieder verschoben, nun soll es im Oktober so weit sein. Man kann auf Loomo selbst durch die Gegend fahren oder ihn automatisch folgen lassen – dabei schleppt er auf Wunsch die Einkaufstasche. In dem 19 Kilogramm schweren Gerät stecken eine Intel-RealSense-Kamera zur Tiefenmessung, Ultraschall- und IR-Sensoren sowie ein Intel-Atom-Vierkerner. Der 329-Wh-Akku soll 35 Kilometer lang durchhalten.

Auch andere große Unternehmen zeigten auf der IFA Roboter, zum Beispiel **LG** mit seiner **CLOi**-Plattform (gesprochen „Kloh-ii“). Mehrere auf der CLOi-Basis aufbauende Geräte hatte LG mitgebracht, alle menschengroß: Der CleanBot soll zum Beispiel große Flächen putzen und erinnert optisch an ein Straßenreinigungsfahrzeug, der SuitBot soll als Exoskelett Menschen bei körperlich anstrengenden Tätigkeiten helfen und der ServeBot soll Speisen und Getränke ausliefern. Alle LG-Roboter sind aber bislang noch im Prototypenstadium, Auslieferungstermine und Preise sind noch nicht bekannt – vielleicht wird es auf der CES-Messe im Januar konkreter.

(jkj@ct.de) **ct**

## Sony-Smartphone mit 6-Zoll-OLED

Sony nutzt im **High-End-Smartphone Xperia XZ3 ein OLED-Display**. Der Bildschirm mit 6 Zoll Diagonale und 2880 × 1440 Punkten bringt höhere Kontraste und knalligere Farben als die bisherigen



Sony will das Xperia XZ3 ab Oktober für 800 Euro in den Farben Schwarz, Silber und Grün anbieten.

IPS-LCDs. Die Seitenränder fallen sehr schmal aus und sind leicht nach hinten gebogen, der obere und der untere Bildschirmrand bleiben allerdings breit. Im Always-On-Modus zeigt das Display Uhrzeit, Weckzeiten und Benachrichtigungen an, was dank der OLED-Technik kaum zusätzlichen Strom kostet.

Gegen den Trend baut Sony keine Doppelkamera, sondern nur eine einzelne ein. Sie nimmt Fotos mit 19 Megapixeln auf und Videos in 4K-Auflösung. Zeitlupen-Aufnahmen erfasst sie mit bis zu 960 Bildern pro Sekunde. Zieht man das Smartphone aus der Tasche und dreht es quer, startet automatisch die Kamera. Der Fingerabdruck-Scanner auf der Rückseite liegt weit genug von der Kamera entfernt, sodass man die Linse nicht verschmiert. Eine Kopfhörerbuchse fehlt, ein Adapter für USB-C liegt bei.

Herzstück ist Qualcomms momentan schnellster Chipsatz Snapdragon 845 (4 × 2,8 GHz, 4 × 1,8 GHz), Cat.-18-LTE ist eingebaut. Hauptspeicher (4 GByte) und Flash (64 GByte) sind ausreichend, aber nicht üppig dimensioniert. Der Akku mit 3330 mAh sollte bei den meisten Nutzern für etwa anderthalb Tage reichen, er lässt sich auch kabellos per Qi laden. Das Gehäuse ist nach IP65/68 staub- und wasserdicht. (hcz@ct.de)

Anzeige

### Kurz & knapp: Smartphones

Das ZTE Axon 9 Pro bietet **High-End-Ausstattung für nur 650 Euro**: 6,2-Zoll-OLED-Display, Snapdragon 845, 6 GByte RAM, 128 GByte Flash, Doppelkamera (Normal, Weitwinkel), IP68, 4000-mAh-Akku.

Blackberry bringt eine **günstigere Variante des Tastatur-Smartphones Key2**. Das Key2 LE kostet 400 Euro und spart bei Prozessor, Kamera und Akku. Die mechanische Tastatur bleibt, hat aber keine Touch-Zusatzfunktion mehr.

Das **Gaming-Smartphone Honor Play für 330 Euro** zeichnet sich durch ein großes Display (6,3 Zoll mit 2340 × 1080 Pixel) und einen schnellen Prozessor (Kirin 970) aus. Ein zusätzliches proprie-

täres Grafik-API soll Spiele beschleunigen, doch die müssen diesen GPU-Turbo explizit nutzen; laut Honor tun das „Playerunknown’s Battlegrounds“ (PUBG Mobile) und „Mobile Legends: Bang Bang“.

Das **Motorola One hat ein 5,9-Zoll-Display mit Notch und Android One**. Das verspricht schnelle Updates und ein unverfälschtes System; wobei Hersteller Lenovo auch bei anderen Telefonen wenig ändert. Die Display-Auflösung von 1520 × 720 Pixeln ist eher niedrig, der Snapdragon 625 mäßig schnell. Immerhin sind 4 GByte Arbeitsspeicher und 64 GByte Flash eingebaut. 300 Euro soll das Handy kosten.

**Intel hat zwei neue CPU-Familien vorgestellt: Whiskey Lake-U ist mit 15 Watt Abwärme (TDP, Thermal Design Power) für den Notebook-Massenmarkt gedacht, Amber Lake-Y mit nur 5 Watt für besonders flache Notebooks und Tablets.**

Am CPU-Teil hat sich wenig getan: Abgesehen von minimal anderen Taktraten gleicht er dem der fast ein Jahr alten Vierkern-Modelle, die Intel-intern Kaby Lake Refresh heißen und mit vier statt vormals zwei Kernen für einen ordentlichen Performance-Schub sorgten. Intel sortiert die neuen CPUs denn auch in die bekannte achte Core-i-Generation ein.

Whiskey Lake-U hat wegen der zusätzlichen Funktionen hingegen ein neues Gehäuse und erfordert neue Mainboards – was auf neue Notebooks hinausläuft. Solche wurden bereits von Acer, Asus, Dell und Lenovo präsentiert.

Das Swift 5 von Acer ist ein 15,6-Zöller, der weniger als ein Kilo wiegt; bis zu 16 GByte DDR4-Speicher und zwei 512-GByte-NVMe-

Asus bringt neue High-End-Notebooks der ZenBook-Serie auf den Markt. Aktualisiert werden sowohl die regulären Varianten (ZenBook 13, 14 und 15) als auch die Hybrid-Modelle (ZenBook Flip 13 und 15); das ZenBook Pro 15 bekommt ein kompakteres 14-Zoll-Geschwisterchen zur Seite gestellt.

Lenovo verwendet Intels Neulinge unter anderem im neuen Yoga C930, welches Ende September ab 1500 Euro erhältlich sein soll. Lenovo stellt bis zu 2 TByte SSD-Speicherplatz und bis zu 16 GByte DDR4-Arbeitsspeicher in Aussicht. Bei Ausstattungsvarianten mit Full-HD-Bildschirm soll der Akku über 14 Stunden halten, bei Modellen mit 4K-Display hingegen maximal 9 Stunden. *(mue@ct.de)*



Bei Whiskey Lake-U stecken die Neuerungen im integrierten Chipsatz: Es gibt dort jetzt USB 3.1 Gen 2 und Thunderbolt 3.



## Extremes ThinkPad

In Lenovos hochpreisiger ThinkPad-X1-Familie gab es bislang ein Tablet und zwei 14-Zoll-Notebooks, nun folgt ein **leistungsstärkeres 15,6-Zoll-Modell**: Im ThinkPad X1 Extreme kooperieren Vier- oder Sechskernprozessoren der achten Core-i-Generation (Coffee Lake-H) mit dem Mittelklasse-Grafikchip GeForce 1050 Ti. Das Notebook nimmt bis zu 64 GByte DDR4-Speicher auf sowie ein bis zwei M.2-SSDs für bis zu 2 TByte Speicherplatz.

Das Display zeigt Full-HD- (300 cd/m<sup>2</sup>) oder 4K-Auflösung (400 cd/m<sup>2</sup>). Nur das höher auflösende Panel deckt den Adobe-Farbraum vollständig ab und lässt sich mit dem optionalen Stift (Lenovo Pen Pro) bedienen. Es gibt je zwei USB-Buchsen im Typ-A- und Typ-C-Format; letztere sprechen auch Thunderbolt 3. Zusätzlich stehen eine HDMI-2.0-Buchse, ein analoger Audio-Ausgang und ein normalgroßer SD-Kartenleser zur Verfügung.



Das ThinkPad X1 Extreme bietet viel mehr Rechenleistung als bisherige X1-Modelle.

Lenovo verspricht für das 1,7 Kilogramm schwere Gerät Akkulaufzeiten von bis zu 15 Stunden; der Akku soll sich in einer Stunde zu 80 Prozent laden lassen. Das Notebook kommt noch im September in die Läden und kostet mindestens 2450 Euro. (mue@ct.de)

## 15-Zoll-Notebook mit Kaby Lake-G

Anfang des Jahres enthüllte Intel den Kombi-Prozessor Kaby Lake-G mit hausgener Vierkern-CPU und zugekauftem AMD-Grafikchip, doch bis dato gab es nur zwei damit bestückte Notebooks: das Dell XPS 15 2-in-1 (siehe c't 12/2018, S. 48) und das HP Spectre x360 15. Nun gesellt sich **Acers neues Aspire 7** hinzu.

Wie die Konkurrenten ist es ein 15,6-Zoll-Gerät mit einem besonders flachen Gehäuse: Im Datenblatt stehen weniger als 17 Millimeter Dicke. Auch das Gewicht fällt mit 1,5 Kilo-

gramm vergleichsweise gering aus. Der Bildschirm zeigt je nach Modell bis 4K-Auflösung, und auch die restlichen Spezifikationen sind mit bis zu 16 GByte Arbeitsspeicher und einem RAID-Verbund aus zwei NVMe-SSDs ganz oben angesiedelt. Die Tastatur ist standesgemäß beleuchtet; ein Fingerabdruckleser erlaubt biometrisches Einloggen mittels Windows Hello. Anders als die Geräte von Dell und HP ist das Aspire 7 kein Hybrid-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren.

Obwohl das Aspire 7 auf bekannte Technik setzt, gibt es bislang keine Angaben zu Preisen oder zur Verfügbarkeit. Das klingt nicht danach, als ob es das Gerät noch vor Weihnachten in die Läden schaffen würde. (mue@ct.de)



Im Acer Aspire 7 steckt der Intel-AMD-Kombi-Chip Kaby Lake-G.

Anzeige

# Wiedererkennen (un-)erwünscht

## Der Kampf ums Tracking

**Immer mehr Surfer verweigern Cookies, um dem Tracking zu Werbezwecken zu entgehen. Doch die Branche hat viele Möglichkeiten, Nutzer dennoch zu identifizieren.**

Von Torsten Kleinz

Beim Surfen im Netz steht man unter Dauerbeobachtung: Werbenetze versuchen mit Cookies und in die Websites ihrer Partner eingebettete Skripte, Surfer bei ihren Streifzügen von Website zu Website wiederzuerkennen und zu verfolgen, Branchen-Sprech: zu tracken. Aus den beobachteten Gewohnheiten wollen sie Profile ableiten, um den Surfern maßgeschneiderte Werbung anzubieten.

Diese Schnüffelei geht Mozilla schon länger zu weit. Bereits seit zwei Jahren enthält Firefox, der Browser der Stiftung, einen rudimentären Tracking-Schutz. Der ist in der Voreinstellung allerdings nur im Inkognito-Modus aktiviert. Ende August verkündete die Mozilla Foundation dann die große Lösung: Firefox soll in künftigen Versionen Tracking-Code von Drittanbietern automatisch blockieren, der Anwender muss dazu nichts weiter unternehmen.

### Radikal gegen Tracking

Diese radikale Maßnahme soll nicht nur die Privatsphäre der Nutzer besser schützen, sondern auch die Browser-Performance verbessern. Da Websites meist mehrere verschiedene Werbenetzwerke einsetzen, muss der Browser pro Seitenaufruf oft Dutzende Skripte nachladen. Die schiere Masse aktiver Inhalte bläst nicht nur das übertragene Datenvolumen auf, sondern verlangsamt auch den Browser selbst.

Die Stiftung verweist auf eine Studie des Anti-Tracking-Spezialisten Ghostery (siehe [ct.de/y7sw](https://ct.de/y7sw)). Demnach lädt ein Browser die 500 in den USA am meisten abgerufenen Websites doppelt so schnell, wenn man beim Aufruf sämtliche Tracker blockiert – durchschnittlich sinkt die Ladezeit von 19,3 auf 8,6 Sekunden. Diese enormen Unterschiede kommen auch dadurch zustande, dass ohne Tracker oft keine Banner mehr geladen werden.

Wie die neue Anti-Tracking-Funktion in Firefox funktioniert, lässt sich schon heute mit Nightly-Version 63.0a1 ausprobieren. Dort kann der Nutzer mit der Option „Content Blocking“ sämtliche Tracking-Maßnahmen blockieren, oder nur diejenigen Skripte, die das Laden einer Webseite besonders stark verzögern. Um diese zu identifizieren, nutzt Firefox die Blocking-Listen des Dienstleisters Disconnect.

Mit seiner Ankündigung geht Mozilla noch weiter als zuvor Apple. Der Konzern hatte bereits vor einem Jahr entschieden, dass Tracking nicht im Interesse seiner Nutzer ist und in seinem Browser Safari deshalb Drittanbieter-Cookies Beschränkungen auferlegt. Benutzer müssen dem

Tracking durch Cookies explizit zustimmen.

Der scharfe Kurs von Mozilla und Apple lässt sich auch als ein

Scheitern des sogenannten Do-not-Track-Standards interpretieren. Dieser sah vor, dass die Browser durch die Übermittlung eines HTTP-Headers signalisieren, ob der Benutzer Tracking zulässt. Do not Track setzte auf die freiwillige Kooperation der Werbeindustrie – und dort spielten zu wenige Unternehmen mit.

Auch die Einführung der Datenschutzgrundverordnung hat bislang beim Tracking nur graduelle Veränderungen bewirkt. Wie das Reuters Institute an der Universität von Oxford festgestellt hat, setzen europäische Newsangebote im Vergleich zwischen April und Juli 22 Prozent weniger Cookies auf den Rechnern der Leser. Nach Zählung des Privacy-Spezialisten Cliqz laden populäre Websites immer noch Inhalte und Skripte von im Schnitt 8,5 fremden Domains mit.

### Reaktion und Gegenreaktion

Nicht jede Verwendung von Third-Party-Cookies oder Tracking-Techniken ist illegitim oder auf Schnüffelei ausgerichtet. So sendet zum Beispiel die VG Wort ein Tracking-Pixel auf vielen kooperierenden Websites, um festzustellen, wie viele Leser ein Text hatte. Daraus werden die Tantiemen für die Autoren berechnet. Und die Royal Bank of Scotland versucht mit der Auswertung der typischen Mausbewegungen eines Nutzers, die Kontensicherheit zu erhöhen.

**In Firefox' Datenschutzeinstellungen lässt sich der Tracking-Schutz aktivieren.**

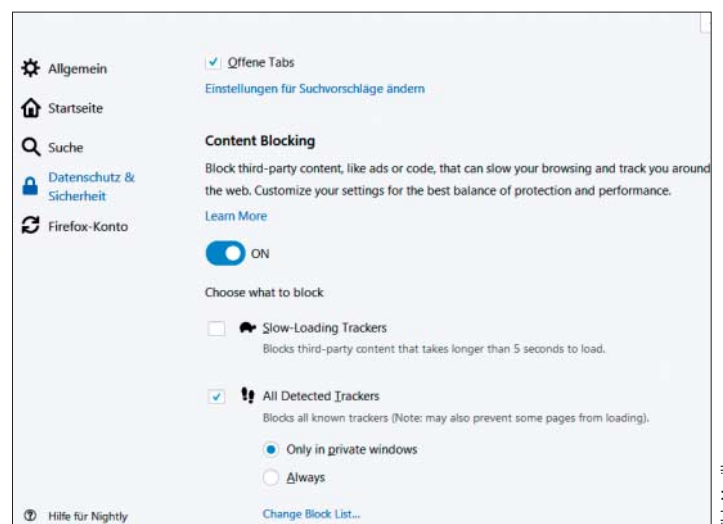


Bild: Mozilla



Vor allem geht es beim Tracking um Werbung. Daher läuft vor allem die Werbebranche gegen Mozillas Ankündigung Sturm. Dave Grimaldi von dem Interactive Advertising Bureau etwa attackierte den Tracking-Schutz: „Mozilla stellt sicher, dass der Online-Journalismus nicht überleben kann – genau in dem Moment, in dem er am meisten gebraucht wird.“

Außer für die Profilbildung benötigt die Werbebranche Tracking auch für den Kampf gegen Abzocke. 2017 enttarnte die Firma Adform mit Hilfe von ausgefeilten Tracking-Skripten den Betrug durch das sogenannte Hyphbot-Netzwerk, das über viele Monate aktiv war und mehr als 180 Millionen Dollar Werbegelder abkassiert haben soll, indem es künstlich Werbefabrufe erzeugte. Werbekunden sind zunehmend nicht mehr bereit, Geld auszugeben, wenn die Auslieferung der Werbung nicht haarklein überwacht und dokumentiert wird.

Viele Publisher haben mittlerweile auf die Tracker-Blocker reagiert und liefern Werbung auch dann aus, wenn der Browser Tracking-Techniken blockt. Doch die erzielten Erlöse sind bei der datenarmen Werbung beträchtlich niedriger als bei der auf den Nutzer zugeschnittenen Werbung. Immer mehr kostenfreie Angebote sperren daher nicht nur Adblocker,

**Für einzelne Websites kann der Surfer den Tracking-Blocker deaktivieren.**

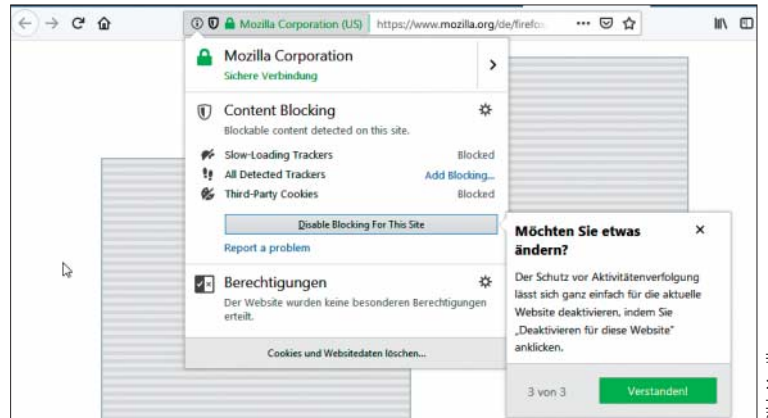


Bild: Mozilla

sondern auch Nutzer von Anti-Tracking-Software. Spiegel Online und Bild.de zum Beispiel weisen Besucher ab, die den Inkognito-Modus von Firefox nutzen. Einige Publisher haben Tracker- und werbefreie, aber dafür kostenpflichtige Angebote eingeführt.

Als Folge des Tracking-Schutzes benutzen etliche Werbedienstleister schwer zu blockierende Tracking-Techniken wie das Browser Fingerprinting oder versuchen, die Tracking-Blocker auszutricksen – siehe den Kasten unten. Oder sie weichen auf geschlossene Werbeplattformen wie Facebook aus. Facebook ist Inhalte-Plattform und Werbedienstleister in einem, übernimmt das Tracking also selbst. Da kann der Browser nichts aus-

richten. Es verwundert daher nicht, dass Facebook Besucher, die das soziale Netzwerk über den mobilen Browser nutzen wollen, hartnäckig auffordert, auf die Facebook-App umzusteigen.

Allen diesen Initiativen der Publisher und der Werbeindustrie ist gemein: Nutzer können sich immer schwerer der allgemeinen Datenerhebung entziehen, selbst wenn ihr Browser sie besser gegen externe Tracker schützt. (jo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Joachim Brehm: Verräterische Merkmale, Neue Browser-Fingerprinting-Techniken – und wie man sich schützt, c't 2016, Heft 11, S. 144

**Studie und Add-ons:** [ct.de/y7sw](http://ct.de/y7sw)

# Kekse, Fingerabdrücke und andere Trickserien

Je besser ein Werbeunternehmen einen Surfer wiedererkennt, desto treffender kann es auf ihn maßgeschneiderte Anzeigen ausliefern und entsprechend teuer verkaufen. So verwundert es kaum, dass Werbedienstleister regelmäßig der Versuchung erliegen, die Tracking-Begrenzungen der Browser zu umgehen.

So versuchte Criteo, ein Dienstleister für personalisierte Werbung, die Cookie-Beschränkungen in Safari zu umgehen, indem er die Nutzer von Partner-Angeboten heimlich kurz auf die eigene Website umleitete. Später versuchte der Anbieter einen Cookie-Ersatz zu etablieren, indem er im Browser-Cache Informationen speicherte, die eigentlich dem Aufbau einer sicheren HTTPS-Verbindung dienen sollen, aber in Wahrheit die Identifizierung des individuellen Browsers ermög-

lichten. Apple hat beide Methoden mittlerweile unterbunden.

Beim Browser Fingerprinting versuchen Werber, durch eingebettetes JavaScript eindeutige Rückschlüsse auf das einzelne System zu ziehen und es so wiederzuerkennen. Sogenanntes Canvas Fingerprinting zum Beispiel lässt den Browser im Hintergrund Grafiken oder Texte rendern. Diese sind so gestaltet, dass sich von Browser zu Browser kleine, messbare Unterschiede im Layout ergeben: ein Fingerabdruck.

Mittlerweile hat die Industrie Dutzende Techniken und APIs gefunden, mit denen sich eindeutige Rückschlüsse auf den Browser ziehen lassen: Das Geolocation API etwa, WebRTC oder das HTML5 Battery Status API [1]. Browser Fingerprinting lässt sich heute nur durch JavaScript-

oder Tracking-Add-ons wie NoScript oder Privacy Badger unterbinden.

Allerdings kann man auch mit solchen Hilfsmitteln nicht alle Tracking-Formen verhindern, denn jeder Browser übermittelt schon beim Seitenabruf Informationen, beispielsweise seine IP-Adresse. Bereits damit lässt sich ermitteln, aus welchem Land der Seitenabruf stammt. Fasst man mehrere dieser Basisinformationen wie die Bildschirm-auflösung, installierte Plug-ins und weitere Merkmale zusammen, entsteht ein schon recht individueller Fingerabdruck.

Um eine Identifikation durch Tracker zu verhindern, empfiehlt die EFF den Tor Browser. Auch alternative Browser wie Cliqz und Brave versprechen mehr Anonymität.

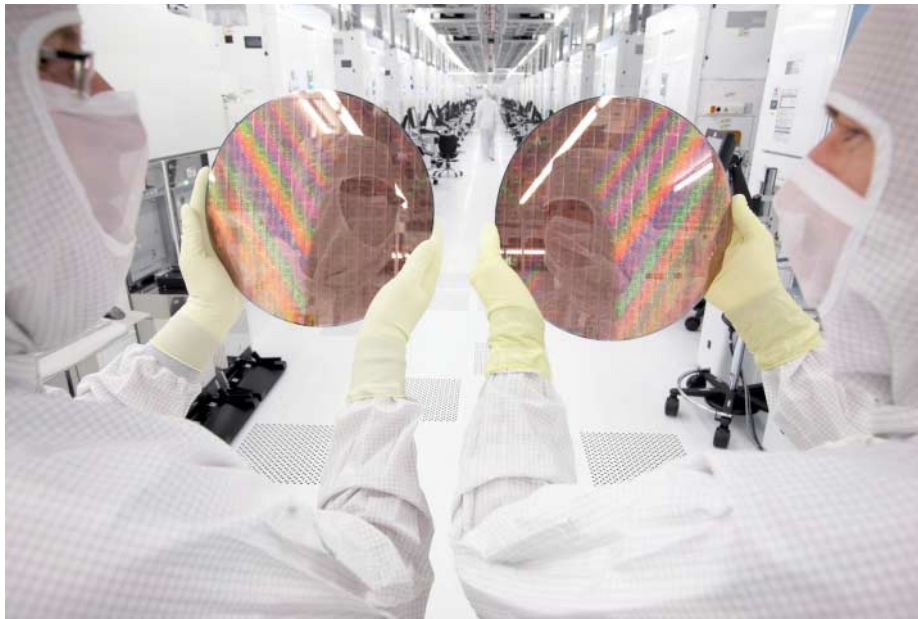


Foto: Globalfoundries

# Bit-Rauschen

**Auftragsfertiger stoppt 7-Nanometer-Technik, neue Octo-Cores rücken näher**

**Das war ein Paukenschlag: Der weltweit zweitgrößte Chip-Auftragsfertiger Globalfoundries legt seine 7-nm-Technik auf Eis. Derweil feilen Microsoft und ARM weiter an Windows-Notebooks mit ARM-Chips, und Preise für Intels neue Achtkerner sickern durch.**

**Von Christof Windeck**

**A**MD wusste wohl Bescheid, für den Rest der Halbleiterwelt war es eine böse Überraschung: Chip-Auftragsfertiger Globalfoundries stoppt die Weiterentwicklung der hauseigenen Produktionstechnik für 7-Nanometer-Strukturen. Die weltweit zweitgrößte Chip-„Foundry“ fürchtet anscheinend, dabei nicht gegen Branchenprimus TSMC bestehen zu können. Dem Vernehmen nach fährt Globalfoundries – kurz GloFo genannt – rund zehn Jahre nach der Gründung rund 500 Millionen Miese pro Halbjahr ein. Das machen die arabischen Besitzer wohl nicht länger mit, der im April eingewechselte CEO Dr. Thomas Caulfield zog die Notbremse. Der 7-nm-Stopp macht einige

Jobs überflüssig. Details dazu sind noch unbekannt, weil GloFo nicht an der Börse ist und kaum Finanzdaten veröffentlicht.

GloFo-Kunde AMD lässt dort Epycs und Ryzens mit 14- und 12-nm-Technik produzieren. Der Epyc „Rome“ soll 2019 der erste Zen-2-Chip mit 7-nm-Technik werden – von TSMC, wie AMD-Chefin Lisa Su verkündet.

Branchenkennner befürchten Engpässe, weil außer AMD etwa auch Apple, Huawei, Nvidia, Qualcomm und Samsung 7-nm-Großserienchips auf den Markt werfen wollen. Als einzige Alternative zu TSMC bleibt für die Fertigung aber nur noch Samsung. Intel produziert zwar ebenfalls auch für andere Firmen, kämpft aber schon seit Jahren mit dem Umstieg von 14- auf 10-nm-Technik. Zwar sollen Intels 10-nm-Transistoren mit der 7-nm-Konkurrenz mithalten – die Angaben unterschiedlicher Fabs zur Strukturgröße sind schon seit Jahren nicht mehr direkt vergleichbar –, aber das würde für Auftraggeber vermutlich teurer als bei Samsung oder TSMC. Und AMD, Nvidia oder Qualcomm werden Konkurrent Intel wohl kaum als Fertigungspartner wählen – oder bahnt sich hier die nächste Überraschung an?

## Zeitlupen-Angriff

Für diese c't konnten wir endlich Windows-10-Notebooks mit 64-Bit-ARM-Prozessoren testen (siehe S. 104): Darin steckt jeweils ein Qualcomm Snapdragon 835, der recht gemächlich zur Sache geht. Vielleicht klappt es in der nächsten ARM-Notebook-Generation besser, Lenovo zeigte auf der IFA das Yoga C630 mit Snapdragon 850. Der überholt im Geekbench 4 immerhin Intels „Gemini Lake“-SoCs wie den Pentium Silver N5000.

Obwohl der Notebook-Markt viel kleiner ist als der Smartphone-Markt, will ARM hier unbedingt reüssieren: Der neue Prozessorkern Cortex-A76 soll „U“-Varianten von Intels Core i übertrumpfen. Seltsamerweise taucht der Cortex-A76 nun wohl zuerst im Kirin 980 des Huawei-Smartphones Mate 20 auf.

2019 soll der stärkere „Deimos“ den ARM Cortex-A76 beerben, 2020 dann Hercules. Aber auch Intel plant Verbesserungen, auch wenn bei den neuesten „Whiskey Lakes“ (siehe S. 22) davon nicht viel zu spüren ist. Jedenfalls verläuft die ARM-Aufholjagd bei Notebook-Chips bislang in Zeitlupe.

Derzeit ist man bei Intel damit beschäftigt, den Spectre-Schaden zu beheben. Meltdown soll bei kommenden Xeons und Whiskey Lake kein Thema mehr sein und auch einige Spectre-Löcher sind gestopft. Doch so manches Spectre-Gespenst geht noch in dunklen Laboren von Sicherheitsforschern um. Das letzte – die L1TF-Lücke – vermastete wohl den Start der Core-i-9000-Achtkerner zur Gamescom. Nun erwartet man sie Anfang Oktober. Ein niederländischer Shop bepreiste das Flaggschiff Core i9-9900K mit 561 Euro, den Core i7-9700K mit 436 Euro – letzteres wären 80 Euro mehr, als der aktuelle Sechskerner Core i7-8700K derzeit kostet.

Auf einem ganz anderen Gebiet, bei den Supercomputern, sorgte derweil eine Patentanmeldung für Aufmerksamkeit: Intel arbeitet demnach an einem Configurable Spatial Accelerator (CSA) mit einer Mikroarchitektur, die nichts mit x86 zu tun hat, sondern eher mit Datenflussprozessoren. Möglicherweise verbirgt sich dahinter ein Nachfolger des gescheiterten Xeon Phi, sofern dafür nicht eher Varianten des für 2020 versprochenen Intel-Grafikchips kommen.

Zu guter Letzt: AMD lässt den Athlon weiterleben, der neue Athlon 200GE ist ein Pentium-Konter mit Ryzen-Technik (siehe S. 28). (ciw@ct.de) **ct**

## Gnome 3.30: Schlanker & schneller

Die neue Version der von Ubuntu Desktop oder Fedora Workstation verwendeten **Desktop-Umgebung** soll nicht nur die Desktop-Performance verbessern, sondern auch weniger Arbeitsspeicher verbrauchen. Die Entwickler haben zudem eine auf Gnome 3.30 angewiesene Erweiterung vorgestellt, mit der sich Dateien oder Ordner auf dem Desktop-Hintergrund ablegen lassen; das von manchen Anwendern überaus geschätzte Verhalten lässt sich dadurch wieder einfach nachrüsten, nachdem es bei 3.0 lahmgelegt und vor einem halben Jahr entfernt wurde.

Die Softwareverwaltung von Gnome aktualisiert per Flatpak installierte Apps jetzt auf Wunsch automatisch. Das im Gnome-Umfeld entwickelte Framework zum distributionsunabhängigen Einsatz grafischer Anwendungen hat jüngst die Version 1.0 erreicht. Auch an anderen Stellen haben die Entwickler es besser integriert, unter anderem bei der Retro-Gaming-App von Gnome, die dadurch

weitere Spieleplattformen emuliert. Die Laufwerksverwaltung (Gnome-Disks) beherrscht neben Linux-eigenen Verschlüsselungsverfahren jetzt auch das Format von True- und VeraCrypt. Außerdem bringt die Desktop-Umgebung nun auch ein Programm zur Verwaltung von Podcasts mit.

Gnome fehlt indes nach wie vor eine Funktion, um Bedienelemente mit krummen Faktoren wie 1,5 oder 1,66 zu skalieren (Fractional Scaling), was bei manchen Monitoren mit besonders hoher Auflösung (HiDPI-Displays) wichtig für eine adäquate Darstellung ist. Die Gnome-Entwickler haben ferner Grundlagen geschaffen, um das in der oberen Leiste enthaltene, aber nur von wenigen Programmen sinnvoll bestückte Anwendungsmenü im März bei Gnome 3.32 zu entfernen.

Die im Oktober erwarteten Linux-Distributionen Ubuntu 18.10 und Fedora 29 sollen das neue Gnome mitbringen.

(thl@ct.de)

## Mehr 3D-Performance für Linux

Support für VR-Brillen, OpenGL-4.3-Unterstützung in einem VM-Treiber und Performance-Verbesserungen bei den 3D-Treibern von AMD und Intel sind Highlights von **Mesa 18.2**. Die jüngst veröffentlichte Version wird die Hardwareunterstützung und Spielefähigkeit von Linux-Distributionen verbessern, da diese die Grafikbibliothek und ihre Grafiktreiber standardmäßig einrichten.

Besonders viele Geschwindigkeitsoptimierungen gab es bei AMDs OpenGL-Treiber RadeonSI, der dadurch AMDs proprietären Grafiktreiber noch häufiger aussticht. RadeonSI beherrscht OpenGL 4.4 nun auch im „Compatibility Profile“, das manche Spiele statt des „Core Profile“ verwenden.

Der Treiber Virgl, mit dem in einer virtuellen Maschine laufende Linux-Distributionen die 3D-Beschleunigung von Linux-Hosts nutzen können, beherrscht nun OpenGL 4.3 und OpenGL ES 3.2. Die in Mesa enthaltenen Vulkan-Treiber von AMD und Intel unterstützen jetzt eine Technik, mit der Linux-Desktops einzelne Anwendungen in die Lage versetzen, die Ausgabe auf VR-Brillen und anderen Head-mounted Displays (HMD) ungestört zu kontrollieren. Mesa bringt nun auch den Treiber V3D mit, der die Broadcom-Grafikkern VideoCore V (VC5) und VideoCore VI (VC6) unterstützt; Gerüchten zufolge soll einer davon womöglich bei zukünftigen Varianten des Raspberry Pi zum Einsatz kommen.

(thl@ct.de)



Gnome 3.30 verstärkt die Integration des Paketformats Flatpak und dessen Verteilungswebsite Flathub.

Anzeige



## Neuer Athlon für günstige PCs

**Mit dem Athlon 200GE rundet AMD die Ryzen-Palette vorerst nach unten ab. Für Bürorechner gibt es schnelle Ryzen-Pro-Versionen mit bis zu acht Kernen.**

Nach dem Aus von Opteron, Phenom & Co. ist der Athlon der letzte verbliebene Klassiker in AMDs Nomenklatur und feiert nächstes Jahr seinen 20. Geburtstag. Mit dem **Athlon 200GE** gibt es nun eine Zweikern-Variante mit Ryzen-G-Technik, die gegen Intels Celeron- und Pentium-Modelle antritt. Wie diese kennt der 200GE keinen Turbo-Modus. Der AM4-Kombiprozessor läuft mit 3,2 GHz und besitzt eine integrierte Vega-3-Grafik. Mit 35 Watt Thermal Design Power bietet er sich für kompakte Gehäuse bei potenziell leiser Kühlung an.

Ab dem 18. September kommt der Athlon 200GE für 55 US-Dollar in den Handel – Europepreise inklusive Steuern lagen zum Redaktionsschluss noch nicht vor. Damit ist er auf jeden Fall deutlich günstiger als der bisherige Ryzen-Einstiegsprozessor Ryzen 3 2200G für über 90 Euro.

Es gibt den Athlon 200GE auch als Pro-Variante für den Einsatz in Firmennetzen. Zu den wenigen Spezialitäten des Athlon Pro gehört Transparent Secure Memory Encryption, die gegen spezielle Angriffsvektoren schützt. Weitere Pro-Versionen gibt es vom Ryzen 7 2700X, 2700 und Ryzen 5 2600. Während die beiden letzteren mit den gleichen Taktraten wie die normalen Ryzen-Modellen arbeiten, ist der Pro 2700X um 100 MHz Basis- und 200 MHz Turbotakt langsamer. Dafür bleibt er im TDP-Rahmen von 95 Watt, den der normale Ryzen 7 2700X mit 105 Watt TDP verlässt. (csp@ct.de)



Bild: AMD

**Zwei Kerne, vier Threads, 3,2 GHz und Vega-3-Grafik sollen Pentium & Co. das Leben schwer machen.**

### Athlon 200 GE und Ryzen Pro 2000

Prozessor	Kerne/Threads	Takt/Turbo	int. GPU	TDP-Klasse
Athlon 200GE	2/4	3,2/- GHz	Vega 3	35 Watt
Athlon PRO 200GE	2/4	3,2/- GHz	Vega 3	35 Watt
Ryzen 5 PRO 2600	6/12	3,4/3,9 GHz	-	65 Watt
Ryzen 7 PRO 2700	8/16	3,2/4,1 GHz	-	65 Watt
Ryzen 7 PRO 2700X	8/16	3,6/4,1 GHz	-	95 Watt
<b>Zum Vergleich</b>				
Intel Pentium Gold 5400	2/2	3,7/- GHz	UHD 610	54 Watt
Intel Celeron G4900	2/4	3,1/- GHz	UHD 610	54 Watt

## 14-TByte-Festplatte fürs NAS

Seagate erweitert seine **NAS-Festplatten-serie Ironwolf Pro** um ein Modell mit 14 TByte, das ST14000NE0008. Das dauerlaufgeeignete SATA-Laufwerk dreht mit 7200 min<sup>-1</sup> und hat 256 MByte Cache. Es ist für NAS-Gehäuse mit bis zu 24 Schächten freigegeben. Seagate spezifiziert eine



**Seagates Ironwolf-Pro-Reihe für den NAS-Einsatz gibt es jetzt auch mit bis zu 14 TByte.**

für diese Laufwerksklasse übliche Rate nicht korrigierbarer Leserfehler von 1 pro 10<sup>15</sup> gelesenen Bits.

In einem Kurztest erreichte die Ironwolf Pro maximale Transferraten von rund 260 MByte/s beim Lesen und Schreiben. Die Leistungsaufnahme betrug dank der Helium-Füllung nur rund 8 Watt im Betrieb, im Ruhezustand maßen wir rund 5,5 Watt. Das ist nur unwesentlich mehr als bei der 12-TByte-Festplatte aus der gleichen Serie. Zudem war die ST14000NE0008 mit 14 TByte im Betrieb recht leise und erreichte eine Lautheit von knapp 0,8 Sone.

Seagate gibt eine Garantie von 5 Jahren. Die Ironwolf Pro mit 14 TByte soll ab dem 10. September verfügbar sein. Die unverbindliche Preisempfehlung liegt bei 599 US-Dollar zuzüglich Steuern. Angaben zum Einzelhandelspreis für Deutschland konnte Seagate bis Redaktionsschluss nicht machen. (ll@ct.de)

### Hardware-Notizen

Crucial liefert mit der **BX500** eine SSD-Reihe im 2,5-Zoll-Format mit SATA-Anschluss mit Kapazitäten von 120, 240 und 480 GByte. Crucial gibt auf die im Niedrigpreisbereich wildernden Modelle mit SLC-Schreibcache 3 Jahre eingeschränkte Garantie.

AMDs **Server-Grafikkarte** Radeon Pro V340 setzt ab dem vierten Quartal 2018 auf zwei Vega-56-GPUs mit 32 GByte HBM2, um im Desktop-as-a-Service-Markt hardwarebeschleunigte Virtualisierung für 32 Nutzer bereitzustellen.

Der Boom beim Kryptomining ist vorbei und die **Grafikkartenpreise** fallen. Die Preise für GeForce und Radeon sind, auch in Erwartung von Nvidias kommenden GeForce-RTX-Karten, so niedrig wie vor dem Mining-Boom.

# TPM-Software für Linux

Trusted Platform Modules nach TPM-2.0-Spezifikation lassen sich jetzt leichter unter Linux nutzen. Entwickler von Intel, Infineon und Fraunhofer SIT haben ein Open-Source-Programmpaket für TPM-Sicherheitschips auf GitHub veröffentlicht.

Die Kooperationspartner wollen die Verbreitung von TPMs in Embedded Systems für IoT, Fahrzeuge, Medizintechnik, Kassensysteme und dergleichen fördern. Dazu steht eine freie Version der Enhanced System API (ESAPI) des standardisierten TPM 2.0 Software Stack (TSS2) bereit. Eine Nutzungsmöglichkeit ist OpenSSL, dafür gibt es die tpm2-tss-engine.

Ein TPM stellt ähnliche Funktionen wie eine SmartCard bereit, etwa geschützten Speicher für kryptografische Signaturen und Hash-Werte. Außerdem führt das TPM einige sicherheitskritische Krypto-Funktionen selbstständig und unabhängig vom eigentlichen System aus. Dadurch sind diese Funktionen gut gegen Manipulationen geschützt – ähnlich wie die PIN-Prüfung am Geldautomaten in der Chipkarte oder beim Handy in der SIM-Karte. Außer Infineon liefert etwa auch STMicro diskrete TPM-2.0-Chips, weiter verbreitet zumindest in x86-Systemen sind aber Firmware-TPMs (fTPMs).  
(ciw@ct.de)



TPM-2.0-Chips wie der Infineon SLB9665TT20 lassen sich nun leichter unter Linux nutzen, etwa für OpenSSL.

## Kurz & knapp: Embedded Systems

Das **ATX-Netzteil Bicker BEA-750H mit zusätzlichem 24-Volt-Ausgang** versorgt außer einem PC-Mainboard noch weitere Systemkomponenten. Es liefert insgesamt 500 Watt, die 24-Volt-Schiene ist mit 7 A belastbar.

Phytec fertigt **Entwicklerboards mit dem ARM-SoC NXP i.MX8**. Der Chip vereint bis zu acht Rechenkerne der Typen Cortex-A72, -A53 und -M4F und steuert bis zu 64 GByte LPDDR4-Speicher an. Außerdem sind DSP- und GPU-Kerne eingebaut.

Das SD Port Lock CSK-SDD10 von Smartkeeper **sichert SD-Kartenleser gegen unbefugte Nutzung** und lässt sich nur mit einem speziell kodierten Schlüsselwerkzeug entfernen. Ähnliche „Schlösser“ gibt es nun auch für USB Typ C, HDMI und eSATA.

Kontron hat mit dem TRACe HMID104 ein **lüfterloses 10-Zoll-Bedienterminal für Schienenfahrzeuge mit Touchscreen** im Angebot. Es ist mit Intels Atom E3845 (Bay Trail) bestückt und erfüllt Eisenbahn-Vorschriften wie DIN EN 50155.

Anzeige

# Auf gut Glück!

## Google feiert 20 Jahre Firmengründung

**Wie wurde aus einem Uni-Projekt in zwei Dekaden das bestimmende IT-Unternehmen der heutigen Zeit? Sechs Schlaglichter aus persönlicher Perspektive auf den Technikriesen.**

Von Jo Bager

**G**oogle wurde Twen – und machte am 4. September 2018 kein großes Aufhebens um seinen runden Geburtstag. Das Doodle auf der Homepage erinnerte stattdessen an den 130. Geburtstag des Bauhaus-Künstlers Oskar Schlemmer. Doch trotz des Understatements kann man den Einfluss von Google auf die IT-Welt kaum unterschätzen.

**Gegründet** wurde das Unternehmen Google am 4. September 1998. Der Risikokapitalgeber Andreas von Bechtolsheim hatte einen Vortrag gehört, in dem die Stanford-Doktoranden Larry Page und Sergey Brin ihre Suchmaschine vorgestellt hatten. Er war begeistert und stellte Brin und Page einen Scheck über 100.000 US-Dollar auf das Unternehmen Google Inc. aus, das noch gar nicht existierte und das Page und Brin an eben jenem 4. September 1998 eintragen ließen.

c't hat die Google-Suche erstmals in Heft 23/1999 einem großen Vergleichstest unterzogen, wo sie gleich mit am besten abschnitt – neben heute längst eingestellten Diensten wie MSN Search und AltaVista. Bis heute pflegt Google sein Kernprodukt, die Suche, akribisch – wohl einer der wichtigsten Faktoren für den dauerhaften Erfolg des Unternehmens. Im Rahmen der re:publica berichtete Pandu Nayak, Vice President Google Search, dass Google allein im Jahr 2017 rund 2500 Veränderungen am Suchalgorithmus vorgenommen hat.

Ein paar Monate kam Google ohne Business-Plan über die Runden, verdiente also kein Geld mit seiner Suchmaschine. Im Jahr 2000 brachte das Unternehmen dann **AdWords** heraus, einen Dienst, mit dem Werbetreibende auf den Suchergebnisseiten Anzeigen zu bestimmten Suchbegriffen buchen können.

Im Februar 2002 startete Google dann das damals sogenannte AdWords Select, bei dem Werber für höhere Platzierungen unter den Anzeigen wie bei einer Aktion bieten konnten. Dumm nur, dass die Idee zu AdWords Select dem Verfahren eines anderen Unternehmens sehr ähnlich war: Overture hatte ein ähnliches Produkt bereits früher auf den Markt gebracht und verklagte Google auf Patentverletzung. Das Prozess endete letztlich

in einem Vergleich mit Yahoo, das Overture zwischenzeitlich übernommen hatte und der Yahoo ein Google-Aktienpaket bescherte. Diese Episode zeigt, dass Google seinen Slogan „Don't be evil“ schon in der Frühzeit nicht so ernst genommen hat, wenn es um die Wurst ging.

Google ist bis heute vor allem ein Werbeunternehmen. Im zweiten Quartal 2018 etwa machten die Werbeeinnahmen 86 Prozent des Gesamtumsatzes aus.

1. April 2004. Der Autor dieses Artikels erinnert sich noch lebhaft an den Tag, an dem er bei Google in Hamburg zu Besuch war, um den Start eines neuen Softwareprodukts zu erleben. Nach der Vorstellung musste er hektisch zuerst mit den Kollegen am Newsdesk telefonieren (Nein, das ist kein Aprilscherz!), um dann diversen Fernsehsendern eine Einschätzung zu geben.

**Gmail** revolutionierte den Freemailer-Markt, weil es dem Benutzer statt der damals üblichen ein paar dutzend Megabyte ein sattes Gigabyte als Speicherplatz bot – ein Paukenschlag und ein Beleg dafür, mit welcher Vehemenz das noch junge Unternehmen ein Produkt in den Markt brachte, von dem es überzeugt ist.

Vor allem aber zeigt Gmail die Innovationskraft von Google. Mitarbeiter dürfen bei Google 20 Prozent ihrer Zeit in eigene Projekte und Interessen investieren. Aus solchen Projekten sind außer Gmail auch Google News und Maps entstanden.

### Gewaltige Innovationskraft

Viele IT-Unternehmen kaufen gelegentlich Start-ups zu, aber Google hatte und hat dafür ein besonders gutes Händchen. Bestes Beispiel ist **Android**, ein kleines Software-Haus für Mobiltelefone, das Google im Sommer 2005 übernahm. Nachdem Apple Anfang 2007 sein iPhone vorgestellt hatte, konnte Google dem schnell etwas entgegensetzen: ein als Open Source verfügbares Mobilbetriebssystem.

Was folgte, war eine einzige Erfolgsgeschichte sowie ein Lehrbeispiel für den Aufbau einer strategischen Softwareplattform: Mobilfunkunternehmen und Gerätehersteller haben auf eine iOS-Alternative gewartet und sich auf Android gestürzt, heute hat das System einen Marktanteil von knapp 90 Prozent. Obwohl Android von der „neutralen“ Open Handset Alliance verwaltet wird, hat Google immer die Fäden in der Hand behalten und dafür gesorgt, dass Android eng mit seinen Apps verzahnt wird.



Bild: Google

**Frühes Gruppenfoto. Hätten Sie in diesen bunten Haufen investiert?**



2015 hat sich Google eine **neue Struktur** gegeben. Als Dach für alles, was aus der Suchmaschine heraus gewachsen ist, firmiert seither eine Holding mit dem Namen Alphabet Inc., innerhalb der Google mit seinen Töchtern Search, Android, YouTube et cetera nur ein Unternehmen unter vielen ist (wenn auch das wichtigste). Die Umstrukturierung wirft ein Schlaglicht auf einen Erfolgsfaktor, der bei allen technischen Innovationen immer ein wenig übersehen wird: Innerhalb von zwanzig Jahren hat das Unternehmen es erreicht, von zwei auf 60.000 Mitarbeiter, die auf 50 Länder weltweit verteilt sind, zu wachsen. Dabei hat es geschafft, seine geekige Firmenkultur zu bewahren, die neben allerlei für Silicon-Valley-Firmen üblichen Annehmlichkeiten – eine tolle Kantine, Fahrräder für die Mitarbeiter, Massagen, Fitnessräume et cetera – immer die Technik und die Techniker in den Mittelpunkt stellte.

Auch ein so erfolgreiches Unternehmen wie Google hat seine **Achillesferse**.

Das erste Doodle aus dem Jahre 1998 sollte darauf hinweisen, dass sich das gesamte Team freigenommen hatte, um zum Burning Man Festival zu fahren.



Bild: Google

Bei Google ist das Social Media, ein Bereich, in dem der Suchmaschinenriese einfach nicht durchstartet. Angefangen bei Orkut, Googles erstem sozialen Netzwerk, über Google Wave, das E-Mail, Instant Messaging, kollaborative Dokumentenbearbeitung und vieles mehr vereinen sollte, bis hin zu Google+ und den aktuellen Messengern wie Duo und Allo: Andere haben immer die Nase vorn.

### Viel Gegenwind

Google ist seit Längerem im Fokus von Regulierern und der Politik. So hat die EU bereits zwei milliardenschwere Kartellstrafen gegen Google ausgesprochen, weil das Unternehmen seine markt-

beherrschende Stellung bei Android missbrauche und weil es seinen Preisvergleichsdienst in den Suchergebnissen im Vergleich zu den Angeboten der Konkurrenz bevorzugt hat. Immer wieder ist Google auch wegen seiner Datensammelerei, etwa im Web oder bei Android, in der Kritik.

Zukünftig muss Google wohl mit weiterem Gegenwind rechnen. Hierzulande fordern die Verleger Millionen für die Darstellung von Snippets in den Suchergebnissen. Und weltweit wollen Politiker und Aktivisten im Rahmen einer Diskussion um mehr Transparenz von Internet-Unternehmen ans Allerheiligste: die Algorithmen der Suchmaschine. (jo@ct.de) **ct**

Anzeige



# Heuschrecke als Vorbild

## Roboterfüße sicher gegen Ausrutscher

**Viele Roboter nutzen zwar intelligente Steuerungen, haben aber einfache flache Füße. Forscher beobachteten die Wüstenheuschrecke, die mit klebrigen Ballen und Stacheln fast überall Halt findet, mit universellem Gleitschutz und eingebauter Wegrutsch-Korrektur.**

Von Arne Grävemeyer

Auf der Suche nach einem Vorbild aus der Natur für besonders rutschfeste Füße ist der Ingenieur und Biologe Matthew Woodward vom Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme, Stuttgart, bei der Wüstenheuschrecke fündig geworden. Deren Hinterbeine brauchen gerade vor weiten Sprüngen einen sicheren Halt. Und mit ihren Füßen finden sie den sowohl auf rauen als auch auf glatten Oberflächen.

Das Erfolgsrezept der Wüstenheuschrecke sind nasse, klebrige Ballen in Verbindung mit Stacheln. Diese Kombination entpuppte sich in Laborversuchen auf ganz unterschiedlichen Flächen als griffig – selbst auf Glas. Auf einigen Untergründen ergänzen sich Stacheln und Ballen in ihrer rutschhemmenden Wirkung.

Woodward konstruierte eigens einen Sprungroboter aus 3D-gedruckten Kohle-

faseren, der die Sprungfähigkeit des Heuschreckenbeins nachbildet. Der Roboter hat wichtige Beinsegmente sogar doppelt und erreicht so eine besonders hohe Sprungkraft, in Versuchen ist die knapp einen halben Meter große Konstruktion zum Teil über 4 Meter hoch gehüpft. Damit gewinnt aber auch die Rutschfestigkeit eine besonders hohe Bedeutung. Dieser Roboter krallt sich mit Nadeln an den Füßen vor dem Absprung gut in Holzflächen oder in Sandstein, findet mit haftfähigen Polymerballen aus BASF-Ecoflex aber ebenso Halt auf sehr glatten Flächen. Zudem schützen die Ballen die Stacheln vor übermäßiger Beanspruchung. Roboterfüße ohne Ballen drückten sich im Experiment mit ihren Stacheln deutlich tiefer in Sandstein und ähnlichen Materialien ein und hinterließen starke Kratzspuren.

### Morphologische Intelligenz

Überrascht erkannte der Forscher bei Testreihen mit Hochgeschwindigkeitskameras allerdings, dass auch die Wüstenheuschrecke durchaus häufig ausrutscht, dann aber in wenigen Sekundenbruchteilen wieder festen Halt findet. Ballen und Stacheln sind derart angeordnet, dass sie bei einer plötzlichen Änderung der Fußstellung rasch wieder Bodenhaftung erlangen und damit selbstkorrigierend



Bild: Woodward

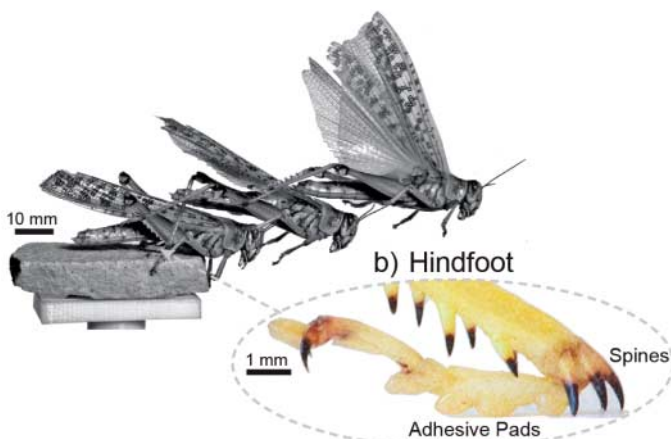
Ein sprungkraftiger Roboter mit rutschfesten Füßen; die Ballen bestehen aus einem weichen, flexiblen Polymer namens Ecoflex und als Stacheln werden Nadeln eingesetzt.

funktionieren. Tatsächlich ließ sich in den meisten Fällen kein signifikanter Energieverlust feststellen, die Sprünge gelangen trotz Ausrutscher nahezu gleich weit.

Woodward spricht hier von morphologischer Intelligenz oder von „Körperintelligenz“. Die Fußform und ihr Verhalten gleichen Ausrutscher unwillkürlich aus – viel schneller, als die Zentralsteuerung dies bewerkstelligen könnte. Woodward erklärt: „Die meisten Robotiker konzentrieren sich auf die Rechenleistung eines Robotersystems und auf seine Software.“ Intelligent gestaltete Hardware hingegen sollte ihren Anteil an fortschrittlicher, fehlertoleranter Technik haben. So lassen sich Roboter erschaffen, für die kleine Ausrutscher kein Problem darstellen.

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

**Video zu Heuschrecken und Sprungrobotern:** [ct.de/ytcip](http://ct.de/ytcip)



Die Wüstenheuschrecke beim Absprung: feuchtklebrige Ballen und zusätzliche Stacheln schützen vor Wegrutschen.

## Fensterscheibe nimmt Bilder auf

Eine Kamera, deren Bildsensor eine Fensterscheibe als Optik nutzt – mit dieser Idee wollen Forscher an der University of Utah unscheinbare Sicherheitssysteme möglich machen. Während der größte Teil des Lichts einfach durch die Scheibe dringt, wird etwa ein Prozent vom Glas gestreut. Dieses unfokussierte Licht nimmt der **Sensor am Rand der Scheibe** auf und erzeugt ein diffuses Bild. Das ist von einem menschlichen Betrachter nicht zu deuten,

enthält aber genug Informationen, damit das Ursprungsbild von einem Bildverarbeitungsalgorithmus weitgehend rekonstruiert werden kann.

Die Kamera beansprucht nur verschwindend geringen Platz und funktioniert in den Versuchen am Institut mit einem Low-Cost-Bildsensor und auch an einer einfachen Plexiglasscheibe. Das macht sie für viele Anwendungsszenarien interessant: So denken die Forscher an Systeme zur Kollisionserkennung am Rand einer Windschutzscheibe. Eine weitere Idee sind Sicherheitssysteme an Wohnungsfenstern.

Allerdings ist dazu noch Entwicklungsarbeit zu leisten. Beispielsweise konnten mit dem Verfahren bislang nur selbstleuchtende Objekte erkannt werden – keine guten Voraussetzungen für eine Sicherheitslösung, auf die es ja besonders in nächtlicher Dunkelheit ankommt. (agr@ct.de)

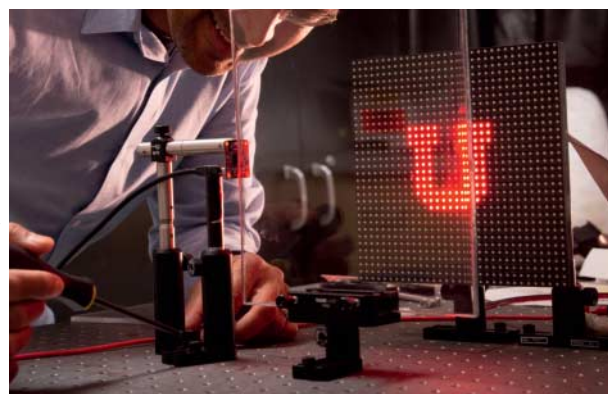


Bild: Dan Hixson, University of Utah

Professor Rajesh Menon am Versuchsaufbau: Die Kamera ohne eigene Optik befindet sich am Rand des Fensterglases und kann das Bild rekonstruieren, das durch die Scheibe scheint.

## Quantenrepeater

Das Verbundprojekt Q.Link.X will Quantenrepeater entwickeln, die die **Reichweite der Quantenkryptografie** erhöhen sollen. Während klassische Verschlüsselung auf aktuell kaum lösbare mathematische Probleme setzt, kann aufgrund quantenmechanischer Gesetze eine Übertragung so abgesichert werden, dass sie rein physikalisch nicht unbemerkt abgehört werden kann. Allerdings ist dieses Verfahren in optischen Glasfasern heute nur über Distanzen bis etwa 100 Kilometer möglich. 24 deutsche Hochschulen wollen nun im gemeinsamen Projekt die mögliche Übertragungsdistanz mittels Quantenrepeatern vervielfachen. (agr@ct.de)



Bild: Uni Stuttgart

Arbeit an Photonenquellen: Das Institut für Halbleiteroptik, Stuttgart, ist an der Quantenrepeater-Entwicklung beteiligt.

## Elektronen surfen auf der Plasmawelle

Neuartige Teilchenbeschleuniger können im Vergleich zu bisher genutzten Anlagen eine bis zu 50-fache Beschleunigung für Elektronen erzeugen. Das hat ein technischer Durchbruch am CERN belegt. Im konkreten Versuch erreichten die Elektronen im **experimentellen Plasma-beschleuniger** über eine Strecke von 10 Metern eine Energie von 2 Gigaelektronenvolt. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass Elektronen mit der neuen Technik auf jedem Meter ein Gigaelektronenvolt aufnehmen können, heutige Linearbeschleuniger benötigen dafür 50 Meter.

Das neue Verfahren nutzt eine Plasmazelle, ein Gemisch aus Elektronen und ionisierten Atomen. In eine röhrenförmige Kammer innerhalb dieser Zelle wird ein Protonenstrahl eingespritzt. Protonen haben eine hohe Masse und werden durch das gasförmige Plasma nur wenig

abgebremst. Auf ihrem Weg ziehen sie aufgrund ihrer positiven Ladung elektrisch geladene Elektronen aus dem Plasma mit, die bildlich betrachtet eine Art Kielwelle des Protonenstrahls bilden.



Bild: CERN

Das neue Elektronenstrahlrohr der Awake-Kooperation beschleunigt Elektronen im Plasma mit der bis zu 50-fachen Leistung bisheriger Linearbeschleuniger.

Werden nun zusätzliche Elektronen eingespeist, so können diese auf der beschriebenen Welle reiten und dabei stark beschleunigt werden.

Der Einsatz eines Protonenstrahls ist auch der Grund, warum die ersten Tests am Standort des bestehenden CERN-Teilchenbeschleunigers stattfinden. So können energiereiche Protonen aus einem der Vorbeschleuniger des dortigen Large Hadron Collider (LHC) verwendet werden. An der sogenannten Kiefeld-Beschleunigung (Plasma Wakefield Acceleration) forschen Wissenschaftler aus 18 Forschungseinrichtungen aus acht Ländern innerhalb der AWAKE-Kooperation (Advanced Wakefield Experiment). Allen Caldwell ist Sprecher von AWAKE und Direktor am Max-Planck-Institut für Physik. Er sagt voraus, dass die neue Technologie ab 2024 für wissenschaftliche Projekte eingesetzt werden kann. (agr@ct.de)





Bild: Laurent Dubrule/EPA/dpa

# Censura maxima

**Gastkommentar: Upload-Filter gefährden die freiheitliche Gesellschaft**

**Eng mit der Urheberrechtsreform der EU ist der Einsatz von Upload-Filtern verknüpft. Deren technische Umsetzung ist überaus schwierig, zudem kann die Einführung weitreichende Konsequenzen auf die Meinungs- und Informationsfreiheit haben.**

**Von Benjamin Bergemann und Rüdiger Weis**

Auf europäischer Ebene wird schon länger über die Einführung von Systemen zur automatischen Löschung unerwünschter Inhalte diskutiert. Zunächst sollten darunter vermeintliche Urheberrechtsverletzungen und als terroristisch eingestufte Propaganda fallen. Die geplanten Einsatzgebiete wurden jedoch alsbald sehr umfassend ausgeweitet. Was als freiwillige Zusammenarbeit der Kommission mit Facebook, Twitter, Microsoft und YouTube im Jahr 2015 begann, führte im vergangenen Jahr zum Betrieb einer gemeinsamen Datenbank mit als terroristisch kategorisierten Inhalten. Dieser Prozess droht nun in eine Art „EU-NetzDG“ mit zusätzlicher automatisierter Löschung zu münden. Als

treibende Akteure gelten die Innenminister Deutschlands und Frankreichs.

Aus technischer Sicht sind Upload-Filter nur mit erheblichen Risiken umsetzbar. In der Diskussion über die technische Umsetzung wird häufig von „Hashes“ beanstandeter Dateien gesprochen. Würde es sich hierbei um einen digitalen Fingerabdruck durch eine kryptografische Hash-Funktion handeln, wäre nur das Hochladen von bitweise identischen Dateien betroffen. Das bedeutet allerdings, dass bereits die Änderung eines Bits ausreicht, um einen anderen Hash-Wert zu ergeben. Deshalb sucht man nach „intelligenteren“ Verfahren zur Kontrollwertberechnung mithilfe neuronaler Netze. Deren Anwendung ist allerdings deutlich riskanter, weil sich ihre Entscheidungen nach heutigem Forschungsstand häufig kaum nachvollziehen lassen. Die Einführung von solchen „smarten“ Upload-Filtern hätte kafkaeske Implikationen. Eine künstliche Intelligenz, die wir nicht verstehen, würde über unsere Kommunikation richten.

## Souveränitätsverlust

Auch aus wirtschaftspolitischer Sicht ist die Pflicht zur Filterung von Inhalten eine schlechte Idee. Sie bedeutet die Abkehr

vom bewährten Haftungsprivileg für Hosting-Provider. Nach diesem müssen Unternehmen erst dann rechtswidrige Inhalte entfernen, wenn sie davon Kenntnis erlangen. Das Haftungsprivileg macht es für kleine und mittelständische Unternehmen wirtschaftlich erst möglich, ihre Dienste anzubieten.

Die gesetzliche Einführung von Upload-Filtern würde jedoch nicht nur das Haftungsprivileg begraben. In der Praxis würde sie auch dazu führen, dass die Unternehmen die entsprechenden Filtersysteme und Datenbanken der marktbeherrschenden US-Plattformen anschaffen müssten. Der europäischen IT-Wirtschaft wäre damit gleich doppelt geschadet und der viel beschworenen „digitalen Souveränität“ ein Bärendienst erwiesen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass sich sowohl die Wirtschaftsverbände der Digitalwirtschaft als auch Vertreter der klassischen Wirtschaft deutlich gegen Upload-Filter aussprechen. So unterstützte etwa der Bundesverband mittelständische Wirtschaft, Vertreter von 500.000 Unternehmen mit elf Millionen Arbeitnehmern, einen Brandbrief der Zivilgesellschaft gegen Upload-Filter.

## Kollateralschäden

Das Grundrecht auf Meinungs- und Informationsfreiheit stellt hohe Anforderungen an die Beschränkung von Kommunikation. Nur schwerer wiegende Rechte können Eingriffe in die freie Kommunikation begründen – und zwar *nach* einer sorgfältigen Abwägung im Einzelfall. Die mit Upload-Filtern einhergehende Vorzensur kehrt dieses Prinzip um. Zudem stellt das Erkennen rechtswidriger Inhalte und die dazugehörige Abwägung des jeweiligen Kontextes und der konkurrierenden Interessen bereits für erfahrene Juristen eine Herausforderung dar. Gleiches gilt für den Bereich des Urheberrechts. Von Maschinen ist das weder zu leisten noch genügen ihre Entscheidungen den Ansprüchen eines nachvollziehbaren rechtsstaatlichen Verfahrens. Vor allem aber löschen Upload-Filter im Interesse von Unternehmen im Zweifel eher zu viel als zu wenig. Upload-Filter bergen nicht akzeptable Kollateralschäden für die Meinungs- und Informationsfreiheit. (hag@ct.de) **ct**

*Die Autoren Benjamin Bergemann und Rüdiger Weis sind Vorstandsmitglieder der Digitalen Gesellschaft e.V. (digitalegesellschaft.de).*

## AquaSoft YouDesign Photo Book

Der Potsdamer Software-Hersteller AquaSoft hat ein **Fotobuchprogramm** entwickelt, mit dem sich Fotoalben gestalten und bei beliebigen Onlinedruckereien bestellen lassen. Anders als die von Fotodienstleistern mitgelieferten Programme übermittelt YouDesign Photo Book die fertig gestalteten Buchdaten nicht direkt an eine Druckerei, sondern exportiert ein PDF-Dokument. Der Anwender kann es an eine Druckerei seiner Wahl übermitteln. Bei großen Auflagen, beispielsweise mit Exemplaren eines Buchs für alle Gäste einer Hochzeitsfeier, kann dieser Weg deutlich günstiger ausfallen als bei Foto-

diensten wie Cewe. YouDesign Photo Book bringt 100 Hintergrundbilder, 300 Bildelemente, 20 Schriftstile und 30 Buchvorlagen sowie ebenso viele Layouts mit. Hinzu kommen Emojis und Deko-Bausteine.

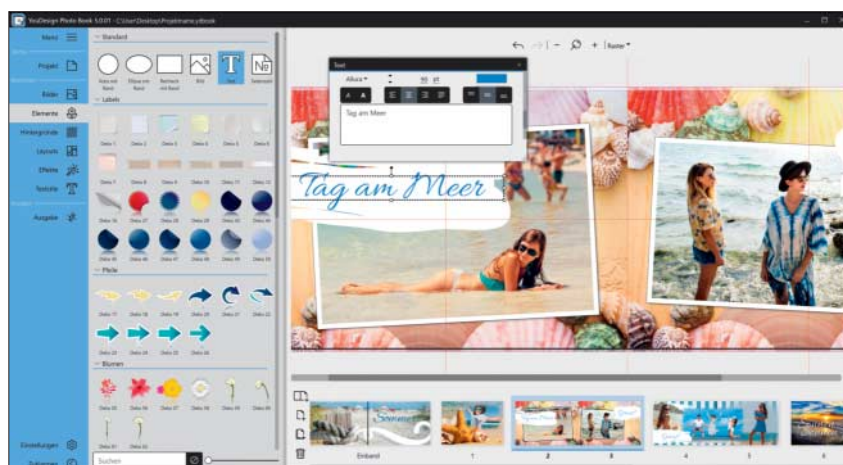
Das Programm läuft unter Windows ab Version 7 und kostet in der Basisversion 47 Euro. Eine Pro-Version für 97 Euro unterstützt Positionierung mit numerischer Eingabe, Lineale und Hilfslinien zur Ausrichtung, Schnittmarken, individuell wählbare Auflösung, Fotobücher jenseits des Formats DIN A3 und verlustfreie Ausgabe im PNG-Format. (akr@ct.de)

## Teamarbeit mit EndNote X9

Mit der **Literaturverwaltung** EndNote lassen sich Online-Datenbanken und Bibliothekskataloge durchsuchen. Die bibliografischen Angaben der Suchtreffer übernimmt der Anwender in seine EndNote-Datenbank, wo sie durchsucht, in Gruppen verwaltet und mit PDFs verknüpft werden können. EndNote arbeitet eng mit Microsoft Word zusammen, ab Word 2007 hilft die „Cite-while-you-write“-Funktion beim wissenschaftlichen Schreiben. Literaturlisten erstellt das Programm automatisch in über 7000 Zitierstilen.

In Version X9 hat Hersteller Clarivate Analytics die Möglichkeiten erweitert, Literaturdatenbanken im Team zu nutzen. Außerdem hat er die neue Version um vier Publikationstypen für soziale Netzwerke und andere elektronische Quellen ergänzt. Die Integration in das seit 2016 ebenfalls im Besitz von Clarivate befindliche Web of Science hat der Hersteller verbessert.

EndNote wird in Deutschland von Alfasoft vertrieben. Das Programm läuft unter Windows ab 7 und macOS ab 10.10. Eine Lizenz lässt sich auf bis zu drei Rechnern nutzen. Das nur auf Englisch erhältliche Programm kostet 247,52 Euro, für Studenten 111,86 Euro. Die Versionen X6 bis X8 berechtigen zu einem Upgrade für 97,58 Euro. (dwi@ct.de)



YouDesign Photo Book gibt Druckdaten für Fotobücher als PDF-Dokument aus, das man an beliebige Druckereien übermitteln kann.

Anzeige

# Datenschutz in Apps

**Hersteller von iOS-Apps müssen künftig gegenüber Anwendern offenlegen, welche Nutzerdaten sie verwerten. Bei Verstößen gegen den Datenschutz behält sich Apple Maßnahmen vor.**

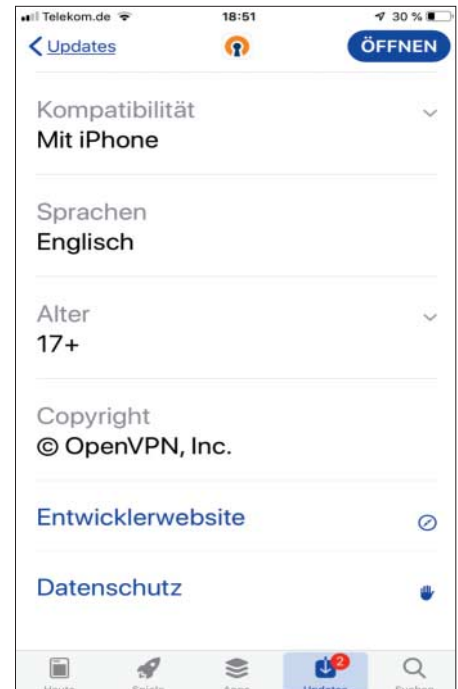
Entwickler müssen in einer Datenschutzerklärung aufführen, welche Nutzerdaten sie mit ihren iOS-Apps erfassen, für welchen Zweck und in welcher Form sie Daten sammeln und wie sie sie verwenden. Das hat Apple in einer Richtlinie festgelegt (Privacy Policy), die ab dem 3. Oktober gilt. Anwender sollen dann auch die Zustimmung für die Datensammlung widerrufen können und den App-Hersteller anweisen können, erhobene Daten zu löschen.

Die Datenschutzerklärung müssen Hersteller auf einer Webseite veröffentlichen. Sie soll aus der App heraus auf „einfache Weise zugänglich“ sein. Neu eingereichte Programme müssen die Richtlinie umgehend befolgen. Bereits im Store erhältliche Programme müssen beim nächsten Update entsprechend angepasst werden. Außerdem schreibt Apple Entwicklern

in Anlehnung an die europäische Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) vor, Angaben zur Datenaufbewahrung zu machen.

Auf eine Anfrage des US-Abgeordnetenhauses erklärte Apple kürzlich, dass man trotz Überprüfung aller Apps vor dem Vertrieb im App Store nicht überwachen könne, was ein Entwickler oder App-Anbieter mit den Daten der Nutzer anstellt. Es liege in der Verantwortung des Entwicklers, die Nutzerdaten verantwortungsvoll zu verwenden.

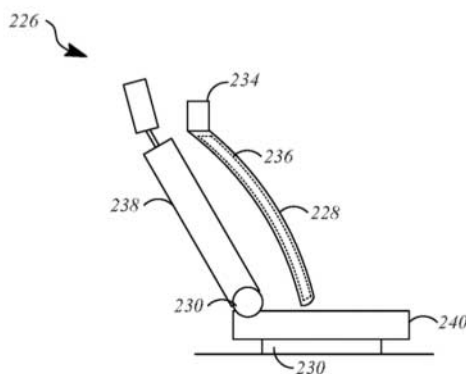
Zurzeit lehnt Apple jede dritte App wegen Regelverstößen ab. 40 Prozent der Ablehnungen erfolgen wegen unvollständiger Angaben. Dazu kann nun auch eine fehlende Datenschutzerklärung gehören. Falls der Konzern „glaubhafte Informationen“ über **Datenschutzverstöße** erhält, will er umgehend Maßnahmen gegen die betreffende App ergreifen. Jüngst musste Facebook seine Onavo-App aus dem App Store nehmen. Damit beschaffte sich Facebook unter dem Vorwand, eine VPN-Software anzubieten, Statistiken darüber, wie oft welche Apps auf betreffenden iOS-Geräten im Einsatz sind. (dz@ct.de)



Im App Store verlinkt Apple auf die im Web vorgehaltene Datenschutzerklärung des jeweiligen App-Herstellers. Die Angaben müssen auch über die App zugänglich sein.

## Vibrationsalarm im Autositz

Apple hat sich Techniken für ein neuartiges Schiebedach und ein „dynamisches Autositzsystem“ (dynamic seating system) patentieren lassen. Das geht aus Unterlagen des US-Patentamts hervor (siehe ct.de/y87p).



Vibriert und neigt sich bei akuter Gefahr automatisch zurück: Apples dynamic seating system.

Das Patent zu „Movable panels with nonlinear tracks“ schützt eine spezifische Mechanik, wie man sie für ein Schiebedach verwenden kann. Das Sitzsystem kann bei **Überschreiten einer bestimmten Geschwindigkeit vibrieren oder auf Benachrichtigungen hinweisen**. Der Fahrer werde ohne Störungen durch gängige Tonsignale oder Einblendungen auf erhöhtes Risiko hingewiesen. Dafür können Blickrichtung, Atemfrequenz oder Ablenkungsgrad des Fahrers ausgewertet werden.

Auch lasse sich Apple zufolge die Sitzposition in Gefahrensituationen automatisch anpassen – etwa, die Rückenlehne zurückfahren, wenn sich das Auto plötzlich einem Stauende nähert. Der Sitz kann sich automatisch an den Fahrgast anpassen, beispielsweise indem er Größe und Gewicht berücksichtigt. (dz@ct.de)

**Apples Auto-Patente:** [ct.de/y87p](https://www.ct.de/y87p)

## AirPort Express mit AirPlay 2

Apples AirPort Express hat nach langer Zeit ein **Firmware-Update** erhalten. Die Version 7.8 bringt das AirPlay-2-Protokoll zur Audiowiedergabe in die kleine WLAN-Basis.

So kann man an das Gerät angeschlossene Audiokomponenten – etwa Verstärker oder Lautsprecher – mit Apples hauseigener Multiroom-Technik ansprechen. Diese Funktion bringen schon Apples HomePod, das Apple-TV ab Generation 4 sowie Audio-Hardware von Sonos, Denon und verschiedenen anderen Produzenten bereits mit.

Apple hat AirPort Express zusammen mit AirPort- und Time-Capsule-Basisstationen im April aus dem Angebot gestrichen; bei einzelnen Händlern sind noch Restbestände erhältlich. (dz@ct.de)

**Firmware-Update:** [ct.de/y87p](https://www.ct.de/y87p)



# c't-Leserbeirat nimmt Arbeit auf

**Seit Ende Juli befragt die c't-Redaktion wöchentlich den neu gegründeten c't-Leserbeirat.**

In c't-Ausgabe 8/2018 hatten wir dazu aufgerufen, sich für die Mitarbeit im c't-Leserbeirat zu bewerben. Gut 2300 verwertbare Bewerbungen gingen zu unserer großen Freude ein. Aus diesen wählten wir 300 aus und achteten darauf, sowohl Abonnenten als auch c't-Leser, die ihr Magazin am Kiosk kaufen, im Beirat zu haben. Darüber hinaus wollten wir auch bei den Abonnenten eine repräsentative Mischung von Print-, Digital- und Plus-Abo-Lesern erreichen. Zu guter Letzt sorgen wir noch dafür, dass im Leserbeirat auch noch alle Altersstufen proportional vertreten sein.

Dieses Puzzle zu lösen kostete uns einige Zeit, doch am 26. Juli konnten wir endlich die erste Umfrage starten. Wir baten die Mitglieder des c't-Leserbeirats, uns bei der Optimierung der Titelzeilen zu unterstützen. Das Ergebnis war überwältigend: In nicht einmal 24 Stunden hatte ein Großteil der Mitglieder geantwortet. Doch nicht nur das, viele fügten noch konstruktive Kommentare zu unseren Titelzeilenvorschlägen an. Das war eine große Hilfe bei der abschließenden Festlegung der großen Zeilen auf dem Titel.

Den Rat des c't-Leserbeirats holen wir seither wöchentlich ein. Dabei fragen wir nicht nur nach möglichen Titelzeilen, sondern auch nach dem Interesse an verschiedenen IT-Themen. Die Ergebnisse der Befragungen helfen uns, Themen besser zu gewichten und angemessen zu präsentieren.

Von Zeit zu Zeit werden wir in c't über die weitere Arbeit des c't-Leserbeirats berichten. Nach etwa einem Jahr wollen wir dann ein vorläufiges Fazit ziehen und neue Mitglieder in den c't-Leserbeirat aufnehmen. Die bei einer

Gruppe von 300 Lesern unvermeidliche Fluktuation gleichen wir derzeit über eine Nachrückerliste aus, die wir aus den ursprünglich eingegangenen Bewerbungen generiert haben. Eine Chance, ebenfalls im c't-Leserbeirat mitzuarbeiten, wird sich voraussichtlich wieder im Juni 2019 ergeben: Da planen wir eine Rotation von etwa einem Drittel der Mitglieder im c't-Leserbeirat.  
(gs@ct.de)

Anzeige

# Erstes Modem für Kabel-Internet

**Zwei Jahre nach Wirksamwerden der Routerfreiheit hat sich endlich das erste Kabelmodem auf den hiesigen Markt geschlichen.**

Das bereits 2016 vorgestellte **Euro-DOCSIS-3.1-Kabelmodem** Technicolor TC4400-EU ist bei Werner Electronic als zurzeit einzigem Händler in Deutschland für 155 Euro zu haben. Damit lassen sich nun beliebige Router oder auch Eigenbau-Loadbalancer, etwa mit der auf FreeBSD bauenden Router-Distribution pfSense (c't 24/2016, S. 128), direkt an Internetanschlüssen über TV-Kabel betreiben.

Im DOCSIS-3.1-Betrieb transportiert das zu DOCSIS 3.0 abwärtskompatible Modem laut Datenblatt maximal 5 GBit/s im Downstream des TV-Kabels (Upstream: 1,5 GBit/s). Über seine beiden Gigabit-Ethernet-Ports kann das TC4400-EU hingegen nur 2 x 1 GBit/s weiterleiten. Im Download erreicht ein einzelner Nutzer so höchstens 950 MBit/s, das Ethernet-Maximum bei TCP.

Foreneinträgen zufolge (siehe [ct.de/yb89](http://ct.de/yb89)) bekamen Käufer das TC4400-EU in den Netzen von Pýur (Tele Columbus, KMS/Cablesurf, Primacom), Unitymedia und Vodafone (Kabel Deutschland) zum



Mit dem Modem Technicolor TC4400-EU kann man beliebige Router an Internetanschlüssen per TV-Kabel betreiben.

Laufen. Dabei habe es aber gelegentlich Probleme bei der Inbetriebnahme gegeben. So soll sich beispielsweise der Vodafone-Support weigern, das Gerät manuell zu aktivieren, wenn die automatische Provisionierung über die Freischaltseite scheitert.

In einem Schnelltest im c't-Labor synchronisierte sich das TC4400-EU an einer Vodafone-Leitung problemlos, sodass die

Aktivierungsseite des Providers erreichbar war. Dabei zog das Gerät satte 6,7 Watt (12,6 VA) aus der Steckdose, wenn einer seiner zwei LAN-Ports belegt war und kein Datenverkehr floss. Ein ausführlicher Test folgt in einer der nächsten c't-Ausgaben. (ea@ct.de)

**TC4400-EU in Kabelnetzen, Cable Wiki:** [ct.de/yb89](http://ct.de/yb89)

## Potenter PoE-Injektor

Mit der neuen **Power-over-Ethernet-Spezifikation IEEE 802.3bt** hat die Stromzufuhr per Netzkabel einen weiteren Schub bekommen. Spectras PoE-Injektor speist nach dieser Norm bis zu 95 Watt elektrischer Leistung in seinen Ausgangs-Port. Das genügt auch für Terminals oder smarte LED-Lampen für Hallen.

Der IPOE-171-95W findet auf einer DIN-Schiene Platz und arbeitet im erweiterten Temperaturbereich zwischen -40 °C und +70 °C. Er wird mit 24 bis 48 Volt Gleichspannung versorgt. Spectra gibt an, dass nach einem Meter Kabellänge noch rund 90 Watt Leistung zur Verfügung stehen. An der Ethernet-Reichweitengrenze von 100 Metern kommen noch 72 Watt an. Der IPOE-171-95W ist ab sofort für 320 Euro erhältlich.

(amo@ct.de)



Der IPOE-171-95W speist genug Leistung ins LAN-Kabel, um auch Terminals oder IoT-Leuchten zu versorgen.

## Asus-Router an Super-Vectoring

Im Test in der vorigen c't-Ausgabe 19/2018 ließ sich der **WLAN-Router Asus DSL-AC68VG nicht an einem Super-Vectoring-Anschluss** der Deutschen Telekom betreiben. Das Gerät synchronisierte mit der zum Testzeitpunkt aktuellen Firmware 5.00.04b428 nur mit dem VDSL-Profil 17a (Standard-Vectoring, 100 MBit/s).

Auf unsere Fehlermeldung hin schickte Asus kurz nach Redaktionsschluss eine nicht öffentliche Firmware, die auch mit Profil 35b synchronisierte. Damit lieferte der Router den erwarteten Super-Vectoring-Durchsatz von 245 MBit/s im Downstream und 39 MBit/s im Upstream. Wann die Ausbesserung in die offizielle Firmware einzieht, war bei Redaktionsschluss dieses Heftes noch offen. (ea@ct.de)



## Chrome 69 mit Magie

Google feierte am 2. September den 10. Geburtstag von **Chrome**. Parallel veröffentlichte der Konzern die aufgehübschte Version 69 des Webbrowsers: Die Bedienoberfläche wurde heller, außerdem haben die Tabs ihre Ecken und Kanten verloren. Das Profil-Icon befindet sich nun rechts neben der Adressleiste (Omnibox), deren Ecken ebenfalls abgerundet sind. Um einen neuen Tab zu öffnen, klickt der Nutzer auf ein neues Plus-Symbol, das die Schaltfläche neben den geöffneten Tabs ersetzt. Das neue Chrome-Design folgt dem „Material Design Refresh“, das Google in all seinen Diensten plattformübergreifend einführen will.

Das aktuelle Chrome-Update erhielt ein wenig „auto-magic“, erklärte Produktchef Parisa Tabriz. Diese Magie Sorge dafür, dass Chrome Online-Formulare „genauer ausfüllt“, also schnell die passenden Infos eintrage. Adressdaten, Kontoangaben und andere persönliche Infos speichert Chrome im Google-Konto – sie sind jetzt auch über die Chrome-Symbolleiste einsehbar. Auf Wunsch erzeugt der Browser

zudem sichere Passwörter und die Omnibox liefert direkt Antworten zu Suchanfragen. Frei definierbare Shortcuts auf der „Neuer Tab“-Seite führen zu den Lieblingsseiten der Nutzer.

Google empfiehlt allen Nutzern, das Upgrade sofort einzuspielen: Es schließt 40 Sicherheitslücken; das Angriffsrisiko auf ältere Versionen gilt als „hoch“. Details zu diesen Risiken will Google erst veröffentlichen, wenn der Großteil der Chrome-Nutzer den Webbrowser aktualisiert hat. (hob@ct.de)



Mehr Weiß, weniger harte Kanten – so präsentiert sich die neue Bedienoberfläche von Chrome.

Anzeige

## Aus für Microsoft Cloud Deutschland

Microsoft hat die **Webdienste der Microsoft Cloud Deutschland** unter der Datentreuhänderschaft der Deutschen Telekom abgekündigt. Neukunden können die Dienste nicht mehr abonnieren. Bestandskunden erhalten ab sofort keine Feature-Updates mehr. Ihnen will Microsoft ab Ende 2018 Hilfestellung zur Migration auf neu gebaute eigene Rechenzentren in Deutschland anbieten. Die aktuelle Cloud Deutschland wird für Großkunden auf Rechen-

zentren der Deutschen Telekom gehostet und umfasst Software von Windows Azure über Office 365 bis hin zu Microsoft Dynamics. Dabei stellt Microsoft zwar die Software, erhält aber für seine Mitarbeiter keinerlei Zugriff auf Rechenzentrum, Programme, Konto- sowie Anwenderdaten. Die Wartung erfolgt durch die Deutsche Telekom.

Das Konzept sollte Ängste deutscher Kunden ausräumen, der zuständige Dienst-Anbieter Microsoft Ireland könnte sich außer den EU-Richtlinien auch US-amerikanischem Recht unterwerfen. Dann müsste er zum Beispiel Forderungen der NSA nach Datenauslieferung gemäß US-Gesetzen befolgen und nach EU-Recht gleichzeitig verweigern. In der Deutschland-Cloud ist das kein Problem, weil der Konzern gar keinen Zugriff auf die Daten hat. Wie sich Microsoft im Zweifelsfall als Betreiber eines eigenen Rechenzentrums verhalten wird, ist trotz umfangreicher Erklärungen auf der TrustCenter-Webseite [www.microsoft.com/de-de/trustcenter/privacy/gdpr](http://www.microsoft.com/de-de/trustcenter/privacy/gdpr) unklar. (hps@ct.de)



Rückblick: Im November 2015 reiste Microsoft-Chef Satya Nadella eigens nach Berlin, um das Daten-Treuhändlermodell der Microsoft Cloud Deutschland vorzustellen.

# Traumland in Bewegung

## KI erzeugt fotorealistische Videos ohne sichtbare Sprünge

**Die von KIs erfundenen Bilder sehen längst fotorealistisch aus. In einem Video hintereinander gehängt, produzierten sie aber Sprünge zwischen den Einzelbildern, die jeglichen Realismus zerstörten. Ein Forscherteam von Nvidia hat dieses Problem nun gelöst.**

Von Pina Merkert

Wissenschaftler aus Nvidias Forschungsabteilung haben ein neuronales Netz vorgestellt, das aus Videos, die nur markieren, wo welche Art von Inhalt stehen soll, fotorealistische Videos erzeugt. Mit einzelnen Fotos und Generative Adversarial Networks (GANs) war das bereits möglich, lieferte für Videos aber inkonsistente und unrealistische Ergebnisse. Das neue Verfahren verhindert sprunghafte Änderungen in den Einzelbildern und erzeugt scharfe Videos in 2K-Auflösung. Das knapp 5 Minuten lange Demovideo (siehe [ct.de/yhva](https://ct.de/yhva)) ist sehenswert.

### Pixelmischer

Nvidias Generator-Netzwerk berechnet dafür zu jedem Einzelbild eine sogenannte „Flow-Map“. Sie definiert, wohin sich die Farbwerte des vorherigen Einzelbilds verschieben müssen, um ein neues Bild zu erzeugen, das zum neuen Eingabebild passt. Da sich Objekte im Bild unterschiedlich stark bewegen, entstehen dabei Bereiche, in denen das per Pixelchubsen erzeugte Bild keine Informationen enthält. Daher berechnet das Netzwerk aus den gleichen Zwischenergebnissen auch ein komplettes neues Bild. Das enthält auch in Bereichen, die im vorherigen Einzelbild verdeckt waren, fotorealistische Farbwerte. Allerdings unterscheiden sich viele sichtbare Bildbereiche vom vorherigen Frame.

Um von Einzelbild zu Einzelbild für konsistente Strukturen und gleichzeitig für detailreiche Bildinformationen in allen Bildbereichen zu sorgen, berechnet das Netzwerk zusätzlich auch eine Maske. Die entscheidet, an welchen Stellen das System per Flow-Map angepasste Strukturen aus dem vorherigen Bild übernimmt und wo es neu erfundene Strukturen einzeichnet. Die Maske kennt dabei auch Zwischenwerte, sodass die neu erfundenen Strukturen bei Zooms Details in bereits sichtbare, aber unscharfe Strukturen einbetten können.

Das Netzwerk berechnet mit dieser Struktur zunächst eine Flow-Map, die Maske und ein neues Bild in niedriger Auf-

lösung. In einem zweiten Schritt erhöht es die Auflösung aller drei mit weiteren Netzwerkschichten auf 2K. Die Bilder in kleiner Auflösung werden aber nicht verworfen. Während des Trainings nutzt das Netzwerk längere Sequenzen aus Bildern in niedriger Auflösung, um auch über längere Zeitabschnitte für konsistente Ausgaben zu sorgen. Lange Bildsequenzen in voller Auflösung würden nämlich nicht mehr in den 32 GByte großen Grafikspeicher von Nvidias Deep-Learning-Workstation DGX-1 passen. Damit dabei keine Inkonsistenzen bei den feinen Strukturen entstehen, trainiert das System auch mit weniger langen Sequenzen in voller Auflösung und wechselt diese Trainingsschritte ab.

### Netzwerkstruktur

Nvidia setzt beim Erzeugen der Bilder auf tiefe Convolutional Networks mit Residual-Verbindungen. Die verzetteln sich bei hohen Auflösungen aber schnell. Daher berechnet der Algorithmus zuerst eine kleine Auflösung und erfindet passende Details dazu.

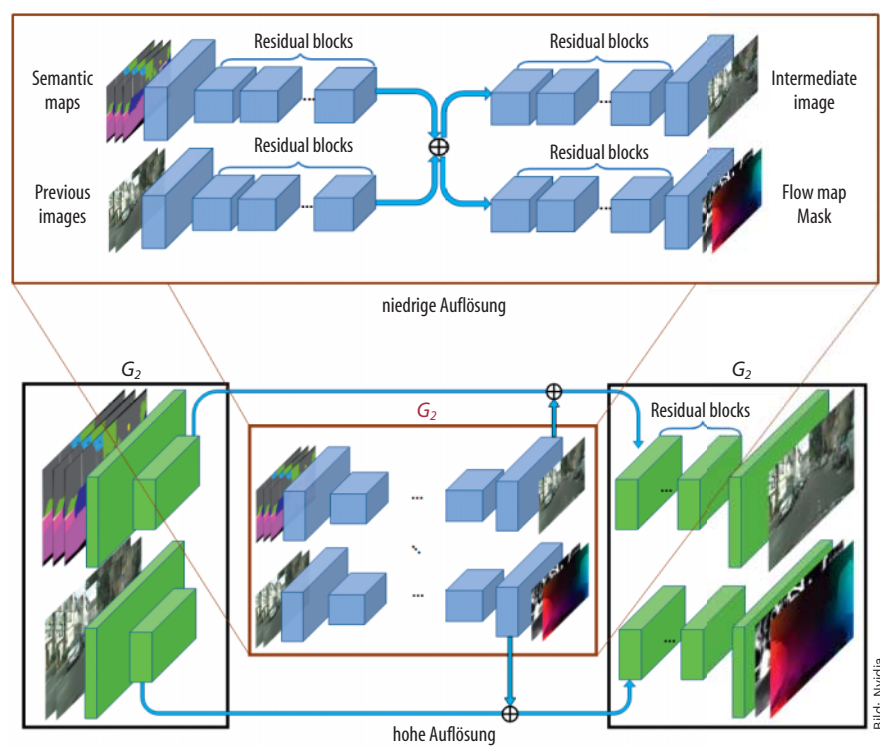




Bild: Nvidia

Als Eingaben reichen Nvidias KI Videos, die nur markieren, wo welche Art von Inhalt zu sehen sein soll (rechts). Das Convolutional Network berechnet daraus fotorealistische und bewegte Ansichten (links).

## Diskriminatoren

Die Qualität der Bilder beurteilt das System mit seinen Diskriminatornetzwerken. Die überblicken ganze Bildsequenzen und können den Generator daher leicht abstrafen, wenn sich Bildinhalte sprunghaft ändern. Da auch sie Convolutional Networks sind, beurteilen sie aber auch die Schärfe und Plausibilität der Einzelbilder an sich. Nur wenn die Diskriminatoren keinen deutlichen Unterschied zwischen generierten und gefilmten Sequenzen wahrnehmen, geben sie dem Generator ein positives Lernsignal zurück.

## Verblüffend realistisch

Nvidia hat die Netze eine Woche lang trainiert, um Straßenszenen deutscher Großstädte generieren zu können. Den zugrunde liegenden Datensatz nutzen neben Nvidia auch Hersteller, die ihren Autos autonomes Fahren beibringen. Die selbstfahrenden Autos müssen dabei in den Kamerabildern erkennen, wo Straßen, Häuser, Bäume und Fußgänger sind. Nvidia hat das einfach umgedreht und aus den Videos mit markierten Bereichen wieder fotorealistische Videos berechnet. Das Video mit Fahrten durch imaginäre Städte finden Sie über [ct.de/yhva](http://ct.de/yhva).

Ein anderer Datensatz enthält Nahaufnahmen aus Interviews und dazu passende Umrandungen der Köpfe, Haare, Mund, Nase, Augen et cetera. Aus den wie grobe Zeichnungen wirkenden Umrandungen berechnete Nvidias Algorithmus Gesichter, die sogar noch realistischer aussehen als die Straßenszenen. Dass der Algorithmus hier mit Umrandungen statt Bereichen arbeiten muss, scheint die Qualität der Bilder nicht zu beeinflussen.

Ein dritter Datensatz enthält Videos von tanzenden Menschen und farbkodierte Informationen zur Pose. Die Poseninformationen teilen den Körper der Tänzer in Arme, Beine, Kopf und so weiter auf, ähnlich wie das bereits Microsofts 3D-Kamera Kinect tut. Dabei ergibt sich auch ein Umriss der Tänzer. Auch mit diesen Daten liefert Nvidias KI überzeugende Ergebnisse, die nur minimale Sprünge oder Unschärfen enthalten. Um Rechenzeit zu sparen, trainierte Nvidia das Tänzer-Netzwerk in geringerer Auflösung. (pmk@ct.de) **ct**

**Demovideo und Paper:** [ct.de/yhva](http://ct.de/yhva)

Anzeige



# Ein Pfund Windows 10

## Das Windows-10-Tablet Microsoft Surface Go

**Ab 450 Euro verkauft Microsoft das 522 Gramm leichte 10-Zoll-Tablet Surface Go. Es konkurriert in vielerlei Hinsicht mit Apples aktuellem 350-Euro-iPad – aber es laufen eben Windows-Apps darauf.**

**Von Christof Windeck**

**W**indows-Tablets mit 10-Zoll-Displays gibt es haufenweise schon ab 130 Euro. Trotzdem erregt das 450 Euro teure Surface Go Aufmerksamkeit: Es ist das derzeit billigste Gerät aus der Surface-Familie direkt von Microsoft, ist leichter als seine Vorgänger, hat ein gutes Touch-Display im 3:2-Format und verspricht mit einem Intel Pentium sowie 4 oder 8 GByte RAM zeitgemäße Rechenleistung.

Bauform, Ausstattung und Zubehör des Surface Go erinnern nicht zufällig an aktuelle Apple iPad 9,7", das mit 350 Euro

auch auf Schüler und Studierende zielt [1]. Microsoft gewährt Bildungsrabatte und verkauft für 100 Euro die Tastaturhülle „Type Cover“, die das Tablet in ein 765 Gramm leichtes Mini-Notebook verwandelt. Für 100 Euro gibt es den elektronischen Stift Surface Pen zum Zeichnen, Malen und Schreiben. Wer nicht direkt bei Microsoft kauft, bekommt Tablet und Zubehör billiger.

### Systemvergleich

Der wichtigste Unterschied zwischen Surface Go und iPad liegt auf der Hand: Auf der Microsoft-Tafel laufen Windows-Programme. Das Surface Go ist aber 100 Euro teurer als das iPad, hat keinen Fingerabdrucksensor und sein Bildschirm zeigt eine gröbere Auflösung (217 statt 264 dpi). Es ist 70 Gramm schwerer und 0,8 Millimeter dicker als das iPad und fühlt sich auch klobiger an. Im Gegenzug bietet das Surface Go mehr Flash-Speicher, einen MicroSD-Kartenleser und eine USB-C-Buchse für Wechselspeicher. Mit dem aus-

klappbaren Ständer lässt es sich in einem weiten Winkelbereich positionieren. Über einen nachgekauften USB-C-Adapter für HDMI oder DisplayPort steuert das Surface Go einen Monitor mit Auflösungen bis zu 4K an. Zusätzlich gibt es den Surface-Dock-Anschluss mit praktischem, magnetisch haftendem Stecker. Letzteren nutzt auch das mitgelieferte Ladegerät.

Genau wie das iPad hat das Surface Go Kameras im Rücken und in der Frontseite; die Qualität der hinteren 8-MPixel-Kamera reicht aber bei Weitem nicht an die des iPad heran. Die Bilder der Frontkamera wirken plastischer. Sie lässt sich zudem für biometrische Anmeldung per „Windows Hello“-Gesichtserkennung nutzen – Apples Face ID lässt grüßen.

Versionen des Surface Go mit LTE-Mobilfunk will Microsoft irgendwann später bringen; bisher hat es nur recht flottes WLAN sowie Bluetooth. Sensoren für Drehrate (Gyroskop), Beschleunigung und Umgebungshelligkeit gibts wie im iPad, letzteres hat aber noch einen Luftdruck-



sensor, das Surface Go ein Magnetometer. GPS fehlt.

Das helle, kontraststarke Display des Surface Go ist hübsch anzusehen – auch von der Seite. Bei voller Helligkeit leert sich der Akku allerdings deutlich schneller als in den von Microsoft versprochenen 9 Stunden, die es mit 100 cd/m<sup>2</sup> sogar etwas übertrifft. Die Touch-Bedienung von Windows-Apps fühlt sich weniger geschmeidig an als bei iOS oder auch Android. Manche Windows-Anwendungen reagieren träge auf den Finger, andere geradezu nervös.

Die beleuchtbare Surface-Go-Tastatur gibt es als „Signature“-Version in Blau, Bordeauxrot und Grau; Schwarz ist billiger. Die Tastatur haftet magnetisch so stark am Tablet, dass man beides auch mal auf den Knien balancieren kann. Das Layout ist in Ordnung, das Schreibgefühl eher mäßig: Die sehr flachen Tasten haben wenig Hub.

## Mäßige Leistung

In vielen Windows-Tablets stecken lahme Atom-Chips und bloß 2 GByte RAM. Da weckt der Pentium Gold 4415Y aus Intels Kaby-Lake-Generation Hoffnungen. Doch mit 161 Punkten im Cinebench R15 liegt er noch hinter dem aktuellen „Atom-Celeeron“ N4100, sogar in der Singlethreading-Disziplin. Einen groben Vergleich mit dem A10 im 350-Euro-iPad erlaubt der Geekbench 4, der unter Windows und iOS läuft: Hier rechnet der A10 um 55 bis 80 Prozent schneller. Das Problem des Pentium: Er hat keinen Turbo und verheizt höchstens 4,5 Watt, um das Tabletgehäuse nicht übermäßig zu erhitzen. Lüfter gibt es nicht, das Surface Go arbeitet lautlos.

YouTube-Videos in 4K-Auflösung laufen nicht immer ganz ruckelfrei und starten erst nach spürbarer Ladezeit. Im 450-Euro-Tablet stecken nur 64 GByte eMMC-Flash-Speicher, der deutlich langsamer liest als die 128-GByte-SSD im 600-Euro-Modell. Außerdem füllen sich die 64 GByte rasch: Nach den ersten Windows-Updates waren auf unserem Testgerät bloß noch 38 GByte frei. Das ist zwar mehr als beim 32-GByte-iPad, aber viele Windows-Programme belegen auch mehr Speicher als iOS-Apps.

Wesentliche Unterschiede in der Performance der beiden Surface-Go-Versionen spürten wir nicht. Sie treten erst zutage, wenn sich RAM oder eMMC-Chip füllen. Beide Tablet-Versionen genügen für einigermaßen flüssiges Surfen und einfache Office-Programme.

## Fazit

Wen der vergleichsweise hohe Preis nicht stört, bekommt mit dem Surface Go einen attraktiven Windows-Mobilrechner für viele Alltagszwecke. Die knappe Rechenleistung schränkt die sinnvollen Einsatzbereiche aber ein, für Videoschnitt oder komplizierte Fotobearbeitung reicht sie etwa nicht. Ein Fingersensor wäre schön gewesen. Aus der Masse der Windows-10-Tablets sticht das Surface Go jedoch heraus: Es ist ordentlich verarbeitet, gut ausgestattet und lässt sich mit Zubehör wie Tastatur und Stift vielseitig erweitern.

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

## Literatur

[1] Alexander Spier, Stiften gehen, Apple iPad 9.7 (2018) mit Stifunterstützung, c't 11/2018, S. 42



Mit dem eingebauten Ständer lässt sich das Surface Go flexibel positionieren; die „kobaltblaue“ Tastatur kostet extra.

## Microsoft Surface Go

Windows-10-Tablet mit optionaler Tastatur und Stift	
Hersteller	Microsoft, <a href="http://www.microsoft.de">www.microsoft.de</a>
Prozessor	Intel Pentium Gold 4415Y (2 Kerne, Hyper-Threading, 1,6 GHz, Kaby Lake)
Touch-Display	10" (25,4 cm), 1800 × 1200 Pixel, LCD (IPS), Gorilla Glass, Touch- und Pen-Sensoren
Grafik / Firmware	HD Graphics 615 / 1.0.03
RAM	4 oder 8 GByte LPDDR3-1866
Flash-Speicher	64 GByte eMMC (38 GByte frei, Hynix hC8aP) oder 128 GByte SSD (PCIe x2 NVMe, 94 GByte frei, Toshiba KBG30ZPZ128G, TLC-Flash)
Wechselspeicher (schreiben/lesen)	MicroSDXC, UHS-I (58 / 87 MByte/s)
WLAN / Dual-Band	802.11a/b/g/n/ac-867 / ✓ (auch hohe 5-GHz-Kanäle)
Bluetooth / NFC / GPS / Fingerabdrucksensor	4.1 / – / – / –
Anschlüsse	USB Typ C (mit DP Alt Mode bis Ultra-HD/60 Hz), Audio-Klinke, Surface Dock
Kameras Rückseite / Front	8 MPixel (3264 × 2448, Video 1080p30) / 5 MPixel (2560 × 1920, Video 1080p30), Windows Hello
Abmessungen	245 mm × 175 mm × 8,3 mm
Gewicht	522 g mit eMMC / 528 g mit SSD / Type Cover 243 g
Netzteil	Microsoft 1736, 15 V / 1,6 A, Kabel 1,75 m
Betriebssystem	Windows 10 S, kostenlos umstellbar auf Windows 10 Home (Business-Versionen: auf Windows 10 Pro)
Besonderheiten	Stifunterstützung, Gesichtserkennung Windows Hello, Dock-Anschluss
Messwerte	
Laufzeit bei 100 cd/m <sup>2</sup> Video-Wiedergabe / ruhender Desktop mit WLAN	6 / 10,2 Stunden
Display: Helligkeit	7–398 cd/m <sup>2</sup>
Kontrast / Farbraum	3740:1 / sRGB
Cinebench R15, Single-/Multithreading	Netzbetrieb: 65 / 161 Punkte
Geekbench 4.2.3 CPU, Single-/Multithreading	Akku: 1933 / 3839 Punkte, Netzbetrieb: 2059 / 3943 Punkte
eMMC (64 GByte) schreiben / lesen	155 MByte/s (6861 IOPS) / 297 MByte/s (8485 IOPS)
SSD (128 GByte) schreiben / lesen	545 MByte/s (26.266 IOPS) / 1217 MByte/s (28.800 IOPS)
USB 3.1 Gen 1 schreiben/lesen	405 / 457 MByte/s
Bootdauer Windows 10 (eMMC-Version)	19 s
Signalqualität Audio analog	Wiedergabe: ⊕⊕
Zubehör (Listen- / Straßenpreise)	Surface (Signature) Type Cover (ab 99 / 97 €); Surface Pen (110 / 72 €); Surface Dial (110 / 90 €); Surface Dock (230 / 155) €
Preis mit 4 GByte RAM / 64 GByte eMMC	449 €
Preis mit 8 GByte RAM / 128 GByte NVMe-SSD	599 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden	



# Tausendsassa

## Gitarren-Effektprozessor Boss GT-1000 mit Smartphone-Bedienung



**Das Sound-Modelling in Effektgeräten wird dank Fortschreiten der Prozesstechnik immer ausgefeilter. Der günstigste Vertreter seiner Zunft zeigt, was die Algorithmen inzwischen leisten und wie gut sich die Geräte bedienen lassen.**

Von Tim Gerber

Gleich mehrere Oberklasse-Effektboards für Gitarren sind in den vergangenen Wochen auf den Markt gekommen. Sie ahmen den Klang diverser Röhrenverstärker in Software nach (Modelling) und sollen dem Gitarristen somit die betagte und vor allem schwere, aber klanglich lange Zeit unübertroffene Röhrentechnik überflüssig machen.

Den Markt der klassischen Multi-effekt-Boards teilt sich Modelling-Pionier Line6 mit dem Newcomer Headrush und eben Boss, Tochter des japanischen Instrumentenbauers Roland und seit Jahrzehnten bekannt für seine bunten Einzeleffekt-Tretminen. Der GT-1000 ist mit einem Straßenpreis von 850 Euro das günstigste Gerät unter den High-End-Pedalboards mit Verstärker-Emulation, die beiden Konkurrenten kosten jeweils knapp 1000 Euro. Zudem ist der GT-1000 der einzige mit einem Bluetooth-Anschluss. Aus diesem Grund haben wir ihn näher unter die Lupe genommen.

Herzstück der Klangbearbeitung im GT-1000 sind die zwei Modelling-Vorverstärker, vom Hersteller AIRD genannt. Das Akronym steht für Augmented Impulse Response Dynamics, was wohl auf ein verbessertes Ansprechverhalten der Amp-Modelle hinweisen soll. Fast allen 16 zur Auswahl stehenden Modellen dienten berühmte Röhrenklassiker als Vorbild. Die beiden Preamps arbeiten parallel oder im Wechsel, was ein schnelleres Umschalten des Sounds ermöglicht als der komplette Wechsel des ausgewählten Presets.

In der weiteren Effektkette steht eine große Zahl an Effekten zur Auswahl und völlig freien Platzierung. Ebenso die beiden Ausgänge Sub und Main sowie die beiden Effekt>Returns, über die externe Effekte eingeschleift werden können. Theoretisch kann man alle Einstellungen direkt am Gerät vornehmen. Das will man aber schon deshalb eher vermeiden, weil man sich dazu ja in der Regel tief zu dem Floorboard hinabbücken müsste. Sehr viel bequemer gelingt die Bedienung über einen via USB verbundenen PC oder Mac und der Software Tonecentral, die der Hersteller kostenlos zum Download bereitstellt. Sie bietet bei bestehender Internet-Verbindung auch Zugriff auf Soundbibliotheken, in denen sich wahrscheinlich auch der Sound des Lieblingsgitarristen findet. So ist etwa der „Smoke on the Lake“ getaufte Sound selbst mit einem Röhrenverstärker schwer so originalgetreu hinzubekommen, wenn man nicht einen 200-Watt-Plexi und einen Treblebooster mit Germaniumdiode sein Eigen nennt – oder eben einen GT-1000.

### Bedienung per App

Die Software gibt es auch für Smartphone und Tablet in den Stores von Android und iOS. Ab Werk ist die Bluetooth-Verbindung des GT-1000 deaktiviert und man muss sich ein wenig durch Menü und Handbuch wühlen, bis man herausgefunden hat, wie man sie aktiviert und die Verbindung mit der App herstellt. Einmal eingerichtet funktioniert das reibungslos. So lässt sich der GT-1000 auch im Übungsraum oder bei einem Gig bequem mittels Smartphone aus der Hosentasche oder Tablet vom Notepult aus bedienen.

Die auf dem Board befindlichen Digitalregler, das Pedal und die Fußtaster sind ziemlich frei mit sämtlichen der vielen Funktionen des Geräts belegbar; auch mehrere davon steuert bei Bedarf ein einzelner Taster oder ein Midi-Ereignis an der Eingangsbuchse. Es bleiben nur wenige Wünsche beim Bedienkomfort offen. Das wäre beispielsweise ein Farbdisplay,

damit man den Typ der einzelnen Effekte in der Kette besser erkennen kann. Außerdem wünschte man sich, die Farben und die Helligkeit der LEDs über den Fußtastern flexibler wählen zu können.

Via USB dient der GT-1000 auch als Audio-Interface am PC oder Mac. Er bietet drei Ein- und Ausgangspaare (jeweils R/L) Sub, Main und Dry. Die beiden ersten haben reale Anschlüsse und können frei platziert werden. Der Dry-Ein- respektive -Ausgang ist rein virtuell und gibt das trockene Gitarrensignal wieder beziehungsweise leitet es aus dem Computer zum Eingang des Effektprozessors. Über den Dry-Port kann man somit bereits vorhandene Aufnahmen nachträglich mit den Effekten des GT-1000 bearbeiten und das Resultat aufzeichnen.

Die Qualität des Audio-Interfaces ist für die Aufnahme einer E-Gitarre sehr gut. Die Eingangslatenz liegt je nach Einstellung zwischen 2 und 4 Millisekunden. Der Frequenzgang ist bis etwa 12 Kilohertz sehr linear. Dass er oberhalb davon abfällt, ist für Gitarrensignale unerheblich. Der Klirrfaktor bleibt im einstelligen Promillebereich und ist damit sehr gering.

Unterm Strich bekommt man mit dem GT-1000 ein hochwertiges Multi-effektgerät, das kaum Wünsche offen lässt. Sound und Spielgefühl der Effekte und vor allem der Modelling-Amps sind allerdings eine individuelle Geschmacksangelegenheit.

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

### Boss GT-1000

Gitarrenmulti-effektgerät	
Wandler	32 Bit, 96 kHz Samplingrate
Schnittstellen	USB 2.0, Bluetooth LE, Midi, Audio
Betriebssysteme	Windows ab 7, macOS ab 10.13, Android, iOS
Abmessungen (B × T × H)	46 cm × 25 cm × 7 cm
Gewicht	3,6 kg
Messergebnisse	
Latenz	Eingang 1,83 ms; Ausgang 4,99 ms bei 44,1 kHz und 64 Byte Puffer
Klirrfaktor	Ausgang 4 ‰; Ein- und Ausgang 7 ‰
Preis	850 €

# Premium-Ohrenschützer

## Kabelloser Noise-Cancelling-Kopfhörer Sony WH-1000XM3

**Sony hat Kleinigkeiten an seinem High-End-Kopfhörer mit Bluetooth verbessert und mit ausgezeichnetem Noise Cancelling, hohem Tragekomfort sowie gutem Klang eine Referenz geschaffen. Wäre da bloß nicht der Preis.**

Von Hannes A. Czerulla

Beim ersten Probehören waren wir vom Klang des WH-1000XM3 enttäuscht: In der Standardeinstellung gab der Kopfhörer zwar alles kraftvoll wieder, was wir ihm zuspielten, doch der wummernde Bass übertönte Höhen und Mitten – die sonst so detaillierte Wiedergabe der Sony-Bluetooth-Kopfhörer war verschwunden.

Daraufhin stellten wir in der dazugehörigen iOS- und Android-App „Headphones“ den Equalizer auf die Voreinstellung „Hell“. Und siehe da: Der Bass trat in den Hintergrund, ohne an Punch zu verlieren, Stimmen und Details traten in angemessenem Maße auf die Bühne. Von einem linearen Frequenzgang ist der XM3 zwar immer noch weit entfernt, doch mit den richtigen Equalizer-Einstellungen macht Musikhören einfach Spaß, ohne dass die Stücke entstellt erscheinen.

Bereits beim Vorgängermodell war die aktive Geräuschunterdrückung vorbildlich, sodass auch Bose und Sennheiser

mit ihren Modellen leicht hinter dem Sony blieben. Gleiches gilt für den XM3. Er filtert einen Großteil der Geräusche. Laut Hersteller liegt das am neuen Prozessor, der in gleicher Zeit viermal so viele Signale verarbeitet wie sein Vorgänger. Einzig unregelmäßige Geräusche wie Stimmen dringen weiterhin durch. Wobei selbst diese hörbar beschnitten werden. Spielt man zusätzlich Musik ab, nimmt man akustisch fast gar nichts mehr von der Umgebung wahr.

Das Grundrauschen, das bei allen Kopfhörern mit Noise Cancelling auftritt, ist so leise, dass man es kaum noch wahrnimmt. Außerdem hat Sony eine wertvolle Änderung am Stand-by-Verhalten des Kopfhörers vorgenommen: In der App lässt sich nun bestimmen, nach welcher Zeit sich das Gerät ausschaltet, wenn keine Bluetooth-Verbindung besteht. Deaktiviert man dieses Ausschalten, lässt sich der Kopfhörer auch prima als reiner Geräuschdämpfer tragen.

### Bedienung und App

Man bedient den Kopfhörer größtenteils über das Touchpad auf der rechten Ohrmuschel. Generell bevorzugen wir zwar ertastbare physische Tasten, aber Sonys Sensorfeld funktioniert sogar ohne Gewöhnungsphase und man kann beispielsweise die Lautstärke präzise steuern. Eine eigene Hardware-Taste an der linken Muschel öffnet einen Kanal zum Google Assistant des Smartphones.

In der App lassen sich außer Klanganpassungen auch Einstellungen zum Noise Cancelling vornehmen. So kann man beispielsweise in 20 Stufen die Intensität der Geräuschunterdrückung einstellen. Auf Wunsch vermisst die App das Nutzerohr und registriert den Luftdruck, um dann das Noise Cancelling darauf anzupassen. Leider muss die iOS-App jedes Mal die Verbindung zum Kopfhörer wiederherstellen, wenn man von einer anderen App zurückwechselt. Das dauert einige Sekunden und nervt unheimlich, wenn man beispielsweise anhand verschiedener Stücke den Equalizer anpasst.



Geladen wird der XM3 über eine USB-Buchse Typ-C; beim Vorgänger funktionierte das noch über Micro-USB. Ein passendes Kabel liegt bei, ein Netzteil nicht. Wobei letzteres sowieso in jedem Haushalt mit Smartphone vorhanden sein dürfte. Mit einer Akkuladung lief der Kopfhörer in unserem Test rund 24,5 Stunden bei 80 db. An einem 3,5-mm-Klinkenkabel kann man den Kopfhörer auch betreiben – beispielsweise mit beiliegendem Adapter am Unterhaltungssystem eines Flugzeugs.

Im Gegensatz zum Vorgänger passt der XM3 nun auch auf schmale Köpfe. Der Kopfbügel wurde verkürzt. Auch nach langem Tragen hatten wir keine Beschwerden außer warme Ohren.

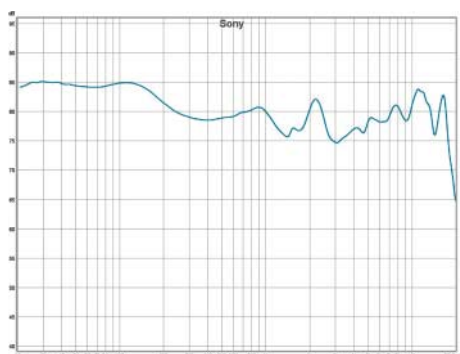
### Fazit

Wer mit einem nicht-linearen – aber sehr unterhaltsamen – Frequenzgang leben kann, wird mit dem Sony WH-1000XM3 nichts vermissen. Die 380 Euro sind ein hoher, aber angemessener Preis für den momentan besten Bluetooth-Kopfhörer mit Noise Cancelling.

Wer Geld sparen möchte, keinen allzu schmalen Kopf hat, sich mit einer Micro-USB-Buchse zufrieden gibt und auf die Assistant-Taste verzichtet, kann auch zum Vorgängermodell XM2 greifen. Ihn gibt es ab 290 Euro. (hcz@ct.de) **ct**

### Sony WH-1000XM3

Bluetooth-Kopfhörer	
Gewicht	253 g
Bluetooth / Codecs	4.2 / SBC, AAC, aptX, aptX HD, LDAC
Farbvarianten	schwarz, silber
Preis	380 €



In der Standard-Einstellung betont der Sony-Kopfhörer den Bass.



## Presto-Netz für Macs und PCs

**Flottere Backups und Image-Kopien: Der Thunderbolt-3-Adapter Sonnet Solo 10G bringt PCs mit bis zu 10 GBit/s ins LAN.**

Sonnet hat seinen Thunderbolt-3-zu-NBase-T-Adapter Solo 10G auf Apples MacBooks ausgerichtet, aber er funktionierte im Test auch problemlos mit einem Windows-Notebook. Damit ist er für stationäre PCs mit Thunderbolt-3-Port (im Folgenden TB3) eine ungefähr doppelt so teure, aber leichter installierbare Alternative zu PCI-Express-Karten wie der Asus XG-C100C (c't 11/2017, S. 68).

NBase-T-Adapter heben den LAN-Durchsatz vom heute üblichen Gigabit-Ethernet (1000 MBit/s) je nach Qualität und Länge der Kabelstrecke auf 2,5, 5 oder gar 10 GBit/s. Dafür braucht man freilich auch einen passenden Switch (c't 15/2018, S. 102) und Gegenstellen, also Server oder NAS, mit einem 10GE- oder NBase-T-Port.

Der Solo 10G ließ sich an einem MacBook Pro 2018 mit macOS 10.13.6 simpelst in Betrieb nehmen: Ein paar Sekunden nach Einsetzen des TB3-Steckers nutzte macOS die neue LAN-Schnittstelle automatisch. Mit Windows 10 per Bootcamp auf dem MacBook ebenso wie auf einem Dell-XPS15-Notebook musste zunächst der Windows-Treiber für den im Solo 10G steckenden Aquantia-Chip AQC107S installiert werden. Nach Übersetzen und Einbinden des Linux-Treibers 2.0.15 funktionierte der Solo 10G auch unter Xubuntu 18.04.1 mit Kernel 4.15.0.

Mechanisch passt der Thunderbolt-3-Stecker zwar auch in eine USB-C-Buchse, aber kein Betriebssystem kann den Adapter daran nutzen. Das 45 Zentimeter lange TB3-Kabel lässt sich nach Öffnen des Gehäuses leicht austauschen: Im Gerät endet es ebenfalls auf einem Thunderbolt-3-

Stecker. Zerkaut die Katze das Kabel, hat man also nicht gleich einen Totalschaden.

Wir probierten den Solo 10G über drei Kabelstrecken gegen eine NBase-T-Karte (Delock 89456, c't 18/2016, S. 58), einen Intel-NBase-T-Serveradapter (X550) und einen Netgear-Switch XS512EM aus. Je nach Kabelstrecke (zwei 5-m-Patches direkt, zusätzlich mit 40 Meter CAT5e-Leitung sowie nochmals 50 m CAT6a-Kabel) verband der Solo 10G sich mit 5 oder 10 GBit/s Linkrate. Auf die niedrigste NBase-T-Rate von 2,5 GBit/s fiel er in unseren Versuchen nie zurück.

Der Nettodurchsatz mit iperf3 lag bei einem TCP-Stream und 5-G-Linkrate wie zu erwarten mit 4,6 bis 4,7 GBit/s beim Maximum. Bei einem 10-G-Link brauchten wir wie üblich mehrere TCP-Streams, also parallele Übertragungen, um mit der Standard-MTU (1500 Byte) 9,5 GBit/s zu erreichen. Nach dem Einschalten von 9K-Jumbo-Frames waren es dann 9,9 GBit/s.

Die Leistungsaufnahme des Adapters konnten wir leider nicht direkt messen. Die deutliche Erwärmung im Betrieb deutet auf ein paar Watt hin. Der Hersteller machte dazu weder im Datenblatt noch auf Nachfrage eine Angabe. Gleichwohl dürfte klar sein, dass man den Adapter an Notebooks besser nur mit angeschlossenem Ladegerät betreibt.

Unterm Strich liefert Sonnet mit dem Solo 10G einen soliden NBase-T-Adapter ab, der mit Thunderbolt 3 ausgestatteten PCs zu einer extraschnellen Netzwerkschnittstelle verhilft. (ea@ct.de)

## Sonnet Solo 10G

NBase-T-zu-Thunderbolt-3-Adapter	
Hersteller	Sonnet, <a href="http://www.sonnettech.com">www.sonnettech.com</a>
Anschlüsse	RJ45 (NBase-T), Thunderbolt 3
Anzeigen	Link/Act, Rate (10G, 5/2,5G, 1000/100M)
Treiber für	macOS 10, Windows 10, Linux (Source)
Maße	8 cm × 2,8 cm × 11,5 cm
Preis	203 €

## CODE IN PRÄSENTATIONEN

```
function linkify( selector ) {
  if ( !supports3DTransforms ) {
    var nodes = document.querySelectorAll( selector );
    for( var i = 0, len = nodes.length; i < len; i++ ) {
      var node = nodes[i];
      if ( !node.className ) {
        node.className += ' pull';
      }
    }
  }
}
```

Code syntax highlighting courtesy of [highlight.js](https://highlightjs.org/).

## Web-Präsentator

**PowerPoint und seine Verwandten verleiten dazu, allzu kreativ mit den Gestaltungsmöglichkeiten umzugehen. Das JavaScript-Framework reveal.js ist dagegen näher am Inhalt.**

Die Software richtet sich vorwiegend an Entwickler und ist auf ihren Konferenzen häufig zu sehen. Die Präsentationen entstehen in HTML, angezeigt werden sie in einem Browser im Vollbildmodus. Das macht es leicht, die Folien inklusive aller Animationen später im Web zu veröffentlichen, ohne sie in PDF umwandeln zu müssen.

Der Funktionsumfang ist groß, die Steuerung über die Tastatur funktioniert sehr flüssig und einige Dinge funktionieren besser als in PowerPoint: die Darstellung von Code mit automatischem Highlighting zum Beispiel. Der Ersteller kann außerdem Markdown-Dateien einbinden und während der Präsentation an beliebige Elemente heranzoomen. Was reveal.js alles kann und wie man es einsetzt, zeigt die Demo unter [revealjs.com](https://revealjs.com).

Unternehmen können das Framework nutzen, um zum Beispiel automatische Präsentationen mit aktuellen Geschäftszahlen zu generieren. Wer dagegen keinen Bezug zu HTML hat, aber gern im Browser präsentieren möchte, kann sich den kostenpflichtigen Online-Editor „slides.com“ von den gleichen Entwicklern ansehen, der reveal.js-Präsentationen produziert. (jam@ct.de)

## reveal.js

Präsentations-Framework in JavaScript	
Lizenz	MIT License
Anbieter	<a href="https://revealjs.com">revealjs.com</a>
Preis	kostenlos





## Mehr Lagen, mehr Speed

**Toshibas NVMe-SSD XG6 ist die erste SSD, die mit 3D-Flash-Speicher mit 96 Lagen arbeitet. Der neue Speicher macht die SSD schnell.**

Die M.2-SSD in der üblichen 2280-Bauweise passt in die allermeisten Desktops und Notebooks mit M.2-Slot, wenn dieser per PCIe angebunden ist. Der BiCS4 genannte Speicher stammt aus der Gemeinschaftsproduktion von Toshiba und WD; der 3D-NAND-Flash wird nun in 96 Lagen gestapelt, jede Zelle speichert 3 Bit (TLC, Triple Level Cell). Für die Kapazität unseres 1-TByte-Testmusters sind nur zwei Flash-Chips notwendig. Angaben zum verwendeten Controller – der unter einem Kupferblech zur Wärmeableitung verborgen ist – macht Toshiba bislang nicht.

Bei den Übertragungsleistungen kann der neue Speicher überzeugen: Mit mehr als 3,2 GByte/s beim sequenziellen Lesen und fast 2,8 GByte/s beim Schreiben kommt sie in die Spitzengruppe der PCIe-SSDs und liegt etwa auf dem Niveau einer Samsung 970 Evo. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen erreicht sie maximal 325.000 IOPS beim Lesen, beim Schreiben knapp 200.000 – für Desktop-Anwendungen mehr als ausreichend. Die Leistungsaufnahme liegt bei 3,1 Watt im Ruhezustand, im Betrieb sind es rund 5 Watt.

Toshiba stellte uns für diesen Test ein Vorabexemplar zur Verfügung; die Massenproduktion soll erst Anfang nächsten Jahres starten. Wenn der Preis stimmt, dann ist die XG6 eine gute Alternative zu Samsungs 970 Evo oder der WD Black. (ll@ct.de)

## Toshiba XG6

NVMe-SSD im M.2-Format	
Hersteller	Toshiba, <a href="http://www.toshiba-memory.com">www.toshiba-memory.com</a>
Bezeichnung	KXG60ZNV1T02 SAMP
Preis	keine Angabe



## Dingding-Navigation

**Blubel erteilt Radfahrern Navigationsanweisungen über LEDs und ersetzt die Klingel. Das Smartphone kann in der Tasche bleiben.**

Zur Navigation beim Radfahren braucht man nicht unbedingt das Smartphone. Hauptsache ist, dass irgendetwas die nächste Abbiegung anzeigt. Das Blubel vom gleichnamigen Unternehmen besitzt dazu zwölf Dreifarb-LEDs, wird am Lenker befestigt und verbindet sich per Bluetooth LE mit dem Smartphone. Dank kräftiger LEDs sind die Abbiegehinweise auch bei starkem Sonnenlicht gut erkennbar. Grüne LEDs zeigen eine kommende Richtungsänderung an, dabei kann man auch 45-Grad-Abzweigung identifizieren.

Die Halterung dient gleichzeitig als Klingel. Diese macht ein recht angenehmes „Ding“, der Klöppel drehte sich bei unserem Testmuster jedoch immer wieder weg und war andererseits so weit von der Glocke entfernt, dass er sie nicht immer erreichte.

Das wasserdichte Navigationsteil, das etwa so groß ist wie ein Babybel-Käse, wird mit einer Vierteldrehung in die nach oben offene Klingel hineingeschraubt – bei Regen steht darin etwas Wasser. Der Akku des Blubel soll typischerweise 3 Wochen durchhalten, zum Laden braucht er etwa 4 Stunden.

Zur Navigation nutzt Blubel OpenStreetMap-Material, die Route gibt man über die Blubel-App ein. Diese merkt sich die letzten drei eingegebenen Ziele, die Routen lassen sich nachträglich anpassen, auch stehen schnelle und ruhige Routen zur Auswahl – einen Unterschied haben wir jedoch nicht erkennen können. Die

Routen lassen sich ausschließlich in der App erstellen, immerhin funktioniert ein Export der gefahrenen Touren zu Strava.

Verlässt man den Weg, verwirrt das die Navigations-App: Dann leuchten alle 12 LEDs rot; man muss das Smartphone aus der Tasche ziehen und dort nachschauen, wo es langgeht.

Wer sich mit der Strecke auskennt, wird vom Blubel eher verwirrt als geführt. Jede noch so kleine Abweichung von der Route – etwa Abkürzungen, die man eh kennt –, führen zu einer Neuberechnung, die während der Fahrt schon einmal eine halbe Minute dauern kann. In dieser Zeit fährt man praktisch blind. Zudem lenkt die permanente Beobachtung des Blubel in diesen Situationen vom Verkehr ab.

Im Umland kann das Blubel hingegen überzeugen. Es zeigt kommende Abzweigungen rechtzeitig an, und die Routen führen dank gutem Kartenmaterial über fahrradfreundliche Wege. Betätigt man während der Navigation die Klingel, merkt sich das Blubel die GPS-Position. Am Ziel kann man diese Punkte als besondere Gefahren oder besonders schlechte Wegstrecke markieren – was allerdings mit den Daten passiert, darüber schweigt sich der Anbieter aus.

Die App könnte noch ein wenig Feinschliff vertragen, etwa schnellere Neuberechnungen und Importfunktionen für Strava-Routen; auch an der mechanischen Klingel muss der Anbieter noch arbeiten. In der vorliegenden Version überzeugt das Blubel zumindest für Ausflüge ins Umland. (ll@ct.de)

## Blubel

Fahrrad-Navigation mit Klingel	
Hersteller	Blubel, <a href="http://www.blubel.co">www.blubel.co</a>
Preis	88 €



# Rundling im Lotsenteam

## Motorrad- und Rollernavigation Vio von TomTom

**Deutlich anders als gewohnt navigieren Dompteure motorisierter Zweiräder mit Vio, TomToms etwas skurril wirkendem Modulsystem.**

Von Peter Schmitz

**E**in Navigationssystem für Motorroller und Motorrad sollte so wenig wie möglich ablenken, unterwegs keine Eingriffe erfordern, halbwegs wetterfest sein und sich mit Handschuhen bedienen lassen. Diese Anforderungen erfüllt TomTom mit dem Vio, einem minimalistischen Unikum.

Das spritzwassergeschützte, per Bluetooth gekoppelte Vio fungiert als Display und rudimentäres Touch-Frontend mit GPS-Empfänger für eine Smartphone-App. Ziele und Routen muss man vorab im Smartphone eingeben oder zusammenstellen. Auf dem sonnenscheintauglichen Rund-Display des Vio-Moduls wählt man das Ziel aus einer Liste aus, unterwegs zeigt es den aktuellen Kartenausschnitt samt Warnmarkierungen, die voraussichtliche Ankunftszeit, die Richtung der nächsten Abzweigung sowie die Entfernung dorthin an. Auf Wunsch gibt das etwa rückspiegelgroße Display auch Tempo- und sogar Blitzerwarnungen aus – auch wenn letzteres im

Straßenverkehr nicht erlaubt ist. Das Vio-Modul wird an Roller- oder Motorrad-Lenker (etwa 33 mm Durchmesser) oder Spiegelstab (etwa 10 bis 16 mm) befestigt; die Kombi-Halterung ließ sich im Test problemlos montieren und wieder abnehmen. Sie hielt das Vio auch bei vibrationsreicher Fahrt auf einer Moto Guzzi California 1100i sicher fest.

Ein Knopfdruck am Modul ruft die Software auf dem Handy auf, das für den Betrieb des Systems laufen und online sein muss – etwa im Stand-by mit dunkel geschaltetem Display in der Jacke. Der im Vio-Modul eingebaute Akku hält rund drei Stunden durch; über die Micro-USB-Buchse lässt es sich – wenn auch nicht regengeschützt – mit einer Powerbank versorgen. Ans Bordnetz anschließen lässt sich das Vio nicht.

### Stimmführer

Die Routenplanung beginnt mit dem Auswählen und Speichern der Ziele. Unterwegs lotst die Software per gut verständlicher Sprachansage über ein ans Handy gekoppeltes Bluetooth-Headset oder kabelgebundene Ohrenstöpsel. Während der Ansagen regelt die App die Lautstärke etwa gerade abgespielter Musik herunter.

Neben den aktuellen Blitzer- und Staudaten sind im Kaufpreis lebenslange

Updates für die mitgelieferten Straßenkarten enthalten. Zur Auswahl stehen unterschiedlich detaillierte Ausschnitte europäischer Länderkarten sowie je eine Türkei- und Südafrika-Karte. Die Kartendaten lädt man aufs Smartphone herunter; die Dreiländerkarte (Deutschland, Österreich, Schweiz) belegt 900 MByte; wohin die App diese Daten speichert, lässt sich nicht beeinflussen. Die Routenführung rangiert auf dem Niveau anderer TomTom-Systeme und funktionierte einwandfrei. Anweisungen zum Abbiegen kommen ebenso rechtzeitig wie Warnhinweise.

Bei der Streckenfindung berücksichtigt die App weder Geländehöhen noch den für Biker relevanten Kurvenspaß; andere TomTom-Lösungen wie die Go-App bevorzugen auf Wunsch kurvenreiche Strecken bei der Routenwahl. Fahrer von Mokick-Rollern (max. 45 km/h) vermissen eine Option, um die Routenberechnung auf für sie zulässige Straßen zu beschränken.

TomTom berücksichtigt nach eigenem Bekunden bei der Softwareentwicklung auch Nutzerwünsche; auf diese Weise ist die App bereits um die Option bereichert worden, Zwischenziele einzugeben. Was fehlt, ist unter anderem eine Funktion zum Im- und Export von vorbereiteten Routen und zum Austausch von Ortsdaten mit anderen Smartphone-Anwendungen.

Warum TomTom sein System in der Motorroller-Ecke ansiedelt, bleibt unklar: Vio lässt sich auf allen motorisierten Zweirädern sinnvoll einsetzen, über die problemlose Befestigung freuen sich Roller- und Motorradfahrer gleichermaßen.

### Fazit

Biker und Scooteristen, die eine preisgünstige, zuverlässige Navigationshilfe suchen und ohnehin ihr Smartphone stets bei sich haben, sollten sich das TomTom Vio genauer anschauen. Das Konzept bewährte sich bei unseren Fahrttests. Allerdings bleibt die Software noch weit hinter dem zurück, was sie leisten könnte.

(Peter Schmitz/uh@ct.de) **ct**

## TomTom Vio

Motorrad- und Roller- Navigationssystem	
Hersteller	TomTom, <a href="http://www.tomtom.com">www.tomtom.com</a>
Lieferumfang	Modul mit GPS-Empfänger und Silikon-Cover
	USB-Ladekabel; App für iOS ab 9.0/Android ab 4.4; wählbare Straßenkarten
Bedienelemente	Taster, Touchscreen
Anschlüsse	Micro-USB, versenkt, mit Spritzschutzklappe
Straßenpreis	100 €



Anzeige



# Moderne Analogie

## Analoge Gaming-Tastatur Wooting One

**Die Wooting One ist eine Gaming-Tastatur mit opto-mechanischen Schaltern, RGB-Beleuchtung und einer Besonderheit: analoge Tastenabfrage für feinfühligere Steuerung.**

Von Carsten Spille

Gaming-Tastaturen, auch solche mit mechanischen Tasten und RGB-Beleuchtung, gibt es wie Sand am Meer. Um aus der Masse hervorstechen, hat sich das niederländische Start-up Wooting etwas Besonderes einfallen lassen: Sämtliche Tasten des per Kickstarter finanzierten Erstlingswerkes Wooting One lassen sich auch analog abfragen und sollen so Tastatureingaben revolutionieren. Natürlich ist es wenig sinnvoll, nur „ein bisschen a“ zu tippen, aber speziell für Spieler wird ein Schuh daraus. Die Wooting One kann die analogen Sticks eines Gamepads ersetzen und erlaubt so feinfühligere Steuerung etwa in Rennspielen. Mit 140 Euro liegt das analoge Tastenbrett preislich im oberen Mittelfeld mechanischer Tastaturen mit RGB-LEDs. Wir haben die Tastatur und das zugehörige Konfigurationstool Wootility primär unter Windows 10 mit

verschiedenen Spielegenres getestet. Im Kurztest unter macOS X waren Cmd und Alt im Vergleich zu einer normalen Apple-Tastatur vertauscht, vereinzelt reagierten Tasten nicht oder nur sporadisch. Unter Ubuntu 18.04 funktionierte die Wooting One nach der Installation problemlos.

### Basics

Erst einmal handelt es sich bei der Wooting One um eine mechanische, RGB-beleuchtete Tenkeyless-Tastatur. Auf den Ziffernblock muss man also verzichten, den bietet erst die ab Jahresende erhält-

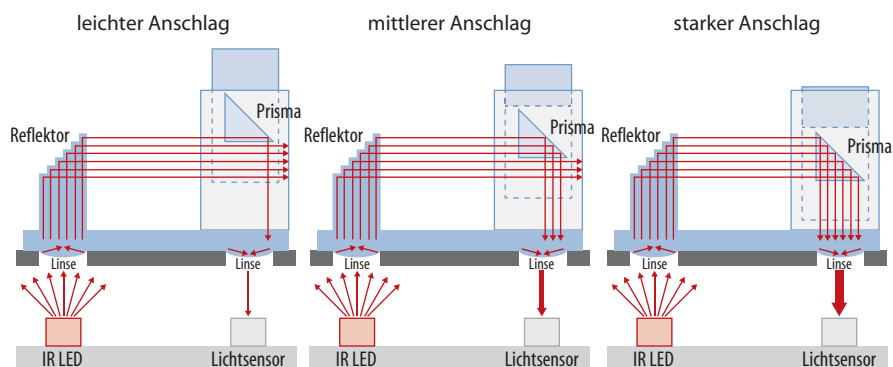
liche Wooting Two. Angeschlossen wird die Wooting per abnehmbaren USB-Kabel.

Unter den Tastenkappen setzt Wooting Flaretech-Schalter mit opto-mechanischer Auslösung ein. Zur Wahl stehen eine linear auslösende Variante und eine Version mit spürbarem Druckpunkt und hörbarem Klicken. Beide sind mit 55 Gramm Auslösewiderstand leichtgängig, eine 80-Gramm-Version ist für die Wooting Two angekündigt. Die Schalter lassen sich einzeln tauschen und auch mischen. Im Lieferumfang sind außer einer Greifhilfe für Tastenkappen und Switches vier Ersatzschalter sowie vier der jeweils anderen Sorte enthalten, sodass Spieler diese unverbindlich ausprobieren können. Ganz uneigennützig ist das vom Hersteller nicht, denn der verkauft auch Sätze zu 15 oder 110 Schaltern an wechselwillige Gamer. Wir testeten die Wooting One im ISO-Layout mit linearen Switches wegen ihres sanfteren Ansprechverhaltens. Apropos: Dank opto-mechanischer Auslösung sind die Schaltzeiten der Flaretech-Switches deutlich kürzer als bei rein mechanischen Tastern. Das soll die Gesamtlatenz senken.

Die RGB-LEDs lassen die Tasten in einer von 16,7 Millionen Farben erstrahlen. Einzelfarbzuzuweisung ist ebenso Standard wie die Auswahl aus zehn vordefinierten Effekten und sechs Farbmustern. Wer das nicht mag, schaltet die Beleuchtung ab und blickt dann auf ein schmuckloses Keyboard in mattem Schwarz. Basisfunktionen wie LED-Intensität und Media-Player-Steuerung (lauter/leiser/stumm, Play/Pause und Titelsprung) sind auch ohne die Steuersoftware möglich. Mit dem Wootility lässt sich der gemein-

### Analoge Tasten: So funktionieren sie

Die analoge Auswertung des Tastendrucks findet auf der Platine in der Tastaturbasis statt. Je nach Drucktiefe des Schalters kommt am photosensitiven Rezeptor unterschiedlich viel Licht an.



same Auslösepunkt aller Tasten zwischen 1,5 und 3,6 mm Tastenhub an die eigenen Vorlieben anpassen und das Tippegefühl von Streichelkeyboard bis Hackbrett variieren.

Die Windows-Tasten zeigen abweichend vom Standard das Wooting-Logo und anstelle der „Rollen“-Taste ist oben rechts der Mode-Key, mit dem man zwischen Digital- und Analogbetrieb wechselt.

## Analoge Tasten

Die Modus-Taste ist gut platziert und man verfehlt sie auch im Eifer des Gefechts seltener, als wenn sie zwischen anderen Tasten läge. Per Fn-Key und den Pfeil-links/-rechts/-unten wechselt man zwischen drei in der Tastatur gespeicherten Analog-Profilen. Per Wootility lassen sich Profile speichern, laden und mit anderen über das Internet teilen. Ein direkter Transfer der Profile ist nur über eine ID möglich.

Je tiefer die Taste gedrückt wird, desto mehr Licht fällt über das Prisma in der Taste zurück auf den Sensor. Die Wooting One meldet die Werte entweder über Xinput oder DirectInput zurück – die Schnittstellen also, welche zum Beispiel auch analoge Gamepads nutzen. Daher arbeitet die Wooting One prinzipiell auch analog mit einer großen Zahl an Spielen zusammen, erfordert meistens aber einige Konfigurationsarbeit. Die besten Erfahrungen haben wir mit Arcade-lastigen Rennspielen wie Wreckfest gemacht, bei denen man auch mit einem Gamepad schon gut zurechtkommt. Je ausgeprägter der Simulationscharakter eines Spieles war, desto stärker macht sich jedoch die Begrenzung der Analogabfrage auf nur 2,1 der 3,6 Millimeter des gesamten Tastenhubes bemerkbar. Denn während Lenkrad oder Joystick für die Werte zwischen Ruhstellung und Vollausschlag viele Zentimeter zur Verfügung haben und entsprechend feinfühligere Bewegungen ermöglichen, ist es im Eifer des Gefechts, im Geschlängel der Nordschleife oder im dichten Asteroidenfeld äußerst schwierig, mit winzigen Fingerbewegungen den Kurs zu korrigieren, und ein ums andere Mal landeten wir in der Leitplanke. Da half es auch wenig, dass wir die analoge Kurve mit vier Abtastpunkten zwischen sanfter, stetiger und abrupter Reaktion anpassen konnten.

Die häufigen Fahr- und Flugeinlagen im beliebten Gangster-Spiel GTA V ließen sich mit der Wooting One und einem mühevoll angepassten Profil wesentlich

geschmeidiger steuern. Das galt selbst dann, wenn man die Tasten nicht gefühlvoll streichelte, sondern in Hektik auch mal herzhaft zudrückte. Denn auch beim sogenannten Bottom-out, also dem kompletten Durchdrücken einer Taste, wird für kurze Zeit analog gesteuert. Dadurch sind etwa Richtungswechsel weniger abrupt und beim Beschleunigen in Kurven bricht nicht sofort das Heck aus.

Praktisch für Shooter hingegen ist die Funktion „Double Key Stroke“. Mit ihr lässt sich eine Taste mit zwei Tasten (-kombinationen) verknüpfen, die je nach Aktivierungsdruck ausgelöst werden. Bei der beliebten WASD-Steuerung etwa könnte bei halb durchgedrückter W-Taste die Spielfigur gehen und bei voll durchgedrückter Taste per Belegung mit Shift+W sprinten. Auch sich mit der virtuellen Waffe im Anschlag um die Ecke zu lehnen lässt sich so gefühlvoller steuern, ohne den Gegnern ein unnötig großes Ziel zu bieten.

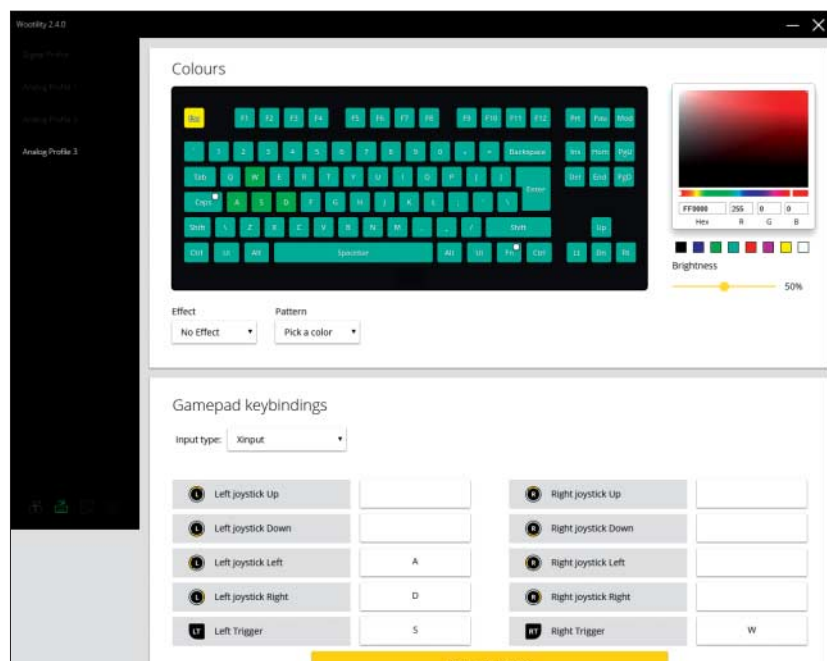
Weniger gut gefiel uns, dass die analoge Komponente oft nicht wie gewünscht ansprach, sofern man sich entschieden hatte, die nicht analog belegten Tasten weiterhin digital abfragen zu lassen (Option „Enable digital keys“). Daher mussten wir in Spielen häufig zwischen analog und digital hin- und herschalten. Für die Wooting gibt es außer dem Wootility auch ein Software Development Kit, mit dem sich die RGB-Beleuchtung sowie die Ab-

frage der Tastaturinputs frei programmieren lassen – hoffentlich bringt jemand auch die analog-digitale Tasten-Kombination verlässlich ans Laufen.

## Fazit

Auf der Wooting One tippt es sich unabhängig von der analogen Komponente sehr angenehm, die Tastatur wirkt sehr solide und verrutscht auf dem Schreibtisch nicht. Der Clou ist jedoch die analoge Steuerungsoption, welche primär Spieler ansprechen soll. Nach etwas Eingewöhnung bringt sie dem Spieler in vielen Titeln tatsächlich Vorteile in Form einer genaueren Steuerung. Während die Wooting One ein Gamepad oft ersetzen kann, sind mit Joystick und Lenkrad nach wie vor deutlich gefühlvollere Eingaben möglich. Mit 140 Euro ist die Wooting One im Vergleich RGB-beleuchteter Mecha-Tastaturen angesichts ihrer Vielseitigkeit nicht zu teuer.

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



Im Steuerungsprogramm Wootility lassen sich den Tasten unter anderem klassische Gamepad-Funktionen zuordnen.

## Wooting One

Gaming-Tastatur	
Hersteller	Wooting, <a href="http://www.wooting.nl">www.wooting.nl</a>
Schalter-/Tastentyp	opto-mechanisch, linear, 55 Gramm Auslösekraft
Besonderheiten	analoge Abfrage, Auslösepunkt von 1,5 bis 3,6 mm wählbar, RGB-Tastenbeleuchtung, Staubschutzhaube
Preis	140 €



# Stealth-Drohne

## Leiser Quadrokopter DJI Mavic 2 Pro mit Hasselblad-Kamera

**DJI hat einen der besten Quadrokopter durch neue Kameramodule und mehr Sensoren weiter aufgewertet. Im Test steht die Mavic 2 Pro entsprechend gut da.**

Von Hannes A. Czerulla

Eine Drohne, die man in jeden Ausflugsrucksack stecken kann und die dennoch lange Flugzeiten, hohe (4K-)Videoqualität und ein stabiles Flugverhalten bietet – so in etwa lautet das Rezept der DJI Mavic 2. Schon der Vorgänger Mavic Pro war für diese Eigenschaften bekannt. Die Mavic 2 gibt es in den zwei Versionen Mavic 2 Pro und Mavic 2 Zoom, die sich nur in Bezug auf ihr Kameramodul unterscheiden.

Die Kamera der Mavic 2 Pro ist in Zusammenarbeit mit dem Traditionsherstel-

ler Hasselblad entstanden. Sie hat einen 1 Zoll großen CMOS-Sensor, der Fotos mit bis zu 20 Megapixel und mit 10 Bit Farbtiefe schießt. 4K-Videos nimmt sie mit bis zu 30 fps auf, bei Full-HD-Auflösung erfasst sie bis zu 120 fps, woraus man später Zeitlupenaufnahmen erstellen kann. Die Brennweite ist auf weitwinkelige 28 mm beziehungsweise 77 Grad festgelegt. Allerdings lässt sich die Blende von f/2.8 bis f/11 verstellen und somit besser an die jeweiligen Lichtverhältnisse anpassen. Die Kamera der Mavic 2 Zoom hat zwei optische Brennweiten von 24 mm und 48 mm, zwischen denen man umschalten kann. Hinzukommt ein zweifacher digitaler Zoom. Mit 1/2,3 Zoll ist der eingesetzte Sensor deutlich kleiner als beim Pro-Modell und fängt folglich weniger Licht ein. Er hat eine Auflösung von 12 Megapixeln.

### Kamera

Beide Kameraversionen sind an einem dreiachsigen Gimbal aufgehängt, der im Test absolut zuverlässig funktionierte. So-

wohl kleine Korrekturbewegungen als auch größere durch Windstöße verursachte Manöver fing er auf, sodass sie im Video nicht zu sehen waren.

Wir haben die Mavic 2 Pro getestet. Ihre Aufnahmen gefielen uns durchweg. Besonders 4K-Videos zeigen einen hohen Grad an Schärfe. Ihnen fehlt es lediglich ein wenig an Kontrast. Fotos betonen Grüntöne etwas zu sehr und neigen zu leichten Farbabberationen auf metallischen Flächen. Die Foto- und Videoqualität ist vergleichbar mit der von Smartphones der 300- bis 400 Euro-Klasse. Einen großen Sprung im Vergleich zur Mavic Pro gibt es nicht.

Die Mavic 2 Pro ist eine der leisesten Drohnen, die wir bislang im Test hatten. Gerade mal 68 dB konnten wir aus einem Meter Entfernung messen. Damit zieht sie gleich mit der Mavic Pro Platinum, aber nicht mit der Parrot Anafi (65 dB). Das liegt nicht zuletzt an den speziell geformten Rotorblättern, deren Spitzen leicht nach oben angewinkelt sind und nach hinten wegnicken. Ähnlich wie die Winglets

### DJI Mavic 2 Pro

Quadrokopter	
Größe flugbereit / transportbereit (L × B × H)	322 mm × 242 mm × 84 mm / 214 mm × 91 mm × 84 mm
Gewicht (mit Kamera und Akku)	900 g
Akku / Laufzeit	3850 mAh (59,3 Wh) / 29 min
Auflösung Foto / Video	20 MP / 4K (30 fps)
Preis Pro / Zoom	1450 € / 1250 €



moderner Flugzeuge beugen die Rotor-spitzen Luftverwirbelungen vor und minimieren so die Geräusche. So hört man bei der Mavic 2 Pro zwar deutlich das Luft-rauschen, das drohrentypische Surren tritt aber in den Hintergrund.

Wie beim Vorgängermodell lassen sich die Rotorausleger der Mavic 2 ein-kappen. Dadurch lässt sie sich leichter verstauen.

## Steuerung

Bei der beiliegenden Fernsteuerung hat sich im Vergleich zum Vorgängermodell wenig geändert. Sie lässt sich kompakt zusammenklappen. Damit die kleinen Joy-sticks beim Transport nicht beschädigt werden, kann man sie abschrauben und in Ausbuchtungen im Gehäuse verstauen. Das LCD ist noch etwas heller geworden und lässt sich auch bei direkter Sonnen-einstrahlung gut ablesen. Als Hauptbild-schirm dient aber weiterhin ein iPhone oder Android-Smartphone, das man in die Halterung der Fernsteuerung klemmt. Verbindungskabel mit Lightning-, Micro-USB- oder Typ-C-Stecker liegen bei. An der Ergonomie der Fernsteuerung gibt es nichts auszusetzen.

Auf dem Smartphone installiert man die App DJI GO 4, die jede Menge Einstel-lungen bereithält. Im besten Fall zeigt sie das Kamerabild in Full-HD-Auflösung. Das neue Videoübertragungssystem Ocu-Sync 2.0 erlaubt eine Reichweite von bis zu 8 Kilometern. Hierzulande darf man den Quadrocopter aber nicht außer Sicht-weite fliegen.

Leider sind die Schaltflächen der App weiterhin fummelig klein, selbst auf einem iPhone X mit 5,8 Zoll Bildschirm-diagonale. In der Hektik einer Notsitua-tion trifft man sie nur mit Glück.

## Flugverhalten

Die Mavic 2 ist mit deutlich mehr Senso-ren ausgestattet als bisherige DJI-Model-le dieser Klasse. Optische Sensoren er-kennen Hindernisse nun nicht mehr nur nach vorne und unten, sondern auch nach hinten und zu den Seiten. Wobei die Hinderniserkennung nach links und rechts nur im Objektverfolgungsmodus ActiveTrack funktioniert. Nehmen die Sensoren ein Hindernis wahr, markieren sie dessen Richtung auf dem Videobild. Je nach Geschwindigkeit umfliegt die Mavic 2 das Objekt eigenständig. Im Test geschah das in etwa der Hälfte der Fälle überraschend elegant und selbst bei

mehreren Objekten in unmittelbarer Nähe sehr geschickt. In der anderen Hälfte der Fälle blieb die Drohne stumpf vor dem Objekt stehen. Nur einmal pas-sierte es, dass der Quadrocopter einen Laternenpfahl übersah und dagegen flog – ohne Schaden zu nehmen. Auch wenn die Hinderniserkennung und das auto-nome Umfliegen noch nicht perfekt funk-tionieren, sind sie zuverlässiger als bei allen anderen Modellen dieser Preis-klasse.

Die Hinderniserkennung ist beson-ders wertvoll, wenn man die Drohne in einem der zahlreichen automatischen Flugmodi bewegt. Im Verfolgungsmodus alias ActiveTrack ließ die Mavic 2 selbst im Wald nicht von uns ab. Zwar blieb sie vor dem einen oder anderen Baum ste-hen, doch letztendlich fand sie oft einen Weg, uns wieder zu erreichen, und verlor uns auch bei großem Abstand nicht aus dem Blick.

Die Automaten ermöglichen es auch Anfängern, beeindruckende Aufnah-men zu produzieren. Das einzige, was man braucht, ist etwas Platz. Denn die meisten Manöver setzen eine Mindest-flughöhe von zwei bis drei Meter und einen mehrere Meter großen hindernis-freien Radius voraus. Beeindruckend ist beispielsweise der Modus Helix, in dem die Drohne in einer Spirale aufsteigt, gleichzeitig aber das markierte Objekt im Fokus behält. Die Mavic 2 Zoom be-herrscht außerdem den automatischen Dolly Zoom, auch bekannt als Vertigo-Effekt, in dem sie aufs Objekt zoomt, sich aber gleichzeitig vom Objekt entfernt. Wegpunkte kann man nicht frei auf einer Karte setzen – wie beispielsweise bei den

Konkurrenten Parrot und Yuneec –, son-dern kann nur bereits geflogene Routen automatisch erneut abfliegen.

Im Sportmodus erreicht die Drohne eine Spitzengeschwindigkeit von 72 km/h und deaktiviert die Hinderniserkennung. Sie ist dann wegen des mehrere Meter lan-gen Bremswegs schwer zu kontrollieren. Per Schalter an der Fernsteuerung lässt sich der Flugmodus in drei Stufen ändern. Außer dem Positionierungsmodus (maxi-mal 50 km/h) und dem Sportmodus gibt es den Stativmodus (maximal 3,6 km/h), der sich besonders gut für Aufnahmen mit weichen Bewegungen und Richtungs-wechseln eignet.

## Fazit

In ihrem Größensegment sind die DJI Mavic 2 Pro und Zoom momentan konkurrenzlos. Trotz rucksacktauglicher Maße bieten sie den vollen Funktionsum-fang. Zwar gibt es Konkurrenten wie die Parrot Anafi, doch erreichen diese weder die Verarbeitungs- und Bildqualität noch fliegen sie so zuverlässig und präzise.

Allerdings reißen die beiden Modelle auch ein gehöriges Loch ins Portemon-naie mit 1250 Euro für die Zoom und 1450 Euro für die Pro. Die praktische Fly More Combo mit zusätzlichem Zubehör wie Akkus und Rotoren kostet weitere 320 Euro. Einzeln kosten die Akkus 120 Euro und die Mehrfachladestation 50 Euro.

Online-Händler bieten die weiterhin empfehlenswerte Mavic Pro für 930 Euro an. DJI selbst hat sie schon aus dem Pro-gramm genommen. Die etwas leisere und ansonsten gleichwertige Mavic Pro Platinum gibt es ab 1090 Euro.

(hcz@ct.de) **ct**



Zwei Versionen mit verschiedenen Kameras gibt es von der Mavic 2: die Zoom mit zwei Brennweiten und die Pro (im Bild) mit variabler Blende.



## Ortskundig

**Facebook Local zeigt Veranstaltungen am Standort des Nutzers an – und auch, wo dessen Freunde unterwegs sind.**

Facebooks Local-App greift auf den Standort des angemeldeten Nutzers zu und zeigt ihm außer Veranstaltungen auch Sehenswürdigkeiten und Restaurants an. Außer allgemeinen Empfehlungen sieht man hierin gezielt Bewertungen oder bevorstehende Teilnahmen von Freunden.

Die App sieht gar nicht nach Facebook aus: Die Farbe Pink dominiert, unter einer Standort-Karte finden sich Tabs zu Updates, Entdecken und Events der kommenden zwei Wochen. Tippt der Nutzer sie an, so bekommt er weitere Such-Buttons zu Essen, Kaffee trinken oder Bars. Die Reihenfolge der angezeigten Möglichkeiten sortiert Local vor. Zuerst kommen Events, für die sich die Facebook-Freunde interessieren, dann Vorschläge anhand der persönlichen Interessen und noch weiter unten die Sektion „Beliebt und in der Nähe“.

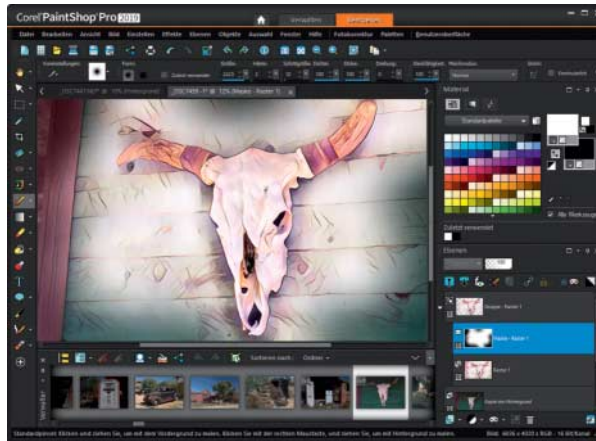
Im Menü am unteren Bildschirmrand findet man Benachrichtigungen, wie im sozialen Netzwerk. Auch ein Kalender mit Übersicht steht zur Verfügung, in den Nutzer außer Facebook-Events auch die Termine aus anderen Kalender-Apps hinzufügen können.

Um Veranstaltungen zu durchsuchen und sein Interesse an ihnen zu bekunden, braucht man eigentlich keine zusätzliche Facebook-App. Aber um die eigene Stadt neu zu entdecken, ist Facebook Local wirklich praktisch.

(lcl@ct.de)

## Facebook Local

Event-App	
Hersteller	Facebook, www.facebook.com
Systemanf.	Android ab 4.1, iOS ab 9.0
Preis	kostenlos



## Alte Schule

**Corel vereinfacht in PaintShop Pro 2019 die Bedienung, liefert neue Effektfiler mit und stellt Muster, Stempel und Vorlagen zum Download bereit.**

In 28 Jahren hat PaintShop Pro eine immense Vielfalt an Funktionen angesammelt: Das Programm bietet eine umfangreiche Werkzeugpalette, Ebenen, Masken und nichtdestruktive Einstellungsebenen sowie viele Effektfiler. Naturgemäß bleiben mit den Jahren die Revolutionen aus – Version 2019 beziehungsweise 21.0 bringt vor allem Neuerungen im Detail. Beispielsweise kann man zur besseren Lesbarkeit auf 4K-Monitoren nun die Schriftgröße vergrößern.

PaintShop Pro 2019 startet mit einem Willkommen-Bereich, der die zuletzt bearbeiteten Dateien auflistet. Außerdem verkauft Corel hier Vorlagen und Software wie PhotoMirage, PinnacleStudio und ParticleShop – einige Inhalte gibts kostenlos.

Vom Startbereich führt das Programm in die Module „Verwalten“ und „Bearbeiten“. An der internen Bildverwaltung hat Corel nichts geändert – Geotagging und Gesichtserkennung sind wie seit Jahren nicht sonderlich benutzerfreundlich. Immerhin zeigt der Bildverwalter schnell und übersichtlich den Inhalt von Fotoordnern an. Über Tastenkürzel vergibt man Bewertungen: Metadaten exportiert das Programm aber nicht automatisch, sondern nur auf Menübefehl als XMP-Begleiter. Der Aufruf eines Ordners mit PSD-Dateien, die PaintShop Pro eigentlich lesen kann, brachte das Programm reproduzierbar zum Absturz.

Dass Corel den internen Raw-Entwickler rausgeworfen hat, ist für PaintShop Pro ein Verlust, denn der verbliebene Raw-Import-Dialog taugt nichts. So ist

PaintShop Pro Standard für knapp 70 Euro keine Option für Raw-Fotografen. Nur die Ultimate-Version bringt den tauglichen Raw-Entwickler AfterShot 3 mit.

Die schwebende Palette des Beschnittwerkzeugs blendet Drittelregel, Goldene Spirale und dergleichen ein. Außerdem enthält sie jetzt

Schaltflächen, mit denen sich die bereits vorhandenen Soforteffekte sowie Weichzeichner hinzufügen lassen, was kaum einen Zeitgewinn bedeutet gegenüber dem Aufruf über das Menü. Bei großen Dateien dauert es zudem sehr lange, bis die Soforteffekte in der Bildvorschau erscheinen. Auch die Arbeit mit Masken gestaltet sich schleppend langsam.

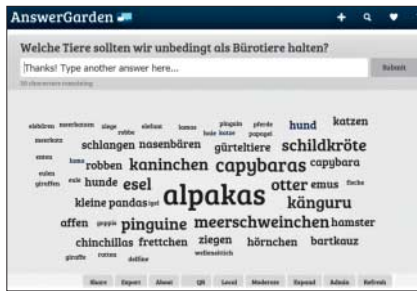
PaintShop Pro bearbeitet nun 360-Grad-Fotos. Das heißt, man kann diese beschneiden, gerade rücken und ein mit fotografiertes Stativ retuschieren – alles mit Bordmitteln, die auch schon zuvor vorhanden waren. Corel hat zwei neue Effekte spendiert. Sie heißen kleiner Planet und Kaninchenbau. Einer wickelt das Bild an der unteren Kante, sodass sich der Boden zu einer Kugel formt. Der andere wickelt es an der oberen, sodass der Himmel zum Loch wird. Beides lässt sich leider nur im 360-Grad-Arbeitsbereich, jedoch nicht auf Panoramafotos anwenden.

Die einzige nennenswerte Neuerung bietet das kostenlose Zusatz-Plug-in „Pic To Painting“. Nach Installation über den Willkommensbereich setzt es Fotos mithilfe künstlicher Intelligenz in digitale Gemälde um. Die erzielten Effekte erinnern an die App Prisma, die es Anfang 2017 zu großer Popularität schaffte.

Die Neuerungen in PaintShop Pro 2019 fallen so dünn aus, dass sich ein Upgrade nicht lohnt. Gegenüber Version 2018 hat der Hersteller größtenteils bestehende Funktionen herumgeschoben. Dringend nötige Performance-Verbesserungen bleiben hingegen aus. (akr@ct.de)

## PaintShop Pro 2019 Ultimate

Bildbearbeitung	
Hersteller	Corel, www.corel.de
Systemanf.	Windows ab 7
Preis	89,99 € (Upgrade 69,99 €)



## Wolkenumfrage

**AnswerGarden ist ein kostenloses Online-Werkzeug, das Beiträge von Gruppenteilnehmern in einer Wortwolke sammelt.**

Wenn man Aussagen rund um ein bestimmtes Thema sammeln will, kann man entweder zu Pappkärtchen greifen, die man auf Stellwände pinnt, oder man nutzt ein Online-Werkzeug wie AnswerGarden.

Um ein Stimmungsbild auszuloten, bietet das Tool einige Optionen an. So lässt sich festlegen, dass kein Teilnehmer wiederholt denselben Begriff eingeben darf. Die Antwortlänge lässt sich auf 20 beziehungsweise 40 Zeichen beschränken – andere Längenlimits kann man nicht vorgeben.

Über einen Link gelangen die Teilnehmer zur Umfrage. Oben steht die Frage, darunter tippt man seine Antworten ein. Sollte ein Scherzbold in der Gruppe Blödsinn eintippen, kann der Administrator diese Antworten ausblenden. Das Tool zeigt alle Eingaben willkürlich sortiert im mittleren Fensterbereich an. Je häufiger ein Begriff fällt, desto größer stellt ihn AnswerGarden dar – das funktioniert aber nur mit identischen Wörtern: Kiwi und Kiwis listet das Programm separat. Das Resultat lässt sich im CSV-Format exportieren.

Wer die Ergebnisse in einem zweiten Schritt nach Oberthemen gruppieren will, der ist mit einer Mindmap-Lösung besser bedient. Wer aber Umfrageergebnisse auf ungewohnte Art und Weise visualisieren möchte, sollte sich AnswerGarden näher anschauen. (apoi@ct.de)

### AnswerGarden

Umfrage-Tool	
Hersteller	Creative Heroes, <a href="https://answergarden.ch">https://answergarden.ch</a>
Systemanf.	Webbrowser
Preis	<b>kostenlos</b>

## Übungsgehilfe

**Die Mobil-App Flowlingo hilft beim Üben einer Fremdsprache, indem sie bei Bedarf Übersetzungen einblendet. Das klappt für einzelne Wörter genauso wie für ganze Sätze.**

Die kostenlose App für Android und iOS animiert ihre Nutzer dazu, ihre Fremdsprachenkenntnisse nebenbei zu vertiefen. Dazu wählen sie aus, ob sie mit Videos oder Website-Inhalten üben wollen.

In der übersichtlichen Anwendung findet der Nutzer sich schnell zurecht. Am unteren Bildschirmrand gibt es die Menü-Buttons: Web, Words (Vokabeltraining) und Help. In einigen Sprachpaaren kommen noch Videos dazu. Books gibt es derzeit nur für Englisch/Spanisch.

Zu Beginn legt der Nutzer fest, welches die Ausgangssprache sein soll – in aller Regel seine Muttersprache – und welche Sprache er trainieren will. Diese Einstellungen lassen sich jederzeit übers Menü verändern, indem man das Flaggensymbol antippt. Insgesamt stehen zwar 32 Sprachen zur Wahl, allerdings funktioniert noch nicht jede Sprachkombination: Deutsch/Norwegisch zum Beispiel ließ sich im Test nicht einstellen.

Um fremdsprachige Internetseiten zu durchstöbern, wählt man das Web-Icon. Flowlingo schlägt diverse Nachrichtenseiten vor, alternativ tippt man eine beliebige Internetadresse in den App-eigenen Webbrowser ein. Um ein Wort übersetzen zu lassen, tippt man es länger an. Die App markiert das Wort und zeigt die gewohnten Symbole für Markierungsanfang und Markierungsende an. Falls man mehr als nur ein Wort übersetzen lassen will, erweitert man die Markierung auf den gewünschten Bereich. Im oberen Teil des Bildschirms zeigt Flowlingo die Übersetzung an.

Einzelne Sätze kann man noch ganz gut anzeigen lassen. Bei längeren Abschnitten wird die Darstellung unübersichtlich, da die Übersetzung zu viel Raum einnimmt. Flowlingo kümmert sich in der Übersetzung nicht um Absätze oder Formatierungen der Quelle: Den übersetzten Text schreibt die App hintereinander weg, sodass man schnell den Überblick verliert. Wischt man auf der Webseite nach oben oder unten, um die passende Stelle im Text zu finden, geht die Übersetzung verloren. Man sollte sich



Dumbledore: Así mismo nuestro celador, el señor Filch

Dumbledore: Likewise our guard, Mr. Filch

Dumbledore : me ha pedido que os recuerde que el pasillo del tercer piso, el del lado derecho no es está permitido para todo aquel que no desee la más dolorosas de las muertes

Dumbledore: He has asked me to remind you that the corridor on the third floor, on the right side is not allowed for anyone who does not

also besser in kleinen Häppchen vorarbeiten oder gleich aufs Tablet mit größerem Bildschirm wechseln.

Hinter den angebotenen Videos verstecken sich zumeist YouTube-Clips mit niedergeschriebenen Dialogen, unterteilt in kleine Abschnitte. Tippt man einen der Abschnitte an, blendet die App die Übersetzung ein und springt im Video an die zugehörige Stelle. Das ist super, um das Hörverstehen zu trainieren. Insbesondere Anfänger profitieren davon, dass sie lesen können, was die Protagonisten sagen. Reicht das nicht aus, blenden Sie die Übersetzung ein.

Flowlingo eignet sich nicht, um eine völlig unbekannte Fremdsprache zu lernen, ergänzt aber Apps wie Duolingo. Die Video-Funktion dürfte vor allem Anfänger ansprechen – Fortgeschrittene haben mehr Freude an Streamingdiensten, die fortlaufend Untertitel einblenden und mit ununterbrochenem Serienvergnügen locken. Dennoch ist Flowlingo eine witzige App, mit der man spielerisch seine Fremdsprachenkenntnisse verbessern kann. Insbesondere die Videos samt Übersetzungen laden zum unterhaltsamen Üben ein. Ein zusätzlicher Bonus: Die Aussprache ist näher an der, die einem im nächsten Urlaub begegnen wird, als die geschliffene Aussprache des Lehrers im Abendkurs. (apoi@ct.de)

### Flowlingo

Sprachlern-App	
Hersteller	WoW Labs, <a href="https://getflowlingo.com">https://getflowlingo.com</a>
Systemanf.	Android ab 4.4, iOS ab 9.0
Preis	<b>kostenlos</b>





## Kerzenschein

**In „Candle: The Power of the Flame“ muss der Spieler knifflige Rätsel mit einer Kerze lösen.**

Der kleine Teku wandert durch eine Märchenwelt und muss mit dem kostbaren Licht in seiner Hand schwierige Aufgaben bewältigen. So lässt er etwa einen Eisblock schmelzen und rettet das Baby einer Affenmutter. Im zweiten Abschnitt setzt Dauerregen ein, der die Kerze sofort löscht. Wo bekommt Teku nur einen Schirm her?

Die Rätsel sind hübsch in die Landschaft eingebunden und laden zum fleißigen Grübeln ein. Taucht Teku durch ein Labyrinth, so muss er auf unscheinbare Abzweigungen achten. Die spanischen Entwickler verzichten auf blinkende Hotspots und andere Hilfestellungen. Da gilt es, mit Gegenständen und alternativen Wegen zu experimentieren. Wegen der trägen Gamepad-Steuerung verlangen manch knifflige Sprungpassagen allerdings viel Geduld.

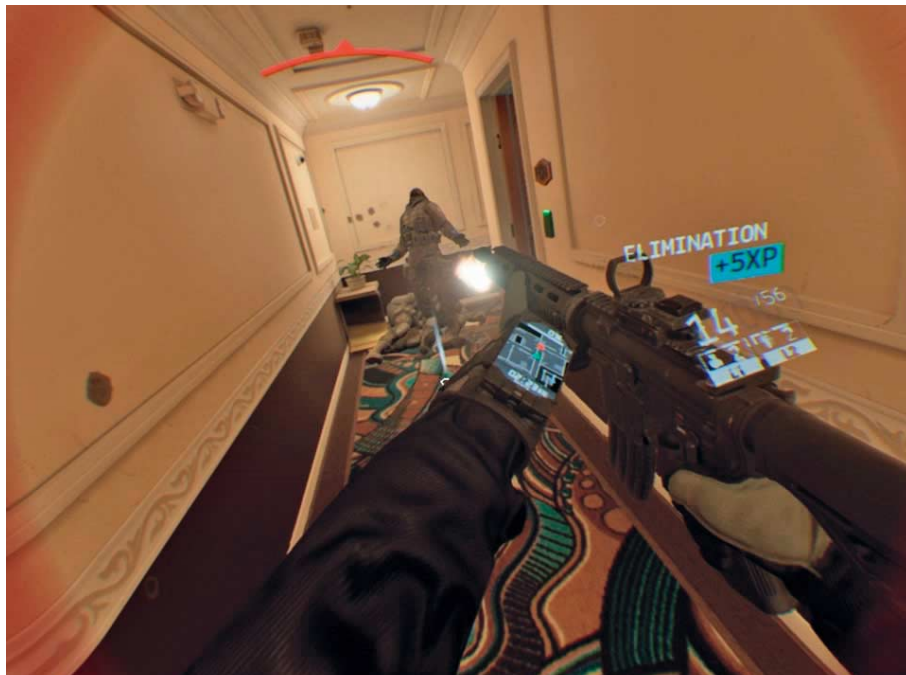
Doch Beharrlichkeit zahlt sich aus: Der Spieler freut sich wie ein Schneekönig, wenn er ein komplexes Rätsel aus eigener Kraft löst. Die handgezeichneten Kulissen sehen entzückend aus. Der ruhige Soundtrack schwillt in brenzligen Situationen bedrohlich an.

Während der rund achtstündigen Dauer löst der Spieler pfiffige Minirätsel und lehnt sich am Ende entspannt zurück, wenn er mit Geschick und Hirnschmalz die Teku-Welt wieder ins Lot gebracht hat.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

## Candle: The Power of the Flame

Rätsel-Adventure	
Vertrieb	Tekustudios, <a href="http://www.tekustudios.com">www.tekustudios.com</a>
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.9, Ubuntu ab 12.04, PS4, Xbox One, Switch
Preis	10 bis 20 €



## Über Kimme und Korn

**In Firewall Zero Hour liefern sich acht Online-Spieler spannende Schießereien in VR mit einem Plastik-Gewehr.**

Mit Fire Wall Zero Hour macht die VR-Sparte der Playstation einen gewaltigen Sprung nach vorne. Das Spiel ist im Grunde die VR-Version von Rainbow Six Siege: ein reinrassiger Online-Ego-Shooter, in dem sich acht Spieler in zwei Teams durch neun verwinkelte Level jagen. Ganz klassisch gibt es nur zwei Spielmodi: Ziel ist immer ein Datenkoffer, den man stehlen oder schützen muss. Der zufällige Fundort wird auf einer digitalen Karte angezeigt.

Aus einem Dutzend Söldnern wählt man einen Avatar mit besonderen Talenten. Manche heilen Mitspieler besonders schnell, andere bewegen sich sehr leise. Jeder Krieger trägt außer der Haupt- und Nebenwaffe zwei Annäherungsminen oder Blendgranaten. Je länger man spielt und im Rang aufsteigt, desto größer wird die Auswahl an Waffen und Ausrüstungen.

Es gibt zwar einen simplen Offline-Trainingsmodus, in diesem wehrt man sich jedoch lediglich gegen heranstürmende Bots. Die Hauptattraktion sind die intensiven Online-Partien, für die man ein Plus-Abo für 5 bis 8 Euro im Monat abschließen muss.

Die Spieler bewegen sich flüssig durch die abwechslungsreichen Level mit mehreren Stockwerken. In VR kann man sich hinter einer Deckung verschanzen, vorsichtig hervorlugen und mit dem VR Aim Controller über Kimme und Korn zielen. Das bringt eine neue Dimension in Online-Shooter. Zwar lässt sich Firewall auch mit einem PS4-Gamepad spielen, online ist man damit jedoch chancenlos. Um zu bestehen, braucht man zudem ein eingespieltes Team, das sich per Voice-Chat taktisch abspricht.

Wird ein Spieler getroffen, kauert er einen Moment am Boden und wartet auf die Reanimation durch einen Mitspieler. Kommt dieser zu spät, darf man immerhin bis zum Ende einer Runde durch die Überwachungskameras schalten und Freunde warnen.

Die VR-Umsetzung mit dem Aim Controller ist Sony hervorragend gelungen. Trotz der geschmeidigen Bewegungen wurde uns nicht mulmig. Durch die Immersion fiebert man in den Gefechten deutlich mehr mit als in anderen Shootern am Bildschirm. Störend sind einzig die langen Wartezeiten in der Lobby, bis ein einzelnes Match endlich beginnt.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

## Firewall Zero Hour

VR-Online-Shooter	
Vertrieb	Sony Interactive Entertainment
System	PS4 mit PSVR
Preis	40 € / mit Aim Controller circa 70 € (USK 16)





## Lauer Aufguss

**Vor knapp 20 Jahren galten Shenmue 1 und 2 als Meisterwerke – doch die Neuauflage enttäuscht.**

Als Sega 2000 und 2001 die Action-Adventures „Shenmue“ und „Shenmue 2“ für die Dreamcast veröffentlichte, zählten sie zu den teuersten und technisch aufwendigsten Spielen. Allerdings flopten sie an den Kassen und der Vertrieb der Dreamcast wurde bald darauf eingestellt.

Nun kann man beide Teile unter Windows und auf der PS4 und Xbox One neu entdecken. Bei der Portierung hat sich Sega allerdings keine Mühe gegeben. Der vom Spieler gesteuerte Held Ryo bewegt sich starr wie ein Roboter und läuft wegen der störrischen Steuerung ständig gegen Wände. Die Kamera lässt sich nur ruckweise drehen.

An den Animationen und Texturen der blockigen Figuren und Gebäude wurde nichts verändert. Was damals entzückte, wirkt heutzutage ungeschliffen. Schritte klingen blechern, die Sprachausgabe (Englisch und Japanisch) ist schlecht abgemischt und die Menüs muten steinalt an.

Trotz der technisch halb garen Umsetzung macht der Mix aus Erkundung, Dialogen und Kämpfen durchaus Spaß. Jeder Teil dauert rund 25 Stunden. Spielstände sollen sich im dritten Teil verwenden lassen, der mit zeitgemäßer Grafik im August 2019 auf den Markt kommen soll.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

## Shenmue 1 & 2

Retro-Action-Adventure	
Vertrieb	Sega, shenmue.sega.com
Systeme	Windows ab 7, PS4, Xbox One
Preis	35 € (USK 12)



## Gemeinsam fürs Klima

**Bis zu 50 Spieler können an einer Partie „Keep Cool mobil“ teilnehmen. Ihre Entscheidungen im Spiel wirken sich auf die wirtschaftliche Entwicklung ihres eigenen Standorts aus, aber auch auf das Klima der gesamten Erde.**

Wirtschaftspolitische Entscheidungen treffen, ohne dabei das Klima aus den Augen zu verlieren – das ist die Idee des Brettspiels „Keep Cool“. Inzwischen gibt es mehrere Digitalversionen des Lernspiel-Klassikers. „Keep Cool mobil“ läuft im Browser auf PC und Mobilgeräten.

Zunächst legt der Spielleiter ein neues Spiel an und erzeugt einen Code, mit dem sich alle Mitspieler einloggen können; der Spielleiter-Zugang setzt eine Registrierung voraus. Ist das Spiel gestartet, läuft die Anzeige beginnend mit dem Jahr 2000 los. Bis zum Jahr 2010 dürfen Spieler der Partie noch beitreten. Der Leiter kann das Spiel pausieren und später weiterspielen lassen – allerdings nur innerhalb von drei Tagen nach Spielstart. In der Standardeinstellung dauert ein Jahr im Spiel 30 Sekunden, das entspricht einer Gesamtspielzeit von knapp einer Stunde.

Wie im Brettspiel gibt es Ländergruppen, etwa USA und Partner, Europa, Schwellenländer und die „Gruppe der 77“. Die Zuordnung des Spielers zu einer Gruppe erfolgt automatisch. Bei „Keep Cool mobil“ übernehmen die Spieler nun die Rolle des Bürgermeisters einer Metropole: In Europa kann man also wählen, ob man London, Paris, Rom oder eine andere europäische Großstadt regieren möchte. Das macht das Spielgeschehen etwas anschaulicher, zumal ein Infofenster die Stadt und deren klimatische Besonder-

heiten kurz vorstellt. Einige Zuordnungen sind merkwürdig – so tauchen in der Schwellenländer-Gruppe unter anderem Hongkong, Moskau und Johannesburg auf.

Zwei Arten von Fabriken – klimaschädliche und klimaneutrale – spülen Geld in die Kasse. Das kann der Spieler in weitere Firmen investieren, in Forschungsprojekte stecken oder als Entwicklungshilfe an andere Spieler überweisen. Der Bau von Fabriken bringt öffentliche Siegpunkte. Es gibt allerdings auch geheime Siegpunkte für die Erfüllung politischer Forderungen. Hier ist der Spieler von der Meinung seiner Bürger abhängig, die mal Wirtschaftswachstum, mal besseren Schutz vor schädlichen Klimafolgen wie Überschwemmungen verlangen. Im Chat mit den Mitspielern kann man sein Verhandlungsgeschick erproben.

Ein Newsticker informiert permanent über weltweite Ereignisse wie Dürren oder Hitzerekorde. Das ständig steigende Thermometer und der Newsticker erzeugen ein Gefühl der Dringlichkeit, das Abwägen zwischen eigenen Interessen und gemeinsamen Klimazielen erweist sich oft genug als Zwickmühle. Nach Ablauf von 100 Jahren gewinnt, wer die meisten Siegpunkte erreicht hat – es sein denn, die globale Temperatur steigt vorher schon um mehr als 2 Grad an. Dann endet das Spiel sofort und alle haben verloren.

„Keep Cool mobil“ will Schülern der Klassenstufen 8 bis 13 ein Verständnis für die Wechselwirkung von Wirtschaft, internationaler Politik und Klimaentwicklung vermitteln. Das gelingt erstaunlich gut, obwohl das Spiel nur einen ganz kleinen Teil dieser hochkomplexen Zusammenhänge darstellt. (dwi@ct.de)

**Infos zum Spiel und didaktische Materialien:** [ct.de/y49j](http://ct.de/y49j)

## Keep Cool mobil

Lernspiel zum Klimawandel	
Anbieter	Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, <a href="http://www.keep-cool-mobil.de">www.keep-cool-mobil.de</a>
Systeme	Internetverbindung, PC oder Mobilgerät mit Chrome, Mozilla Firefox oder Safari
Preis	<b>kostenlos</b>

# Durch die Hintertür

**AGB-Klausel soll Kundenrechte bei Ersatzteil-Engpass einschränken**



**Wer als Kunde ein defektes Notebook reparieren lassen will, sollte sich vor der Auftragsvergabe genau über den beauftragten Betrieb informieren. Andernfalls droht möglicherweise Ärger mit nicht ganz so gesetzestreuen Unternehmen.**

**Von Georg Schnurer**

**D**er Ärger begann für Hubert S. im Mai: Das Netzteil seines Lenovo-Notebooks vom Typ Z710 rauchte ab. Da die Garantie abgelaufen war, erwarb er kurzerhand ein neues Netzteil und ersetzte auch gleich den Akku. Doch auch mit dem neuen Akku wollte das Z710 partout nicht starten. Das Laden funktionierte zwar noch, doch weiter tat sich nichts.

Zunächst versuchte Hubert S., das Gerät bei einem eBay-Händler mit recht guten Bewertungen reparieren zu lassen. Doch der streckte die Waffen: Das Mainboard sei defekt. Er müsse ein passendes Ersatzteil beschaffen, das aber über acht Wochen Lieferzeit hätte und obendrein gut 200 Euro kosten würde. So viel Geld wollte der Kunde nicht mehr in das Notebook stecken. Er erhielt das nach wie vor defekte Notebook zurück, Kosten für den erfolglosen Reparaturversuch fielen nicht an.

Nun suchte Hubert S. im Internet selbst nach einem Austauschboard. Fündig wurde er bei einer Webseite, die sich „Der PC-Spezialist für Regensburg“ nannte und unter <https://pcspezialist-regensburg-notebookservice.de/> erreichbar war. Dort bot man ein Ersatz-Board inklusive kostenlosem Einbau für attraktive 129 Euro an. Für den Hin- und Rückversand des Notebooks kamen noch einmal 15 Euro dazu. Kurzerhand rief der Kunde bei dem Händler an und ein freundlicher Mitarbeiter teilte ihm mit, dass noch drei für sein Notebook passende Ersatzboards auf Lager seien. Wenn er schnell bestelle, könne er sein mobiles Arbeitsgerät in einer Woche wieder benutzen.



Das Angebot sprach Hubert S. an und der Name „PC-Spezialist“ erweckte Vertrauen. So kaufte er am 1. Juni das Ersatzboard inklusive Einbau. Die Auftragsbestätigung erhielt mit der Absende-URL [notebook-service-center-sued.de](http://notebook-service-center-sued.de). Das defekte Notebook wurde von UPS abgeholt und am 6. Juni meldete sich dann der Reparaturbetrieb und bat um Rückruf. Man habe festgestellt, dass neben dem Mainboard auch noch die CPU defekt sei.

Schweren Herzens entschied sich Hubert S. zum Kauf einer neuen CPU. Am 8. Juni erhielt er die Nachricht, dass die Reparatur in Kürze abgeschlossen sei. Er möge doch bitte vorab 236,82 Euro auf ein Konto in Österreich überweisen. Hubert H. wunderte sich zwar etwas: Das Board hatte er schließlich bei einem deutschen Unternehmen gekauft, dessen Firmensitz laut Impressum Berlin sein sollte. In der Hoffnung, sein Notebook bald wieder in Händen zu halten, zahlte er.

## Wartezeit

Doch zunächst herrschte Funkstille. Als das Notebook auch am 21. Juni noch nicht wieder angekommen war, kontaktierte Herbert S. den Händler. „Ihr Gerät wird nächste Woche Dienstag ausgeliefert.“, lautete die knappe Antwort des namenlosen Mitarbeiters. Doch der Dienstag verstrich, ohne Notebook-Lieferung und ohne jede Nachricht vom Reparaturbetrieb. Es wurde Freitag, und so langsam schwante Hubert S. Böses. Erneut fragte er nach dem Verbleib des Geräts und erfuhr, dass dieses im Testlauf sei. Erst am 2. Juli meldete sich das „Service Center Süd“: Der Testlauf habe einen Fehler gezeigt und die Technik arbeite bereits an dessen rascher Behebung.

Als er gut eine Woche später noch immer nichts vom Reparaturbetrieb gehört hatte, platzte dem Kunden der Kragen. Per E-Mail setzte er dem Unternehmen eine Frist bis zum 17. Juli, ihm entweder das reparierte Gerät zurückzuschicken oder aber das defekte Notebook und die Zahlungen für die Ersatzteile zu erstatten. Die knappe Antwort: „Das zusätzlich bestellte Ersatzteil müsste heute eintreffen.“

Am Abend des 17. Juli hatte der Kunde weder ein funktionsfähiges noch ein defektes Notebook, geschweige denn die Vorauszahlung in Händen. Er forderte die Firma deshalb auf, ihm bis zum 20. Juli

Der Händler gehört weder zum PC-Spezialist-Verbund von Synaxon, noch sitzt er in Regensburg. Laut Impressum hat das Unternehmen eine Berliner Adresse.



das defekte Gerät und das vorab bezahlte Geld zukommen zu lassen.

Das focht den Reparaturbetrieb freilich überhaupt nicht an. Ungerührt teilte man dem Kunden am 19. Juli mit, dass man den zuständigen Techniker informieren werde. Dann, am 31. Juli, versprach man, das Notebook noch am selben Tag zu versenden. Die Paketnummer werde folgen. Zwei Tage später hielt Hubert S. sein nach wie vor defektes Gerät in Händen. Es war nun kaputter als zuvor, denn nun regte sich das Notebook gar nicht mehr. Vor dem fehlgeschlagenen Reparaturversuch durch das „Service Center Süd“ ließ es sich wenigstens noch einschalten, bootete dann aber nicht mehr.

Dazu erhielt er noch eine „Reparaturgutschrift“ über 236,82 Euro. Diese könne er bei einer späteren Reparatur mit den dann anfallenden Kosten verrechnen, hieß es lapidar. Es folgte noch ein Verweis auf Punkt 8 der Händler-AGB, in der das Unternehmen dieses Vorgehen bei Ersatzteilmangel beim Austausch von Grafikkarten oder Mainboards ankündigte.

Hubert S. fühlte sich nun komplett verärgert: Die ursprünglich „innerhalb einer Woche“ versprochene Reparatur war nach zwei Monaten nicht gelungen und der Händler wollte auch noch das vorab gezahlte Geld einbehalten, bis denn irgendwann ein passendes Ersatzteil verfügbar sei. Kurzerhand widerrief er am 2. August den Kaufvertrag. Die Antwort vom „Service“: „Das ist nicht gesetzeskonform!!!!“

Nach kurzer Beratung mit seinem Anwalt teilte der Kunde dem Unternehmen mit, dass der Punkt 8 der AGB schlicht ungültig sei und obendrein dem gesetzlich garantierten Widerrufsrecht widerspreche.

Nun wurde es laut auf der Gegenseite. „Hier widerspricht sich gar nichts“, antwortete das Unternehmen in fetten Lettern. Das Widerspruchsrecht gelte für 14 Tage, nachdem der Kunde oder ein von ihm beauftragter Dritter die Ware in Besitz genommen habe. Eben das habe man getan: Man habe das verkaufte Mainboard auf Wunsch des Kunden in Besitz genommen. Dann hätte es nach dem Einbau und dem Probelauf einen Ausfall gegeben, so etwas könne immer passieren.

## Hintertür im Widerrufsrecht?

Hubert S. hatte nun die Nase voll. Zum einen wollte er der spitzfindigen Auslegung des Händlers nicht folgen, zum anderen hatte er das Gefühl, hier gegen Windmühlen zu kämpfen. Kurzerhand bat er die c't-Redaktion um Unterstützung.

Wir rieben uns bei der Sichtung der übermittelten Unterlagen und auch beim Lesen der AGB und des Impressums des Händlers mehrfach die Augen: Allein hier klar auseinanderzuhalten, wer eigentlich mit wem welchen Vertrag geschlossen hat, ist der reinste Wirrwarr. Der Kunde hat bei der Webseite [pcspezialist-regensburg-notebookservice.de/](http://pcspezialist-regensburg-notebookservice.de/) ein Ersatzmainboard inklusive kostenlosem Einbau bestellt. Dieses Unternehmen hat laut Impressum seinen Sitz in Berlin im Glockenblumenweg 131a. Die Zahlung soll dann aber auf das österreichische Konto einer Firma na-

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**

mens T.P.G. Scheidl GmbH mit Sitz in Berlin und Klagenfurt erfolgen. Sind das jetzt zwei unabhängige Unternehmen? Der übereinstimmende Firmensitz in Berlin lässt daran Zweifel aufkommen.

Doch unabhängig von der Firmenkonstellation bleibt die Frage, welche Rechte der Kunde hier tatsächlich hat. Wir baten deshalb den Berliner Rechtsanwalt Ronny Jahn, einen ausgewiesenen Experten für Verbraucherrecht, um eine Einschätzung des Falles.

Aus Sicht des Rechtsexperten ist im vorliegenden Fall überhaupt noch kein Vertrag zwischen dem Kunden und dem Händler zustande gekommen, sondern lediglich ein vorvertragliches Verhältnis. Der Händler deklariert die Verträge über die Motherboards als Kaufverträge mit Montageverpflichtung. Laut Ziffer 3 der Händler-AGB ist so ein Kaufvertrag aber erst dann zustande gekommen, wenn der Händler das bestellte Produkt an den Verbraucher versendet beziehungsweise den Versand per E-Mail bestätigt hat. Das ist hier nicht der Fall, da er weder Motherboard noch CPU an den Verbraucher geschickt hat. Die Folge davon ist, dass der Händler eine Zahlung ohne Rechtsgrund erhalten hat und insoweit ungerechtfertigt bereichert ist. Daher ist er verpflichtet, die Zahlung vollständig zu erstatten.

Doch selbst wenn man abweichend von den Händler-AGB davon ausginge, dass ein wirksamer Vertrag zustande gekommen ist, hat der Kunde hier ein Rücktrittsrecht wegen nicht erbrachter Leistung (§ 323 BGB). Den Rücktritt hat der Kunde implizit in seiner E-Mail vom 17. Juli erklärt, nachdem der Händler die am 11. Juli gesetzte Frist hat verstreichen lassen. Damit muss der Händler die empfangenen Leistungen zurückgewähren (§ 346 BGB).

Zu guter Letzt steht dem Kunden auch noch ein Widerrufsrecht zu, da es sich zweifelsfrei um einen Fernabsatzvertrag handelt. Die Widerrufsfrist beginnt erst dann zu laufen, wenn der Kunde das Motherboard und die CPU erhalten hat. Dass der Verkäufer das Motherboard schon in Besitz genommen hat, ist für die Widerrufsfrist völlig unerheblich. Richtig ist zwar, dass die Widerrufsfrist auch schon zu laufen beginnen kann, wenn ein beauftragter Dritter die Ware in Empfang nimmt. Der Verkäufer ist aber kein „Dritter“.

Egal welche rechtliche Konstruktion man hier für richtig hält – in jedem Fall muss der Reparaturbetrieb das herausgeben, was er erlangt hat: das Geld des

Kunden. Der Versuch, dieses Recht via AGB-Klausel zu umgehen und durch die Herausgabe eines Gutscheins zu ersetzen, stellt eine unangemessene Benachteiligung der Verbraucher dar (Verstoß gegen § 307 BGB). Das führt zur Unwirksamkeit der Klausel.

## Und nun?

Der Kunde hat also alles Recht der Welt, den „Reparaturgutschein“ abzulehnen und auf die Rückzahlung des Geldes zu pochen. Natürlich baten wir die T.P.G. Scheidl GmbH beziehungsweise das „Notebook-Service-Center-Sued.de“ um Stellungnahme. Konkrete Antworten auf unsere Fragen blieb das Unternehmen bis zum Redaktionsschluss schuldig.

In einem Telefonat wiederholte Herr Petschornig von der Geschäftsleitung lediglich die bereits gegenüber dem Kunden vorgebrachte Konstruktion, laut der sein Unternehmen das Mainboard im Auftrage des Kunden „in Besitz“ genommen habe und es deshalb kein Widerrufsrecht mehr gäbe. Das hätte auch das Amtsgericht Neukölln bestätigt, beteuerte er, allerdings ohne dazu ein Aktenzeichen zu nennen, das es ermöglicht hätte, dieses Urteil genauer unter die Lupe zu nehmen. Dass die vorgebrachte Konstellation nicht ganz fair sei, räumte Petschornig unumwunden ein. Wörtlich sagte er: „Es ist nicht schön, es ist menschlich nicht sauber, aber so ist nun mal das Gesetz.“

Immerhin ließ das Unternehmen den Kunden nach unserer Anfrage wissen,

dass in Kürze vier neue „Ersatzboards“ von Lenovo eintreffen würden und man bereit sei, das Mainboard wie gewünscht auszutauschen. Telefonisch teilte uns der Geschäftsführer noch mit, dass er auch bereit sei, den Kaufpreis für das Board zu erstatten. Die neue CPU hätte der Kunde aber zusammen mit dem Notebook erhalten, weshalb es da auch kein Geld zurückgäbe. Ob in dem an den Kunden zurückgeschickten Notebook tatsächlich eine neue CPU steckt, konnte uns Hubert S. nicht sagen – er wollte das Gerät auf keinen Fall öffnen. Die Tatsache, dass in der „Reparaturgutschrift“ explizit „Mainboard defekt“ und „Prozessor defekt“ auftauchen, legt eine andere Vermutung nahe. Angesichts dieser Ungereimtheiten rieten wir Hubert S., sein Gerät nun doch noch einmal zur Reparatur an das Unternehmen zu senden. Er hofft nun, dass wenigstens dieser letzte Reparaturversuch zügig und erfolgreich vonstatten geht.

Bleibt noch anzumerken, dass „Der PC Spezialist für Regensburg“, wie sich die T.P.G. Scheidl GmbH auf der Webseite pcspezialist-regensburg-notebookservice.de selbst nennt, nichts mit dem zur Synaxon AG gehörenden Händlerverbund „PC Spezialist“ zu tun hat. Die Namensähnlichkeit und die damit verbundene Verwechslungsgefahr dürfte die Firma von Herrn Petschornig ebenso billigend in Kauf nehmen wie den Irrtum mancher Kunden, hier mit einem Unternehmen mit Sitz in Regensburg Geschäfte zu machen. (gs@ct.de) **ct**

## Service im Visier

Immer wieder bekommen wir E-Mails, in denen sich Leser über schlechten Service, ungerechte Garantiebedingungen und überzogene Reparaturpreise beklagen. Ein gewisser Teil dieser Beschwerden ist offenbar unberechtigt, weil die Kunden etwas überzogene Vorstellungen haben. Vieles entpuppt sich bei genauerer Analyse auch als alltägliches Verhalten von allzu scharf kalkulierenden Firmen in der IT-Branche.

Manchmal erreichen uns aber auch Schilderungen von geradezu haarsträubenden Fällen, die deutlich machen, wie einige Firmen mit ihren Kunden umspringen. In unserer Rubrik „Vorsicht,

Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und dubiose Geschäftspraktiken. Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen Unternehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich veranlassen unsere Berichte ja auch den einen oder anderen Anbieter, sich zukünftig etwas kundenfreundlicher und kulanter zu verhalten.

Falls Sie uns eine solche böse Erfahrung mitteilen wollen, senden Sie bitte eine chronologisch sortierte knappe Beschreibung Ihrer Erfahrungen an: vorsichtkunde@ct.de.



Anzeige



# Up and Down

## Kleinst-E-Mobilität in den USA – ein Selbstversuch

**Kleine E-Fahrzeuge wie Tretroller werden als Heilsbringer für zukünftige Mobilitätskonzepte gehandelt. In den USA sind diese Überbrücker der letzten Meile mancherorts schon Realität. Wir haben sie ausprobiert und nicht nur Gutes zu berichten.**

**Von Stefan Porteck**

**W**as schießt Ihnen durch den Kopf, wenn Sie an Stadtverkehr in den USA denken? Wahrscheinlich eine Blechlawine, die sich Stoßstange an Stoßstange zwischen Häuserschluchten auf überfüllten Straßen langsam voranschiebt. Für die meisten US-amerikanischen Großstädte

trifft das auch zu. Doch im Land der Pickups und günstigen Spritpreise findet langsam ein Umdenken statt. Getrieben wird der Wandel aber nicht von der Politik, sondern wie schon oft vom Ideenreichtum im Silicon Valley.

Unternehmen wie Uber und Lyft haben in den USA den Individualverkehr innerhalb weniger Jahre umgekrempelt: In vielen kleineren Städten gibt es praktisch gar keine Taxis mehr, und selbst in Großstädten findet man sie oft nur noch vor Hotels oder Flughäfen. Wer eine Fahrgelegenheit braucht, greift zum Smartphone und bestellt sich einen privaten Fahrer. Doch das löst das Problem der vollen Straßen nicht – und umweltfreundlich ist es ebenso wenig. Nun wittern junge Start-ups die nächste Marktlücke, die nebenbei die Mobilität auf kurzen Strecken und der letzten Meile zwischen ÖPNV-

Haltestellen und dem gewünschten Ziel neu definieren könnte: Kleinst-E-Mobile. Flinke Gesetzgebung oder das Ausnutzen von Gesetzeslücken sorgten dafür, dass Tretroller mit Elektroantrieb in vielen Städten der USA legal gefahren werden dürfen. Für kurze Strecken sind solche Gefährte ideal. Aber sie sind teuer in der Anschaffung, zu unhandlich, um sie täglich in der Wohnung aufzuladen – und wohin mit dem rund 15 Kilo schweren Tretroller am Zielort?

Das im kalifornischen Santa Monica gegründete Unternehmen Bird will eine Antwort auf diese Fragen gefunden haben und startete im Herbst des vergangenen Jahres ein lokal begrenztes Pilotprojekt zum Sharing öffentlich zugänglicher E-Scooter. Einige Monate später expandierte Bird nach San Francisco und lockte mit Lime und Spin auch zwei Konkurren-

ten an, sodass in der Küstenstadt gleich drei Anbieter um Kunden buhlen.

Wir hatten die Möglichkeit, Bird bereits während der Testphase in Santa Monica auszuprobieren und einige Monate später in San Francisco zusammen mit Lime und Spin ausgiebiger zu testen – mit gemischten Ergebnissen.

## Appfahrt

Die Nutzung der Roller ist simpel und intuitiv. Die für Android und iOS verfügbaren Apps zeigen eine Straßenkarte der näheren Umgebung an, in der alle derzeit zur Verfügung stehenden Roller verzeichnet sind. Tippt man auf das Icon eines Scooters, blendet die Bird-App deren Akkustand ein, Lime zusätzlich die Reichweite. Sollte ein Roller am eingezeichneten Ort nicht zu finden sein, kann man ihn über die App kurz piepen lassen oder als verloren melden.

Hat man sich für einen Scooter entschieden, muss lediglich mit der App der QR-Code am Lenker gescannt werden. Danach ist der Roller gebucht und erscheint für andere Nutzer nicht mehr als verfügbar.

Vor der ersten Fahrt geben die Apps obligatorische Sicherheitshinweise, wie die Helmpflicht, das Mindestalter und die Auflage, nicht auf Gehwegen zu fahren. Das Fahren ist kinderleicht: Aufsteigen, einmalig mit dem Fuß abstoßen, um loszurollen, und dann den Knopf am Lenker drücken, um die Geschwindigkeit zu halten oder zu beschleunigen. Gebremst wird mit einer herkömmlichen Handbremse am Lenker.

Bezahlt wird bei Bird, Lime und Spin in der App, in der die Kreditkarten-Daten hinterlegt werden müssen. Der Basispreis pro Fahrt beträgt 1,50 US-Dollar (rund 1,30 Euro), anschließend wird jede Minute mit 15 US-Cent berechnet. Eine Kurzstreckenfahrt von drei Kilometern kostet dann je nach Verkehr zwischen 3 und 4 US-Dollar – billiger und schneller als mit einem Taxi oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Am Ziel angekommen, braucht man den Roller nur abzustellen und in der App wieder freizugeben, worauf diese eine Routenzusammenfassung nebst den angefallenen Kosten anzeigt.

Obleich Bird keine Zahlen nennt, dürften im Januar in Santa Monica etliche hundert Scooter im Einsatz gewesen sein: Weiter als in einem Radius von etwa 300 oder 400 Metern mussten wir nie nach einem freien Gefährt suchen.

Um das Aufladen der Akkus müssen sich die Nutzer nicht kümmern. Die Unternehmen sammeln nach eigenen Angaben leere Roller ein und laden sie auf. Wer mag, kann sich in den Apps auch als „Auflader“ registrieren und einfach einen Roller abends mit nach Hause nehmen und an die Steckdose hängen. Dafür werden in den Apps einige Dollar für Freifahrten gutgeschrieben.

Das Fahren in den wenig befahrenen Straßen von Santa Monica und auf der asphaltierten Strandpromenade machte riesigen Spaß: Die Roller erreichten spielend eine Geschwindigkeit von 20 bis 25 km/h und schafften mit einer Akkuladung etwa 30 Kilometer. Schon nach wenigen Tagen nutzten wir die Roller nicht mehr einfach nur zum Spaß, sondern nahmen sie als praktisches Transportmittel wahr – etwa zum Einkaufen oder für den Weg ins Restaurant oder zum Strand. Der Abschied von der neu erfahrenen Kurzstanz-E-Mobilität fiel bei der Abreise schwer.

## Über den Kopf gewachsen

Der ausschließlich positive Eindruck hielt aber nicht lange. Nur wenige Monate später machte sich bei unserem Test von Bird, Lime und Spin in San Francisco erste Ernüchterung breit: Mit nun sogar drei Anbietern in einer Stadt sollte es ja spielend leicht möglich sein, jederzeit einen Roller zu buchen – dachten wir ...

Auf den ersten Blick schien das auch kein Problem zu sein. Die Apps wiesen hunderte, wenn nicht gar tausende Scooter im Stadtgebiet aus. Wäre da nicht ein Problem gewesen: die Verteilung. So wünschten wir uns nach einer 15 Kilometer langen Wanderung an der Küstenlinie beim Betreten der Zivilisation nichts sehnlicher als einen Scooter, mit dem wir die verbleibenden 6 Kilometer zum Hotel düsen konnten. Doch Fehlanzeige: An belebten Plätzen und Hotspots waren freie Scooter oft Mangelware. Wenn doch mal einer in der App auftauchte, standen meist schon mehrere Menschen mit gezücktem Handy und enttäuschem Gesichtsausdruck daneben: Akku leer.

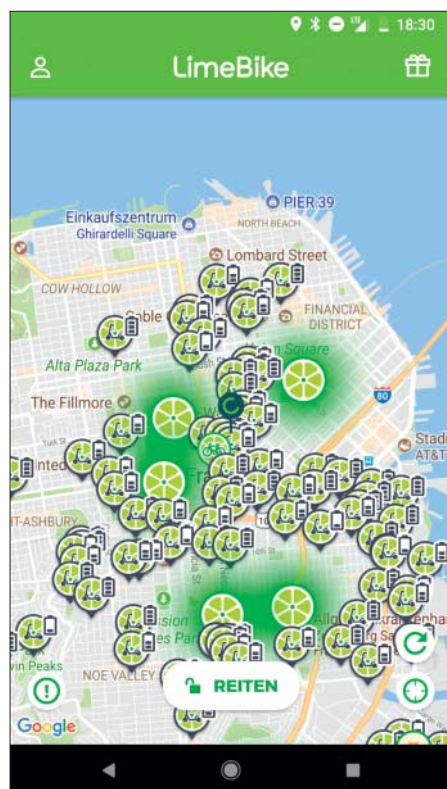
Dieses Szenario erlebten wir etliche Male. Über musste es dann richten – also doch wieder Auto, Abgase und Lärm. Nun könnte man das als First-World-Touristen-Problem abtun, denn in weniger frequentierten Wohngebieten ließ sich ein freier Roller viel leichter ergattern.

Doch hier stießen wir auf ein weiteres Problem, das auch Anwohner betrifft: Die Roller von Lime sind schlicht zu schwach für die Hügel der Küstenstadt. Selbst mit einer Akkuladung von mehr als 30 Prozent wurden sie an kleinen Steigungen merklich langsamer und begannen hektisch zu piepen, weil sich der Akku plötzlich dem Ende neigte. Wenige Meter später war meist Schluss mit der Fahrt. Selbst Scooter mit mehr als 80 Prozent schafften die Berge der Stadt bei



App öffnen, QR-Code scannen, losfahren. Die Nutzung der E-Scooter ist kinderleicht.





In den Tälern der Stadt sammeln sich hunderte Roller. An Hotspots, wo sie benötigt werden, ergatterten wir dagegen selten einen.

Fahrern über 50 Kilogramm nicht und blieben einfach stehen. Biss man dann die Zähne zusammen und schob den Roller für 15 Cent die Minute bergauf, glich die folgende Abfahrt wegen der schwachen Bremsen stellenweise einer Kamikaze-Fahrt.

Die Mietroller konzentrierten sich während unseres Tests deshalb überwiegend in den Tälern der Stadt. Sofern man dort nur kurz um den Block fahren wollte, stellte sich aber sofort wieder das gewohnte „Echt praktisch“-Gefühl ein, das wir vom ersten Test im Januar bereits kannten.

## Offene Konfrontation

So super wie junge Nerds, Teenager und Touristen die Scooter in San Francisco finden – die Bewohner sehen es offenbar anders: Bereits im Mai, wenige Wochen nach deren Einführung, regte sich heftiger Widerstand gegen die Rollerflut und das Thema beherrschte allabendlich die lokalen Fernsehnachrichten.

Der erste Grund: Während es einerseits sehr bequem ist, alle paar Meter einen freien Roller zu finden, bedeutet das andererseits, dass die Bürgersteige der

Stadt quasi davon überschwemmt werden. Besonders an engen Passagen nervt es als Fußgänger, im Slalom um die herumstehenden Roller herumzutippeln. Sofern die Roller überhaupt herumstehen – oft lagen sie einfach auch auf den Bürgersteigen, da sie mit ihren kurzen Ständern schon an kleinen Steigungen leicht umkippen. Wer die Hügel in San Francisco kennt, kann errahnen, dass rund ein Viertel der Scooter auf den Bürgersteigen liegen.

Der zweite Grund: Zwar wiesen uns alle Apps an, nicht auf Gehwegen zu fahren und einen Helm zu tragen, doch daran gehalten hat sich während unseres Aufenthalts praktisch niemand. Kein Wunder: Wer will schon rund um die Uhr prophylaktisch einen Helm mitschleppen, weil man ja vielleicht im Laufe des Tages spontan zum E-Roller greifen könnte?

Während sich die Fahrer ohne Helm vorrangig nur selbst gefährden, sieht es beim Fahren auf dem Gehweg anders aus. Die Roller sind viel zu schnell für Bürgersteige und im Stadtlärm praktisch nicht zu hören. Gerade auf den Uferpromenaden zwischen den Hafenpiers und der Golden Gate Bridge rauschten täglich Roller-Raser im Zickzack durch die Touristenmengen. Unfälle sind quasi programmiert.

Es war aber gar nicht leicht, sich besser zu verhalten: Auch wenn San Francisco erheblich radfahrerfreundlicher ist als andere Städte der USA, kommt sie trotzdem bei Weitem nicht an Europa heran. Bereits nach wenigen hundert Metern mit dem Roller auf der Straße war die Angst, von einem Auto angefahren zu werden, so groß, dass auch wir uns entschlossen, die Regeln zu ignorieren und lieber – langsam – auf den breiten Bürgersteigen zu fahren.

Der Zoff zwischen Fußgängern, Rollerfahren und Autos schaukelte sich bereits wenige Wochen nach dem Start von Bird, Lime und Spin in San Francisco so weit hoch, dass einige Einwohner zur Selbstjustiz griffen und die Roller beschädigten, mit Fäkalien beschmierten oder am Ufer geparkte Roller einfach ins Wasser schmissen. Letzteres schien auch ein „Sport“ unter halbstarke Jugendlichen zu sein. Zudem nahmen es manche Fahrer nicht so genau mit dem ordnungsgemäßen Abstellen der Roller. So fanden wir mehrere Scooter Kilometer fernab der Zivilisation im Sutro-Heights-Park. Offenbar wurden sie auf den unbefestigten Wanderwegen genutzt, soweit der Akku reicht, und dann einfach am Wegesrand entsorgt.

In Santa Monica war von diesen Problemen dagegen kaum etwas zu spüren. Das kann daran liegen, dass es sich aufgrund einer anderen Verkehrsdichte und -Planung dort nicht lebensgefährlich anfühlte, auf der Straße zu fahren, weshalb es kaum zu Konflikten mit Fußgängern kam. Auch Vandalismus haben wir dort nicht bemerkt, entweder, weil Anwohner sich nicht gestört fühlten, oder vielleicht auch, weil in der teuren Gegend generell weniger Vandalen leben.

## Unbegrenzte Möglichkeiten?

Im Vergleich zu Deutschland ist der US-Bundesstaat Kalifornien sehr fix darin, neue E-Mobile für den Straßenverkehr zuzulassen. Während hierzulande Fahrten mit elektrischen Skateboards oder Tretrollern auf öffentlichen Straßen verboten sind, ist dort der Betrieb unter entsprechenden Auflagen wie Helmpflicht oder Radwegnutzung problemlos möglich.

Diese Offenheit hat den findigen Unternehmen zwar Tür und Tor geöffnet, zwang die Behörden auf Druck der Anwohner aber auch zum Nachregulieren. So zeigte sich Santa Monica wenig erfreut über das ungenehmigte Pilotprojekt von Bird, die Kurzdistanzmobilität durch die E-Scooter auf den Kopf zu stellen. Die Birds wurden quasi über Nacht massenhaft auf die Straßen gekippt und



Die Roller weisen an der Lenksäule und in der App auf vorgeschriebenen Regeln wie Helmpflicht und ordentliches Parken hin. Die meisten Fahrer ignorieren sie.



los ging – was der Firma kurze Zeit später eine Strafe von 300.000 US-Dollar einbrachte.

Die Strafe dürfte dem Start-up aber egal sein: Dessen Wert wird nach mehrmaligem Einsammeln von Venture-Kapital auf rund 2 Milliarden US-Dollar geschätzt. Bird-Gründer Travis VanderZanden ist in der Szene kein Unbekannter: Vor Bird arbeitete er als COO beim Ride-sharing-Dienst Lyft und später als Vice-President für internationales Wachstum beim hierzulande zu Tode regulierten Konkurrenten Uber. Schon in dieser Zeit hat er es bestens verstanden, mit seinem Motto „Erst mal machen und warten, ob jemand meckert“ die Behörden zur Weißglut zu treiben.

In seiner Gründungsstadt Santa Monica ist Bird immer noch aktiv. Ein Blick in die App zeigt, dass dort rund alle 50 Meter mindestens ein Roller steht.

In Interviews geizt VanderZanden nicht mit Visionen, wie kleine elektrische Sharing-Mobile den innerstädtischen Verkehr revolutionieren und Autos dort überflüssig machen könnten. In Anbetracht von Lärm, Staus, Feinstaub, Klimawandel und unzähligen tödlichen Fußgängerunfällen jedes Jahr ist das sicher ein erstrebenswertes Ziel. Doch im wenige hundert Meilen entfernten San Francisco lief der Plan nicht so geschmeidig: Mitte des Sommers wurde der Stadtverwaltung das Treiben zu bunt und sie untersagte den Firmen den Geschäftsbetrieb und sorgte dafür, dass sämtliche Roller eingesammelt wurden.

Es solle zunächst ein klarer Rahmen abgesteckt werden, unter denen das Scooter-Sharing zu einem späteren Zeitpunkt wieder starten könnte, hieß es aus der Verwaltung. VanderZanden gab sich optimistisch und sicherte zu, dass Bird sich an alle Auflagen halten werde. Viel passiert ist bislang aber nicht – derzeit fahren weder die Roller von Bird noch die von Lime oder Spin über die Hügel der Millionenstadt.

## Zurück in die Zukunft

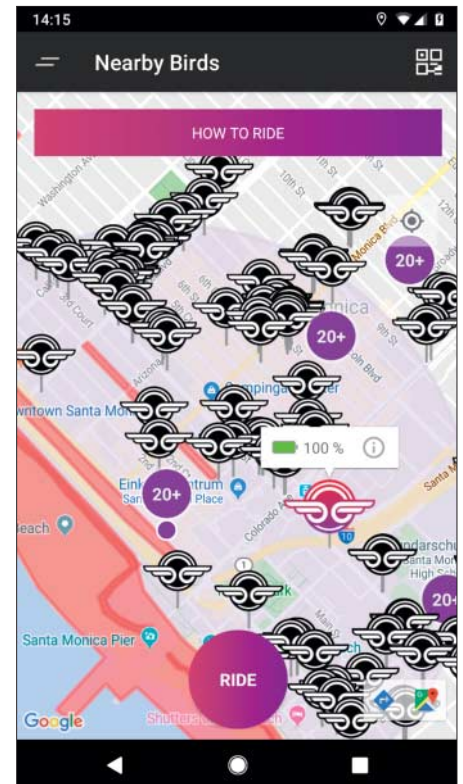
Ob die Mietroller in San Francisco ein Comeback erleben und sogar in weitere Städte expandieren, ist primär gar keine Frage der behördlichen Auflagen. Das Experiment in der Bay Area sollte den Unternehmen vielmehr verdeutlicht haben, wo die wahren Probleme liegen: Einfach hunderte Roller in Städten abzuladen, reicht nicht. Die Anbieter müssen sicher-

stellen, dass die Fahrzeuge gleichmäßig verteilt sind, kurzfristig aufgeladen werden und dass defekte und wild geparkte Scooter umgehend eingesammelt werden. Auch wäre eine von den Fahrern zu hinterlegende Kautions- und eine Art Kennzeichen an den Rollern sinnvoll. Wer den Scooter nicht pfleglich behandelt, ihn in der Botanik liegen lässt oder mit Rowdy-Fahrverhalten erwischt wird, dessen Kautions wird einbehalten. Zudem müssen die Gefährte über ausreichend Leistung für die Topologie der jeweiligen Stadt verfügen.

Ob die Rechnung dann aufgeht, ist trotzdem fraglich: Es ist eine Sache, sich ganzjährig bei kalifornischem Klima den warmen Fahrtwind um die Nase wehen zu lassen. Ob die Nutzer im Winter in Chicago, New York oder hierzulande bei nord-deutschem Schietwetter genauso oft zum Roller greifen, steht wohl auf einem anderen Blatt.

Darauf, dass Bird & Co. auch bei uns bald Fuß fassen, braucht man vorerst weder zu hoffen, noch es zu fürchten. Die E-Roller passen in keine Fahrzeugkategorie der StVZO. Ihr Betrieb ist damit auf öffentlichen Straßen nicht erlaubt. Wer sich auf vergleichbaren Fahrzeugen erwischt lässt, muss sich üblicherweise für das Fahren ohne Versicherungsschutz, ohne Betriebserlaubnis und schlimmstenfalls sogar für das Fahren ohne Führerschein verantworten.

Trotz der Kinderkrankheiten zeigen die Start-ups, was die Kunden wünschen, um sich in Städten vom Autofahren abhal-



Während San Francisco vorerst die Notbremse gezogen hat, findet man in Santa Monica weiterhin an jeder Ecke unzählige Scooter.

ten zu lassen: kleine, flinke handliche Gefährte, die überall verfügbar sind und einen zu moderaten Preisen von A nach B bringen. Diese Nuss werden die kreativen Köpfe im Silicon Valley hoffentlich noch knacken. (spo@ct.de) **ct**



Selbst ordentlich geparkte Roller kippen beim kleinsten Windstoß um. Hier könnten die Anbieter einfach durch bessere Ständer den Groll genervter Anwohner vermeiden.



# Big Data für Radfahrer

## Moderne Verkehrsplanung mit GPS-Daten von Strava & Co.

**Big-Data-Sammlungen machen vielen Menschen Angst, können aber großen Nutzen bringen. Radfahrer protokollieren zum Beispiel gerne ihre Leistungen – und die dabei erzeugten Daten lassen sich zur Planung besserer Wege nutzen.**

**Von Sven Lißner und Stefan Huber**

**H**obbysportler, allen voran Radfahrer und Läufer, nutzen zahlreiche Apps, um ihre Leistungen zu überwachen und zu optimieren. Dabei entsteht vor allem eins: viele Daten. Deren positiver Nutzen kann weit über die Selbstoptimierung der Sportler hinausgehen.

Außer der Digitalisierung ist die Nachhaltigkeit ein Schwergewicht auf der politischen Agenda. Dazu gehört auch die Förderung des Radverkehrs, um den Verkehr in Städten umweltfreundlicher zu gestalten, etwa durch die Errichtung neuer Radwege. Untersuchungen haben gezeigt, dass sichere und schnelle Radwege mehr Nutzer auf das Rad bringen. Doch dafür benötigen die Verkehrsplaner Daten, die ihnen Informationen über die Verteilung der Radfahrer im Straßennetz aufzeigen können.

Laut Statistik besitzen mittlerweile mehr als 81 Prozent der Deutschen ein Smartphone und nahezu jedes dieser Geräte hat einen GPS-Empfänger. Ein kleiner Teil der Radfahrer zeichnet seine Routen bereits regelmäßig per GPS auf – ein riesiger Datenschatz für die Verkehrsplaner. Das Smartphone ist damit der Tür-

öffner für eine großflächige Datengewinnung, weil es zahlreiche Informationen über Bewegungsprofile liefern kann – sozusagen Bürgerpartizipation ohne eigenen Aufwand.

Einfache Zählungen an einzelnen gewählten Standorten geben keinen Aufschluss über das Verhalten einzelner Radler. Bei Befragungen wiederum fehlt meist die Verknüpfung zu den genutzten Wegen. Hinzu kommt das Problem finanzieller Ressourcen, die für eine Erhebung derartiger Informationen nötig wären. Umfangreiche Beobachtungen sind sehr kosten- und zeitintensiv und in Zeiten leerer kommunaler Kassen kaum finanzierbar. GPS-Daten sind deutlich günstiger zu erhalten. Zudem geben sie Aufschluss darüber, wie viele Radler sich wann, wo und wie bewegt haben. Diese Informationen können anschließend für die Planung,



beispielsweise neuer Radwege, genutzt werden.

Die Verkehrsplaner können komplexe Sachverhalte damit zudem so visualisieren, dass fachfremde Personen sie verstehen – etwa Politiker, die für die Finanzierung neuer Radwege zuständig sind.

## Daten kommerzieller Anbieter

Kommerzielle Anbieter verkaufen solche Daten. Ein Anbieter ist Strava, ein US-amerikanisches Unternehmen, dessen Fitness-App weltweit zum Tracking von Rad- und Laufwegen mittels GPS genutzt wird. Jeder Nutzer kann sich selbst ein Bild über die dort verfügbaren Daten machen. Das führte Anfang des Jahres dazu, dass sich über die Strava-Heatmap Standorte amerikanischer Militärbasen herausfinden ließen – niemand außer den joggenden Soldaten schnitt in Afghanistan zu dieser Zeit seine Laufrunden mit [1].

Für das Gebiet der Stadt Dresden stehen Strava-Daten eines Kalenderjahrs für Analysen zur Verfügung. Diese enthalten circa 72.000 Fahrten von rund 3200 Nutzern aus dem Jahr 2016. Das ist vergleichsweise viel – auch wenn der Datensatz prozentual weniger als ein Prozent aller 550.000 Einwohner abdeckt. Ein solcher Datensatz enthält die absoluten Zahlen der Fahrten auf den einzelnen Strecken des städtischen Verkehrsnetzes sowie Wartezeiten an Knotenpunkten und Geschwindigkeiten auf den Streckenabschnitten.

Darüber hinaus geben die Daten Aufschluss über Abfahrtsorte und Ziele der Nutzer – aus Datenschutzgründen anonymisiert und jeweils um die ersten und letzten 100 Meter gekürzt. Als Medium für die Informationen wird von den Datenanbietern stets ein ganzes Straßennetz geliefert. Jede Kreuzung entspricht einem Netzknoten und jede Straße einer Netzkante. Diese sind der Bezugspunkt für die Anzahl von Radfahrern. So waren 2016 in Teilen der Petersburger Straße beispielsweise 1500 Rad fahrende Strava-Nutzer zu verzeichnen.

Darüber hinaus korrelieren die Daten mit den Radverkehrsaufkommen, die von den Zählstellen der Stadt erhoben wurden. App-Nutzer bewegen sich also im zeitlichen Verlauf genau wie die Gesamtheit aller Radfahrer der Stadt. Des Weiteren kann zwischen Sportfahrten und alltäglichen Fahrten unterschieden werden. Gerade diese alltäglichen Fahrten sind es,

Auf der Global Heat Map von Strava werden die GPS-Punkte der real gefahrenen Routen aller Nutzer visualisiert.



Bild: Strava

die für die Verkehrsplanung von großem Nutzen sind.

Außer zum Abschätzen des Radverkehrsaufkommens auf den Strecken können die Daten auch genutzt werden, um Netzlücken zu erkennen. Plötzliche Einbrüche der Anzahl von Radlern im Verlauf eines Weges können beispielsweise auf eine schlechte Straßenoberfläche oder starken motorisierten Verkehr schließen lassen, die eine Nichtnutzung des Weges zur Folge haben. Wegabschnitte mit geringen durchschnittlichen Geschwindigkeiten weisen auf ein ähnliches Problem hin und können ebenso auf geringe Oberflächenqualitäten oder anderweitige Hindernisse hindeuten.

Über die Visualisierung der von Strava gelieferten Wartezeiten lässt sich herausfinden, wo Radfahrer zum Halt gezwungen werden (etwa an schlecht einsehbaren Straßeneinmündungen) oder wo sie besonders lange warten müssen,

zum Beispiel an Knotenpunkten wie Ampelkreuzungen.

Außer den bereits beschriebenen Kennwerten ließen sich Informationen wie der Zweck eines zurückgelegten Weges ableiten, beispielsweise Stopps an einem Einkaufszentrum. Nicht weniger interessant wäre die Nutzung von Daten zu einzelnen Routen – auch wenn man an dieser Stelle wohl mit dem Datenschutz in Konflikt gerät. Mit derartigen Daten könnten zum Beispiel Routenwahlmodelle geschätzt und kalibriert werden, die in der Planung für die Abschätzung der Auslastung von geplanten Radverkehrsanlagen genutzt werden.

## Schwachstellen der Strava-Daten

Ein paar Haken hat die Nutzung der Daten dann aber doch: Um für alle Nutzer planen zu können, müssten auch alle Nutzer Teil des genutzten Datensatzes sein. Die

Nach der Projektion auf ein digitales Wegenetz können Verkehrsplaner Radverkehrsmengen straßenfein ablesen.

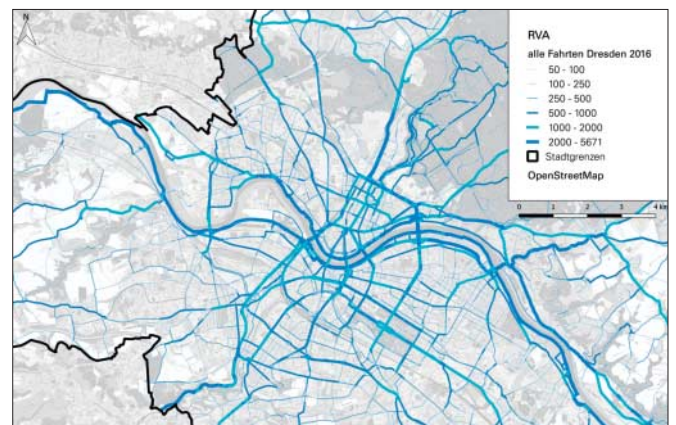
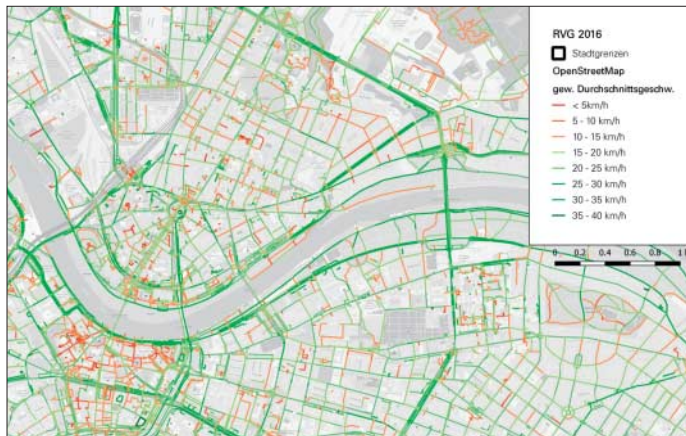


Bild: TU Dresden



Bilder: TU Dresden

Aus den Geschwindigkeiten und den Längen der Streckenabschnitte lassen sich Geschwindigkeiten im Netz visualisieren. Es kommt jedoch zu Unschärfen in Kreuzungsbereichen.

Visualisierung von Wartezeiten an Knotenpunkten: Die von Strava berechneten Werte erscheinen sehr niedrig – die Berechnungen sind leider schlecht nachvollziehbar.

vorhandenen Daten werden jedoch durch eher technikaffine Männer mittleren Alters dominiert. Im Fall der Strava-Daten kommt erschwerend der sportliche Hintergrund hinzu: Die Nutzer der Fitness-App fahren im Schnitt mehr als 5 km/h schneller als andere Radfahrer. Das ist problematisch, wenn man Aussagen ableiten möchte, die für alle Radfahrer in einer Stadt stehen.

Leider lässt sich die Datenverarbeitung bei Strava am ehesten mit der viel zitierten Black Box vergleichen, denn es lässt sich auch mit hartnäckigem Nachfragen bei Strava nur wenig herausfinden. Dabei ist es geradezu essenziell zu erfahren, wie etwa Alltagsfahrten definiert werden oder welcher Algorithmus sie von den Sportfahrten trennt. Zudem wird zu keinem Zeitpunkt klar, ob es eine Erkennung und Filterung von anderen Verkehrsmitteln gibt. Aus verkehrsplanerischer Sicht ist es problematisch, wenn eine Fahrt mit dem Auto oder der S-Bahn irrtümlich als Fahrt mit dem Rad aufgenommen wurde und in den Datensatz einfließt.

## Alternativen zu Strava

Es gibt jedoch auch Alternativen zu Strava: die Aktion Stadtradeln beispielsweise, die jedes Jahr zwischen dem 1. Mai und dem 30. September bundesweit mehr als 220.000 Nutzer auf die Räder bringt. Im vergangenen Jahr sind die Teilnehmer fast 42 Millionen Kilometer geradelt; für die Aufzeichnung der Routen steht ebenfalls eine eigene App zur Verfügung. Aktuelle Zahlen für 2018 stehen aufgrund der noch laufenden Aktion noch nicht fest.

Das Klimabündnis und die teilnehmenden Kommunen sprechen bei der

Aktion ein Nutzerspektrum an, das über die Nutzergruppe der Strava-App hinausgeht. Mit dem deutlich breiteren Fundament an Nutzern können hier also Informationen geschaffen werden, deren Informationsgehalt weit größer ist als die Inhalte der Strava-Daten und die für Städte und Gemeinden einen echten Mehrwert bedeuten.

## Lokale GPS-Lösungen

Aktuell verwenden weltweit rund 125 Städte und Organisationen Daten von Strava, andere Städte präferieren lokale Einzellösungen. So sind zum Beispiel die Apps CycleTracks aus San Francisco oder Cycling Atlanta zu nennen, welche jeweils aus Kooperationen mit den lokalen Hochschulen entstanden. Ziel war es ebenfalls, neue Datenquellen für eine verbesserte Radverkehrsplanung zu schaffen.

Auch im kleineren Rahmen werden GPS-Daten verwendet. Auf GPS-verorteten Eingaben basieren beispielsweise Mängelmelder wie das britische Angebot FixMyStreet ([www.fixmystreet.com](http://www.fixmystreet.com)) oder das deutsche RADAR! ([www.radar-online.net](http://www.radar-online.net)), das bundesweit von mehr als 200 Kommunen genutzt wird. Radfahrer können über die zugehörige App beispielsweise Scherben auf dem Radweg oder ein zugewachsenes Verkehrsschild melden und auch gleich ein Foto der Situation mit-schicken. Für Städte liegt der Vorteil klar auf der Hand: Etwaige Mängel werden schnell kommuniziert und können dementsprechend auch schnell beseitigt werden. Über eine Visualisierung des Bearbeitungsstands können Bürger in der App auch sehen, ob ihr Problem bearbeitet wird.

## Radwegplanung in der Praxis

In der Praxis ziehen die Verkehrsplaner GPS-Daten zwar zur Unterstützung ihrer Planungen heran, aber sie verlassen sich nicht ausschließlich darauf. Die GPS-Daten sind ein Indikator für das Vorhandensein von Radfahrern, nicht unbedingt für die Dringlichkeit von Maßnahmen. Man geht von vorhandenen oder eben nicht vorhandenen Radverkehrsmengen aus, um eine Maßnahme zu starten.

Der tatsächliche Umbau erfolgt dann aufgrund einer Vielzahl an verkehrstechnischen Einflussfaktoren, beispielsweise der Anzahl der Fahrspuren, Verkehrsstärke oder Parkplatzsituation. Daraus leiten die Verkehrsplaner Maßnahmen ab, etwa die Markierung eines Radverkehrsstreifens, den Wegfall einer Kfz-Fahrspur, die Einführung einer Geschwindigkeitsbeschränkung für den Kfz-Verkehr oder den Bau eines Radschnellweges. Methodisch ist dies nicht an die GPS-Daten geknüpft; am Ende wird kaum jemand sagen, dass die GPS-Daten den Ausschlag für eine bestimmte Maßnahme gegeben haben.

Bei allen Maßnahmen ist ein umfassender Planungsprozess mit allen Beteiligten notwendig. Dazu gehören in den Städten unter anderem das Grünflächenamt, die Denkmalschutzbehörden oder Straßenverkehrsbehörden und das Straßenbauamt. Die GPS-Daten können bei der Visualisierung der Probleme bei den Behörden helfen.

Bei der Planung geht es also nicht nur um Radwege, sondern beispielsweise auch um Haltebügel zum Anschließen von Fahrrädern. In der Innenstadt von Bologna etwa wurden dafür die Daten der European Cycling Challenge verwendet.



Die Start- und Zielpunkte von über 16.000 Fahrten wurden von der Stadtverwaltung analysiert, um die Standorte für 1000 neue Fahrradabstellanlagen zu bestimmen. Hierfür war vor allem die Verteilung der Fahrten über den Tag interessant. Da diese durch die GPS-Daten bekannt war, konnten sich die städtischen Planer Termine vor Ort ersparen.

GPS-Daten können auf der anderen Seite auch dafür sorgen, dass sich die Situation für Radfahrer nicht verschlechtert. In Portland, einer großen Stadt im amerikanischen Bundesstaat Oregon, kam es auf der US-Route 26 immer wieder dazu, dass Autofahrer von der Fahrbahn abkamen. Zunächst hatten die Verkehrsplaner überlegt, die Autofahrer durch sogenannte Rüttelstreifen am Rand der Fahrbahn auf die Gefahr aufmerksam zu machen. Nachdem sie jedoch die zugehörigen Strava-Daten herangezogen hatten, wurde klar, dass diese Strecke auch viel von Radfahrern benutzt wurde. Diese müssten durch die Rüttelstreifen massive Einbußen beim Fahrkomfort hinnehmen. Daher wurde nach alternativen Wegen gesucht, um die Verkehrssicherheit für den motorisierten Verkehr zu erhöhen – Rüttelstreifen sollen nun ausschließlich an solchen Stellen zum Einsatz kommen, die nur selten von Radfahrern genutzt wurden. Nun soll auch die Beleuchtung verbessert werden; ebenfalls eine Maßnahme, die die Sicherheit der Radfahrer erhöht.

Für solche Visualisierungen werden in der Regel die durchschnittlichen werktäglichen Radfahrten benötigt. Dazu wird

der Gesamtdatensatz an GPS-Tracks in einer Region zunächst um Ausreißer wie zu kurze Fahrten oder Sportfahrten bereinigt. Anschließend werden die Fahrten an Werktagen herausgefiltert, da diese in der Radverkehrsplanung das maßgebliche Kriterium darstellen. Diese Fahrten werden anschließend zu Zeitscheiben aggregiert, beispielsweise für die Stoßzeiten zwischen 7 und 9 Uhr oder den Berufsverkehr am Nachmittag, und dann auf ein Straßennetz projiziert.

## Datenschutz und Motivation

Allgemein ist bei der Erfassung und Auswertung privater Bewegungsdaten ein möglichst hoher Grad an Transparenz ebenso wichtig wie die bereits angesprochenen Datenschutzbelange. Für den Nutzer sollte jederzeit klar sein, welche Daten er hergibt und was damit geschieht. Der „gute Zweck“ sollte dabei im Vordergrund stehen und keinesfalls heimlich anderweitige wirtschaftliche Interessen bedient oder gar Nutzerdaten, die ursprünglich anderen Zwecken dienten, verkauft werden – erst recht seit dem Inkrafttreten der Europäischen Datenschutzgrundverordnung.

Auch die Motivation der Teilnehmer spielt eine große Rolle. Strava nutzt sogenannte Kudos als Belohnung für gefahrene Kilometer. Allerdings können solche Anreize das Verhalten der Nutzer beeinflussen und die Daten verzerren. Beispielsweise zeigen die Erfahrungen, dass der Wettkampfgedanke für viele Frauen weniger attraktiv ist. Universellere Anreizmechanismen funktionieren hier besser.

Möglichkeiten liegen etwa in der Erhöhung subjektiver Sicherheit der Nutzer beim abendlichen Heimweg durch Live-Tracking oder die Aufzeichnung von eingespartem CO<sub>2</sub>. Außerdem hilft eine gute mediale Begleitung, um einen möglichst breiten Teil der Bevölkerung für eine Teilhabe zu gewinnen – wie die Aktion Stadtradeln zeigt.

## Ausblick

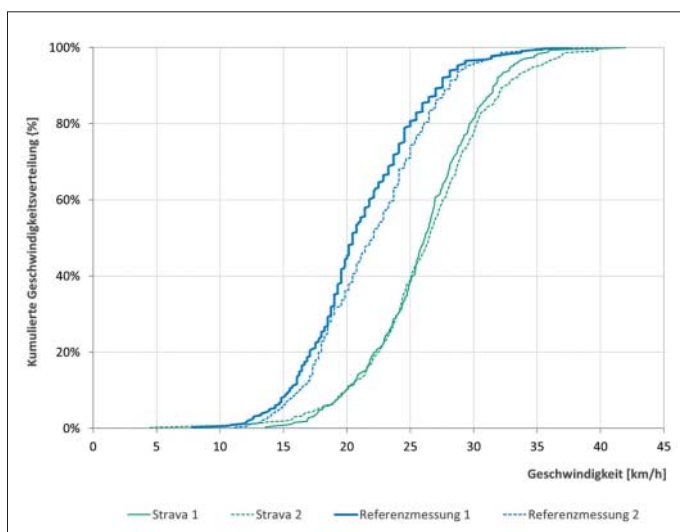
Nutzergenerierte GPS-Daten können zu einer besseren Verkehrswegplanung und zu mehr Sicherheit führen. Die Nutzer müssen sich jedoch im Klaren sein, dass ihre Daten nicht nur für die eigenen Zwecke benutzt werden; die Datenverantwortung liegt zunächst in ihren Händen. Sie können durch die Hergabe ihrer Daten zu einer besseren Planung und damit zu einem besseren Radwegenetz beitragen.

Aus wissenschaftlicher Sicht bieten Bewegungsdaten von Nutzern eine riesige Fülle an Informationen für die Gestaltung der Städte der Zukunft. Auch wenn die Datensätze Schwachstellen aufweisen, so gilt vor allem in Wissenschaft und Planung: Auch ein verzerrter Datensatz ist ein guter Datensatz, solange sich Wissenschaftler und Planer über die Grenzen der Aussagekraft bewusst sind und man aus den Daten Erkenntnisse ableiten kann.

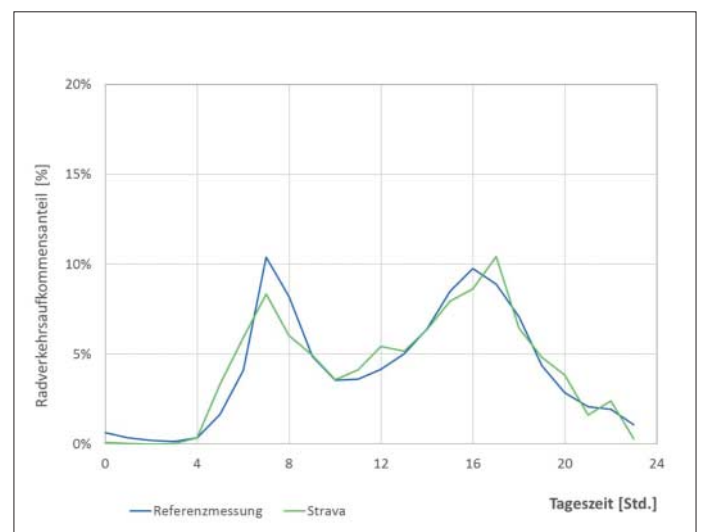
(ll@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Michael Link, Petzeria Positioni, Wenn Portale Standortdaten ausplaudern, c't 16/2018, S. 16



Die realisierten Geschwindigkeiten der Strava-Nutzer ähneln denen von Alltagsradlern, sind im Mittel jedoch deutlich höher.



Strava-Nutzer fahren in etwa zu gleichen Zeiten wie Alltagsradler. Die Abbildung zeigt deutliche Morgen- und Abendspitzen.

# Sicherheits- Checklisten

So viel Schutz muss sein



<b>Windows</b> .....	<b>Seite 72</b>	<b>Social Media</b> .....	<b>Seite 84</b>
<b>Android</b> .....	<b>Seite 74</b>	<b>Raspberry Pi</b> .....	<b>Seite 86</b>
<b>iOS</b> .....	<b>Seite 75</b>	<b>WLAN-Router</b> .....	<b>Seite 87</b>
<b>macOS</b> .....	<b>Seite 76</b>	<b>Smart Home</b> .....	<b>Seite 88</b>
<b>Browser</b> .....	<b>Seite 78</b>	<b>NAS</b> .....	<b>Seite 89</b>
<b>WhatsApp</b> .....	<b>Seite 80</b>	<b>Backups</b> .....	<b>Seite 90</b>
<b>Google</b> .....	<b>Seite 82</b>	<b>Passwörter</b> .....	<b>Seite 91</b>

## Zum Absichern von PCs, Smartphones, Routern & Co. kann man beliebig viel Aufwand betreiben – für ein gesundes Maß an Sicherheit reichen jedoch meist wenige Handgriffe. Mit unseren Sicherheits-Checklisten können Sie Ihre Technik schnell und einfach vor den größten Bedrohungen schützen.

Von Ronald Eikenberg

**D**ie meisten Gefahren des digitalen Lebens sind vorhersehbar – und wer sich gezielt davor schützt, hat wenig zu befürchten. Dafür sind nur wenige Schritte nötig, die wir für Sie in unseren Sicherheits-Checklisten zusammengetragen haben. Mit den insgesamt vierzehn Checklisten sichern Sie im Handumdrehen Ihre Rechner, Smartphones, Router, Online-Accounts et cetera ab. Und natürlich auch die von Freunden, Verwandten und Kollegen. Alles, was Sie brauchen, sind Bordmittel und fünf Minuten Zeit.

### Weniger ist mehr

Getreu dem Motto „Weniger ist mehr“ haben wir einige festgetretene Sicherheitsempfehlungen bewusst weggelassen oder kurz gehalten. Dazu zählt das Thema Virenschutz, das inzwischen eine deutlich geringere Bedeutung als noch vor wenigen Jahren hat. Die Annahme etwa, dass zu einem sicheren Windows-System die Installation eines Virenschanners oder gar einer Internet-Security-Suite gehört, ist zumindest im Fall von Windows 10 (S. 72) überholt: Microsoft hat den mitgelieferten Virenschutz Windows Defender im Laufe der Zeit erheblich verbessert.

Das Bordmittel kann inzwischen locker mit nachinstallierbaren Schädlingsebekämpfern mithalten – ohne mit Abogebühren oder Werbeeinblendungen zu nerven. Auch unter Android können Sie sich die Installation einer Virenschutz-App sparen, wenn Sie sich an unsere Checkliste (S. 74) halten.

### Update muss sein

Ein wiederkehrendes Thema in den Checklisten sind Updates: Klemmt irgendwo die Update-Versorgung, dann surft man schnell mit einer veralteten Flash-Version, in der höchstwahrschein-

lich gefährliche Sicherheitslücken klaffen. Dann reicht schon der Besuch einer vermeintlich harmlosen Webseite, um sich einen fieseren Erpressungstrojaner ins Haus zu holen.

Dies ist nur eine von vielen Situationen, in denen Ihnen veraltete Software zum Verhängnis werden kann. Eine zügige Installation von Sicherheits-Updates ist daher essenziell – nicht nur bei Windows, macOS, Android und iOS, sondern insbesondere auch bei Smart-Home-Geräten, Routern und NAS.

### Passwort-Tricks

Auch das Thema Passwörter zieht sich wie ein roter Faden durch die folgenden Seiten. Passwörter sind unbequem, jedoch oft der einzige Schutz, der zwischen Online-Angreifern und Ihrem digitalen Leben steht. Deshalb erfahren Sie auf Seite 91, wie Sie mit minimalem Aufwand ausreichend sichere Kennwörter einsetzen. Der größte Fehler, den man machen kann, ist das gleiche Passwort an verschiedenen Stellen einzusetzen. Man erschafft damit einen Generalschlüssel, der in den falschen Händen viel Schaden anrichten kann.

Oft gibt es Schutzfunktionen wie die sogenannte Zwei-Faktor-Authentifizie-

rung, mit denen Sie durch wenige Klicks für einen erheblichen Gewinn an Sicherheit sorgen können. Ist der Schutz aktiv, sind Ihre Accounts selbst dann noch sicher, wenn der Angreifer das korrekte Passwort kennt. Sie finden in dieser Ausgabe konkrete Tipps zum Zwei-Faktor-Schutz von Google (S. 82), Social-Media-Accounts (S. 84) und WhatsApp (S. 80).

Ein weiterer wichtiger Punkt des Schutzkonzepts sind Backups: Denn die Wahrscheinlichkeit, dass früher oder später ein Speichermedium ausfällt oder dessen Inhalt von einem Erpressungstrojaner in Beschlag genommen wird, ist vielleicht nicht hoch – aber doch größer als null. Um dann nicht mit leeren Händen dazustehen, sollten Sie sich auf diesen Tag vorbereiten und Sicherungen Ihrer wichtigsten Dateien erstellen. Auf Seite 90 erfahren Sie, wie das mit minimalem Aufwand geht. Auch vor neugierigen Mitmenschen können Sie sich leicht schützen. An den passenden Stellen finden Sie Tipps, wie Sie den Zugriffsschutz richtig konfigurieren und Ihre Daten verschlüsseln.

### Los gehts!

Der beste Zeitpunkt, die Sicherheits-Checklisten durchzugehen, ist jetzt! Schnappen Sie sich Ihr Smartphone oder Ihren Rechner und überprüfen Sie, ob Sie alle Punkte der dazu passenden Checkliste abhaken können – oder ob noch Nachbesserungsbedarf besteht. Im letzteren Fall genügen wenige Handgriffe, um die Schlupflöcher zu schließen. Animieren Sie auch Ihr Umfeld, sich fünf Minuten Zeit zu nehmen, um Online-Ganoven & Co. im entscheidenden Moment einen Schritt voraus zu sein. (rei@ct.de) **ct**

**Checklisten als Booklet im PDF-Format:**  
[ct.de/ybep](http://ct.de/ybep)

## Sicherheit für alle

In dieser c't-Ausgabe finden Sie ein handliches Booklet mit leicht verständlichen Kurzfassungen aller Sicherheits-Checklisten. Geben Sie es gern an Familienmitglieder, Freunde und Kollegen weiter, damit auch diese ihre Technik schützen können. Oder heben Sie es einfach auf – die nächste Neuanschaffung, die sicher konfiguriert werden muss, kommt bestimmt. Wir bieten das Booklet unter [ct.de/ybep](http://ct.de/ybep) auch zum kostenlosen Download an. Den Link können Sie natürlich ebenfalls gern weitergeben.





# Windows-Schutz an Bord

## Sicherheits-Checkliste Windows 10

**Angreifer haben es besonders oft auf Windows-Nutzer abgesehen – schlicht, weil es so viele davongibt. Mit ein paar Klicks an den richtigen Stellen schützen Sie sich mit Bordmitteln.**

Von Ronald Eikenberg



### **Windows aktualisieren**

Damit der Rechner vor aktuellen Bedrohungen geschützt ist, müssen alle verfügbaren Updates installiert sein. Unter Windows 10 erfahren Sie den derzeitigen Update-Stand, indem Sie ins Startmenü „Updates“ eintippen und auf „Nach Updates suchen“ klicken. Hier sollte die Meldung „Sie sind auf dem neuesten Stand“ erscheinen. Starten Sie ansonsten die Installation der verfügbaren Updates. Stellen Sie unter „Erweiterte Optionen“ sicher, dass „Updates für andere Microsoft-Produkte bereitstellen, wenn ein Windows-Update ausgeführt wird“ aktiv ist, damit die Update-Funktion nicht nur Windows, sondern auch Microsoft-Anwendungen wie Office aktualisiert. Checken Sie zudem unten rechts in der Taskleiste, ob das Datum korrekt eingestellt ist, da es sonst zu Problemen mit der Update-Versorgung kommen kann.

Wenn Sie eine ältere Version als Windows 10 einsetzen, sollten Sie erwägen, auf das aktuelle Windows umzusteigen. Sie leben gefährlich, wenn Sie noch XP oder Vista nutzen: Diese Versionen bekommen keine Sicherheits-Updates mehr. Und bei Windows 7 ist schon im Januar 2020 Schluss, also in etwas mehr als einem Jahr.

### **Virenschutz überprüfen**

Virenschutz ist unter Windows nach wie vor unverzichtbar. Seit Windows 8 liefert Microsoft den Windows Defender mit, der inzwischen zu einem vollwertigen

Virenschutzprogramm herangereift ist – Sie benötigen kein anderes mehr. Ganz gleich, welchen Virenjäger Sie nutzen: Stellen Sie sicher, dass das Programm mit aktuellen Signaturen versorgt wird. Bei kostenpflichtigen Antivirenprogrammen müssen Sie die Lizenz rechtzeitig erneuern, um Updates zu erhalten.

Den aktuellen Status des Defenders bringen Sie in Erfahrung, indem Sie „Defender“ ins Startmenü tippen und anschließend das Windows Defender Security Center starten. Unter „Viren- & Bedrohungsschutz/Updates für Viren- & Bedrohungsschutz“ erfahren Sie, ob die Bedrohungsdefinitionen auf dem aktuellen Stand sind. Für den optimalen Schutz sollten Sie unter „Einstellungen für Viren- & Bedrohungsschutz“ zudem sicherstellen, dass alle drei Optionen aktiv sind. Wer eigene Software entwickelt, sollte jedoch auf die „Automatische Übermittlung von Beispielen“ verzichten.

### **Daten schützen**

Erstellen Sie regelmäßig Sicherheitskopien Ihrer wichtigsten Dateien, um vor Hardwareausfällen und Erpressungstrojanern geschützt zu sein. Leicht umsetzbare Backup-Strategien finden Sie auf Seite 90. Kümmern Sie sich zudem um das Thema Datenschutz: Denn wenn Sie Windows lassen, schickt es allerhand Daten über Ihr Nutzungsverhalten an Microsoft. Mit wenigen Klicks können Sie den Datenabfluss zumindest reduzieren. Unter Windows 10 suchen Sie im Startmenü nach „Datenschutzzeinstellungen für Feedback“ und stellen sicher, dass unter „Diagnosedaten“

die Option „Einfach“ aktiv ist. Darunter stellen Sie „Freihand- und Eingabererkennung verbessern“ auf „Aus“ und die „Individuelle Benutzererfahrung“ schalten Sie ebenfalls ab.

### **Software aktuell halten**

Im Laufe eines Windows-Lebens sammelt sich vieles an, darunter auch Anwendungen, die man irgendwann mal ausprobiert hat. Geht es um die Sicherheit, dann gilt: Weniger ist mehr! Jedes Programm ist potenziell ein Einfallstor für Schädlinge – insbesondere dann, wenn es ungepflegt ist. Deinstallieren Sie alle Anwendungen, die Sie nicht länger benötigen. Tippen Sie hierzu „Apps & Features“ ins Startmenü. Bringen Sie alle anderen Programme auf den aktuellen, möglichst sicheren Stand. Das gilt insbesondere für Browser und Plug-ins, Mail-Clients, Office-Programme, PDF-Anzeigeprogramme und Medienabspieler.

### **Sicher unterwegs**

Die Windows-Firewall spielt nach wie vor eine wichtige Rolle, wenn Sie in Netzwerken unterwegs sind, die nicht unter Ihrer Kontrolle stehen – also etwa bei der Nutzung eines WLAN-Hotspots. Die Firewall kümmert sich in solchen Fällen darum, dass Fremde nicht übers Netz auf Ihren Rechner zugreifen können. Windows fragt Sie beim ersten Verbindungsaufbau mit einem Netz, ob es das Schutzschild hochfahren soll. Am rechten Bildschirmrand erscheint dazu die etwas umständlich for-

multierte Nachfrage, ob Ihr Rechner für andere Nutzer des Netzwerks auffindbar sein soll. Um die Blockade eingehender Verbindungen einzuschalten, müssen Sie diese Frage mit „Nein“ beantworten.

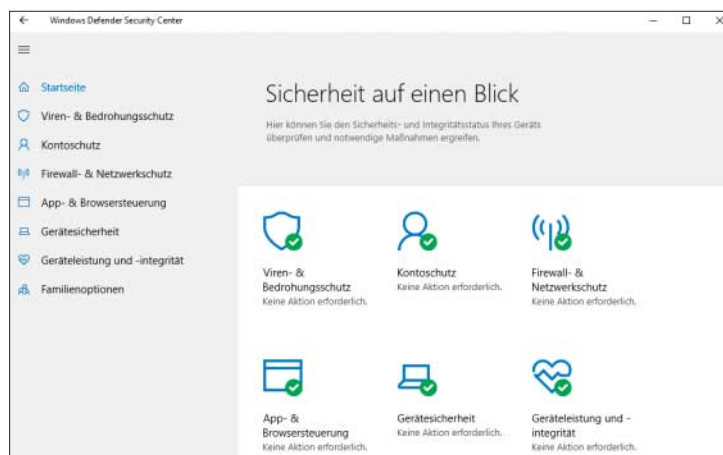
Wenn Sie diese Entscheidung bereits gefällt haben, können Sie den aktuellen Status checken und ändern, indem Sie „Netzwerkstatus überprüfen“ ins Startmenü eintippen und auf den Suchtreffer klicken. Im folgenden Dialog klicken Sie auf „Verbindungseigenschaften ändern“. Die Firewall blockiert eingehende Verbindungen, wenn das Netz als „Öffentlich“ deklariert wurde.

Nutzen Sie in öffentlichen Netzen verschlüsselte Verbindungen, wann immer es geht; beim Surfen also die HTTPS-Version einer Website. Um die gesamte Verbindung zu verschlüsseln, können Sie einen der zahlreichen VPN-Anbieter nutzen. Sie gehen auf Nummer sicher, indem Sie sich komplett von öffentlichen WLANs fernhalten und stattdessen einen eigenen Hotspot mit Ihrem Smartphone aufmachen.

Damit die Daten auf Ihrem Notebook im Falle eines Diebstahls geschützt sind, sollten Sie das Laufwerk komplett verschlüsseln. Das klappt zum Beispiel mit der Windows-Funktion BitLocker (nur

Pro-Edition) oder dem Open-Source-Tool VeraCrypt (siehe c't-Link). ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)) **ct**

**Artikel zu Windows-Sicherheit und Festplattenverschlüsselung:** [ct.de/yx3k](https://www.heise.de/ct/de/yx3k)



**Virenschutz ist unter Windows nach wie vor Pflicht. Geld muss man dafür jedoch nicht mehr ausgeben: Der vorinstallierte Windows Defender macht einen guten Job.**

Anzeige

# Android abhärten

## Sicherheits-Checkliste Android

**Auf dem Smartphone lagern jede Menge persönliche und vertrauliche Daten, die Begehrlichkeiten wecken. Mit unseren Tipps braucht man jedoch keine Angst vor neugierigen Blicken und bössartigen Angreifern zu haben.**

Von Alexander Spier



### Updates installieren

Installieren Sie stets alle verfügbaren Updates, um Sicherheitslücken zu stopfen. Neuere Android-Versionen bieten zudem böswilligen Apps weniger Angriffspunkte, da sie oft Zugriffsrechte und gefährliche Angriffstricks weiter einschränken. Welche Android-Version installiert ist und wie aktuell der Android-Patchlevel ist, finden Sie in den Einstellungen unter dem Punkt „System/Über das Telefon“.

Wenn der Hersteller keine Updates mehr herausgibt, sollten Sie über die Anschaffung eines neuen Geräts nachdenken, für das es aktuelle Patches gibt. Für ältere Geräte bieten alternative Android-Versionen, sogenannte Custom-ROMs wie LineageOS, ebenfalls einen Ausweg aus der Update-Misere. Deren Installation ist jedoch kompliziert und nur versierten Anwendern zu empfehlen.

Vermeiden Sie es, sich Root-Rechte unter Android zu verschaffen („rooten“), denn dadurch können Angreifer viele Sicherheitsfunktionen einfacher aushebeln.



### Play Protect checken

Stellen Sie sicher, dass der vorinstallierte Virenschutz „Play Protect“ aktiv ist. Der ist Teil der Google-Play-Dienste und damit auf nahezu jedem Android-Gerät verfügbar. Einen weiteren Virenschutz benötigen Sie nicht. Sie erreichen die Schutzfunktion über den Play Store: Öffnen Sie dessen Menü über den Knopf oben links und scrollen Sie runter zu Play Protect. Vergewissern Sie sich, dass „Gerät auf Sicher-

heitsbedrohungen prüfen“ aktiv ist. Unbekannte Apps muss man nicht zwingend zur Analyse an Google schicken.



### APK-Dateien meiden

Um die Gefahr von Viren und Malware zu minimieren, installieren Sie möglichst nur Apps aus dem Play Store, da diese von Google auf Virenbefall überprüft wurden. Apps aus anderen Quellen, die man als APK-Datei installiert, unterliegen dieser Prüfung nicht und sind deutlich häufiger verseucht.

Android schiebt der versehentlichen Installation zwei Riegel vor: Die Installation aus unbekannten Quellen muss zunächst erlaubt werden. Bis Android 7 gibt es dafür nur einen Schalter unter „Einstellungen/Sicherheit“ – dieser sollte inaktiv sein. Ab Android 8 muss das Programm, mit dem man die APK heruntergeladen hat und ausführen will (z. B. Chrome-Browser), das Recht zur Installation erfragen. Sollten Sie mal eine App aus anderer Quelle installieren müssen, vergessen Sie nicht, den Schutz anschließend wieder scharfzustellen.

Zusätzlich verlangt Android vor der Installation von APK-Dateien eine weitere Bestätigung. Kommt eine solche Abfrage unerwartet, brechen Sie die Installation ab.



### Berechtigungen prüfen

Checken Sie, welche Befugnisse Sie Ihren Apps eingeräumt haben. Zwar müssen Anwendungen seit Android 6 nachfragen, wenn sie kritische Zugriffsrechte zum ers-

ten Mal benötigen. Doch Programme, die auf ältere Android-Versionen optimiert sind, dürfen sich die Rechte immer noch pauschal bei der Installation nehmen. Ab Android 8 finden Sie die gewährten Zugriffe unter „Einstellungen/Apps & Benachrichtigungen/App-Berechtigungen“. Entziehen Sie dort unnötige Rechte.

Werfen Sie unter „Apps & Benachrichtigungen“ ebenfalls einen Blick auf den Punkt „Spezieller App-Zugriff“. Eventuell müssen Sie dazu die weiteren Optionen ausklappen. Besonders die „Apps zur Geräteverwaltung“ haben weitgehende Adminrechte.

Einige Spione missbrauchen auch die Bedienungshilfen, um an Material zu gelangen. Unter „Einstellungen/Bedienungshilfen“ sollten nur bekannte Dienste aktiv sein, die einen nachvollziehbaren Grund dafür angeben.



### Sperr einrichten

Nutzen Sie eine Bildschirmsperre zum Schutz vor neugierigen Blicken und sichern Sie diese mit einem Passwort oder einer PIN. Bei vielen Geräten ist ein Code mit mehr als vier Stellen möglich, Buchstaben und Zahlen sind sicherer als nur Ziffern. Verknüpfen Sie die Eingabe mit einem Fingerabdruck, so bleibt das Entsperren bequem und die Eingabe der Passphrase ist nur sporadisch fällig. Zudem sollten Sie die Verschlüsselung des Telefons aktivieren. Aktuelle Geräte machen das automatisch, bei älteren kann man sie optional unter Sicherheit aktivieren. (asp@ct.de) **ct**

**Mehr zu Google Play Protect:** [ct.de/ynhj](https://ct.de/ynhj)



# Mehr Sicherheit fürs iPhone

## Sicherheits-Checkliste Apple iOS

**Dem Apple iPhone eilt der Ruf als vergleichsweise sicheres System voraus. Mit ein paar Handgriffen können Sie die Abwehrkräfte weiter stärken.**

Von Alexander Spier



### iOS-Version checken

Stellen Sie unter „Einstellungen/Allgemein/Softwareupdate“ sicher, dass auf Ihrem Apple-Gerät die aktuelle iOS-Version installiert ist, da Updates oft auch Sicherheitslücken schließen. In der Regel lädt iOS Updates über Nacht, solange das Gerät im WLAN hängt und aufgeladen wird. Bei selten genutzten Geräten lohnt sich ein gelegentlicher manueller Check. Angst vor neuen Versionen brauchen Sie nicht zu haben, trotz gelegentlicher Probleme mit frischen iOS-Updates überwiegen die Vorteile eines sicheren Systems.



### Passcode & Touch ID

Das iOS-Gerät sollte beim Entsperren nach einem Passcode, Fingerabdruck oder Gesichtsscan fragen, um Gelegenheitsspione und Diebe fernzuhalten. Mit dem Fingerabdruck oder dem Gesicht ist immer ein Passcode oder ein Passwort verknüpft. Nutzen Sie dafür eine mindestens 6-stellige Ziffern- und Zeichenfolge, um einem Angreifer das Knacken zu erschweren. Im Alltag hat das kaum Nachteile, da die Eingabe nur selten nötig ist – etwa nach einem Neustart.

Sie aktivieren die Displaysperre und die bequemen Entsperrmethoden unter „Touch ID & Code“ oder „Face ID & Code“ in den Einstellungen. Um ein sicheres Passwort statt einer PIN anzugeben, müssen Sie bei Eingabe eines neuen Codes auf „Codeoptionen“ drücken und den Punkt „Eigener alphanumerischer Code“ wählen. Dann können sie über die

Standardtastatur beliebige Zeichen eingeben. Mit der Gerätesuche lässt sich das iPhone bei Verlust über den Browser orten und notfalls aus der Ferne zurücksetzen. Prüfen Sie in den Einstellungen, ob „Mein iPhone suchen“ aktiv ist. Klicken Sie dazu auf Ihren Namen und dann auf den Punkt „ iCloud“.



### App-Berechtigungen

Überprüfen Sie unter „Einstellungen/Datenschutz“, welche Berechtigungen wie Kamera und Mikrofonzugriff Sie Ihren Apps eingeräumt haben und deaktivieren Sie unnötige Rechte. Bei den Ortungsdiensten führt iOS sogar auf, wann eine App zuletzt den Standort abgefragt hat. Unter Werbung lässt sich das Tracking und damit personalisierte Werbung durch Apple abschalten.



### Zwei Faktoren

Aktivieren Sie in den Einstellungen durch einen Klick auf Ihren Namen (oben links) und „Passwort & Sicherheit“ die Zwei-Faktor-Authentifizierung, um Ihren Apple-Account vor Hackern zu schützen. Als zweiter Faktor dient im Idealfall ein anderes Gerät, Apple erlaubt aber nur eigene Hardware mit aktuellem iOS oder macOS. Auf dem vertrauenswürdigen Gerät wird dann ein Code eingeblendet, wenn Sie sich zum ersten Mal auf einem neuen Gerät in den Apple- oder iCloud-Account einloggen.

Alternativ lässt sich eine Telefonnummer angeben, an die der Bestätigungs-

code per SMS oder Sprachanruf geschickt wird. Unter Umständen schwächt das die Sicherheit, wenn etwa dem Angreifer das Smartphone samt SIM-Karte in die Hände fällt. Idealerweise nutzt man also eine Nummer, die nicht mit dem iPhone verknüpft ist.



### Backups verschlüsseln

Standardmäßig legt iOS Backups von Nutzerdaten automatisch in der iCloud an. Klicken Sie in den Einstellungen auf Ihren Namen und checken sie unter iCloud, ob das iCloud-Backup an ist. In der kostenlosen iCloud-Variante ist der Speicherplatz begrenzt, was gerade bei vielen Bildern und Videos zum Problem wird. Daher lohnt es sich, über iTunes regelmäßig zusätzlich lokale Sicherungen anzulegen, zumal die vollständige Wiederherstellung des Geräts damit auch ohne Datenverbindung möglich ist. Diese lokalen Sicherungen sind aber standardmäßig unverschlüsselt, auch sensible Daten wie Kontakte oder Kalender. Aktivieren Sie die Verschlüsselung, indem Sie in iTunes das Gerät wählen und dann auf „Übersicht/Backups/[Gerät]-Backup verschlüsseln“ klicken.

Backups in der iCloud verschlüsselt Apple mittlerweile ebenfalls und überträgt diese Daten ausschließlich über eine sichere Verbindung. Für eine noch sicherere Ende-zu-Ende-Verschlüsselung, etwa für Zahlungsdaten, gespeicherte Passwörter oder gesammelte Gesundheitsdaten, muss die Zwei-Faktor-Authentifizierung aktiviert sein.

(asp@ct.de) **ct**

# macOS absichern

## Sicherheits-Checkliste macOS

**Macs sind in der Grundeinstellung schon recht sicher konfiguriert und mit etwas Glück kann man sogar verlorene Geräte aus der Ferne aufspüren. Aber Apple hat nicht alles bedacht.**

Von Dušan Živadinović



### Mac aktualisieren

Installieren Sie alle verfügbaren Updates, indem Sie in der App-Store-Anwendung auf „Updates“ tippen und neue Einträge laden. Stellen Sie sicher, dass in den Systemeinstellungen im Bereich „App Store“ der Punkt „Systemdatendateien und Sicherheitsupdates installieren“ aktiviert ist. Auf dem neuen Mojave-System finden Sie die Einstellung in „Softwareupdate/Weitere Optionen“. So erhalten Sie Anti-Malware-Signaturen für Apples Abwehrsystem „Gatekeeper“ automatisch, wenn der Mac Zugang zum Internet hat. Gewähren Sie in Systemeinstellungen/Allgemein den App-Download nur für Anwendungen aus dem Mac App Store und für Programme von verifizierten Entwicklern.



### Daten schützen

Um Dritte von Daten auf Ihrem Mac fernzuhalten, schalten Sie in Systemeinstellungen/Benutzer/Anmeldeoptionen die „automatische Anmeldung“ ab und im Bereich „Sicherheit“ den Punkt „Passwort erforderlich...“ ein. Wechseln Sie in die FileVault-Rubrik und aktivieren Sie FileVault, um die Daten auf dem Festspeicher zu verschlüsseln. Notieren Sie das FileVault-Passwort und legen Sie es so ab, dass nur Sie Zugriff darauf haben.



### Privatsphäre

Wechseln Sie im Bereich Systemeinstellungen/Sicherheit zur Rubrik „Privatsphäre“

und stellen Sie sicher, dass auf alle aufgeführten Unterpunkte nur von Ihnen erwünschte Programme Zugriff haben. Zugriff auf Ortungsdienste kann man zum Beispiel den Apple-Diensten „Karten“, „Kalender“ und „Erinnerungen“ gewähren; das sind Dienste von Apple und sie gelten als vertrauenswürdig. Auf Mojave kann man zusätzlich Freigaben für Fotos, Kamera und Mikrofon kontrollieren und im Bereich „Werbung“ das „Ad-Tracking“ abschalten.



### Netzwerk absichern

Aktivieren Sie im Bereich Systemeinstellungen/Firewall die macOS-Firewall. Öffnen Sie „Firewall-Optionen“ und stellen Sie sicher, dass nur erwünschte Anwendungen eingehende Verbindungen annehmen dürfen. Setzen Sie die Häkchen bei „integrierte“ und „geladene signierte Software“. Schließen Sie das Fenster und öffnen Sie „Weitere Optionen“. Schalten Sie „Administratorpasswort für den Zu-

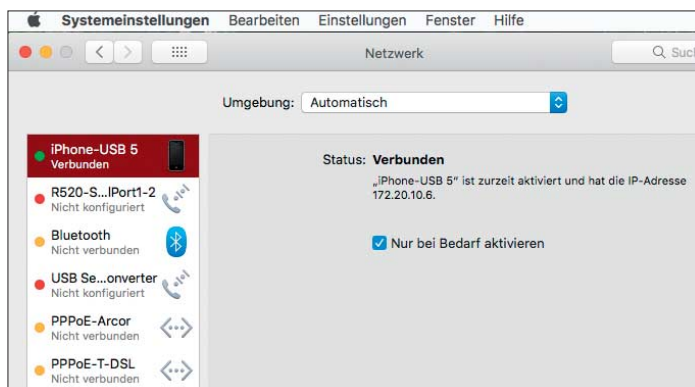
griff auf systemweite Einstellungen verlangen“ ein.

Verwenden Sie im öffentlichen Raum möglichst keine unbekannten Hotspots. Falls vorhanden, weichen Sie lieber auf die Hotspot-Funktion Ihres eigenen Smartphones aus. Falls das nicht geht, nutzen Sie den VPN-Dienst Ihres Routers oder Angebote von Virenschutzherstellern wie Avast oder Tunnelbear.



### Diebstahlschutz

Öffnen Sie Systemeinstellungen/iCloud und aktivieren Sie „Meinen Mac suchen“. So lässt sich ein verlorenes Gerät per iCloud-Ortung wieder aufspüren, wenn es Zugang zum Internet hat. Lassen Sie bei Laptops das WLAN-Modul immer aktiviert, damit es sich beim Booten möglichst ohne User-Interaktion in ein verfügbares WLAN einbucht. Nutzen Sie Time-Machine für regelmäßige Backups, um Ihre Daten bei Verlust des Macs weiterverwenden zu können. (dz@ct.de) **ct**



**Offene Hotspots unbekannter Betreiber sollte man meiden und stattdessen zum Beispiel auf die Hotspot-Funktion des eigenen Smartphones ausweichen.**

Anzeige



# Sicher surfen

## Sicherheits-Checkliste Webbrowser

**Browser-Lücken, freizügige Berechtigungen, verwundbare Plug-ins: Online-Ganoven sind sehr erfinderisch, wenn es darum geht, Ihren Webbrowser zu attackieren. Mit den folgenden Handgriffen schützen Sie ihn vor Gefahren aus dem Netz und verschlüsseln übertragene Daten, wann immer es geht.**

Von Ronald Eikenberg



### Browser-Update

Surfen Sie mit einer veralteten Browser-Version, kann schon der Besuch einer Website zur Virusinfektion führen. Die meisten Browser werden inzwischen automatisch mit Updates versorgt, manchmal klemmt dieser Prozess jedoch oder es ist zur Update-Installation ein Browser-Neustart nötig. Überprüfen Sie bei nachinstallierten Browsern wie Google Chrome, Mozilla Firefox und Opera von Zeit zu Zeit über den Info-Dialog, ob Ihre Version aktuell ist und ob ein Browser-Neustart nötig ist. Um die Aktualität von Microsoft Edge kümmert sich Windows Update, Apples Safari wird von macOS versorgt.



### Erweiterungen checken

Browser-Erweiterungen können auf alles zugreifen, was sich innerhalb des Browsers abspielt – einschließlich Online-Banking. Hegt eine Erweiterung böse Absichten, kann sie die Daten beliebig manipulieren oder weiterversenden. Überprüfen Sie vor der Installation sorgsam, wie lange die Erweiterung bereits angeboten wird, wie oft sie schon heruntergeladen und wie sie von anderen Nutzern bewertet wurde. Machen Sie einen Bogen um Extensions mit wenigen Downloads und Bewertungen. Sortieren Sie bereits installierte Erweiterungen aus, die sie nicht mehr nutzen. Unter Chrome etwa finden Sie eine Auflistung im Menü unter „Weitere Tools/Erweiterungen“, im Edge-Menü unter Erweiterungen sowie im Firefox-Menü unter Add-ons/Erweiterungen.



### Plug-ins aussortieren

Auf Browser-Plug-ins wie Flash, Java und Silverlight sollten Sie verzichten, da sie ein Sicherheitsproblem sind. Deinstallieren Sie diese am besten. Falls Sie doch mal auf eine für Sie wichtige Website mit Flash-Inhalten stoßen, steuern Sie diese möglichst mit Google Chrome an. Dieser Browser bringt stets ein aktuelles Flash mit und führt es erst nach einer Bestätigung aus. Java-Inhalte sollten Sie, wenn überhaupt, nur auf vertrauenswürdigen Sites zulassen – etwa im Intranet.



### https:// nutzen

Steuern Sie so viele Websites wie möglich über ihre HTTPS-Adresse an. Das sorgt dafür, dass die Daten TLS/SSL-verschlüsselt übertragen werden können. Wenn der Browser beim Aufruf einer HTTPS-Seite eine Warnung anzeigt, sollten Sie den Besuch lieber abbrechen – es kann sich um einen Angriff handeln. Die Browser-Erweiterung HTTPS Everywhere (für Chrome, Firefox und Opera, siehe [ct.de/yuu4](http://ct.de/yuu4)) sorgt dafür, dass möglichst viele Verbindungen des Browsers verschlüsselt werden.



### Berechtigungen

Durch Berechtigungen können Websites weitreichend auf Ihren Rechner zugreifen: angefangen bei Ihrem Standort über Kamera und Mikrofon bis hin zum Inhalt der Zwischenablage. Stimmen Sie nur zu,

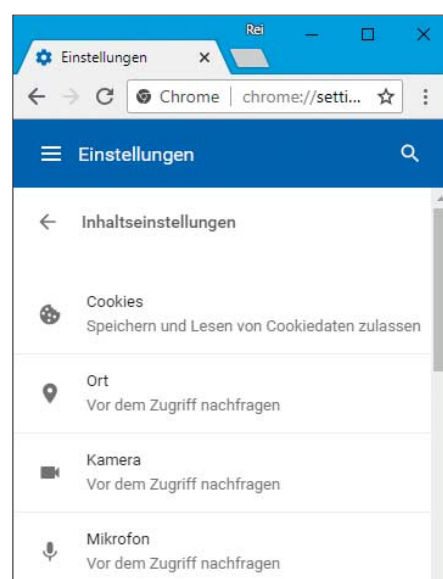
wenn es einen nachvollziehbaren Grund für den Einsatz der Funktion gibt.

Räumen Sie die bereits erteilten Berechtigungen gründlich auf. Eine Auflistung finden Sie in den Chrome-Einstellungen unter Erweitert/Inhaltseinstellungen und in den Firefox-Einstellungen unter „Datenschutz & Sicherheit/Berechtigungen“.

Sicherheits-Tipps zu den Passwort-speichern der Browser finden Sie auf Seite 91.

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

**Browser-Erweiterung HTTPS Everywhere:**  
[ct.de/yuu4](http://ct.de/yuu4)



**Unterschätzte Gefahr: Berechtigungen räumen Websites weitreichende Befugnisse ein – darunter den Zugriff auf Kamera, Standort und Zwischenablage.**

Anzeige

# Gefahrlos chatten

## Sicherheits-Checkliste WhatsApp

**In der Voreinstellung hält es WhatsApp in puncto Datenschutz und -sicherheit eher lax. Zum Glück können Sie das Schutzniveau deutlich anheben. Vorsicht ist bei Links in Nachrichten angesagt.**

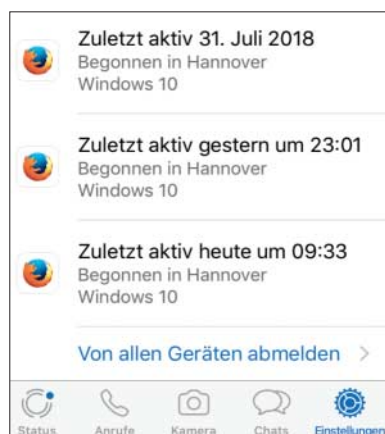
Von Holger Bleich



### WhatsApp Web

Viele nutzen WhatsApp nicht nur mobil mit dem Smartphone, sondern auch im Desktop-Browser oder als PC-Anwendung. Dazu müssen Sie zuerst mit der Handy-App einen am Bildschirm angezeigten QR-Code scannen – so verbindet WhatsApp das aktive Handy mit der Webanwendung im Browser. Diese Verknüpfung bleibt bestehen. Wer Zugriff auf den PC hat, könnte folglich dauerhaft jeden Chat mitlesen, den Sie mit dem Smartphone führen.

In der App sollten Sie deshalb im Einstellungsmenü unter „WhatsApp Web“ kontrollieren, welche Geräte derzeit angemeldet sind. Nicht benötigte oder gar unbekannte Geräte können Sie einzeln die Autorisierung entziehen.



Checken Sie in der WhatsApp-App, welche Geräte außerhalb des Smartphones für den Zugriff autorisiert sind.



### Backup einschalten

In der Voreinstellung sichert WhatsApp Chat-Verläufe nicht, fragt aber später ab und an nach, ob das so bleiben soll. In den Einstellungen können Sie unter „Chats“ auch jederzeit selbst die Backup-Option aktivieren. Unter Android sichert WhatsApp die Verläufe dann ins Google Drive des Accounts, unter iOS in die iCloud. Ab November rechnet Google das Backup nicht mehr zum Drive-Speicherkontingent hinzu – allerdings ist die Sicherung anders als in der iCloud unverschlüsselt. Ein automatisches Backup sorgt dafür, dass Chats und gespeicherte Dateien beim Geräte-Crash oder -Wechsel nicht verloren gehen.



### Öffentliche Infos

Standardmäßig kann jeder, der Ihre Rufnummer kennt, unter anderem Ihr Profilbild abrufen. In den Einstellungen der WhatsApp-App regeln Sie unter Account/Datenschutz, welche Informationen für wen sichtbar sein sollen. Voreingestellt gibt sich WhatsApp sehr offen. Investieren Sie hier einige Minuten in besseren Schutz Ihrer Privatsphäre.



### Verifizierung

Sichern Sie Ihr WhatsApp-Konto unbedingt mit der Zwei-Faktor-Authentifizierung ab. Die nicht voreingestellte Option dazu finden Sie unter „Verifizierung in zwei Schritten“ in den Account-Einstellungen. Sie werden aufgefordert, eine sechsstellige

PIN zu wählen. Notieren Sie diese PIN und nutzen Sie das optionale Eingabefeld für eine Recovery-Mailadresse. Die Eingabe der PIN verlangt WhatsApp künftig nicht vor jedem Start der App, sondern sporadisch, und zwingend beim Rufnummernwechsel – sie schützt also den Account vor feindlicher Übernahme.



### Misstrauisch sein

WhatsApp ist aufgrund der hohen Verbreitung ein Liebling von Betrügern verschiedenster Couleur. Oft geht es darum, an Ihre persönlichen Daten zu kommen. Immer wieder etwa versenden Abzocker direkt oder als Kettenbrief Nachrichten, in denen auf angebliche Gutscheine von großen Marken wie Ikea, Milka oder Jägermeister hingewiesen wird. Links in diesen Nachrichten führen dann zu Phishing-Websites, die oft verblüffend gut die echten Markenseiten nachahmen. Seien Sie skeptisch, auch bei Links in Nachrichten befreundeter Kontakte. Fragen Sie lieber noch mal nach, insbesondere, wenn es um einen Short-Link geht, der zu einer unbekannten Quelle weiterleitet.

Nutzen Sie nur die Originalversionen der WhatsApp-Apps. Besondere Vorsicht gilt in Googles Play Store: Immer wieder tauchen hier vermeintlich „verbesserte“ Updates der Original-App auf, die dann beispielsweise „Update WhatsApp Messenger“ heißen, aber bei genauem Hinsehen nicht von der WhatsApp Inc. eingestellt wurden. Mit diesen Apps holen Sie sich potenziell Schadsoftware aufs Smartphone. (hob@ct.de) **ct**



Anzeige

# Geschützte Identität

## Sicherheits-Checkliste Google

**Für viele Nutzer steht der Google-Account im Zentrum aller Online-Aktivität. Wird er gekapert, drohen große Gefahren, etwa der Verlust von Daten. Am besten schützt man sein Konto mit Zwei-Faktor-Authentifizierung.**



Von Holger Bleich



### Zwei Faktoren nutzen

Google bietet Ihnen unter der Option „Bestätigung in zwei Schritten“ mehrere praktische Möglichkeiten, eine zweite Sicherheitsschicht hinter den Passwortschutz zu ziehen (siehe [ct.de/yyrk](http://ct.de/yyrk)). Diese Möglichkeit sollte jeder Google-Nutzer wahrnehmen. Ist die Zwei-Faktor-Authentifizierung aktiviert, wird jede Anmeldung am Konto nach der Passwortabfrage mit einer sechstelligen Einmal-PIN abgesichert. Diese PIN sendet Google jeweils an die hinterlegte Handy-Nummer. Noch sicherer: Sie können sich eine PIN-Liste – ähnlich der TAN-Listen beim Online-Banking – herunterladen oder die App Google Authenticator zur PIN-Generierung nutzen.

Außerdem unterstützt Google USB-Dongles mit FIDO U2F zur Authentifizierung. Rechner und Smartphones, die bereits per PIN-Eingabe bestätigt sind, stuft Google als „vertrauenswürdig ein“ und verzichtet erst einmal auf eine erneute PIN-Eingabe. Diese Einstufung lässt sich in den Konteneinstellungen unter „Vertrauenswürdige Geräte“ jederzeit widerrufen. Für API-Zugriffe von Fremd-Apps auf Google-Services, etwa die Kalender-Synchronisation, vergibt Google anwendungsspezifische Passwörter.



### Sicherheitsereignisse

Unter „Geräteaktivitäten und Sicherheitsereignisse“ bereitet Google Kontenanmeldungen auf. Prüfen Sie hier von Zeit zu Zeit, ob unberechtigte Zugriffsversuche

stattgefunden haben. Falls ja, sollten Sie vorsorglich sofort Ihre Zugangsdaten ändern und die Zwei-Faktor-Authentifizierung für alle Geräte erzwingen (siehe oben). Per Voreinstellung informiert Google via E-Mail über solche Ereignisse. Sie können in den „Einstellungen für Sicherheitswarnungen“ festlegen, dass Sie beispielsweise bei mutmaßlichen Hack-Versuchen sofort via SMS benachrichtigt werden. Unter „Geräte überprüfen“ zeigt Google, welche Geräte derzeit autorisierten Zugriff auf den Account haben. Kennen Sie ein Gerät nicht oder befindet es sich nicht mehr in Ihrem Besitz: Entfernen Sie es vorsorglich aus der Liste.



### App-Berechtigungen

In Ihren Konteneinstellungen finden Sie die Option „Apps mit Kontozugriff“. Hier lässt sich prüfen, welchen Apps und Diensten Sie Zugriff auf den Account gewährt haben, beispielsweise Smartphone-Kalender-Apps, aber auch Mail-Programme oder Browser-Erweiterungen. Sowohl unter „Apps verwalten“ als auch unter „Passwörter verwalten“ sollten Sie regelmäßig und gründlich ausmisten.



### Privatsphäre checken

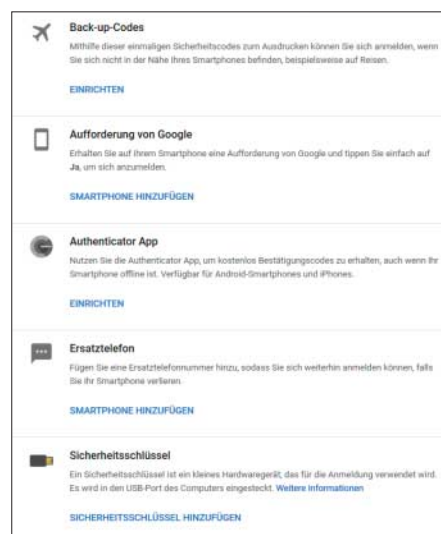
In „Persönliche Daten & Privatsphäre“ können Sie sich durch einen Check leiten lassen, der zeigt, welche Daten Google warum erhebt. Hier erhalten Sie die Möglichkeit, einige unnötige Sammeleien zu untersagen.



### Kontorettung

Sperrt man sich ungewollt aus dem Konto aus, bietet Google wenig Unterstützung bei der Wiederherstellung. Deshalb sollten Sie vorbeugen, indem Sie alle „Optionen zur Wiederherstellung“ gewissenhaft bearbeiten. Dazu gehört, dass eine zweite valide Mailadresse und Handynummer hinterlegt ist, an die Google im Ernstfall Wiederherstellungsinformationen senden kann. *(hob@ct.de) ct*

**Account-Einstellungen:** [ct.de/yyrk](http://ct.de/yyrk)



**Mit Netz und doppeltem Boden:** Googles Zwei-Faktor-Authentifizierung bietet Alternativen zum Versand von Einmal-PINs per SMS.

Anzeige



# Sozial abgesichert

## Sicherheits-Checkliste Social Media

**Schützen Sie Ihre sozialen Netz-Identitäten auf Facebook, Instagram, Twitter & Co. und lassen Sie gesundes Misstrauen walten. Wir zeigen wie.**

Von Holger Bleich



### Zwei Faktoren nutzen

Bei allen Social-Media-Plattformen sollten Sie – wenn verfügbar – einen zweiten Faktor zum Passwortschutz hinzufügen. Die Option finden Sie in der Regel in den Sicherheitseinstellungen. Bei Facebook gelangen Sie im Browser über den Pfeil neben der Hilfefunktion in die „Einstellungen“, wo der Menüpunkt „Sicherheit und Login“ zur „zweistufigen Authentifizierung“ führt. Damit es nicht allzu unkomfortabel wird, fordert Facebook die Eingabe einer sechsstelligen PIN nur bei der ersten Anmeldung mit einem Gerät. Sie können wählen, ob Sie die PINs per SMS erhalten oder von einer App wie Google Authenticator generieren lassen möchten.

Unter „Autorisierte Logins“ lassen sich einzelne Geräte mit „Entfernen“ gezielt abmelden, um eine neue Authentifizierung – diesmal mit PIN-Schutz – zu erzwingen. Ist der Account gekapert oder

haben Sie sich versehentlich ausgesperrt, können Ihnen drei befreundete Kontakte helfen, die Sie zuvor angegeben haben müssen: Diese Kontakte erhalten Codes, die zusammengekommen Einlass ins gesperrte Konto ermöglichen – ein praktisches Fallnetz.

Auf der Weboberfläche von Instagram finden Sie die Sicherheitsoptionen hinter dem Zahnrad-Icon im eigenen Profil. Aktivieren Sie hier „Zweistufige Authentifizierung“, um künftig PINs via SMS bei jeder Anmeldung zu erhalten. Auch Twitter ermöglicht die Zwei-Faktor-Authentifizierung: In der Webanwendung finden Sie die Option „Methoden zur Anmeldebestätigung“ unter „Datenschutz und Sicherheit“, leicht zu übersehen im Account-Profil. Selbst Snapchat als ausschließlich mobile Plattform für ein eher junges Publikum bietet die Schutzfunktion an. Sie finden sie hinter dem roten Zahnrad-Icon im eigenen Profil, dort „2-Faktoren-Bestätigung“ genannt.

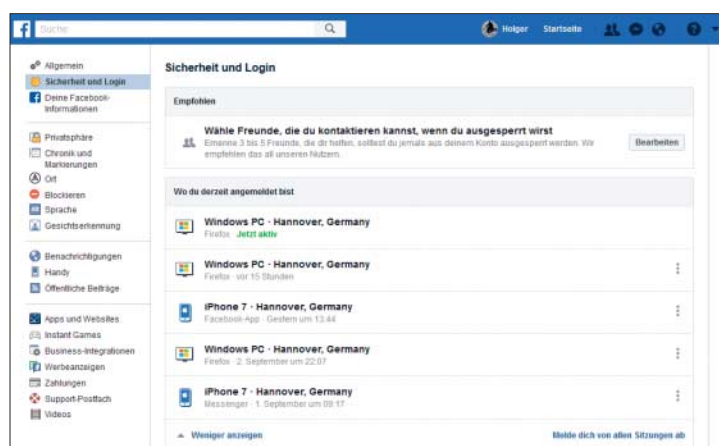


### Verbundene Apps

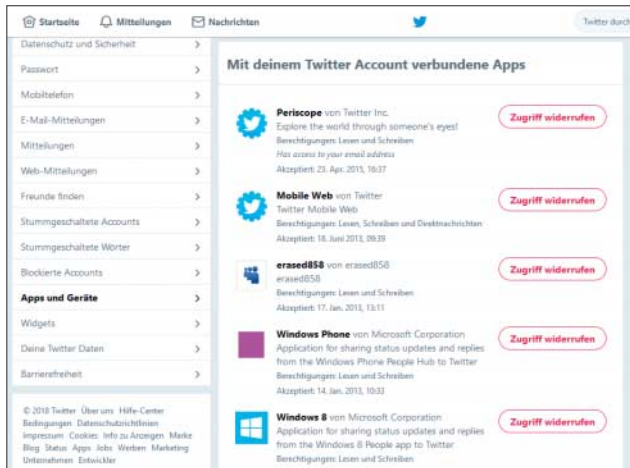
Bei vielen sozialen Netzen können Sie externen Diensten und Fremd-Apps Zugriff auf Ihren Account gewähren. Bisweilen räumen sich Apps – beispielsweise Spiele – viel mehr Rechte als nötig ein. Andere ändern mit der Zeit ihre Ausrichtung und mutieren vom kleinen Umfrage-Quiz zum Datensauger. Sie sollten die Aktivitäten und Berechtigungen der Apps im Auge behalten.

Facebook gewährt Ihnen unter „Apps und Websites“ in den Einstellungen Kontrollmöglichkeiten. Ohnehin hat der Konzern aus den Fehlern der Vergangenheit gelernt und behandelt Apps jetzt restriktiv: Verwenden Sie eine App 90 Tage lang nicht, entzieht ihr Facebook automatisch die Zugriffsrechte und schickt auf den Friedhof „Abgelaufene Apps“. Dort dürfen Sie sie dann entweder reaktivieren oder komplett entfernen. Eventuell wundern Sie sich über die Menge der abgelaufenen Apps und Websites: Hier ist beispielsweise jede Website gelistet, auf der Sie sich einmal mit dem Facebook-Login authentifiziert haben.

Besonders beliebt sind Apps derzeit bei Instagram-Nutzern: Viele kleine Tools unterstützen semiprofessionelle Selbstdarsteller dabei, ihre Storys zusammenzustellen, Fotos aufzuhübschen oder bunte Sinnspruch-Bildchen zu generieren. Da wird viel ausprobiert und wieder vergessen, behält aber Zugriffsrechte. Unter „autorisierte Apps“ in den Profileinstellungen listet Instagram die Apps auf. Misten Sie hier von Zeit zu Zeit gründlich aus. Twitter führt diese Option unter „Apps und



**Effektiver Hackerschutz:** In den Sicherheitseinstellungen von Facebook aktivieren Sie die Zwei-Faktor-Authentifizierung und melden registrierte Geräte ab.



**Oha: Das längst verschenkte Windows Phone hat immer noch Zugriff auf den Twitter-Account.**

hören. 58 Prozent der gefälschten Identitäten geben an, sowohl an Männern als auch an Frauen interessiert zu sein – bei realen Konten sind es laut Barracuda Networks nur sechs Prozent. Außerdem ergab die Studie, dass Fake-Profile durchschnittlich 726 Freunde haben, während es bei realen Konten lediglich 130 sind.

Lassen Sie diese Erkenntnisse in Ihren Check einfließen. Fake-Accounts haben oft Profilfotos von attraktiven Menschen. Sie können das Foto über die Google-Bildersuche vielleicht als Bilderklausur enttarnen. Prüfen Sie außerdem, wie lange das Konto existiert und wie aktiv der anfragende Kontakt in der letzten Zeit war. Auch die Gruppenmitgliedschaften können Hinweise geben. Apropos Gruppen: Auch Gruppen sind ein begehrtes Ziel von Betrügern aller Art. Administratoren privater Facebook-Communities, die den Gruppeneinlass verantworten, sollten also besonders vorsichtig sein.

Geräte“ im Account-Profil. Hier entfernen Sie auch autorisierte Geräte, die keinen Zugriff mehr erhalten sollen.



### Freigaben beachten

Wer viel auf Facebook postet und teilt, hat sicherlich schon öfter versehentlich die falsche Zielgruppe adressiert und seine Inhalte unbeabsichtigt an falsche Adressaten geleitet. Das Interface macht es auch nicht gerade einfach. Stellt man beispielsweise für nur das eine Posting die Freigabe von „Freunde“ auf „Öffentlich“, gilt dies als Voreinstellung ab jetzt für jedes weitere Posting, bis man sie bei einem Posting wieder ändert. Und weil bei einem flüchtigen Blick kaum ersichtlich ist, dass man sich gerade in einer geschlossenen Gruppe befindet, teilt man versehentlich schon mal einen Inhalt mit allen Mitgliedern dieser Gruppe, statt wie geplant mit den Freunden.

Unter „Privatsphäre“ in den Einstellungen macht Facebook die Optionen dazu zugänglich. Mit „Deine Aktivität“ ändern Sie beispielsweise die Zielgruppen-Voreinstellung. Über „Vergangene Beiträge einschränken“ können Sie mit einem Schlag alle Ihre Beiträge aus der Öffentlichkeit nehmen und nur noch Freunden zeigen. Checken Sie unter „Wie du gefunden und kontaktiert wirst“ insbesondere, wer Informationen wie Freundesliste sehen und nach Ihrer E-Mail-Adresse oder Telefonnummer suchen darf. Hier können Sie Facebook auch anweisen, die Indexierung Ihres Profils durch Googles Suchmaschine zu unterbinden.

Instagram, das ja auch zum Facebook-Konzern gehört, bietet Ihnen unter

„Privatsphäre und Sicherheit“ weniger Optionen. Setzen Sie hier einen Haken bei „Privates Konto“, bekommen nur noch bestätigte Kontakte Zugriff auf die von Ihnen geposteten Fotos und Videos – was nicht voreingestellt ist. Wenn Sie den Haken vor „Teilen zulassen“ entfernen, darf niemand mehr Ihre Storys in seinem Freundeskreis teilen.

Auf Twitter wird per Voreinstellung jeder Tweet ohne Einschränkung veröffentlicht, sodass er auch ohne Twitter-Zugang von außen zu sehen ist. Möchten Sie das ändern, setzen Sie einen Haken vor die Option „Deine Tweets schützen“ in den Datenschutzeinstellungen. Diese sorgt ab jetzt dafür, dass nur noch Follower Ihre Beiträge zu sehen bekommen. Neue Follower müssen Sie nun aktiv bestätigen. Retweets Ihrer Tweets mit oder ohne Kommentar sind ab jetzt nicht mehr möglich.



### Anfragen checken

Freundschaft und Vertrauen sind auch auf Facebook ein begehrter Status. Befreundete Kontakte sehen je nach Profileinstellungen viel mehr Privates. Oft stecken hinter Freundschaftsanfragen Versuche, persönliche Daten abzugreifen oder gar Geld zu ergaunern. Wenn Sie die Person hinter dem anfragenden Profil nicht kennen, seien Sie auf der Hut! Es gilt nun, dieses Profil zu checken, um Risiken zu minimieren. Doch woran erkennt man betrügerische Profile?

Das Security-Unternehmen Barracuda Networks hat für eine Studie 3000 Fake-Profile auf Facebook untersucht. Es stellte sich heraus, dass 97 Prozent der Profile vorgeblich zu Frauen ge-



### Private Nachrichten

Selbst von privaten Nachrichten Ihrer Kontakte kann Unheil ausgehen. Lassen Sie Vorsicht walten, wenn jemand Sie anschreibt, es sehr dringend wirkt, und wenn er um Geld oder andere Gefallen bittet: Vielleicht wurde sein Facebook-Account gehackt und übernommen, und nun versucht jemand, Ihr Vertrauen zu missbrauchen. Leider geschieht dies auf Facebook nicht gerade selten. Überweisen Sie keinesfalls Geld und rücken Sie nicht unbedacht Ihre Handy-Nummer heraus, bevor Sie das Gegenüber etwa mit einer Frage, die garantiert nur die befreundeten Personen beantworten kann, gecheckt haben.

Seien Sie besonders misstrauisch, wenn Sie Freundschaftsanfragen oder private Nachrichten von Personen erhalten, mit denen Sie eigentlich bereits befreundet sind. Hier kann es sich um Fake-Profil handeln, die dem Profil eines echten Nutzers nachempfunden sind. Um sich vor allzu vielen Fake-Belästigungen zu schützen, sollten Sie die Sichtbarkeit Ihrer Freundesliste einschränken (siehe „Freigaben beachten“). Identifizierte Betrügerprofile sollten Sie an Facebook melden (per Klick auf die 3 Punkte in der Profilansicht).

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

**Social-Media-Einstellungen:** [ct.de/yj4e](https://ct.de/yj4e)

# Sicher wie ein Großer

## Sicherheits-Checkliste Raspberry Pi

**Wer einen Raspberry Pi als kleinen Server für die Familie oder das vernetzte Zuhause einsetzt, sollte die gleichen Vorkehrungen treffen wie bei einem großen Server. Insbesondere, wenn er über das Internet darauf zugreift.**

Von Jan Mahn



### Passwort ändern

Ein frisch installiertes Raspbian richtet den Benutzer „pi“ mit dem Kennwort „raspberry“ ein. Diese Kombination hat sich mittlerweile herumgesprochen wie „admin – admin“ und sollte ganz schnell geändert werden, sobald der Raspi im Netzwerk hängt. Mit dem Befehl `passwd` auf der Kommandozeile können Sie ein neues Kennwort vergeben. Das lohnt auch dann, wenn Sie den Raspi nur im lokalen Netz zugänglich machen.

Wenn Sie über SSH aus dem Internet auf den Server zugreifen wollen, können Sie von einer Passwortauthentifizierung auf eine Zertifikatsauthentifizierung umstellen. Wie das geht, erfahren Sie über [ct.de/yhrb](http://ct.de/yhrb).



### Updates einspielen

Regelmäßige Updates gehören zur Pflege eines eigenen Servers dazu. Die Entwickler des Linux-Kernels und der Distribution arbeiten permanent daran, das System besser zu machen und gefundene Lücken zu schließen. Ihre Aufgabe ist es, dieses Angebot regelmäßig zu nutzen. In den Genuss von Updates kommen Sie mit folgenden Befehlen:

```
sudo apt update
sudo apt dist-upgrade
```

Damit die Updates automatisch installiert werden, gibt es das Paket `unattended-upgrades`:

```
sudo apt install unattended-upgrades
```

Zum Einrichten starten Sie den zugehörigen Einrichtungsassistenten mit folgender Zeile:

```
dpkg-reconfigure --priority=low \
  --unattended-upgrades
```



### Backups ziehen

Das gesamte Betriebssystem, alle Konfigurationsdaten und alle Daten, die im Betrieb anfallen, landen beim Raspberry auf einer SD-Karte. Wenn das Projekt nicht nur eine schnelle Bastelei ist, sollte man sich direkt nach der Einrichtung eine Strategie für den Fall überlegen, dass die Karte mal den Geist aufgibt. Das geschieht leider oft schneller als gedacht, und das manuelle Einrichten aller Software ist sehr lästig. Legen Sie zum Beispiel mit dem Windows-Werkzeug „Win32 Disk Imager“ ein Image der gesamten Karte auf Ihren PC oder halten Sie gleich eine fertige Ersatzkarte bereit. Entstehen auf dem Raspi Daten, sollten Sie diese regelmäßig oder noch besser sofort auf einen anderen Rechner synchronisieren. Entweder mit einem Werkzeug wie `rsync`, das Dateien sofort auf einen anderen Rechner spiegelt, oder mit einem Skript, das regelmäßig Backups auf ein Netzlaufwerk kopiert. Als Ziel für die Kopien kann ein NAS oder der Büro-PC dienen.

Auf alle Fälle sollten Sie jedes fertige Projekt zumindest in Stichpunkten dokumentieren. Kommt es nach Monaten zu einem Ausfall, haben Sie sicher vergessen, in welchen Konfigurationsdateien Änderungen nötig waren und sind dankbar für jede Notiz.



### Skripte prüfen

Im Internet finden Sie schnell viele Tipps und Anleitungen für den Raspberry. Leider sind nicht alle Quellen auch vertrauenswürdig. Als Linux-Laie neigt man dazu, alle Befehle ohne Hinterfragen herauszukopieren und mit `sudo` auszuführen. Sinnvoll ist es, bei unbekannten Kommandos aus unbekannten Quellen nach deren Funktion zu suchen und abzugleichen, ob das mit dem vermeintlichen Sinn übereinstimmt. Bei Befehlen wie `wget` oder `curl`, die etwas aus dem Internet nachladen, sollte man überlegen, ob man der Quelle vertrauen möchte.



### Raspi im Internet

Hängt der Raspberry im Heimnetzwerk und soll er aus dem Internet erreichbar sein, kann man im Router eine Portweiterleitung einrichten. Beispielsweise, um Anfragen an Port 80 an einen Webserver weiterzuleiten, zum Beispiel eine Nextcloud- oder Wordpress-Installation auf dem Raspi. Diese Lösung ist aber nur für Fortgeschrittene zu empfehlen – regelmäßige Updates sind spätestens dann Pflicht. Einsteiger sollten sich die VPN-Fähigkeiten ihres Routers ansehen. In der Fritzbox können Sie beispielsweise leicht einen VPN-Zugang einrichten, über den Sie von außen in Ihr Heimnetz tunneln können.

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

**Weiterführende Artikel und Software:**  
[ct.de/yhrb](http://ct.de/yhrb)



# Netz abschotten

## Sicherheits-Checkliste WLAN-Router

**Der Einrichtungsassistent bringt den neuen WLAN-Router binnen Minuten online. Doch damit ist längst nicht alles für optimale Sicherheit Ihres Netzes getan. Besonders das WLAN-Passwort braucht heute Aufmerksamkeit: Wegen eines neuen Angriffs auf WPA2 genügen 8 Zeichen bei Weitem nicht mehr.**

Von Ernst Ahlers



### Webinterface schützen

Moderne Router lassen sich dank cleverer Helfer im Handumdrehen einrichten. Leider übersehen manche dieser Assistenten, dass Sie auch das im Werk eingestellte Konfigurationspasswort ändern sollten. Denn dieses steht – wie auch die vorgegebenen WLAN-Einstellungen – üblicherweise auf dem Typenschild. Ein unauffälliger Knips mit der Smartphone-Kamera genügt.

Geben Sie also Ihrer Bequemlichkeit nicht nach und ändern Sie die Vorgabe: Wer an das Webinterface herankommt, kann sich nicht nur an Internet-Zeitbeschränkungen für die Sprösslinge vorbeimogeln, sondern sich oft auch unbemerkt einen VPN-Zugang von außen in Ihr Netz legen.

Stellen Sie bei der Gelegenheit auch sicher, dass automatische Firmware-Updates aktiviert sind. So holt sich der Router von selbst seine neue Software, falls der Hersteller sie wegen neuer Sicherheitslücken überarbeitet hat.



### WLAN richtig sichern

Selbst wenn Ihr Router ab Werk schon mit individuellen WLAN-Einstellungen versehen ist, setzen Sie trotzdem einen eigenen Funknetznamen und einen neuen Schlüssel. Denn diese Voreinstellungen stehen üblicherweise auf dem Router und oft auch auf einem beiliegenden Merkzettel. Wer da herankommt, erhält auch Zugang zum internen Netz, und wenn es nur die Putzhilfe ist.

Das Verstecken des WLANs und eine eventuelle Positivliste für die Clients (MAC-Filter) erhöhen die Sicherheit nicht, sie machen nur zusätzliche Arbeit.

Bei einigen WLAN-Basen lässt sich das Knacken der Verschlüsselung über ein spezielles Steuerpaket abkürzen. Dann ist immer noch ein zeitintensiver Brute-Force-Angriff mit massiver Rechenkraft nötig. Erst der frisch eingeführte WPA2-Nachfolger WPA3 verhindert die Attacke. Wie viel Zeit der Angreifer investieren muss, hängt von der Länge Ihres WLAN-Passworts ab. Nutzen Sie 20 bis 30 Zeichen, bis alle Ihre Geräte WPA3 können.



### Gastnetz nutzen

Verbannen Sie Besucher oder verdächtige Smart-Home- beziehungsweise IoT-Geräte ins Gast-WLAN. Schützen Sie auch dieses mit einem langen WPA2-Passwort. Ändern Sie dieses Passwort gelegentlich, denn es könnte sich über Ihren Nachwuchs in der Nachbarschaft ausbreiten.

Falls Ihr Router die Funktion bietet, schränken Sie das Gast-WLAN auf bestimmte Dienste ein, beispielsweise Surfen und Mailen. Das beugt Ärger etwa wegen Filesharings vor.



### Freigaben checken

Falls Sie einen von außen erreichbaren Heimserver betreiben, etwa für die eigene Cloud, oder PCs fernwarten, achten Sie darauf, nur sichere, also TLS-verschlüsselte Protokolle per Portweiterleitung

oder Portfreigaben zu erlauben. Das gilt auch für die Konfiguration des Routers selbst: Wenn Sie ihn von außen steuern wollen, tun Sie das nur über ein sicheres Protokoll, also HTTPS. Wenn möglich, ändern Sie den Port dafür vom Standardwert 443 auf einen hohen, damit Ihr Router nicht schon bei den simpelsten Portscans aufleuchtet.



### WPS und UPnP aus

Nicht erst bei langen, komplexen WLAN-Passwörtern ist das Koppeln der Clients per Tastendruck (WPS) bequem. Nutzen Sie diese Funktion, aber schalten Sie sie hinterher wieder aus. Sonst kann sich jeder Zugang verschaffen, der an den Router herankommt – auch neue Freunde Ihrer Kinder, denen Sie noch nicht trauen.

Manche Anwendungen und Smart-Home-Geräte wollen sich Portweiterleitungen mittels UPnP automatisch einrichten. Wenn das verzichtbar ist, deaktivieren Sie diese Funktion oder beschränken Sie sie auf einzelne Hosts, falls Ihr Router das unterstützt. Denn sie nützt nicht nur den bewusst installierten Programmen, sondern auch eingeschleppter Malware.

Nachdem Sie die Netzzentrale abgedichtet haben, sorgen Sie auch dafür, dass die Arbeit nicht vergebens war. Exportieren Sie die Router-Konfiguration und speichern Sie die Datei unverlierbar ab. Sie lässt sich zwar nicht auf beliebigen Routern zurückladen, aber auf jeden Fall bei einem baugleichen Ersatz und oft auch bei anderen Geräten desselben Herstellers. (ea@ct.de) **ct**



# Smarte Festung

## Sicherheits-Checkliste Smart Home

**In vielen Smart Homes tummeln sich mittlerweile unterschiedlichste Geräte verschiedener Hersteller. Leider erhöht dies das Risiko von Angriffen. Mit einigen grundlegenden Handgriffen können Sie Hacker jedoch von vernetzten Türschlössern, IP-Kameras & Co. fernhalten.**

Von Nico Jurran



### Passwörter ändern

Gleich nach der Inbetriebnahme sollten Sie alle vom Hersteller voreingestellten Passwörter ändern, da diese meist bei allen Geräten identisch sind oder mit einem vorhersehbaren Verfahren generiert wurden. Oft sind die voreingestellten Passwörter auch in der Bedienungsanleitung abgedruckt, die sich meist im Internet abrufen lassen. All dies soll die Ersteinrichtung erleichtern, hinterlässt aber auch Einfallstore für Hackerangriffe. Tipps zur Wahl des neuen Passworts finden Sie auf Seite 91.



### Firmware aktualisieren

Firmware-Updates beseitigen nicht nur Bugs und liefern Funktionen nach, sondern schließen auch Sicherheitslücken. Stellen Sie sicher, dass auf Ihren Geräten stets die aktuelle Firmware aktiv und – wann immer möglich – die automatische Update-Installation eingeschaltet ist.

Problematisch kann es werden, wenn Komponenten verschiedener Hersteller zusammenarbeiten. Nach unserer Erfahrung bezieht sich die Angabe, dass eine Lösung „herstellerübergreifend“ arbeitet, häufig lediglich darauf, dass die Steuerzentrale in der Lage ist, Komponenten von Fremdherstellern zu befehligen beziehungsweise Sensordaten von diesen entgegenzunehmen. Für Updates nutzen die Hersteller jedoch unterschiedliche Techniken, die nicht immer untereinander kompatibel sind. Wer sich eine neue Anlage anschafft oder Komponenten kauft, sollte auf diesen Punkt achten.

Bei einigen Geräten, die sich über Funk ansprechen lassen, kann man auf diesem Wege (Over The Air, OTA) keine Updates einspielen. Manche haben stattdessen einen Micro-USB-Port, der sie mit einem Rechner verbindet, über den sie dann die neueste Firmware ziehen können. Dies läuft eventuell über ein Programm auf dem Rechner, weshalb man sich vor dem Kauf über die unterstützten Betriebssysteme informieren sollte.



### Fernzugriff

Systeme, die „klassische“ Heimautomationsprotokolle wie Z-Wave, ZigBee oder BidCos (Homematic) nutzen, lassen sich in der Regel problemlos offline betreiben – und sind somit von außen über das Internet nicht angreifbar.

Viele Steuerzentralen bieten darüber hinaus heute die Option des Fernzugriffs über das Internet, um Komponenten von unterwegs zu bedienen oder den aktuellen Status des Smart Home abzufragen. Gelöst wird dies meist über eine Verbindung mit dem Cloud-Server des Herstellers. Nach Möglichkeit sollte man diesen offiziellen Weg nutzen.

Bietet Ihr Smart-Home-Hersteller eine solche Lösung nicht an, sollten Sie aus der Ferne auf jeden Fall über eine verschlüsselte VPN-Verbindung auf Ihr Heimsystem zugreifen. Nutzer, die eine Smart-Home-Steuersoftware als Zentrale auf einem Rechner laufen lassen, sind hier klar im Vorteil, da sich auf den wichtigsten Betriebssystemen meist problemlos VPN-Lösungen einrichten lassen.

Keine gute Idee ist es, Dienste von Smart-Home-Geräten einfach über eine Port-Weiterleitung im Router von außen zugänglich zu machen. Diese lassen sich über Portscanner oftmals aufspüren und identifizieren. Über bekannte Schwachstellen oder voreingestellte Passwörter können sich Hacker dann leicht Zugriff auf die Geräte verschaffen.



### Kabel statt Funk

Sicherheitsrelevante Smart-Home-Geräte wie Alarmanlagen und Kameras sollten möglichst per Kabel vernetzt werden. Bei allem technischen Fortschritt bleibt eben festzustellen, dass Funkstrecken im Vergleich zu Kabelverbindungen störanfälliger und leichter angreifbar sind.

Zudem ermöglichen Funkverbindungen Einbrechern, Systeme mit Störsendern außer Gefecht zu setzen. So lässt sich beispielsweise eine WLAN-Kamera vergleichsweise leicht vom Netz trennen.



### Datenlecks schließen

Viele Smart-Home-Geräte und die dazugehörigen Apps erfassen Daten über das Nutzungsverhalten des Anwenders und übertragen diese an den Hersteller. Oft lässt sich die Übertragung allerdings abschalten – wobei die passenden Einstellungen nicht selten tief in Untermenüs versteckt sind. Daher sollte man die Einstellungen gründlich nach entsprechenden Optionen durchforsten und diese deaktivieren.

(nij@ct.de) **ct**

# Sicher speichern

## Sicherheits-Checkliste NAS

**Ein Netzwerkspeicher als private Cloud ist im Handumdrehen installiert, aber genauso schnell korumpiert. Machen Sie Schnüffeln mit guten Passwörtern und Volume-Verschlüsselung das Leben schwer. Beugen Sie Datenverlusten mit Backups vor.**

Von Ernst Ahlers



### Sichere Passwörter

Der Einrichtungsassistent macht Ihnen die Inbetriebnahme eines neuen Netzwerkspeichers (NAS) leicht. Aber er kann Sie nicht von der Verantwortung befreien, sichere Passwörter für die Konfiguration, gemeinsame Freigaben und Nutzer zu vergeben. Belassen Sie es keinesfalls bei voreingestellten Passwörtern, setzen Sie eigene, hinreichend sichere (siehe S. 91).



### Updates

Achten Sie darauf, dass automatische Updates aktiviert bleiben, und zwar sowohl für die NAS-Firmware als auch für nachinstallierte Erweiterungen (siehe unten).

Beherrscht Ihr NAS das nicht, müssen Sie alle paar Monate mal nach dem Rechten sehen und eventuelle Updates manuell einspielen. Falls der Hersteller Ihres Geräts einen E-Mail-Infodienst dazu anbietet, abonnieren Sie ihn.



### Funktionen aus

Moderne NAS haben eine große Grundausstattung an Serverfunktionen. Schalten Sie nur die ein, die Sie tatsächlich benötigen. Das minimiert die Angriffsfläche.

Bei vielen Geräten kann man Erweiterungen aus einem Repository des Herstellers per Klick nachinstallieren. Probieren Sie sie ruhig aus. Aber deaktivieren Sie alles wieder, was Sie nicht dauerhaft nutzen wollen. Lassen Sie bei Erweiterungen aus fremden Quellen besondere Vorsicht walten.



### Logging aktivieren

Aktivieren und testen Sie die E-Mail-Benachrichtigung, damit das NAS Sie warnen kann, wenn eine Datenplatte sich ihrem Lebensende nähert, es dem Gerät zu warm wird oder wenn es Vorgänge verdächtig findet.

Schalten Sie ebenfalls das Syslog ein und blättern Sie es gelegentlich durch. Hier fällt bisweilen auf, ob jemand versucht, sich unter falschem Namen Zugriff zu erschleichen.



### Verschlüsselung

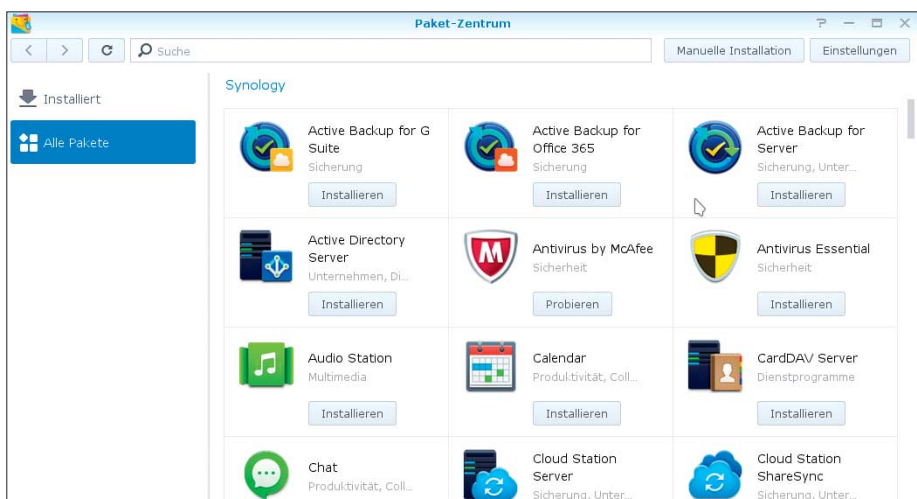
Das Verschlüsseln des geteilten Volumes kostet zwar etwas Performance, beson-

ders bei Billig-NAS ohne Hardware-Unterstützung für die AES-Chiffre. Aber es beschränkt den Schaden bei einem Diebstahl auf den Restwert der Hardware.

Denn die Verschlüsselung verhindert, dass Sie mittels Kontoauszügen, Verträgen, E-Mail-Archiven oder Ausweiskopien ausgespäht, erpresst oder ums Vermögen gebracht werden. Aktivieren Sie also die Verschlüsselung mindestens für die Freigaben, wo sensible Dateien lagern. Die heimische Musik- oder Filmsammlung – ausgenommen natürlich private Aufnahmen – darf ungeschützt bleiben.

Wie alle Hardware wird Ihr Netzwerkspeicher unweigerlich irgendwann ausfallen. Machen Sie also auch von diesem Datenlager regelmäßige Backups, idealerweise ebenfalls verschlüsselt.

(ea@ct.de) **ct**



Herunterladbare Funktionserweiterungen gibt es für Marken-NAS dutzendweise. Installieren Sie nur, was unverzichtbar ist.

# Backup! Machen! Jetzt!

## Sicherheits-Checkliste Backup

Üblicherweise vermeiden wir den inflationären Einsatz von Ausrufezeichen. Doch zum Backup kann man gar nicht laut genug aufrufen. Denn sonst ist die Frage nicht, ob Sie Datenverlust erleiden, sondern nur wann.

Von Axel Vahldiek



### Machen!

Es ist furchtbar trivial und vermutlich jedem völlig klar, trotzdem sei darauf hingewiesen: Ein Backup kann im Ernstfall nur dann helfen, wenn es wirklich vorhanden ist. Dass so viele Nutzer trotzdem kein Backup haben, dürfte vor allem daran liegen, dass man sich dazu aufrufen muss. Gerade Leute, die Datenverlust noch nie am eigenen Leib erleben mussten, schieben das gern mal auf der Prioritätenliste so weit nach hinten, bis es runterfällt. Die gleiche Gefahr droht aber auch jenen, die zu lange über eine perfekte Backup-Strategie grübeln statt endlich loszulegen. Doch Datenverlust passiert, sei es durch Hardware-Defekte, Schädlinge, Bugs, Schusseligkeit, Diebstahl, Feuer, Löschwasser oder sonst was. Sie haben also die Wahl: Aufrufen oder Ihre Daten sind irgendwann futsch. Es gibt keine dritte Option.



### Jetzt!

Am besten hilft Backup, wenn es möglichst aktuell ist. Das Anfertigen schreit also nach ständiger Wiederholung. Es gibt daher eine simple Antwort auf die Frage, wann der richtige Zeitpunkt fürs nächste Backup ist: Jetzt! Denn Sie denken ohnehin gerade übers Backup nach, also los!



### Jedes ist besser als keins

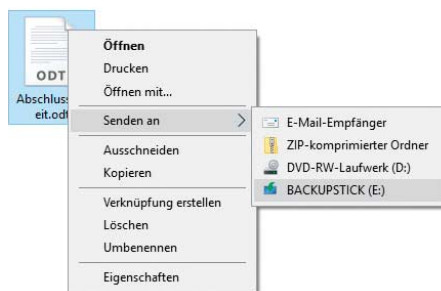
Die richtige Backup-Strategie zu finden ist eine Aufgabe, bei der man immer mehr finden kann, was es zu be-

denken gibt. Falls es Ihnen auch so geht und Sie daher noch keine für Sie perfekte Backup-Strategie gefunden haben: Gehen Sie zurück auf Los. Für den Anfang reicht schon das simple Kopieren Ihrer Dateien auf ein USB-Laufwerk mit einem Dateimanager wie dem Windows-Explorer. Denn das sichert Ihre Daten zwar keineswegs vor allen denkbaren Gefahren ab, aber doch vor vielen. Danach können Sie sich dann in Ruhe das weitere Vorgehen überlegen. Vorschläge für Backup-Strategien von ganz einfach bis feuerfest und diebstahlsicher haben wir in mehreren c't-Artikeln zusammengetragen, die Sie alleamt über [ct.de/yc6s](http://ct.de/yc6s) finden.



### 3-2-1-gerettet

Um Daten vor so ziemlich allen Gefahren zu schützen, beachten Sie die Drei-Zwei-Eins-Regel: Drei Kopien auf zwei Daten-



Das simple Kopieren der Abschlussarbeit auf einen USB-Stick schützt keineswegs vor allen Gefahren, aber doch vor einigen und ist damit ein guter Anfang – denn jedes Backup ist besser als kein Backup.

trägern, davon einer außer Haus. Eine sehr einfache zu bewerkstellende Form der Umsetzung ist beispielsweise, eine Kopie Ihrer Dateien auf der lokalen Festplatte und zwei weitere auf zwei externen Laufwerken wie USB-Sticks oder -Platten zu speichern, von denen Sie eines bei Verwandten, Freunden oder am Arbeitsplatz beziehungsweise daheim parken. Bequemer wird es mit einer größeren Anzahl an USB-Laufwerken. Mehrere GByte große Sticks gibt es heutzutage schon in 5er- oder 10er-Packs für wenige Euro. Dann können Sie einen Stick auswärts parken und ihn morgen gegen einen anderen mit einer neueren Kopie austauschen.



### Kontrolle ist besser

Nichts ist ärgerlicher, als ein Backup anzufertigen und dann erst im Ernstfall zu merken, dass dabei etwas schiefgegangen ist und man deshalb mit leeren Händen dasteht. Also kontrollieren Sie, ob das Sichern auch wirklich geklappt hat. Von der Funktionsfähigkeit der Kopie eines Dokuments können Sie sich beispielsweise überzeugen, indem Sie die Kopie einfach mal öffnen.

Verlassen Sie sich bei Backup-Software nicht darauf, dass die schon alles mitprotokolliert. Sie müssen in die Protokolle auch reinschauen. Erst danach können Sie sicher sein, dass Sie ein echtes Backup haben – und können endlich ohne Angst um Ihre Daten schlafen.

(axv@ct.de) **ct**

c't-Artikel zu Backups: [ct.de/yc6s](http://ct.de/yc6s)



# Gute Passwörter

## Sicherheits-Checkliste Passwörter

**Viele weitläufig bekannte Empfehlungen zum Thema sichere Passwörter sind längst überholt. Die folgenden Schritte verhelfen Ihnen zu guten Kennwörtern, die Sie sich trotzdem merken können. Oder Sie überlassen die Arbeit einfach einem Passwort-Manager – digital oder auf Papier.**

Von Ronald Eikenberg



### Niemals recyceln

Nutzen Sie für jeden Dienst und für jede Anwendung ein anderes Passwort. Wenn Sie bei mehreren Diensten das gleiche einsetzen, haben Sie ein großes Problem, wenn einer der Dienste gehackt wird. Cyber-Ganoven probieren geklaute Passwörter bei etlichen Sites durch. Gehen Sie am besten all Ihre Kennwörter durch und ändern Sie Dubletten bei den Diensten.



### Lieber lang

Ein gutes Passwort ist nicht nur sicher, sondern auch alltagstauglich. Das bedeutet konkret, dass man es auf allen Geräten ohne Verrenkungen eingeben kann – also auch auf dem Smartphone. Der effektivste Stellhebel bei der Passwortsicherheit ist nicht die Komplexität, sondern die Länge: Nutzen Sie lieber lange Passwörter, statt

möglichst viele Sonderzeichen einzubauen. Während bei Online-Diensten meist eine Länge von acht Zeichen ausreicht, sollten Sie bei lokaler Verschlüsselung (Dateien, Festplatten, PGP & Co.) so viele Zeichen nutzen, wie Sie handhaben können. Lange Passphrasen können Sie etwa durch das zufällige Aneinanderreihen von Wörtern generieren.



### Managen lassen

Wer wie empfohlen für jeden Dienst ein anderes Kennwort nutzt, muss sich viel merken – oder überlässt die Arbeit einem Passwort-Manager wie KeePass, der die geheimen Zeichenfolgen verschlüsselt auf dem Rechner, Smartphone oder Tablet speichert. Passwort-Manager können zudem zufällige Zeichenfolgen generieren, die den Anforderungen der Dienste gerecht werden. Entgegen aktueller Empfehlungen erzwingen viele Dienste nach wie vor den Einsatz von Sonderzeichen, Ziffern und so weiter. Einige der Passwort-Manager synchronisieren Ihren Passwort-Safe bei Bedarf verschlüsselt mit all Ihren Geräten.

Der Passwort-Speicher des Browsers ist nur bedingt zu empfehlen: Standardmäßig kommt jeder, der Zugriff auf Ihr Nutzerkonto hat, an alle gespeicherten Zugangsdaten. Bei Firefox können und sollten Sie ein Master-Passwort setzen, das der Browser jeweils beim ersten Passwortzugriff nach dem Start abfragt. Sie setzen das Master-Passwort in den Firefox-Einstellungen unter „Datenschutz & Sicherheit/Formulare & Passwörter/Master-Passwort verwenden“. Wenn Sie die Sync-Funktion von

Chrome nutzen, können Sie Ihre Passwörter vor der Übertragung in die Google-Cloud lokal verschlüsseln (siehe [ct.de/yha4](https://ct.de/yha4)).



### Backup auf Papier

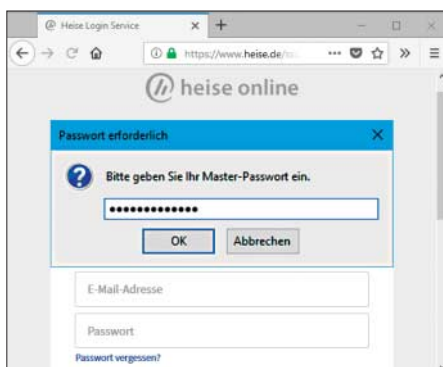
Auf einen Passwortzettel in der Geldbörse oder im Tresor kann garantiert kein Trojaner zugreifen. Um die Sicherheit zu erhöhen, können Sie die Kennwörter nach einem individuellen System abwandeln, ehe Sie diese notieren. Nutzen Sie zum Beispiel Passwörter, die mit einem immer gleichen Wortbaustein wie **ichleseCT** beginnen, den Sie nicht mit notieren. Statt dem Passwort **ichleseCTSetzenWeizenKursiv** notieren Sie nur **SetzenWeizenKursiv**.



### Zwei Faktoren nutzen

Viele Online-Accounts können Sie durch die Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) absichern. Dazu zählen Accounts bei Google, Microsoft, Apple, Facebook und vielen mehr. Ist der Schutz aktiv, müssen Sie zumindest beim ersten Login auf einem Gerät zu dem Passwort noch einen einmalig gültigen Code eingeben, den Sie zum Beispiel per SMS erhalten. Noch sicherer ist der Abruf des Codes mit einer Authenticator-App. 2FA erhöht die Sicherheit Ihres Kontos enorm: Ein Hacker, der Ihre Zugangsdaten abgegriffen hat, kann sich nicht damit in Ihren Account einloggen, weil ihm der zweite Faktor fehlt. (rei@ct.de) **ct**

**Tools und Passwort-Strategien:**  
[ct.de/yha4](https://ct.de/yha4)



Firefox verschlüsselt seinen Passwortspeicher auf Wunsch mit einem Master-Passwort.





# Groß, günstig, hochauflösend



## Sechs 32-zöllige 4K-Monitore ab 350 Euro im Test

**Was vor zehn Jahren noch als ausgewachsener Fernsehschirm gedacht war, dient heute als Büro-Display: 4K-Monitore mit 80 Zentimetern Bilddiagonale treten an, die Schreibtische zu erobern.**

**Von Ulrike Kuhlmann**

**D**ie ultrahohe Auflösung von 3840 × 2160 Pixeln sorgt am 32-Zoll-Monitor für fein gezeichnete Bilder, seine große Schirmfläche schafft jede Menge Platz für viele Fenster auf dem Desktop. Aktuelle 4K-Monitore mit 80 Zentimetern Diago-

nale bekommt man je nach Ausstattung für 350 Euro, aber auch für 1350 Euro: Teure Geräte sind für die professionelle Bildbearbeitung gedacht, günstige für den gelegentlichen Einsatz am heimischen Schreibtisch.

Für den aktuellen Test haben wir uns sechs preiswerte 32"-Monitore mit 4K-beziehungsweise Ultra-HD-Auflösung (UHD) ins Labor geholt. Im Einzelnen waren dies Acers ET322QK, der U3277-FWQ von AOC, der ProLite X3272UHS von Iiyama, LGs 32UD59, Samsungs U32J590UQU und der VX3211-4K von Viewsonic. Alle sechs kosten um die 400 Euro, das günstigste Modell von Viewsonic gibt es im Angebot schon ab 350 Euro, der LG 32UD59 liegt mit 450 Euro am oberen Ende der Preisskala.

Interessant sind die großen Schirme auch für Anwender, die ihren Monitor nicht nur zum Arbeiten, sondern auch zum Videoschauen nutzen: Mit einem aktuellen Streaming-Client wie FireTV oder Chromecast am HDMI-Eingang verwandelt man die Geräte im Handumdrehen in ein ultrahochauflösendes Fernsehdisplay. Wir haben uns die Qualität und Fähigkeiten der Geräte als Büromonitor angeschaut und auch geprüft, ob sie für die Videowiedergabe taugen. Fünf der Geräte haben Lautsprecher eingebaut, nur beim Samsung-Monitor muss man externe Lautsprecher oder einen Kopfhörer anschließen, um Videos mit Ton zu hören. Von der Audioqualität der eingebauten Lautsprecher sollte man nicht allzu viel erwarten, den schlanken Monitoren fehlen vor allem die Bässe.

## Bildqualität

Monitore in dieser Größe mit TN-Panel sollten allenfalls Gamer kaufen. Da man schon aus dem üblichen Sitzabstand von 60 Zentimetern die Ecken des Schirms unter einem spitzen Winkel sieht, bleicht die Darstellung in den Ecken eines TN-Panels von vorn besehen aus. Alle sechs Testkandidaten nutzen blickwinkelstabile VA-Displays (Vertical Aligned), die auch aus kurzer Distanz eine weitgehend konstante Darstellung auf der ganzen Schirmfläche bieten. Die Farben aller sechs Displays sind supersatt und leuchtend. Dafür sorgt ein spezieller Phosphor an den LEDs der Hintergrundbeleuchtung. Allerdings verblasst die Darstellung, wenn man von der Seite auf die Schirme schaut – von vorn bemerkt man davon zum Glück wenig. Für die professionelle Bildbearbeitung scheiden die Geräte damit aber doch aus.

Die VA-Technik sorgt zudem für satte Schwarzwerte und damit für hohe Kontraste: Auch wenn alle sechs Monitore dieses Tests das gleiche Panel nutzen, erzielen die Hersteller doch recht unterschiedliche Bildqualitäten – die hängt eben auch von der Videoelektronik und den Voreinstellungen ab. Alle stellen Bilder mit einem In-Bild-Kontrast von etwa 2000:1 dar. Samsung holt am meisten aus dem Panel heraus – der U32J590UQU erzielt im Standardmodus über 2300:1. Die gemessenen Kontraste geben wir mit dem jeweiligen Kontrastplot in der Tabelle auf Seite 96 an, in den unten stehenden Balkendiagrammen haben wir außerdem die Homogenität der Schirmausleuchtung, den Leuchtdichteregulierungsbereich sowie die Leistungsaufnahme der Geräte aufgeführt.

Büromonitore sollten möglichst gleichmäßig ausgeleuchtet sein, denn gerade auf eng beschriebenen Text- oder Tabellenseiten stören Helligkeitseinbußen, Flecken oder Aufheller. Leider zählt eine gleichmäßige Ausleuchtung meist nicht zu den Stärken großer Schirme in der un-

teren Preisklasse. So zeigen alle sechs Kandidaten ein wolkiges Bild, zusätzlich wirkt die Darstellung bei manchen durch breite Abschattungen an den Displayrändern und die überstrahlte Mitte wie eingeraht. Die schmalen Lichtdurchbrüche am oberen und unteren Displayrand, die bei allen sechs Monitoren zu sehen sind, fallen dadurch umso mehr auf. Als Einäugiger unter Blinden schlug sich hier der ET322QK von Acer noch am besten. Das könnte an einem genaueren Abgleich ab Werk liegen oder an der Serienstreuung in der Panelfertigung. Besonders fleckig erschien Samsungs U32J590UQU, dessen Schirmfläche auf hellem Hintergrund zusätzlich von breiten vertikal verlaufenden Streifen durchzogen war. Besonders auffällig sind die Inhomogenitäten, wenn man die große Schirmfläche nicht komplett ausnutzt, sondern beispielsweise ein grauer Desktop im Hintergrund eines Textfensters zu sehen ist.

## Die Ausstattung

Alle sechs Testgeräte sind ähnlich ausgestattet. Alle haben drei Digitaleingänge, einer davon ist jeweils ein DisplayPort in Version 1.2, die anderen beiden sind meist HDMI-Anschlüsse inklusive HDCP. Nur AOC hat im U3277FWQ statt des zweiten HDMI einen DVI-Eingang eingebaut und zusätzlich einen analogen VGA-Anschluss. Beide Ports taugen mangels Bandbreite nicht für die ultrahohe Auflösung mit  $3840 \times 2160$  Bildpunkten, man kann darüber allenfalls Signale für die Bild-in-Bild (PIP) oder Bild-neben-Bild-Darstellung (PBP) anlegen. Dazu später mehr.

Am HDMI-Eingang beherrscht der AOC-Monitor die Wiedergabe kopiergeschützter 4K-Inhalte. Der ET322QK von Acer akzeptiert an seinen HDMI-Eingängen zwar 4K-Signale mit 60 Hertz, HDCP 2.2 unterstützt er aber nur an HDMI 2. Samsung hat beiden HDMI-Eingängen des U32J590UQU zwar HDCP spendiert,

doch einer der Ports ist nur in Version 1.4 ausgelegt – er reicht nur für 4K mit maximal 30 Hz aus. Die geringere Bildwiederholfrequenz genügt für die Wiedergabe von 4K-Filmen mit 2160/24p vom Blu-ray-Player oder Streaming-Stick. Am PC nervt die Begrenzung auf 30 Hz dagegen, weil dann der Mauszeiger zu langsam reagiert und sich wie am Gummiband anfühlt. Hier nutzt man besser den HDMI-2.0-Eingang oder schließt den Monitor per DisplayPort an den PC an.

An den Videoeingängen nehmen alle sechs Geräte 10-Bit-Signale entgegen und reichen sie an ihr Panel weiter. HDR beherrscht aber nur Viewsonics VX3211-4K. Für die neuen DisplayHDR-Formate ist die Spitzenluminanz der LCDs von gerade mal  $300 \text{ cd/m}^2$  deutlich zu niedrig. Der sehr große Farbumfang aller sechs Monitore würde dagegen für HDR-Signale ausreichen.

## Komfortfunktionen

Dem Flimmern der Hintergrundbeleuchtung bei reduzierter Leuchtdichte begegnen alle sechs Geräte mit einer Kombination aus Stromsteuerung und Pulsweitenmodulation der Backlight-LEDs. Das Flimmern sieht man insbesondere aus den Augenwinkeln. Fürs ergonomische Arbeiten am Abend bieten einige Monitore zudem einen Nachtmodus an, der den Blauanteil der Hintergrundbeleuchtung reduziert. Abends steigt die Produktion des Schlafhormons Melatonin und wir werden müde. Dieser Vorgang setzt bereits Stunden vor dem Zu-Bett-Gehen ein – außer man schaut gebannt auf ein kaltweißes Display: Das kurzweilige blaue Licht hemmt die Produktion des Schlafhormons. Ähnlich wie in Smartphones soll dies ein Bildpreset mit warmweißer Darstellung verhindern.

Acer hat den entsprechenden Preset „Blaulicht“ unglücklich mit der Leuchtdichteinstellung verknüpft: Sobald man

## 4K-Monitore: Messwerte

Modell	Leistungsaufnahme Aus/Stand-by/Betrieb mit $120 \text{ cd/m}^2$	Ausleuchtung [%]	Leuchtdichteregulierungsbereich [ $\text{cd/m}^2$ ]
	◀ besser	besser ▶	◀ besser ▶
Acer ET322QK	0,3/0,3/28,5	78	22/274
AOC U3277FWQ	0,2/0,4/30	74,6	34/275
Iiyama ProLite X3272UHS	0,3/0,4/27,5	72,5	26/303
LG 32UD59	0,2/0,2/27,5	72,5	79/286
Samsung U32J590UQU	0,2/0,2/26,5	76,8	16/285
Viewsonic VX3211-4K-mhd	0,3/0,3/26,4	73	50/300
			120 $\text{cd/m}^2$



### Acer ET322QK

Der 32-Zöller von Acer fällt mit seinem weißen Gehäuserücken und dem ungewöhnlichen Spreizfuß auf. Die mattierte schwarze Front verhindert störende Spiegelungen. Er bringt HDR-Signale ausdrucksstark und mit natürlichen Farben auf den Schirm. Leider reißt er stets das Backlight auf, sobald man HDR oder den Nachtmodus aktiviert und vergisst dabei die zuvor gewählte Helligkeitseinstellung.

- ↑ unterstützt HDR
- ↑ ausgefeilte Farbpresets
- ↓ sehr verschachteltes Menü



### AOC U3277FWQ

AOC hat seinem Monitor noch VGA- und DVI-Ports spendiert, die nicht für 4K/60 reichen. In Sachen Ergonomie patzt der Hersteller mit einem schwarzen Hochglanzrahmen. Per Bild-In-Bild lassen sich die tief im Gehäuse versenkten Eingänge beliebig miteinander kombinieren. Das Displaymenü verknüpft Farbmodi und Bildpresets, was die ohnehin komplizierten Einstellungen weiter erschwert.

- ↑ vier unterschiedl. Signaleingänge
- ↑ einfache Signalumschaltung
- ↓ glänzende Displayeinfassung



### Iiyama ProLite X3272UHS

Der ProLite steht sicher auf seinem hohen Bügelfuß, eignet sich aber nicht für kleine Nutzer. Wichtige Funktionen wie die Signalumschaltung hat man über die rückwärtige Wipptaste im Direktzugriff. Helligkeit und Kontrast lassen sich nur im Farbtemperaturpreset Benutzer verändern, ein expliziter Nachtmodus fehlt. Beim Wechsel zum PIP-Modus vergisst der Monitor stets die vorherige Eingangsbelegung.

- ↑ Direkttasten zur Menüsteuerung
- ↑ standfest
- ↓ viele Farbpresets zu hell



### LG 32UD59

Das höhenverstellbare Display wackelt in Maximalstellung gefährlich bei Anstupfern. Der Monitor wird über ein externes Netzteil versorgt, alle nötigen Signalkabel gehören zum Lieferumfang. Trotz Direkttasten für ausgewählte Funktionen schaltet man das Gerät bei Einstellungen schon mal versehentlich aus. Der FreeSync-Frequenzbereich ist zu klein bemessen, es gibt keinen Nachtmodus und keine Bild-im-Bild-Funktion.

- ↑ höhenverstellbar
- ↓ keine Bild-im-Bild-Funktion
- ↓ etwas wackeliger Stand



### Samsung U32J590UQU

Der elegante Monitor hängt mit einem externen Steckernetzteil an der Steckdose. Die Menüsteuerung ist vorbildlich gelöst, ebenso die Bild-im-Bild-Funktion, bei der man den Ton jeder Signalquelle dem Kopfhörerausgang zuweisen kann; Lautsprecher fehlen. Der Schirm ist sehr inhomogen ausgeleuchtet und wirkt im Nachtmodus viel zu blass. Im Normalbetrieb glänzt das LCD dagegen mit hohen Kontrasten und satten Farben.

- ↑ gute Benutzerführung
- ↑ flexible PIP-Funktion
- ↓ sehr ungleichmäßig ausgeleuchtet



### Viewsonic VX3211-4K-mhd

Der 32-Zöller von Viewsonic ruht sicher auf einem eleganten Fuß. Seine Signaleingänge sind nur zugänglich, indem man das Gerät auf den Kopf stellt. Das chaotische Menü lässt sich über die winzigen Tasten im Displayrücken nur mit höchster Konzentration bedienen; auch die Signalumschaltung erfordert über Gebühr Aufmerksamkeit. Trotz FreeSync und Overdrive-Funktion taugt der VX3211 nicht fürs schnelle Spiel.

- ↑ standfest
- ↓ unzumutbare Menüsteuerung
- ↓ zum Gaming wenig geeignet

Anzeige



„Blaulicht“ aktiviert, steigt die Schirmleuchtdichte auf unergonomische Höhe. Man muss sie anschließend manuell reduzieren, denn die zuvor getätigte Einstellung vergisst der Monitor jedes Mal. Der „Augenschonmodus“ des Samsung-Monitors nimmt nicht nur Blau raus, sondern hebt auch den Schwarzwert an. Die Darstellung wird dadurch insgesamt arg flau. Bei AOC Iiyama und LG fehlt ein expliziter Blaulicht-Modus, hier nutzt man abends am besten warme Bildpresets; bei Iiyama ist dies beispielsweise „Text“, bei LG „Leser“.

Wenig komfortabel ist die Mechanik der Monitore: Man kann ihre Schirme nach vorn oder hinten neigen, aber weder zur Seite drehen und schon gar nicht ins Hochformat stellen. Einzig der 32UD59 von LG ist höhenverstellbar, bei den anderen muss man gegebenenfalls c't-Stapel drunter legen. Der X3272UHS von Iiyama steht auf einem recht hohen Fuß, für kleine Nutzer scheidet er damit aus. Auch Acers ET322QK ist etwas höher geraten.

Eine ausgefeilte Mechanik ist bei Preisen um 400 Euro nicht drin und Designerstücke darf man bei diesen Preisen ebenfalls nicht erwarten. Trotzdem finden sich keine hässlichen Entlein im Testfeld: LG, Samsung und Viewsonic nutzen das aktuell angesagte Outfit mit schmaler Displayeinfassung und schlankem Spreizfuß, Acer und Iiyama haben ihre Displays auf etwas ungewöhnliche Metallbügel gestellt und AOC entschied sich für die klassische Fußplatte. Fünf Geräte sind in schwarz gehalten mit mattierter Front, nur AOC hat nicht aufgepasst und den Rahmen hochglänzend belassen. Der Acer-Monitor fällt mit seinem weißen Rücken auf, ist vorn aber schwarz mattiert, wie es sich für ein Bürogerät gehört.

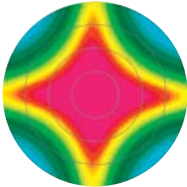
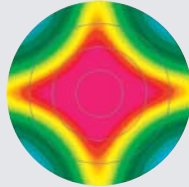
## Zwei PCs an einem Monitor

Um am Monitor von einer Quelle zur anderen zu wechseln, reicht im Optimalfall ein einziger Tastendruck am Gerät – leider nicht bei unseren Testgeräten: Alle fordern mindestens drei Klicks zur Signalumschaltung, bei Acer sind es sogar fünf Klicks auf verschiedene Tasten. Bei Viewsonic braucht es zwar nur drei Klicks, allerdings ist das Menü des VX3211-4K derart schlecht zu bedienen, dass man den Monitor bei jeglichen Menüeinstellungen häufig ganz ausschaltet.

Bis das Signal nach einem Wechsel erscheint, vergehen je nach Monitor und angeschlossener Quelle zwischen zwei und sechs Sekunden. Besonders flink und

## 4K-Monitore mit 80 cm Bild diagonale

Produkt	ET322QK	U3277FWQ
Hersteller	Acer	AOC
Panel: Größe / Typ	31,5" /VA (mattiert)	31,5" /VA (mattiert)
Auflösung (Seitenverhältnis) / Pixeldichte	3840 × 2160 (16:9) / 140 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 140 dpi
sichtbare Bildfläche / -diagonale	69,7 cm × 39,2 cm / 80 cm	69,7 cm × 39,2 cm / 80 cm
Farbauflösung / WCG / HDR	8 Bit + FRC / ✓ / ✓	8 Bit + FRC / ✓ / –
Videoeingänge	2 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.2	1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.2, 1 × DVI-D, 1 × VGA
Audioanschlüsse	Klinkenbuchse (Kopfhörer)	Klinkenbuchse (Kopfhörer, Mikrofon)
HDCP 2.2 an Signaleingang	HDMI 2, DisplayPort	HDMI, DisplayPort
FreeSync / Nachtmodus / flickerfreie LED-Ansteuerung	✓ / ✓ / ✓	– / – / ✓
Bild-in-Bild / Bild-neben-Bild	✓ / ✓	✓ / ✓
LCD drehbar / höhenverstellbar / neigbar	– / – / ✓	– / – / ✓
Rahmenbreite	Seite und oben 1 cm, unten 2 cm	Seite und oben 2 cm, unten 2,5 cm
Geräteabmessungen (B × H × T) / Gewicht	73 cm × 53 cm × 23 cm / 6,8 kg	73 cm × 54 cm × 26 cm / 8 kg
weitere Ausstattung	Lautsprecher (2 × 2 W)	Lautsprecher (2 × 3 W)
Lieferumfang	Kabel: DisplayPort, Netz; Kurzanleitung	Kabel: DisplayPort, Netz

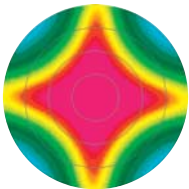
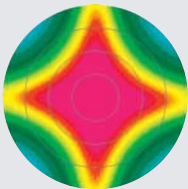
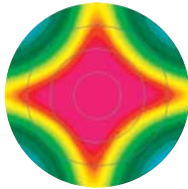
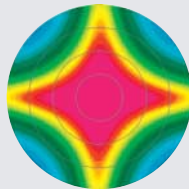
Kontrast		
minimales Sichtfeld (Abweichung)	2200:1 (38,4 %)	2024:1 (33 %)
erweitertes Sichtfeld (Abweichung)	1140:1 (83,7 %)	1088:1 (74,8 %)
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten, im Idealfall wäre das gesamte Bild pink.		
winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand 0 200 400 600		
Bewertungen		
Blickwinkelabhängigkeit / Kontrasthöhe	○ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕
Farbwiedergabe / Graustufenauflösung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Ausleuchtung / Spieleauglichkeit	○ / ○	○ / ○
Mechanik, Verarbeitung / Bedienung	○ / ○	⊖ / ○
Garantie und Preis		
Garantie	2 Jahre (Pick-up & return)	3 Jahre
Straßenpreis (ca.)	410 €	390 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht		

komfortabel gelingt die Umschaltung bei den Geräten von LG und Samsung.

Wer zwei PCs gleichzeitig betreiben will, kann Platz auf dem Schreibtisch schaffen: In den Modi Side-By-Side (SBS) und Picture-in-Picture (PIP) holen die Monitore die Bilder zweier Quellen nebeneinander auf ihren Schirm beziehungsweise laden eines als kleineres Bild in das Hauptfenster. Die Signaleingänge sind dabei allerdings nicht beliebig kombinierbar: DisplayPort neben HDMI geht immer, zwei per HDMI angeschlossene Quellen kann man nur an den Geräten von AOC und Samsung miteinander kombinieren – bei den anderen drei Monitoren führen die beiden HDMI-Anschlüsse intern auf denselben Signalfad. LG hat die Komfortfunktionen PIP und PBP gar nicht eingebaut.

## Gaming und Videos

Alle sechs Hersteller bewerben ihre Monitore mit sehr kurzen Schaltzeiten – Iiyama und Viewsonic sprechen von drei Millisekunden, die anderen von vier. Die meisten beherrschen zudem FreeSync. Trotzdem eignen sich unsere Testkandidaten nur bedingt zum Spielen und spätestens bei schnellen Shootern bemerkt man den Unterschied zu echten Gaming-Displays. Die FreeSync-Eigenschaften unserer Kandidaten beziehen sich vor allem auf Frequenzen unterhalb von 60 Hz. Bei allen nutzt man am besten die mittlere Overdrive-Stufe zur Beschleunigung der Schaltvorgänge. Bei Samsung wird der Overdrive automatisch deaktiviert, wenn man FreeSync zuschaltet – das ist sinnlos. Unter den sechs Kandidaten eignen sich die Monitore von AOC und Acer am bes-

ProLite X3272UHS-B1	32UD59	U32J590UQU	VX3211-4K-mhd
Iiyama	LG	Samsung	Viewsonic
31,5" /VA (mattiert)	31,5" /VA (mattiert)	31,5" /VA (mattiert)	31,5" /VA (mattiert)
3840 × 2160 (16:9) / 140 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 140 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 140 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 140 dpi
69,7 cm × 39,2 cm / 80 cm	69,7 cm × 39,2 cm / 80 cm	69,7 cm × 39,2 cm / 80 cm	69,7 cm × 39,2 cm / 80 cm
8 Bit + FRC / ✓ / –	8 Bit + FRC / ✓ / –	8 Bit + FRC / ✓ / –	8 Bit + FRC / ✓ / –
2 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.2	2 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.2	1 × HDMI 2.0, 1 × HDMI 1.4, 1 × DisplayPort 1.2	2 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.2
Klinkenbuchse (Kopfhörer)	Klinkenbuchse (Kopfhörer)	Klinkenbuchse (Kopfhörer)	Klinkenbuchse (Kopfhörer)
HDMI 1, 2, DisplayPort	HDMI 1, 2, DisplayPort	HDMI 1, 2, DisplayPort	HDMI 1, 2, DisplayPort
– / – / ✓	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓
✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
– / – / ✓	– / ✓ / ✓	– / – / ✓	– / – / ✓
Seite und oben 1,2 cm, unten 2 cm	Seite und oben 1,4 cm, unten 1,8 cm	Seite und oben 1,2 cm, unten 1,7 cm	Seite und oben 1,2 cm, unten 2 cm
73 cm × 54 cm × 26 cm / 6,8 kg	73 cm × 45-57 cm × 23 cm / 7,1 kg	73 cm × 53 cm × 25 cm / 6,3 kg	73 cm × 49,5 cm × 24 cm / 6,8 kg
Lautsprecher (2 × 2 W)	Lautsprecher (2 × 5 W), Netzteil extern	Netzteil extern	Lautsprecher (2 × 2,5 W)
Kabel: HDMI, Netz	Kabel: DisplayPort, HDMI, Netz; CD (Treiber, Handbuch, Control-Software)	Kabel: HDMI; Netzadapter mit fest montiertem Stecker, CD	Kabel: HDMI, Netz
2283:1 (36,4 %)	2110:1 (37,3 %)	2333:1 (36 %)	1942:1 (38,2 %)
1202:1 (80,9 %)	1333:1 (68,3 %)	1254:1 (77,8 %)	1001:1 (84,2 %)
			
○ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕
⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
○ / ○	⊖ / ○	⊖ / ○	⊖ / ⊖
○ / ⊕	⊕ / ○	○ / ⊕⊕	○ / ⊖⊖
3 Jahre	2 Jahre (Send-in)	2 Jahre (Bring-in)	2 Jahre (Pick-up & return)
390 €	450 €	420 €	350 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe	

ten fürs Spielen, das Gerät von Viewsonic am wenigsten.

Mit ihrer hohen Auflösung und den kräftigen Farben drängen sich die großen Monitore geradezu für 4K-Filme von Netflix & Co. auf. Die Streamingportale holt man sich direkt am PC oder aber mit einem Streaming-Stick wie dem FireTV für den HDMI-Port auf den Schirm. Für den Betrieb am Windows-PC muss Windows 10 installiert und auf dem neuesten Stand sein, und die Grafikkarte muss einen HDMI-2.0-Ausgang haben. Außerdem muss die Kette vom PC zum Monitor lückenlos HDCP 2.2 unterstützen – bei AOC, Acer und Samsung müssen Sie deshalb darauf achten, den richtigen Signaleingang zu benutzen. Mit einem HDMI-Stick wie dem FireTV stellen sich solche Probleme nicht, er kommt auch mit

einem HDMI-Port in Version 1.4 ohne HDCP zurecht.

## Fazit

Viel Bildfläche für kleines Geld, satte Farben, hohe Kontraste – unsere sechs 4K-Monitore können sich sehen lassen. Auch wenn ihre Einblickwinkel nicht an Topmodelle herankommen, taugen die günstigen Geräte allemal für das gelegentliche Arbeiten oder Videogucken am heimischen Schreibtisch. Für die tägliche Arbeit im Büro fehlt ihnen vor allem die flexible Mechanik: Ein Monitor, der sich nicht dem Nutzer anpassen lässt, taugt nicht für Unternehmen. Hier kann sich nur LG mit dem höhenverstellbaren 32UD59 behaupten. Schade, dass dem Monitor die Möglichkeit fehlt, zwei Quellen gleichzeitig auf den Schirm zu holen.

Problematisch ist die Steuerung der Geräte – umständliche Menüs mit Winzertasten wie bei Viewsonic gehen im täglichen Büroalltag gar nicht. Dass es auch bei preiswerten Geräten besser geht, beweist Samsung beim kontraststarken U32J590UQU. Leider leidet seine Darstellung unter der ungleichmäßigen Ausleuchtung der Schirmfläche.

Mit wolkigen Bildern hatten alle sechs Kandidaten zu kämpfen, am wenigsten noch Acers ET322QK. Er kommt damit auch für gelegentliche Bildbearbeitungen infrage. Da er als einziger HDR unterstützt und die Hochkontrastsignale ordnungsgemäß auf seinen Farbraum umsetzt, empfiehlt er sich auch als farbstarkes Videodisplay am PC. Fürs Streaming mit dem HDMI-Stick taugen die anderen fünf Monitore genauso. (uk@ct.de) **ct**





# Vegas, Baby!

## Fünf Grafikkarten mit AMDs Vega-Grafikchip für Gamer

**Grafikkarten mit AMDs Vega-GPUs stellen Spiele in der WQHD-Auflösung (2560 × 1440) mit voller Detailstufe flüssig dar. Inzwischen sind sie problemlos erhältlich, die Preise sind seit Jahresbeginn stark gefallen. Fünf Modelle sollen im Labor beweisen, wo ihre jeweiligen Stärken liegen und ob sie besser sind als AMDs Referenzdesigns.**

Von Benjamin Kraft

**A**ufgrund des Booms bei Kryptowährungen waren Grafikkarten mit Vega-GPUs bis vor kurzem nur schwer zu be-

kommen, und das auch nur zu Mondpreisen. Vorerst scheint der Schürfwahn abzuebben, die Angebotsseite entspannt sich und die Preise fallen wieder. Die günstigsten Karten mit Vega-56-GPU bekommt man inzwischen ab 400 Euro, Vega-64-Boards starten bei etwa 470 Euro, Tendenz fallend. Damit sind AMDs Spitzenmodelle jetzt erstmals seit ihrer Markteinführung nicht nur gut verfügbar, sondern auch preislich attraktiv – wenngleich die Händlerpreise nach wie vor meist über AMDs Empfehlung liegen.

Wir holten fünf Grafikkarten im Herstellerdesign mit Vega-56- oder Vega-64-GPU ins Labor und prüften nicht nur ihre Performance, sondern auch, welche die beste Kombination aus möglichst hoher Kühlleistung und möglichst geringer Laut-

stärke bieten. Zum Testzeitpunkt waren die Powercolor Radeon RX Vega 56 Red Dragon (400 Euro) und die Sapphire Pulse Radeon RX Vega 56 (440 Euro) die günstigsten Grafikkarten mit Vega-GPU. Die Asus ROG Strix Radeon RX Vega 56 OC Gaming fanden wir ab 500 Euro.

Die mit 470 Euro billigste Vega-64-Karte ist Gigabytes Radeon RX Vega 64 Gaming OC, die rund 50 Euro weniger als ihre Vega-56-Schwester kostet. Teuerste Karte im Testfeld ist die Sapphire Nitro+ Radeon RX Vega 64 mit etwa 570 Euro. Allerdings schwankten einzelne Preise während des Testzeitraums um bis zu 10 Prozent von einem Tag auf den anderen.

Darüber hinaus interessierte uns der Vergleich mit dem Kühlsystem des AMDs-Referenzdesigns. Immerhin findet man

diesen Kühler mit Axiallüfter auch auf Modellen einiger Hersteller wie MSI und Asrock. Daher nahmen auch AMDs Referenzkarten der Radeon RX Vega 56 und Vega 64 am Test teil, die uns AMD zum Launch zur Verfügung gestellt hatte [1].

## Wenige Gemeinsamkeiten

In vielen Punkten unterscheiden sich ihre Vega-Karten, doch in einer Hinsicht sind sich die Hersteller einig: Sie setzen nicht wie AMDs Referenzkarten auf einen kleinen, lauten Radiallüfter, der die Luft am Kartenende aus dem Gehäuse befördert. Stattdessen belüften mindestens zwei Axiallüfter die großen Kühler – mit dem Nachteil, dass sie die unter Last heiße Abluft im Gehäuse verwirbeln. Daher sollte man für eine gute Gehäusebelüftung sorgen, etwa durch einen hinteren Gehäuselüfter oder einen an der Gehäusedecke wie bei unseren Bauvorschlägen [2].

Die wuchtigen Kühler benötigen Platz im Gehäuse, entweder in der Höhe oder in der Länge – meist beides. Gigabyte steuert die kürzeste Herstellerkarte im Test bei: Sie ist nur gut 28 Zentimeter lang. Und wo die Boards der anderen Hersteller drei PCIe-Slots blockieren, duckt sich die Red Dragon von Powercolor wie die Referenzkarten in zwei Slots, streckt sich dafür aber auf 30,5 Zentimeter. Noch länger ist mit 31 Zentimeter nur die Sapphire Nitro+ Radeon RX Vega 64. Eine weitere Besonderheit der Powercolor-Karte: Sie trägt als einzige je einen sechs- und einen achtpoligen PCIe-Stromanschluss, die anderen erwarten durchweg zwei achtpolige Stromkabel.

Über jeden ihrer DisplayPorts der Generation 1.4 können Vega-Grafikkarten mit einem Kabel entweder ein 5K-Display mit 60 Hz oder einen 4K-Monitor mit 120 Hz ansteuern. Kombiniert man zwei der Ausgänge, reicht es für 8K bei 60 Hz. Sapphires Pulse Radeon RX Vega 56 trägt wie AMDs Referenzdesign zusätzlich zu drei DisplayPorts einen HDMI-2.0b-Ausgang. Der Nitro+ und der Red Dragon haben Sapphire beziehungsweise Powercolor je zwei dieser Anschlüsse mitgegeben. Die Asus ROG Strix besitzt zusätzlich einen Dual-Link-DVI-Ausgang, der noch WQXGA (2560 × 1600 Pixel) mit 60 Hz darstellt. Gigabytes Radeon RX Vega 64 Gaming OC treibt sogar sechs Bildschirme parallel an, drei per DisplayPort 1.4, drei per HDMI 2.0.

## Switch dein BIOS

Mit Ausnahme der Gigabyte-Karte tragen alle einen Schiebeschalter kurz vor der

Anschlussblende. Mit ihm wechselt man – bei ausgeschaltetem PC – vom voreingestellten Performance-BIOS in ein zweites, das auf den sparsameren und leiseren Betrieb getrimmt ist. An der Powercolor Red Dragon fanden wir ein zweites Schalterchen in der Nähe der PCIe-Stromanschlüsse, das das beleuchtete Logo ausklopft. Mit den beiden 3DMark-Tests Firestrike Extreme und Time Spy prüften wir exemplarisch, wie sich die BIOS-Varianten auf Performance, Lautstärke und Leistungsaufnahme auswirkten.

Mit Performance-BIOS liefen alle Karten etwa zwei Prozent schneller als mit dem Alternativ-BIOS – im synthetischen 3DMark wohlgemerkt. Stichproben zeigten, dass die Differenz in Spielen unabhängig von der Auflösung nur etwa zwei bis drei Frames pro Sekunde ausmachte, was beinahe im Rahmen der Messgenauigkeit liegt. Der Grund: Die Hersteller prahlen zwar gern mit hohen Turbo-Taktraten, aber die erreichen ihre Vega-Kreationen aufgrund der erhöhten Leistungsaufnahme und der daraus resultierenden Abwärme nur selten und können sie nur für kurze Zeit halten.

Der BIOS-Schalter ist eigentlich eine bequeme Lösung, um zwischen maximaler Performance und möglichst geringer Lautstärke umzuschalten. Ärgerlicherweise dokumentiert keiner der Hersteller im Handbuch, welche Position welches BIOS aktiviert. Allein Asus druckt in Winz-Schrift die Schalterstellungen P-Mode und Q-Mode auf die Platine, also Performance- und Quiet-Mode. Immerhin darf man davon ausgehen, dass im Auslieferungszustand die schnellere Firmware ausgewählt ist, damit die Karten mit voller Performance glänzen können.

Wie sich im Zuge unseres Tests herausstellte, muss man auch jedes Mal den Treiber deinstallieren und neu einspielen, wenn man den Schalter umlegt. Andernfalls geraten die Karten in einen undefinierten Modus, dessen Ergebnisse und Messwerte keiner der beiden BIOS-

Einstellungen entsprechen. Das gilt sogar, wenn man den BIOS-Switch wieder in die Ausgangsposition stellt.

Die Treiber frisch zu installieren ist übrigens selbst dann sinnvoll, wenn man eine Radeon-Grafikkarte gegen eine andere austauscht. Ansonsten kann es vorkommen, dass die neue Karte mit den Taktraten der alten läuft – oder gar nicht erst erkannt wird und der Bildschirm nach der Lade-Animation von Windows schwarz bleibt.

## Performance

In der Regel reicht die 3D-Power von Vega-Grafikkarten aus, um in WQHD-Auflösung (2560 × 1440) mit einer der beiden höchsten Detailstufen flüssige Bildraten zu erzielen. Auch 4K (3840 × 2160) packen sie noch, oft aber erst mit reduzierten Grafikdetails. Schaltet man auf Full HD zurück, erreichen sie auch 100 fps (Frames pro Sekunde) und mehr, was sie zu idealen Partnern für FreeSync-fähige 144-Hz-Displays macht.

Die Hersteller haben offenkundig ihre Hausaufgaben gemacht und schöpfen das Potenzial der Vega-56-GPUs voll aus: Schon mit Silent-BIOS liegen ihre Karten vor AMDs Referenzdesign. Mit Performance-Firmware gehen sie dann bis ans Limit, indem sie die erlaubte Leistungsaufnahme großzügig anheben.

Bei den Vega-64-Modellen klappt dies schlechter, weil diese GPU offenbar schon mit Standardtakt an ihre Grenzen stößt. Deshalb bewirkt auch ein gelockertes Power Limit keine Performance-Steigerung. Immerhin arbeiten die Partnerboards leiser als die Referenzkarten.

Der Blick ins Nvidia-Portfolio zeigt, dass die Vega-Karten ihre zum Launch angepeilten Gegner gut im Griff haben: Die Vega 56 kann sich von der GeForce GTX 1070 absetzen und liefert sich mit der GTX 1070 Ti einen Schlagabtausch, den je nach Spiel mal die eine, mal die andere Karte für sich entscheidet – tendenziell hat aber Nvidia die Nase vorn. Ähnlich verhält



Per Schiebeschalter vor dem Slotblech wechselt man bei den Vega-Karten zwischen Quiet- und Performance BIOS. Letzteres lohnt allerdings kaum.





### AMD Radeon RX Vega 56 / 64

AMDs Referenzkarten dienen Herstellern wie Asrock, MSI oder Powercolor als Basis für eigene Karten. Teils übernehmen sie den Kühler unverändert, teils ersetzen sie die Abdeckung durch eine mit eigenem Schriftzug.

Das Referenzdesign sieht eine HDMI-2.0b-Buchse und drei DisplayPorts vor, sodass die Karten vier 4K-Displays mit 60 Hz ansteuern können. An der Kartenunterseite zeigt eine GPUSchalter genannte LED-Leiste die GPU-Last an. Per Mini-Schalter lässt sich deren Farbe von Rot auf Blau um- oder ganz ausschalten. Der Radeon-Schriftzug an der Kartenseite leuchtet hingegen immer rot.

AMDs Kühlerdesign hat zwei Vorteile: Zum einen sind die Karten mit nur 26,5 cm recht kurz. Zum anderen befördert der kleine Radiallüfter die warme Kühlluft am Kartenende aus dem Gehäuse heraus, anstatt sie im Inneren zu verwirbeln. Der Lüfter steht zwar nie still, dreht aber im Leerlauf unhörbar. Mit 3D-Last surrte er bei der Vega 56 mit 1,3 Sone und lärmte auf der Vega 64 mit 2,4 Sone. Trotz der hörbaren Anstrengung maßen wir bei den Referenzkarten die höchsten GPU-Temperaturen, die teils über 80 °C lagen. Offenbar blieb AMD nicht genug Spielraum für höhere Taktraten, was erklärt, warum die Partnerkarten mit ihren großen Axiallüftern nicht nur leiser, sondern auch schneller sind.

- ↑ befördert Kühlluft nach draußen
- ↑ kurze Bauform
- ↓ laut unter Last
- ↓ langsamer als Partnerkarten



### Asus ROG Strix RX Vega 56 OC Gaming

Auf dem 30 cm langen Board sitzen drei 90-mm-Axiallüfter. Mit Performance-BIOS setzt sich die ROG Strix zwar im 3DMark weit von den anderen Vega-56-Karten ab. Dafür ist sie aber auch mit Abstand die lauteste von ihnen. Ihr Stromdurst ist unverhältnismäßig hoch, denn sie zog im Durchschnitt mehr als AMDs Vega-64-Referenzkarte: 311 Watt.

Das Silent-BIOS zähmte die Karte ein Stück weit und senkte die Last-Lautstärke auf 0,7 Sone, womit die ROG Strix zu den leiseren Karten im Testfeld wurde. Außerdem überflügelte sie selbst dann noch die Konkurrenten mit gleicher GPU und Turbo-Firmware. In der Spiele-Praxis wirkte sich das hingegen nicht aus, dort herrschte praktisch Gleichstand. Die Leistungsaufnahme verharrte auf dem Niveau von AMDs Referenz-Vega-64 mit Silent BIOS, ohne deren 3D-Performance zu erreichen.

Als einzige Karte kann die ROG Strix mit einem DVI-Ausgang aufwarten. Weitere Goodies: Per 4-Pol-Kabel mit dem Mainboard verbunden, lässt sich die Kartenbeleuchtung mittels Aura-Sync-Software mit einem Asus-Mainboard und -Display abstimmen. Die Platine trägt zusätzlich zwei vierpolige Lüfteranschlüsse, die daran angeschlossene Gehäuselüfter in Abhängigkeit der GPU-Temperatur regeln können.

- ↑ fünf Anschlüsse, darunter DVI
- ↑ leise und schnell mit Silent-BIOS
- ↓ laut unter Last mit Turbo-BIOS
- ↓ sehr hohe Leistungsaufnahme



### Gigabyte Radeon RX Vega 64 Gaming OC

Mit 27,4 cm ist Gigabytes Vega die kürzeste Herstellerkarte im Testfeld, was bei kompakteren Gehäusen ausschlaggebend sein kann. Noch kürzer ist nur die RX Vega 56 Nano von Powercolor [3], die auch in Mini-ITX-Gehäuse passt.

Bis zu sechs 4K-Displays treibt die Karte mit ergonomischen 60 Hz an. An den drei DisplayPorts ist entweder eine höhere Bildrate (120 Hz) oder eine höhere Auflösung (5K) möglich.

Fünf Heatpipes mit direktem Kontakt zur GPU durchziehen den Kühlkörper, dem zwei gegenläufig drehende 100-mm-Axiallüfter Luft zufächeln. Gegenüber der Referenzkarte hat Gigabyte den Takt nur um 14 MHz angehoben. Damit liegen ihre Performance und ihre Leistungsaufnahme auf dem Niveau einer Referenzkarte mit Turbo-BIOS.

Mit maximal 1,1 Sone ist sie zwar weniger als halb so laut wie diese, brummt aber hörbar vor sich hin. Hier würde man sich ein Silent-BIOS mit entschärften Lüfterdrehzahlen wünschen. Ein wenig kann man via WattMan im Treiber nachhelfen, indem man die Zieltemperatur anhebt und die Drehzahlen beschränkt, doch viel geht nicht mehr. Unter Last zirpte die Gigabyte-Karte leise, aber hörbar, im Test Perlin Noise aus der alten 3DMark-06-Suite quietschte sie laut.

- ↑ sechs Monitoranschlüsse
- ↑ kurze Bauform
- ↓ laut unter Last
- ↓ Spulenfiepen



### Powercolor Radeon RX Vega 56 Red Dragon

Dass es sich um die günstigste Karte im Feld handelt, sieht man der Red Dragon nicht an. Sie benötigt wegen ihres flachen Kühlers nur zwei PCIe-Slots. Drei 90-mm-Lüfter ventilieren den 30,5 cm langen Kühlkörper, der über die nur 15 cm kurze Platine herausragt. So bläst der hinterste Lüfter die warme Luft nicht auf das Board, sondern durch den Kühler hindurch.

Das Kühlkonzept funktioniert gut. Schon mit Performance-BIOS bleibt die Red Dragon im 3D-Betrieb mit maximal 0,4 Sone sehr leise. Im Silent-Mode geht die Karte mit 0,2 Sone auf Schleichfahrt; das kennt man sonst eigentlich nur von Nvidia-Karten. Einen nennenswerten Performance-Verlust konnten wir nicht feststellen.

Als einziges Board verfügt die Red Dragon nicht über zwei achtpolige PCIe-Stromanschlüsse, sondern über je einen sechs- und einen achtpoligen. Da die durchschnittliche Volllast-Leistungsaufnahme nur bei 240 Watt lag, ist das an sich unkritisch. Allerdings maßen wir auch kurzzeitige Spitzen von bis zu 420 Watt, was schwächere Netzteile überfordern kann. Einen zweiten Schiebeschalter findet man ebenfalls nur bei ihr, wobei der keine weiteren Performance-Modi oder Lüfterprofile aktiviert, sondern einfach die rote Logo-Beleuchtung an der Karten-seite ausschaltet.

- ➡ günstig
- ➡ flacher Doppelt-Slot-Kühler
- ➡ flüsterleise
- ➡ lang



### Sapphire Pulse Radeon RX Vega 56

Unter dem etwa 28 cm langen Kühler mit Doppellüfter steckt eine nur gut 15 cm kurze Platine. Von unten durchzieht ein stilisierter Herzschlag passend zum Kartenbeinamen „Pulse“ Kühlblech und Kühlerrahmen. Letzterer ragt über die eigentliche Karte hinaus. So bläst der hintere Lüfter nicht auf die Platine, sondern durch den auf der Rückseite offenen Kühler. Ansonsten bietet die Karte Standardkost mit drei DisplayPorts und einem HDMI-Anschluss.

Der BIOS-Schiebeschalter ist schlecht zu erreichen, weil die Kühlerabdeckung nur einen kleinen Ausschnitt hat. So muss man zu einem Hilfsmittel greifen, etwa einem flachen Schraubendreher oder einem Kugelschreiber. Im Silent-Modus bleibt die Karte unter normaler 3D-Last mit 0,5 Sone sehr leise. Unter anhaltender Furmark-Last liefen die Lüfter allerdings mit brummigem, aber unaufdringlichem Grundton.

Mit Performance-BIOS stieg die Lautstärke auf bis zu 1 Sone, doch weil ihre Drehzahl dabei variierte, heulten die Lüfter immer wieder leicht auf. Das kann mehr stören als eine höhere, aber gleichmäßige Lautstärke.

- ➡ günstig
- ➡ leise mit Silent-BIOS
- ➡ Lüfterheulen mit Turbo-BIOS
- ➡ schlecht erreichbarer BIOS-Switch



### Sapphire Nitro+ Radeon RX Vega 64

Die teuerste Karte im Testfeld ist zugleich die schnellste: Zumindest im 3DMark schiebt sich die Nitro+ mit Performance-BIOS knapp vor die anderen Vega-64-Modelle und liegt in Spielen 1 bis 2 fps vor Gigabytes Vega 64. Im Deckel der wuchtigen, 31 cm langen Karte sitzen drei Lüfter: außen zwei 92-mm-Propeller, zwischen ihnen ein gegenläufig rotierender 80-mm-Quirl. Mit Performance-BIOS bleibt die Nitro+ trotz gemessener 1,1 Sone subjektiv recht leise, in den Silent-Modus geschaltet verbessert sie sich auf sehr leise 0,5 Sone. Die Leistungsaufnahme sinkt dann im Furmark von 319 auf 272 Watt, die GPU-Temperatur von 68 auf 63 °C.

Aufgrund des aufwendigen Kühlers bringt die Nitro+ 1,5 Kilogramm auf die Waage – gut 120 Gramm mehr als die Asus ROG Strix. Um die Belastung des PEG-Slots zu reduzieren, legt Sapphire einen Stützwinkel mit ins Paket, der zusammen mit der Karte mit der Gehäuserückseite verschraubt wird.

Der Sapphire-Schriftzug leuchtet an der Kartenseite, im rückwärtigen Kühlblech strahlt ein Nitro-Logo. Im Utility TriXX Nitro Glow stellt man ein, ob konstant eine Farbe gezeigt werden oder sie sich mit steigender Lüfterdrehzahl oder GPU-Temperatur verändern soll. Zwei vierpolige Anschlüsse können Gehäuselüfter steuern, um unter Last adäquate Belüftung herzustellen.

- ➡ schnellste Vega-Karte
- ➡ leise mit Silent-BIOS
- ➡ sehr lang
- ➡ teuer

es sich bei der Vega 64 und der GeForce GTX 1080. Allerdings nehmen die AMD-Karten bei ähnlichem Performance-Level deutlich mehr Leistung auf. Die teurere GeForce GTX 1080 Ti mit GP102-Chip liegt weit vor allen anderen Mitbewerbern.

## Leistungsaufnahme und Lautstärke

Im Leerlauf nahmen die getesteten Karten mit einem einzigen angeschlossenen Monitor etwa 10 bis 13 Watt auf. Mit vier Displays maßen wir bis zu 18 Watt. Mit normaler 3D-Last stieg der Energiehunger bei den Vega-56ern mit Silent-BIOS je nach Karte auf 218 bis 270 Watt, die 64er-Riege gönnte sich 266 bis 290 Watt. In

kurzzeitigen Spitzen forderten letztere aber auch schon mal knapp 460 Watt aus der Leitung, die kleineren Ableger immerhin noch 430 Watt. Nicht von ungefähr empfehlen die Grafikkartenfirmen ein 750-Watt-Netzteil.

Die Hersteller erkaufen sich die geringe Mehrperformance der Turbo-BIOS-se mit einer höheren Leistungsaufnahme. Der Aufschlag reichte von knapp 25 Watt bei der Powercolor Red Dragon bis gut 45 Watt im Falle der Asus ROG Strix, die ohnehin schon den größten Stromdurst an den Tag legte. Die Leistungsspitzen fielen hingegen unverändert aus.

Nebenwirkung: Die Kühlsysteme müssen die zusätzliche Abwärme abfüh-

ren. Während die Red Dragon von Powercolor das in beiden Modi mit maximal 0,5 Sone im Furmark sehr leise schaffte, lohnte sich der Umstieg auf das zurückhaltendere BIOS bei der Asus ROG Strix und Sapphires Nitro+ besonders: Ihre Lautheit halbierte sich im Furmark-Stresstest und verbesserte sich damit um eine Schulnote auf gut. Die Referenz-Vegas ließen sich hingegen nicht beruhigen und dröhnten unter Dauerlast unabhängig vom verwendeten BIOS mit bis zu 1,3 Sone (Vega 56) respektive 2,4 Sone (Vega 64).

Bis auf die Gigabyte-Karte, die unter Last deutlich vernehmbar zirpte, produzierten die anderen Vegas im 3D-Betrieb kein Spulenfiepen. Ausnahme: Bei extrem

## Spieleleistung

	Ashes of the Singularity (DX12) Maximal / 4 x MSAA	Dragon Age Inquisition (DX11) Ultra / 2xMSAA	GTA V (DX11) Maximum / 4 x MSAA	Far Cry 5 (DX12) Ultra / SMAA	Mittelerde: Mordors Schatten (DX11) Ultra / FXAA	Rise of the Tomb Raider (DX12) Maximum / SMAA
	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶
<b>Full HD (1920 × 1080)</b>						
AMD Radeon RX Vega 56 Referenz	58	86	74	104	136	101
Asus ROG Strix RX Vega 56 OC Gaming	62	89	75	108	137	106
Powercolor Radeon RX Vega 56 Red Dragon	59	91	73	108	141	105
Sapphire Pulse Radeon RX Vega 56	60	89	76	109	142	107
AMD Radeon RX Vega 64 Referenz	67	99	81	116	156	118
Sapphire Nitro+ Radeon RX Vega 64	69	100	82	116	157	120
Gigabyte Radeon RX Vega 64 Gaming OC	65	96	80	115	152	117
Gainward Phoenix GS GeForce GTX 1070	60	96	91	100	130	109
Asus ROG Strix GeForce GTX 1070Ti	68	106	94	106	142	119
Gainward Phoenix GLH GeForce GTX 1080	77	123	99	115	163	142
Asus ROG Strix GeForce GTX 1080Ti	91	146	101	127	212	164
<b>WQHD (2560 × 1440)</b>						
AMD Radeon RX Vega 56 Referenz	47	56	54	75	97	69
Asus ROG Strix RX Vega 56 OC Gaming	51	58	55	80	98	73
Powercolor Radeon RX Vega 56 Red Dragon	48	59	54	79	101	71
Sapphire Pulse Radeon RX Vega 56	49	59	55	80	100	73
AMD Radeon RX Vega 64 Referenz	56	65	59	89	112	82
Sapphire Nitro+ Radeon RX Vega 64	57	66	60	90	113	83
Gigabyte Radeon RX Vega 64 Gaming OC	55	63	58	86	109	80
Gainward Phoenix GS GeForce GTX 1070	48	62	69	70	89	71
Asus ROG Strix GeForce GTX 1070Ti	55	68	71	76	102	77
Gainward Phoenix GLH GeForce GTX 1080	63	80	81	89	113	87
Asus ROG Strix GeForce GTX 1080Ti	77	97	96	106	152	116
<b>4K (3840 × 2160)</b>						
AMD Radeon RX Vega 56 Referenz	40	30	30	40	55	36
Asus ROG Strix RX Vega 56 OC Gaming	41	31	31	42	55	38
Powercolor Radeon RX Vega 56 Red Dragon	36	31	30	41	56	37
Sapphire Pulse Radeon RX Vega 56	38	30	31	42	56	38
AMD Radeon RX Vega 64 Referenz	45	34	34	47	63	44
Sapphire Nitro+ Radeon RX Vega 64	43	35	34	48	64	44
Gigabyte Radeon RX Vega 64 Gaming OC	44	33	33	46	61	42
Gainward Phoenix GS GeForce GTX 1070	40	32	36	36	48	37
Asus ROG Strix GeForce GTX 1070Ti	43	34	37	40	58	40
Gainward Phoenix GLH GeForce GTX 1080	51	40	46	47	60	48
Asus ROG Strix GeForce GTX 1080Ti	60	50	57	58	81	61

hohen Bildraten, etwa wenn der Frame-Counter wie beim animierten Ladebildschirm von Far Cry 5 mehr als 1000 fps zeigt, gaben sie alle ein mehr oder weniger hörbares hochfrequentes Quietschen von sich. Das konnten wir ebenso mit dem Test Perlin Noise aus dem alten 3DMark 06 provozieren – auch bei Karten mit Nvidia-GPU. Wer dies ausschließen will, sollte VSync aktivieren, FreeSync zuschalten oder die Framerate direkt im Spiel begrenzen.

Wer die Lautstärke noch weiter reduzieren oder die Performance steigern möchte, findet weitere Einstellmöglichkeiten in AMDs Adrenalin-Treiber-Software. Im Bereich „Spiele/globale Einstellungen/WattMan Global“ stehen die drei Profile „Strom sparen“, „Ausgewogen“ und „Turbo“ zur Wahl. Zusätzlich dürfen Nutzer eigene zusammenstellen. Mit dem Turbo-Preset stiegen Leistungsaufnahme und Wärmeentwicklung noch weiter, ohne dass die Performance zulegte. Je nachdem, wie sehr der Kühler bereits am Limit arbeitet, kann der vermeintliche Turbo sogar kontraproduktiv wirken, weil die GPU wegen Überhitzungsgefahr drosselt.

## Fazit

Der Preisrutsch hat Vega endlich konkurrenzfähig gemacht, wenngleich es auch mit den Partnerkarten nicht gelingt, Nvidia im gleichen Preissegment zu schlagen. Mit dem anvisierten Preisgegner ist man in aktuellen Spielen aber oft gleichauf, und liegt Nvidia mal vorn, macht es in der Praxis keinen Unterschied: Bei Full HD sind die Frame-Raten so hoch, dass es egal ist. Bei 4K mit voller Detailstufe wiederum ist die Performance in unseren Test-Spielen so niedrig, dass auch eine äquivalente GeForce keine flüssigen Bildraten erzielt.

Damit sind die Vega-Karten für alle interessant, die AMD Nvidia vorziehen oder einen FreeSync-Monitor mit dynamischer Bildwiederholrate besitzen. Zudem bleiben die Karten wohl noch ein Weilchen aktuell: Mit der nächsten GPU-Generation ist nach aktueller Informationslage erst im zweiten Halbjahr 2019 zu rechnen.

Unter den Vega-56-Karten sticht die Powercolor Radeon RX Vega 56 Red Dragon mit ihrer relativ geringen Leistungsaufnahme und dem flüsterleisen Betrieb

hervor. Dass sie mit 400 Euro zudem aktuell die günstigste Vega-Grafikkarte ist, macht sie nur noch attraktiver.

Die Sapphire Nitro+ Radeon RX Vega 64 ist nicht nur die derzeit schnellste AMD-Karte, sondern auch eine der leisen. Allerdings markiert sie auch das obere Ende des Preisspektrums. Einzelne Händler boten sie zwar zum Redaktionsschluss für 550 Euro an, die meisten verlangten hingegen 570 Euro und mehr.

Für welches Modell man sich auch entscheidet: Am besten schaltet man auf das Silent-BIOS um. Dann belohnen einen die Karten mit niedrigerer Leistungsaufnahme und meist auch geringerer Lautstärke ohne nennenswerten Performance-Verlust. (bkr@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Martin Fischer, Heiße Aufholjagd, AMDs Spieler-Grafikkarten der Serie Radeon RX Vega, c't 19/2017, S. 48
- [2] Benjamin Kraft, Wünsch dir 'nen Sechser, Bauvorschlag für einen effizienten Allround-Rechner mit Intel Core i5-8400, c't 26/2017, S. 74
- [3] Carsten Spille, Die Mini-Vega, Leistungsstarke Grafikkarte für Gaming-Zweige, c't 16/2018, S. 38

## Grafikkarten mit AMDs Vega-GPU

Hersteller	Vega 56 Asus	Powercolor	Sapphire	Vega 64 Gigabyte	Sapphire
Modell	ROG Strix Radeon RX Vega 56 OC Gaming	Radeon RX Vega 56 Red Dragon	Pulse Radeon RX Vega 56	Radeon RX Vega 64 Gaming OC	Nitro+ Radeon RX Vega 64
GPU	Vega 10	Vega 10	Vega 10	Vega 10	Vega 10
Shader / TMU / ROP	3584 / 224 / 64	3584 / 224 / 64	3584 / 224 / 64	4096 / 256 / 64	4096 / 256 / 64
Chip- / Turbo- / Speichertaktfrequenzen <sup>1</sup>	1297 / 1573 MHz	1177 / 1478 MHz	1208 / 1512 MHz	1276 / 1560 MHz	1373 / 1580 MHz
Speichermenge / -typ / -takt	8 GByte / HBM2 / 800 MHz	8 GByte / HBM2 / 800 MHz	8 GByte / HBM2 / 800 MHz	8 GByte / HBM2 / 950 MHz	8 GByte / HBM2 / 945 MHz
Stromversorgung	2 × 8-Pin PCIe	8-Pin + 6-Pin PCIe	2 × 8-Pin PCIe	2 × 8-Pin PCIe	2 × 8-Pin PCIe
Abmessungen (T × B × H)	298 mm × 139 mm × 52 mm	305 mm × 140 mm × 42 mm	282 mm × 125 mm × 50 mm	274 mm × 132 mm × 53 mm	310 mm × 133 mm × 54 mm
Bauhöhe	Triple-Slot	Dual-Slot	Triple-Slot	Triple-Slot	Triple-Slot
Gewicht	1381 g	1112 g	942 g	1000 g	1500 g
<b>Ausstattung</b>					
Anschlüsse	1 × DL-DVI, 2 × DP 1.4, 2 × HDMI 2.0b,	2 × DP 1.4, 2 × HDMI 2.0b	3 × DP 1.4, 1 × HDMI 2.0b	3 × DP 1.4, 3 × HDMI 2.0b	2 × DP 1.4, 2 × HDMI 2.0b
sonstige Hardware-Beigaben	PCIe-Y-Kabel 8-polig auf 2 × 8-polig	—	—	PCIe-Y-Kabel 8-polig auf 2 × 8-polig	Kartenstützwinkel
<b>Technische Prüfungen</b>					
3DMark Firestrike / Time Spy	9152 (9337) <sup>2</sup> / 6766 (6891) <sup>2</sup>	8680 (8986) <sup>2</sup> / 6489 (6638) <sup>2</sup>	8848 (9000) <sup>2</sup> / 6596 (6735) <sup>2</sup>	7294 / 9833	9777 (10094) <sup>2</sup> / 7136 (7447) <sup>2</sup>
Leistungsaufn. 3D / Furmark / Peak <sup>3</sup>	267 (311) <sup>2</sup> / 272 (319) <sup>2</sup> / 430 W	211 (233) <sup>2</sup> / 219 (240) <sup>2</sup> / 420 W	232 (258) <sup>2</sup> / 235 (259) <sup>2</sup> / 435 W	299 / 289 / 459 W	258 (297) <sup>2</sup> / 267 (308) <sup>2</sup> / 456 W
Lautheit 2D / 3D / Perlin Noise	< 0,1 / 0,7 (1,8) <sup>2</sup> / 0,6 Sone	< 0,1 / 0,2 (0,3) <sup>2</sup> / 1,3 Sone	< 0,1 / 0,5 (0,9) <sup>2</sup> / 1,4 Sone	< 0,1 / 1,1 / 3,3 Sone	< 0,1 / 0,5 (1,1) <sup>2</sup> / 1,3 Sone
<b>Bewertung</b>					
Spielleistung Full HD / WQHD / 4K <sup>4</sup>	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ○
Geräuschentwicklung Leerlauf / Last	⊕⊕ / ⊕ (○) <sup>2</sup>	⊕⊕ / ⊕⊕ (⊕⊕) <sup>2</sup>	⊕⊕ / ⊕ (○) <sup>2</sup>	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ (○) <sup>2</sup>
Ausstattung	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
Garantie	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	3 Jahre (ab Herstellungsdatum)	2 Jahre
Preis (zirka)	500 €	400 €	440 €	470 €	570 €

<sup>1</sup> Herstellerangaben <sup>2</sup> mit Performance-BIOS <sup>3</sup> Windows-Idle-Modus mit einem bzw. drei angeschlossenen Monitoren/Mittelwert im 3DMark 11 GT1/kurzzeitig auftretende Spitzenwerte <sup>4</sup> jeweils mit voller Detailstufe  
 ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe





# ARM drin

## Hybrid-Geräte mit Windows 10 und ARM-Prozessor

**Lange Laufzeit und permanente Internet-Verbindung – das Konzept der von Qualcomm und Microsoft propagierten Always-Connected-PCs klingt ebenso verlockend wie einleuchtend. Im Alltag hakt es allerdings an anderen Stellen.**

**Von Florian Müssig**

**A**ls Qualcomm und Microsoft Ende 2017 unter dem Schlagwort Always Connected PC erste Früchte ihrer Zusammenarbeit präsentierten, war der Hype groß: Kann Qualcomm die etablierte Intel-Allianz ins Wanken bringen? Zu den Versprechungen zählten schließlich eine besonders lange Laufzeit von mehr als 20 Stunden und eine permanente Verbin-

dung ins Internet dank des in den Snapdragon-SoC enthaltenen LTE-Modems.

In den folgenden Monaten kühlten die Gemüter wieder ab, weil die angekündigten Geräte – das Notebook Asus NovaGo und die beiden Tablets HP Envy x2 12e und Lenovo Miix 630 – anders als versprochen nicht zum Jahreswechsel verfügbar waren. In den USA sind das Asus-Notebook und das HP-Tablet erst im Frühjahr erschienen; hierzulande musste man sich noch länger gedulden. HP verzichtete nämlich generell auf einen Verkauf in Deutschland, das NovaGo verzögerte sich bis in den Juli – und ist weiterhin nur bei 1&1 und Mobilcom-Debitel erhältlich, die es im Bundle mit einem Datentarif vertreiben. Lenovo war noch später dran, traut sich aber in den „freien Markt“: Das Miix 630 gibt es seit Mitte August bei etlichen E- und Retailern.

Das Asus NovaGo ist mit 700 Euro das günstigste der drei Geräte, das Lenovo

Miix 630 schlägt mit 1000 Euro zu Buche – und das HP Envy x2 12e kostet in Frankreich 1300 Euro. Anders als in der x86-Welt üblich ist der Prozessor in allen drei Geräten trotz stark unterschiedlicher Preise identisch: Es handelt sich um den Snapdragon 835.

### Performance

Allen drei ARM-Geräten ist gemein, dass Windows 10 S vorinstalliert ist – beziehungsweise Windows 10 im S-Modus, wie es seit Version 1803 heißt. Im Auslieferungszustand lassen sich darunter nur Anwendungen ausführen, die entweder zum Lieferumfang von Windows 10 gehören – etwa Paint und Edge – oder die man aus Microsofts App-Store bezieht [1]. Alles andere wird blockiert. Das soll sicherstellen, dass nur kompatible Software ohne Schadcode auf den Systemen läuft.

Kompatibel bedeutet dabei übrigens nicht, dass die Anwendung für den ARM-Befehlssatz kompiliert wurde: Das Betriebssystem enthält eine Emulationsschicht, welche x86-Code in ARM-Befehle übersetzt, die der Snapdragon-Prozessor dann ausführt. Die Emulation zur Laufzeit kostet unweigerlich CPU-Performance, stellt im Gegenzug jedoch eine Kompatibilität mit vielen bestehenden 32-Bit-Anwendungen sicher.

Je nach Anwendungstyp mag der Performance-Einbruch praktisch irrelevant

sein – etwa in Office-Programmen, bei denen der Prozessor die meiste Zeit kaum etwas zu tun hat. Microsofts hauseigenes Office-Paket ist denn auch ein schönes Beispiel: Wer Office 365 auf einem ARM-Notebook aus dem App-Store herunterlädt, bekommt wie bei jedem anderen Windows-10-PC die normale x86-Version serviert.

Der Emulation sind allerdings einige Grenzen gesetzt. Sie funktioniert grundsätzlich nur mit 32-bittigem x86-Code. 64-Bit-Anwendungen – im Microsoft-Jargon als x64 bezeichnet – müssen hingegen in einer ARM-Version vorliegen, um auf eben solchen Windows-Geräten zu funktionieren.

In der Praxis kommt es also auf den Einzelfall an: Während Netflix seinen Windows-Client im App-Store beispielsweise in x64- und ARM-Versionen bereitstellt, gibt es Adobes Photoshop Elements 2018 nur in einer x64-Version. Verwirrend für Nutzer: Bei einer Suche taucht Elements trotzdem auf. Erst ganz unten auf der Store-Seite sieht man dann in den Systemvoraussetzungen anhand eines roten X hinter x64 in der Zeile Architektur, dass die App nicht läuft.

Über eine Sonderseite im App-Store kann man den S-Modus dauerhaft und unumkehrbar verlassen. Danach ist das Betriebssystem ein normales Windows 10 Pro, welches auch andere Anwendungen als die aus dem App-Store zulässt. Die technischen Einschränkungen bleiben allerdings bestehen: Die Emulation beherrscht nur 32 Bit.

Bei Apps, die nicht über den App-Store kommen, drohen weitere Stolpersteine, wie Microsoft in Entwickler-Dokumentationen offenlegt: Sie dürfen beispielsweise keine OpenGL-Befehle jenseits der betagten Version 1.1 aufrufen. Systemnahe Hilfsprogramme bringen wiederum häufig eigene Treiber mit – wenn die nicht für ARM kompiliert wurden, kann auch die ARM-Emulation der eigentlichen Anwendung wenig ausrichten. Das ist zwar doof für die Systemdiagnose im Fehlerfall, beschert dem Anwender allerdings eine ungewohnt saubere Windows-Vorinstallation: Die ganzen Hilfsprogramme, die Notebook-Hersteller üblicherweise in ihre Vorinstallationen packen, fallen nämlich in diese App-Kategorie.

Statt sie neu zu kompilieren und zu testen, verlassen sich die Hersteller aller drei Testgeräte auf das, was Windows und Microsoft sowieso bieten: Helligkeits-

steuerung & Co. funktioniert über die F-Tasten oder das fingerbedienbare Info-Center von Windows 10; Treiber- und Firmware-Updates werden mittels Windows Update ausgespielt. Letzteren Komfort kennen wir bei x86-Notebooks sonst nur von Microsofts Surface-Geräten.

Obwohl Microsoft unter anderem auf der Entwicklerkonferenz Build, die im Frühsommer stattfand, die Entwickler bezirzte, ihre Anwendungen doch auch für ARM-Systeme zu kompilieren, muss man solche Anwendungen immer noch mit der Lupe suchen. Selbst Vorzeigeprojekte wie der VLC-Player, dessen Programmierer auf der Build für seinen Medienplayer warb, hatten eine eher kurze Halbwertszeit: Auf der VLC-Webseite findet man zwar die ARM-Version als fertigen Download – was an sich schon etwas Besonderes ist –, doch es handelt sich weiterhin um den auf der Build erstellten und damit mittlerweile betagten Daily Build.

## Schwuppdizi-gäh

Zwischen den drei Kandidaten gibt es bei der Performance keine spürbaren Unterschiede – wie denn auch, wenn in allen dreien der gleiche Prozessor steckt. Der Snapdragon 835 ist einer der schnellsten Smartphone-Prozessoren, doch dort trumps er dank eines schlankeren Betriebssystems und angepasster, nativer Apps auf. Unter Windows 10 sieht das leider anders aus.

Klar, die Kandidaten booten schnell, wachen umgehend aus dem Standby auf, spielen HD-Videos ruckelfrei ab und taugen für alle gängigen Office- und Internet-Anwendungen. Diese Einschätzung gilt allerdings heutzutage schon für die allerbilligsten Windows-Geräte mit x86-Prozessor, die man zu Preisen ab 200 Euro neu bekommt. Nicht zuletzt haben auch Intels neuste Atom-Pentiums und -Celerons (Codename Gemini Lake) ordentlich zugelegt und erreichen die Benchmark-Ergebnisse älterer Core-i-CPU's [2].

Während auf billigen x86-Windows-Geräten allerdings alles zumindest langsam läuft, gibt es bei den ARM-Kandidaten Unterschiede: Der native Edge-Browser agiert so schnell wie auf aktuellen Core-i-Notebooks, ist aber nicht jedermanns Sache – in der Windows-Welt ist man schließlich Alternativen gewohnt. Firefox oder Chrome lassen sich zwar als x86-Version installieren, doch Seitenaufbau oder Tab-Wechsel sind spürbar zäher. Volle Performance gibt es nur, falls Mo-

zilla beziehungsweise Google künftig ARM-Varianten ihrer Browser anbieten sollten.

Auch an anderen Stellen wurde es im Test unerwartet träge. Bei Asus und HP war noch die ältere Windows-10-Version 1709 vorinstalliert. Trotz des an sich schnellen Prozessors und großer Flash-Speicher dauerte das Upgrade auf 1803 jeweils etliche Stunden. Ob dies nun am Prozessor, am (per UFS statt in der Windows-Welt üblichen SATA oder NVMe angebundenen) Flash-Speicher oder an thermischer Drosselung durch anhaltende CPU- und Flash-Last lag, können wir nicht abschließend sagen – fest steht lediglich, dass der Nutzer enttäuscht wird.

## All day long

In unserem Laufzeittest haben wir zwar nicht die von Qualcomm versprochenen 20 plus x Stunden gemessen, doch mit plus/minus 16 Stunden bei geringer Systemlast und auf 100 cd/m<sup>2</sup> reduzierter Bildschirmhelligkeit können sich die erzielten Laufzeiten dennoch sehen lassen. Sie sind aber kein Alleinstellungsmerkmal: x86-Notebook- und -Tablets mit vierstelligen Preisschildern bewegen sich ebenfalls in diesem Rahmen. Bei geringer Systemlast ist nämlich nicht der Prozessor der größte Stromschlucker, sondern die Bildschirmbeleuchtung.

Mit dem HP-Tablet konnte wir einige Alltagserfahrungen abseits unserer Labortests sammeln. Websurfen während einer eineinhalbstündigen Autobahnfahrt bei voller Bildschirmhelligkeit entlud den Akku um rund 15 Prozent; hochgerechnet ergibt das weniger als 10 Stunden Laufzeit. Bei den Standby-Zeiten darf man nicht die Zeiträume erwarten, die Android- oder iOS-Geräte bieten: Als wir das vollgeladene HP-Tablet nach einer Woche wieder



**Windows Update liefert nicht nur Windows-Updates, sondern bei ARM-Geräten auch Treiber- und Firmware-Updates.**



## Asus NovaGo

Asus steckt den Snapdragon 835 beim NovaGo in ein Notebook-Chassis, wodurch es hier zwei USB-Buchsen im herkömmlichen Typ-A-Format und einen normalgroßen HDMI-Ausgang gibt. Der 13,3-Zoll-Touchscreen zeigt Full-HD-Auflösung und lässt sich dank 360-Grad-Scharnieren um den Rumpf klappen. Das IPS-Panel ist blickwinkelstabil; die volle Helligkeit von 250 cd/m<sup>2</sup> bekommt man nur bei senkrechtem Blick zu Gesicht.

An Tippgefühl und Layout gibt es bei der Tastatur nichts auszusetzen. Eine Tastenbeleuchtung fehlt allerdings ebenso wie ein Helligkeitssensor für den Bildschirm. Der Fingerabdruckleser für Windows Hello befindet sich im Touchpad, wodurch die gesamte Ecke nicht zum Mauszeigerschubsen verwendet werden kann.

Während 1&1 das NovaGo nur in Verbindung mit einem Mobilfunkvertrag verkauft, kann man es bei Mobilcom-Debitel auch ohne einen solchen erwerben. Andere Ausstattungsvarianten als das hier getestete Modell mit 128er-SSD und 4 GByte RAM gibt es nicht. Ein Einschub nimmt gleichzeitig eine Nano-SIM-Karte und eine MicroSD auf; zum Wechseln benötigt man ein Auswurfwerkzeug.

- ↑ Notebook-Bauweise
- ↑ alltagsgerechte Schnittstellen
- ↓ kein 3:2-Bildschirm
- ↓ keine Tastenbeleuchtung



## HP Envy x2 12e

HP verkauft das Envy x2 12e nicht in Deutschland. Wer es selbst aus dem europäischen Nachbarland Frankreich importiert, bekommt es anders als beim US- oder UK-Import zwar mit hierzulande passendem Netzteil, aber dennoch „falschem“ Tastaturlayout. Laut HP Deutschland gibt es keine deutsche Tastatur als nachkaufbares Ersatzteil; die Tastatur des Envy x2 12g oder anderer HP-Tablets passt nicht.

Da bleibt nur blind tippen oder selbst Umbeschriften mit Klebchen; in beiden Fällen bringt einem die Tastaturbeleuchtung nichts. Wer auf die Tastaturhülle verzichtet, muss auch ohne Ständer auskommen. Das Touchpad ist HP-typisch sehr breit, während der sehr helle Bildschirm (380 cd/m<sup>2</sup>) im arbeitsfreundlichen 3:2-Format daherkommt. Er lässt sich per Finger oder Stift bedienen; letzterer gehört zum Lieferumfang.

Windows an sich lässt sich vollständig auf Deutsch umschalten; danach ist dann auch die einblendbare Bildschirmstastatur in Deutsch – falls man mal ein Zeichen auf der physischen Tastatur nicht findet. Für SIM- und MicroSD-Kärtchen stehen dedizierte Slots bereits; beide lassen sich ohne Werkzeug nicht auswerfen.

- ↑ Stift im Lieferumfang
- ↑ getrennte Slots für SIM & MicroSD
- ↓ kein integrierter Ständer
- ↓ nur eine USB-C-Buchse



## Lenovo Miix 630

Als Windows-Tablet mit magnetisch andockender Tastatur ähnelt Lenovos Miix 630 dem HP-Konkurrent sehr; auch gehört hier wie dort ein Stift zum Lieferumfang. Das Miix hat aber zwei entscheidende Vorteile: Es ist hierzulande offiziell – und damit mit deutscher Tastatur – erhältlich und kostet bei gleicher Ausstattung mehrere 100 Euro weniger.

Der Ständer ist Teil der Tastaturhülle; ohne diese kann man das Tablet also nur flach hinlegen. Die beleuchtete Tastatur gefällt mit ausreichend Hub; am Layout gibt es bis auf den zweizeiligen Cursor-Block nichts auszusetzen. Die Funktionstasten sind allerdings unabdingbar mit Sonderfunktionen belegt; für klassische Tastenkombinationen wie Alt-F4 muss man zusätzlich auch noch die Fn-Taste drücken.

Der IPS-Bildschirm im praktischen 3:2-Format strahlt mit bis zu rund 300 cd/m<sup>2</sup>; ab Werk regelt ein Helligkeitssensor nach. SIM-Karte und MicroSD sitzen auf einem gemeinsamen Einschub und lassen sich somit nur gemeinsam und nicht ohne Werkzeug auswerfen.

- ↑ Stift im Lieferumfang
- ↑ IR-Kamera für Windows Hello
- ↓ kein integrierter Ständer
- ↓ nur eine USB-C-Buchse

einschalten wollten, ging das nicht, weil der Akku vollständig entleert war.

## Fazit & Ausblick

Solange man sich in der Welt bewegt, die Windows 10 im S-Modus erlaubt – also nur wenige Standard-Apps benutzt –, merkt man keinen Unterschied, ob in einem Notebook oder Windows-Tablet

nun ein Intel- oder ein Qualcomm-Prozessor arbeitet. Die ersten drei Windows-10-Geräte mit ARM-Prozessoren bewegen sich allerdings in Preisbereichen von Mittelklasse bis High-End, was für das gebotene Gesamtpaket zu hoch gegriffen ist: Mit gleich teuren Intel- oder AMD-Geräten können sie nicht mithalten. Die performancefressende x86-auf-ARM-Emu-

lation hilft nur in begrenztem Umfang; sie ist bereits mit einem alternativen Web-Browser überfordert.

Das ist schade, denn Qualcomms Konzept der Smartphone-haften Always-On-Always-Connected-Nutzung mit permanenter Internet-Verbindung und langen Laufzeiten an sich ist ebenso einleuchtend wie wünschenswert. Was Qual-



comm nicht sagt: Das Konzept ist völlig CPU-agnostisch. Ein x86-Gerät mit LTE-Modem erfüllt die Kriterien genauso – etwa die teuren Windows-Tablets Microsoft Surface Pro, HP Elite x2 & Co.

Die drei Windows-on-ARM-Geräte bieten derzeit noch einen preislichen Vorteil, wenn man LTE in einem Gerät benötigt, das zugleich kompakt und leicht ausfällt. Zum Vergleich: 2 Kilogramm schwere 15,6-Zoll-Notebooks mit Full-HD-Auflösung, LTE-Modem, 256er-SSD und Vierkern-CPU der achten Core-i-Generation wie etwa das HP ProBook 850 G5 kosten ab 850 Euro. Die klassische Zwei-Geräte-Lösung mit zusätzlichem mobilen LTE-WLAN-Hotspot oder Smartphone-Tethering ist wiederum flexibler, weil man beim eigentlichen Arbeits- oder Surf-Gerät dann

aus allen auf dem Markt befindlichen Notebooks und Tablets wählen kann.

Noch vor dem Jahreswechsel sollen zwei weitere Windows-on-ARM-Geräte von Samsung und Lenovo auf den Markt kommen, in denen der schnellere Snapdragon 850 (alias Snapdragon 845 für Windows-Geräte) arbeiten wird. Sofern man nicht gerade ein App-Entwickler ist und eine Testplattform braucht, um das Henne-Ei-Problem der fehlenden nativen ARM-Apps anzugehen, spricht angesichts dieser nahen Zukunft wenig dafür, jetzt noch eines der Geräte der ersten Generation mit Snapdragon 835 zu kaufen. Mittelfristig steht mit dem Snapdragon 1000 sogar ein explizit für Windows-Notebooks vorgesehener Prozessor in Qualcomms Roadmap; und auch ARM selbst hat mit

den frisch angekündigten schnellen Cortex-A76-Kernen gezielt Notebooks und Windows-Tablets im Visier.

Wahrscheinlich wäre es schlauer gewesen, die erste Gerätegeneration nur als Developer Edition zu vertreiben und im Endkundenmarkt erst mit den 850er-Geräten zu starten. Jetzt steht leider zu befürchten, dass das neue Flämmchen an unerfüllten Preis/Leistungs-Erwartungen erstickt, bevor es überhaupt richtig lodern kann ...  
(mue@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Schüßler, Kurze Leine, Angetestet: Microsoft Windows 10 S, c't 15/2017, S. 128  
[2] Florian Müssig, Mobile Entschleunigung, Günstige Notebooks von 11,6 bis 17,3 Zoll, c't 16/2018, S. 76

## Hybrid-Geräte mit Windows 10 und ARM-Prozessor: Daten und Testergebnisse

Modell	Asus NovaGo	HP Envy x2 12e	Lenovo Miix 630
getestete Konfiguration	TP370QL-EL002T	12-e001nf	81F1000WGE
Lieferumfang	Windows 10 Pro (S) 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Pro (S) 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Pro (S) 64 Bit, Netzteil
<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	– / 2 × L / – / –	– / 1 × L (1 × Typ C) / – / –	– / 1 × R (1 × Typ C) / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD + SIM) / L / –	L (MicroSD) / – / –	L (MicroSD + SIM) / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	–	– / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausstattung</b>			
Display	AUO B133HAN05.3: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:10, 171 dpi, 10 ... 249 cd/m², spiegelnd	BOE 055D: 12,3 Zoll / 31,2 cm, 1920 × 1280, 3:2, 188 dpi, 13 ... 379 cd/m², spiegelnd	LG 055D: 12,3 Zoll / 31,2 cm, 1920 × 1280, 3:2, 188 dpi, 12 ... 308 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Qualcomm Snapdragon 835 (4+4 Kerne), 1,9 GHz (Turbo bis 2,45 GHz), 1024 + 2048 KByte L2-Cache	Qualcomm Snapdragon 835 (4+4 Kerne), 1,9 GHz (Turbo bis 2,45 GHz), 1024 + 2048 KByte L2-Cache	Qualcomm Snapdragon 835 (4+4 Kerne), 1,9 GHz (Turbo bis 2,45 GHz), 1024 + 2048 KByte L2-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	4 GByte LPDDR4x-1866 / Qualcomm SoC	8 GByte LPDDR4x-1866 / Qualcomm SoC	8 GByte LPDDR4x-1866 / Qualcomm SoC
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Qualcomm Adreno 540 (vom Hauptspeicher) / –	int.: Qualcomm Adreno 540 (vom Hauptspeicher) / –	int.: Qualcomm Adreno 540 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	int.: Qualcomm Aqstic	int.: Qualcomm Aqstic	int.: Qualcomm Aqstic
LAN / WLAN	– / int.: Qualcomm (a/b/g/n-300/ac-866)	– / int.: Qualcomm (a/b/g/n-300/ac-866)	– / int.: Qualcomm (a/b/g/n-300/ac-866)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	int.: Qualcomm Snapdragon X16 / int.: Qualcomm (Microsoft)	int.: Qualcomm Snapdragon X16 / int.: Qualcomm (Microsoft)	int.: Qualcomm Snapdragon X16 / int.: Qualcomm (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: ElanTech	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Toshiba (256 GByte) / –	SSD: Samsung (256 GByte) / –	SSD: Samsung (256 GByte) / –
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>			
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	50 Wh Lithium-Ionen / – / –	50 Wh Lithium-Ionen / – / –	48 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 200 g, 6,3 cm × 6,3 cm × 2,7 cm, Steckernetzteil	45 W, 289 g, 6,2 cm × 6,2 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker	45 W, 286 g, 9,3 cm × 4 cm × 2,9 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,39 kg / 31,6 cm × 22 cm / 1,6 ... 1,8 cm	1,21 kg / 29,5 cm × 21,6 cm / 1,6 cm	1,41 kg / 29,7 cm × 22 cm / 1,5 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 18,5 mm	0,5 cm / 18,5 mm × 18,5 mm	0,5 cm / 19 mm × 18,5 mm
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>			
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²)	k. A. <sup>1</sup> / 10,7 h (4,6 W)	14,5 h (3,4 W) / 11,6 h (4,2 W)	16,8 h (2,8 W) / 12,5 h (3,8 W)
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0 / 0 Sone	0 / 0 Sone	0 / 0 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	739,5 / 142,6 MByte/s	780,8 / 236,9 MByte/s	696 / 158,6 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	18,5 / 7,9 MByte/s / –	19,4 / 12,4 MByte/s / –	21,8 / 8,8 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 97 dB(A)	⊕ / 97,1 dB(A)	⊕ / 97,3 dB(A)
3DMark (SkyDiver / FireStrike / TimeSpy)	1720 / 448 / –	1830 / 474 / –	1848 / 452 / –
CineBench R11.5 Rendering (1 / n CPU)	0,25 / 1,32	0,26 / 1,33	0,25 / 1,27
<b>Preis und Garantie</b>			
Straßenpreis Testkonfiguration	700 €	1300 €	1000 €
Garantie	2 Jahre	1 Jahr	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe <sup>1</sup> Messung mehrfach fehlgeschlagen			

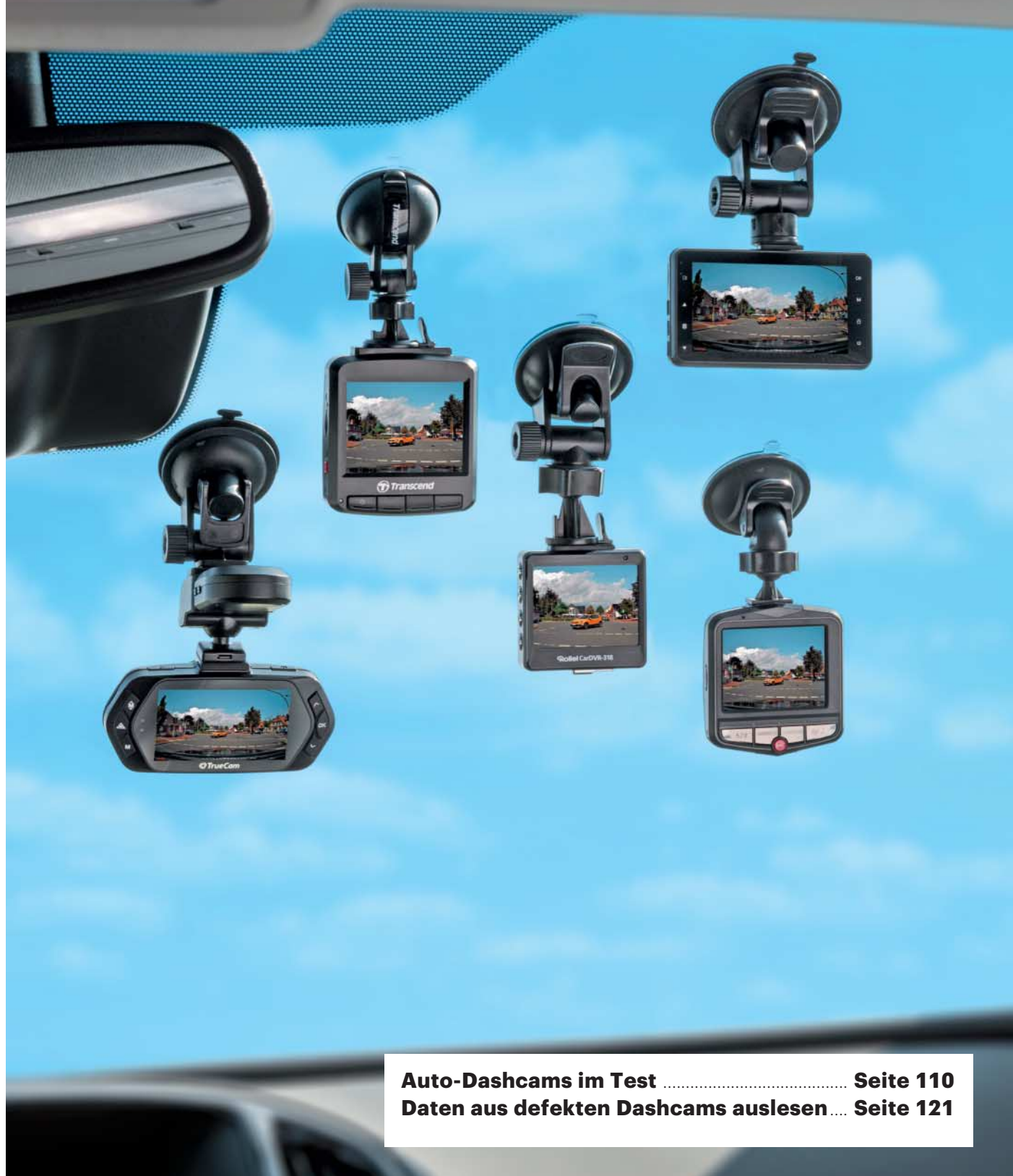


Anzeige

Anzeige

# Crash the Dash

Neun Auto-Dashcams als Unfallzeugen



**Auto-Dashcams im Test ..... Seite 110**  
**Daten aus defekten Dashcams auslesen .... Seite 121**

## Nach einem aktuellen BGH-Urteil dürfen Dashcam-Aufnahmen vor Gericht zur Klärung der Schuld bei Unfällen genutzt werden, obwohl die Nutzung gegen Datenschutzrechte verstößt. Frohlockend fluten die Dashcam-Hersteller den Markt mit angeblich BGH-konformen Fahrzeug-Kameras. c't und der ADAC haben neun Modelle getestet.

Von Ulrich Hilgefort  
und Michael Link

**V**om Parkplatz rollt direkt vor mir ein spärlich beleuchtetes Auto auf die Vorfahrtstraße: Krachend verbiegen Kotflügel und Motorhaube, zersplittern Scheinwerfer und Kühlergrill. Wie soll ich beweisen, wer hier wem die Vorfahrt genommen hat?

Immer wieder kommt es im Straßenverkehr zu brenzigen Situationen, die sich in Bruchteilen von Sekunden zuspitzen – und genauso schnell wieder vergehen. Auch ohne massive Folgen wäre ein unbestechlicher Zeuge oft hilfreich, um den Sachverhalt klären zu können.

### Hast du das gesehen?

So was gibt es: Sogenannte Dashcams versprechen, das Verkehrsgeschehen aus dem Blickwinkel des Fahrers aufzuzeichnen und kritische Momente festzuhalten. Eine ausreichende Qualität der Aufnahmen vorausgesetzt, hätte man genau den unabhängigen Zeugen, der wahrheitsgemäß aussagt. Wir haben neun aktuelle Dashcams in Kooperation mit dem ADAC ins c't-Labor geholt, ihre Handhabung geprüft und die Aufzeichnungsqualität beurteilt. Bei den Kollegen vom ADAC mussten die Kameras zudem einen echten Aufprall aushalten und zahlreiche Fahrtests bestehen (siehe Kasten „Härtetest“).

Als „aufmerksamer Beifahrer“ könnten die Geräte fungieren, wenn sie stets filmen und aufzeichnen. Doch solche anlasslose Filmerei im Straßenverkehr ist zum Schutz der Persönlichkeitsrechte anderer Verkehrsteilnehmer in Deutschland nicht erlaubt. Auch ein Urteil des OLG Stuttgart, das 2016 die Verwertung von Aufnahmen trotz datenschutzrechtlicher Verstöße für

einige Situationen zuließ, schuf keine Klarheit. Dass man trotzdem im Grunde illegal mit Dashcams fuhr, änderte sich erst mit dem einschlägigen BGH-Urteil vom Mai dieses Jahres (siehe Kasten auf S. 120).

### Schleifenfilm

Um die BGH-Vorstellungen zu erfüllen, dürfen die Kameras nur eine sich ständig überschreibende „kurze“ Videoschleife aufzeichnen – was „kurz“ ist, verrät das Urteil aber nicht. Erst, wenn es zu einem Unfall gekommen ist oder starke Brems- oder Ausweichmanöver eine kritische Situation signalisieren, dürfen sie die Aufzeichnung der letzten Minuten dauerhaft speichern – laut Hersteller sind diese „Event“-Aufnahmen schreib- und manipulationsgeschützt.

Bei der Auswahl des Testfelds spielte diese Loop-Funktion eine wesentliche Rolle: Ins Labor holten wir ausschließlich Kameras, die prinzipiell lediglich kurze Video-

sequenzen speichern. Alle Testkandidaten sind zum nachträglichen Einbau geeignet. Sie lassen sich einfach befestigen; Strom zapfen sie aus der 12-Volt-Bordelektrik.

### Basis-Repertoire

Neben der Bild- und Tonaufzeichnung aus der Fahrerperspektive und der Speicherung der Daten auf einer MicroSD-Karte erwartet man von einer Dashcam, dass sie beim Fahren nicht ablenkt, also automatisch ihren Dienst tut und einfach zu handhaben ist. Erst nach einem Crash sollte sich der Anwender damit beschäftigen müssen.

Um das Verkehrsgeschehen umfassend im Blick zu behalten, ist ein möglichst breiter Blickwinkel erforderlich – und eine Kombination aus hoher Lichtempfindlichkeit und schnell reagierender Belichtungssteuerung. Erst damit gelingen auch in schwierigen Lichtverhältnissen, etwa im Sonnenuntergang oder bei Nachtfahrten, brauchbare Aufnahmen, die erkennbare Details zeigen. Wir konfrontierten die Dashcams daher mit vielfältigen Real- und Laborsituationen, bei denen Lichtempfindlichkeit und Kontrast sowie Aufzeichnung in schneller Bewegung die Hauptrollen spielten. Das brachte etliche Kameras an ihre Grenzen. Ein recht ordentliches Bild lieferten lediglich die Kameras von iTracker und Blackvue.

Auf den ersten Blick vermitteln Werbung und Anleitungen der Dashcams, dass sie auch von technischen Laien problemlos einzubauen sind. Die Modelle im Test ließen sich zwar ohne Anleitung so montieren, dass sie funktionierten, doch der Teufel steckt im Detail. Die Befesti-



Im Moment des Crashes ändert sich alles: Millisekunden nach dem Aufprall beeinträchtigen die zersplitterte Frontscheibe und der Nebel explodierender Airbags die Sicht einer Dashcam. Immerhin gab die Kamerahalterung nicht nach.





Schon beim Vorabtest auf dem ADAC-Außengelände lösten sich zwei von vier Dashcams von der Windschutzscheibe des Testfahrzeugs.

gung erfolgt mit Saugnapf oder Klebepad, ein Stecker für den Zigarettenanzünder versorgt die Cam mit Strom. Nur: Diese Buchse ist damit dauerhaft belegt. Zieht also jemand den Stecker raus, um etwa eine Kühlbox anzuschließen oder sein Handy zu laden, ist es vorbei mit dem unbestechlichen Zeugen. Eine zusätzliche USB-Buchse für solche Zwecke stellen lediglich die Apeman- und die Rollei-Kamera bereit.

Steht die Bordsteckdose auch nach dem Abschalten der Zündung weiter unter Strom, arbeiten alle Kameras bis auf die DMAX weiter und saugen langsam die Fahrzeugbatterie leer. Sonst fahren sie sich beim Abschalten der Steckdose mithilfe eines Pufferakkus kontrolliert herunter.

Andererseits garantiert erst eine stetige Spannungsversorgung eine durchgängige Wachsamkeit der Kamera, auch für die nicht in allen Geräten vorhandene Parkrempler-Aufzeichnung, bei der die Kamera erst aufwacht, wenn ihr Beschleunigungssensor anschlägt; wer das möchte, muss sie anders verkabeln. So wartet die iTracker mini0906 mit einer vorbereiteten Kabelpeitsche zum Anschluss an das Fahrzeug-Bordnetz auf. Als Alternative zur wackeligen Zigaretten-Steckdose bietet die DMAX einen Anschluss per OBD2.

Keine Anleitung verrät, wie man das etwa drei bis vier Meter lange Stromkabel optimal unterbringt. Mit Pech baumelt das Kabel während der Fahrt plötzlich von der Windschutzscheibe herab. Und keine Anleitung weist auf das Risiko hin, durch unsachgemäße Kabelführung die Funktion von Kopf- und Seiten-Airbags zu beein-

trächtigen. Insgesamt empfehlen wir, den Einbau von einem fachkundigen Unternehmen vornehmen zu lassen.

## Sichtweise

Die allermeisten Dashcams zeichnen nur nach vorne auf, also in normaler Fahrtrichtung. Für Auffahrunfälle oder Rempler im stehenden Verkehr, Kollisionen von der Seite oder von hinten sind sie folglich blind. Nur der iTracker mini0906 hat eine Heckkamera im Paket.

Wie weit das Geschehen links und rechts vom Fahrzeug erfasst wird, hängt vom Objektiv ab. Hier zeigen sich große Unterschiede – zwischen den Dashcams, aber auch zwischen dem tatsächlichen horizontalen Blickwinkel und Angaben der Hersteller. Die nennen wegen der hübscher aussehenden größeren Zahlen lieber den wenig aussagekräftigen diagonalen Bildwinkel.

Im c't-Labor stellten wir teils drastische Abweichungen fest, etwa bei der DMAX, die mit 170 Grad Blickwinkel beworben wird, tatsächlich aber lediglich 115 Grad abdeckt. Den schmalsten Sichtbereich haben wir bei der NavGear VGA Dashcam gemessen, der 58 Grad entspricht, also einem schwachen Teleobjektiv, der Hersteller nennt 90 Grad. Fünf der neun Geräte bilden immerhin mehr als 120 Grad ab.

Je nach Einbauposition, Neigung der Windschutzscheibe und Schräglage der Kamera kommt es zu störenden Reflexionen, was die Aufnahmen verfremdet. Nachts sehen Straßenlaternen wie mit Sternfilter aufgebrezelte Lichter aus. Ab-

hilfe dürfte ein Polfilter bringen, doch der ist nur bei wenigen Geräten als Option erhältlich und würde die einfallende Lichtmenge weiter reduzieren.

## Parameterfrage

Die Aussagekraft der Aufnahmen hängt vor allem von der Videoauflösung und der Bildrate ab. Im Grunde reicht ein HD-Video mit 1920 × 1080 Pixeln in einer möglichst hohen Bildfrequenz (Frame-rate), also 50 oder 60 Bildern pro Sekunde (fps), aus. Je geringer die Bildrate, desto ungenauer lassen sich in kurzer Zeit abgelaufene Geschehnisse auf dem Video zweifelsfrei erkennen. Zwar bieten manche Kameras höherwertige Videoformate an, wie die TrueCam A7S mit 2304 × 1296 Pixeln bei nur 30 fps, doch sinnvoller ist es, statt der Auflösung die Bildwiederholrate hochzudrehen. Ab Werk sind die meisten Cams im Test auf 30 fps voreingestellt. Die Rollei-Dashcam arbeitet bei 1080p voreingestellt nur mit 30 fps, obwohl sie die doppelt so hohe Bildrate von 60 fps beherrscht.

In puncto Lichtempfindlichkeit erwiesen sich die Dashcams als Schönwetter-Kameras, die im Stand scharfe, farbstarke und aussagekräftige Aufnahmen lieferten. Deutlich änderte sich das allerdings im Fahrbetrieb.

Um die Videoqualität bei Fahrgeschwindigkeit zu prüfen, absolvierten die Kameras mehrere Testfahrten auf der c't-Drahtseilbahn. Sie rauscht mit mehr als Tempo 50 über die 100 Meter lange Strecke aus Höhe des Dachgeschosses des Verlagsgebäudes auf Erdniveau herunter – mit schwierig zu übertragenden Motiven wie Laubbäumen, Wasserspielen und einem gepflasterten Parkplatz.

Selbst bei Tageslicht war die Darstellung von Kfz-Kennzeichen für einige Kandidaten eine Herausforderung. Ablesbar waren Kennzeichen in den Videos der Apeman C450, der iTracker Mini0906 und mit Mühe der Garmin Dashcam 55.

Durchweg arbeiten die Kameras im Fixfokus-Betrieb und ohne optische Blende bei durchgehender Schärfentiefe. Um die Belichtungsautomatik an die Lichtverhältnisse anzupassen, bleiben den Kameras dann nur Anpassungen von Belichtungszeit und Empfindlichkeit. Doch wenn bei nachlassender Helligkeit die Belichtungszeit zu weit erhöht wird, erscheinen Bewegungen im Video verwischt. Das verstärkt sich, je weiter man sich von der Hauptblickachse entfernt. In den Videos der Seilbahnfahrt war dieser Effekt bei allen Dashcams mehr

oder weniger ausgeprägt festzustellen. Auch bei unseren Nachtfahrten im Pkw konnte kaum ein Kandidat in der Standardeinstellung überzeugen.

Im nächtlichen Straßenverkehr erschwert die große Bandbreite häufig

punktförmiger Lichtquellen eine korrekt belichtete Aufnahme. Krasses Gegenlicht starker LED- oder Xenon-Scheinwerfer, dazu die orange leuchtenden Straßenlaternen, ergänzt um die eigene Fahrzeugbeleuchtung – all das ergibt eine Misch-

lichtsituation, die selbst teuren Foto- und Videokameras zu schaffen macht.

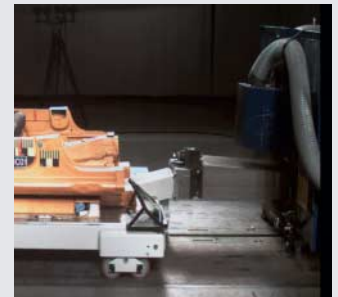
Um Unfallflüchtige ermitteln zu können, sollte man Kennzeichen vorausfahrender oder von der Seite ins Bild rollender Autos auf dem Video zweifelsfrei er-

## Härtetest

Im c't-Test mussten die neun Kandidaten schon einen recht anspruchsvollen Parcours durchlaufen, doch eine wichtige Frage konnten wir nicht beantworten: Was geschieht genau in dem Moment, wenn man die Dashcams am dringendsten zur Beweissicherung einsetzen könnte – vor und nach einem Unfall? Der ADAC hatte vor einem Jahr unseren Lego-Porsche kunstvoll vor die Wand gefahren; so ließen sich die Kollegen aus München auch für eine Kooperation beim Dashcam-Test begeistern.

Die umfangreichen Tests im ADAC-Technikzentrum Landsberg am Lech starteten mit Fahrtests, um die Auslöseschwelle der in den Kameras verbauten Bewegungssensoren zu prüfen. Das entscheidet darüber, ob die Kamera ein außergewöhnliches Fahrereignis überhaupt als solches wahrnimmt. Nur dann nämlich werden Videos – im Idealfall – permanent und mit Schreibschutz auf der SD-Speicherkarte abgelegt. Die neun Kandidaten mussten sich bei Brems- und Ausweichtests in drei unterschiedlichen Geschwindigkeitsbereichen von 30 bis 100 km/h beweisen.

Schließlich ging es auf die ADAC-eigene Crashanlage in Landsberg. Jeden der neun Kandidaten haben die



Die neun Testkandidaten fuhr der ADAC auf einem Schlitten kontrolliert gegen die Wand. Jede wurde an einer kleinen Windschutzscheibe montiert.

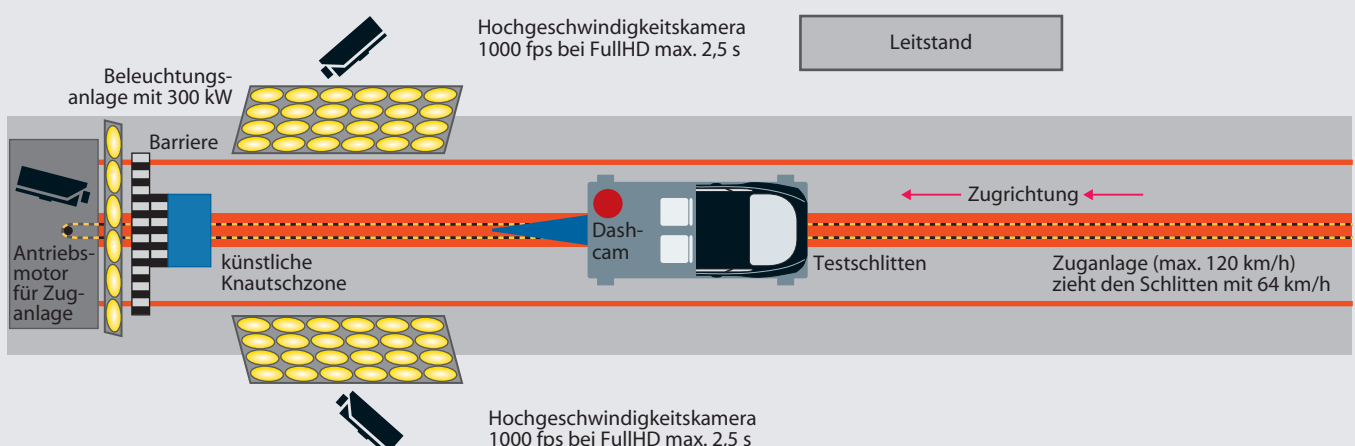
ADAC-Ingenieure im Rahmen eines standardisierten Schlittentests an die Wand gefahren. Die Kameras wurden an einer gekrümmten Autoscheibe montiert, die auf einer rollbaren Lafette sitzt. Diese Lafette kollidierte dann mit der Crashwand, wurde dabei aber von einer hydrostatischen Bremse so verzögert, dass die Unfallschwere dem Euro-NCAP-Frontalaufprall mit 64 km/h entsprach.

Dieses etwa in Kindersitz- und Autozubehör-Crashtests übliche Verfahren wurde nicht nur wegen der Kostenersparnis gewählt, sondern auch wegen der Reproduzier- und Vergleichbarkeit. Denn selbst wenn statt der Lafette neun identische „echte“ Autos gegen die

Wand gekracht wären, hätte es aufgrund schwankender Fertigung leichte Ergebnisunterschiede geben können. Wenn die Halterung der Dashcam versagte oder die Kamera nach oben klappte, führte dies zu einer Abwertung.

Am Ende war klar, dass die meisten Dashcams schon wegen der mangelhaften Halterung bei schweren Unfällen eher ein Sicherheitsrisiko darstellen, als zur Klärung des Unfallhergangs beizutragen. Spätestens beim Aufprall filmten sie die Wolken oder flogen – wie die Garmin-Dashcam – unkontrolliert durchs Fahrzeug (siehe die Videos zum Test).

**Dashcam-Videos:** [ct.de/y19c](http://ct.de/y19c)





Einige Dashcams kommen mit Auswertungs-Software für den Rechner. Im Falle der iTracker mini 0906 zeigt sie Bilder der vorderen/hinteren Kamera an und blendet GPS-Informationen auf einer Google-Maps-Karte ein.

kennen können. Doch das war im Test durchgehend nur bei den Videos der Apeman und der Transcend möglich, bei den übrigen Kameras zeigte das Video lediglich eine überstrahlte weiße Fläche.

## Handhabung

Die perfekte Dashcam sollte nach der Installation unaufdringlich funktionieren, ohne den Fahrer abzulenken. Die Blackvue-Kamera löst dieses Versprechen am ehesten ein, da sie komplett ohne Display auskommt und während der Fahrt per Sprachansagen mit dem Fahrer kommuniziert. Die übrigen Kandidaten zeigen auf ihren Displays das Kamerabild nebst Informationen an, doch das Spiegelbild des leuchtenden Bildschirms an der Windschutzscheibe kann irritieren. In der Regel muss man eine automatische Displayabschaltung erst in den Tiefen der Untermenüs aktivieren.

Manche Kameras – etwa die Garmin Dashcam 55 – und ihre rechts angeordneten Bedienelemente sind offenbar für Linksverkehr ausgelegt. Andere wie die Apeman C450 und die TrueCam A7S weisen Taster auf beiden Geräteseiten auf, die kaum einhändig zu fassen sind. Viele Geräte im Testfeld sind obendrein mit Einstellmöglichkeiten überfrachtet. Bei der Garmin-Dashcam muss man nach jedem Einschalten zudem einen Sicherheitshinweis wegstören – lästig.

Zusatzfeatures wie Spur- oder Abstandswarner erwiesen sich im Test im Vergleich zu Festeinbauten als nutzlos. Sie beziehen ihre Informationen aus dem Kame-

rabild; Gegenlicht, eine verdreckte Scheibe, Nebel, Regen oder Schnee schlagen sich direkt auf die Ergebnisse der Fahrerassistenz nieder. Garmins Dash Cam 55 und die TrueCam A7S verfügen über einen Blitzerwarner – doch dessen Verwendung ist in Deutschland eindeutig verboten.

## Speicherfragen

Durchweg speichern die Kameras auf microSD-Karten. Da die Temperaturen an der Windschutzscheibe gerade im Sommer enorm ansteigen, empfehlen wir entsprechend robuste, temperatursichere, erschütterungsfeste und wasserdichte Exemplare. Karten der Klasse 10 arbeiten schnell genug, eine Kapazität von 8 GByte reicht wegen der vom Gesetz geforderten Kurzzeit-Schleifenaufnahme aus.

Im Test sollten die Dashcams zeigen, ob sie – dem BGH-Urteil entsprechend – tatsächlich nur speichern, was die Kamera als Gefahrensituation erkennt, und alle anderen Aufnahmen sofort löschen. Um das zu prüfen, genügte ein Blick auf die Dateilisten der Speicherkarten. Bei der Garmin lässt sich ein Sofortlöschmodus aktivieren, in dem sie nach Ende der Fahrt alle ereignislosen Aufnahmen löscht. Andere Cams löschen selbsttätig nichts, Schreibschutz hingegen Aufnahmen mit von Sensoren erkannten Events. Nur die Navgear hat keinen Schreibschutz.

An der Erkennung kritischer Situationen per Beschleunigungssensor haperte es ebenfalls. Die Tests auf der Crash-Anlage zeigten, dass bei langsamer Fahrt kaum ein kritisches Event bemerkt wurde;

## 5 Tipps zur Einstellung

Dashcams kann man eigentlich nach dem Einbau und Anstöpseln gleich verwenden und bis zum Ernstfall vergessen. Einiges sollten Sie dennoch selbst tun:

Regelmäßig **Firmware-Updates** einspielen. Der Test zeigt: Das BGH-Urteil hat noch kaum ein Hersteller umgesetzt. Nachbessern könnten sie mit Firmware-Updates, die beispielsweise die sofortige Löschung irrelevanter Videos bewirken oder Sicherheitslücken schließen.

**Datum und Uhrzeit** einstellen und gelegentlich prüfen, vor allem nach Umstellung von Winter- auf Sommerzeit und andersherum. Das ist für die Dokumentation eines Unfalls wichtig – und dafür, Dateien schnell wiederzufinden, da diese Daten bei etlichen Kameras Teil des Dateinamens sind.

**Höhere Framerate** einstellen: Mit mehr Bildern pro Sekunde (fps) lässt sich möglicherweise ein Unfall besser rekonstruieren. Nutzen Sie mindestens Full-HD-Auflösungen mit wenigstens 30 fps, besser mehr. Und lieber Full-HD mit 60 fps als 4K mit 30 fps.

**Bildeinstellungen tunen:** Halogenbeziehungsweise LED-Leuchten des Autos können die Bildqualität beeinträchtigen. Einige Cams bieten Möglichkeiten, grundlegende Videoeinstellungen bezüglich der Belichtung anzupassen.

**Loop einstellen:** Prüfen Sie die Aufnahmelänge der Loops und kontrollieren Sie, ob sich die Kamera so einstellen lässt, dass sie unbenötigte Aufnahmen gleich löscht. Einige Kameras erlauben das Anpassen der Empfindlichkeit für die Unfallerkennung.

die Event-Erkennung funktionierte nicht einmal bei schneller Fahrt zuverlässig.

Der bei vielen Dashcams beworbene Löschschutz für bestimmte Videos erwies sich als Mogelpackung. In den meisten Kameras werden Videos, bei denen





### Apeman Dashcam C450

Sie erinnert an eine Kompaktknipse im Miniformat. Die Verarbeitung der Apeman C450 – oft auch als Dashcam Full HD 1080P angeboten – wirkt billig. Auch bei der Ausstattung muss man Abstriche machen: Software oder App gibt es nicht.

Sieben Taster spiegeln vielfältige Einstellmöglichkeiten vor. Trotzdem lässt sich die Kamera nicht problemlos bedienen, auch weil das Display nicht anzeigt, was der gerade gedruckte Taster bewirkt.

Pluspunkte sammelt die Kamera mit ihrem recht empfindlichen Bewegungssensor. Im Fahrttest erkannte sie Vollbremsungen bereits aus 30 km/h und reagierte früh auf seitliche Ausweichmanöver. Die dann laufende Aufzeichnung wird umbenannt, um auf den Unfallstatus hinzuweisen.

Bei Tageslicht nimmt sie eher zu dunkel auf, dafür aber mit knalligen Farben. Details wirken berschrft, kontrastarme Bereiche ebnet der Codec in der Kamera ein. Kennzeichen waren im Video lesbar. Bei Nacht liefert die Apeman ohne kräftige Beleuchtung nur undifferenzierte Schwarzbilder. Im Scheinwerferlicht neigen Details zum Verwischen.

Auf der ADAC-Anlage erkannte die Apeman alle kritischen Situationen. Allerdings klappte die Halterung beim Aufprall nach oben weg.

- ➡ HDMI-Ausgang
  - ➡ niedrige Auslöseschwelle
  - ➡ billige Verarbeitung
- Preis: 45 €



### Blackvue DR750S-1CH

Die schicke zylindrische Blackvue-Kamera hat kein Display. Die Halterung besteht aus einem den Zylinder umfassenden Ring mit Ratsche, der die Kamera auch beim Crashtest stabil hielt. Mit dem seitlichen Taster, dem einzigen Bedienelement, formatiert man durch zweimaliges langes Drücken die Speicherkarte – das passiert leicht versehentlich.

Per WLAN und App verbindet man Smartphones mit der Cam. Bei unterschiedlichen Android-Geräten hatten wir wiederholt mit Abbrüchen der WLAN-Verbindung zu kämpfen. Die Kamera kann sich automatisch mit der Cloud verbinden, Videos hochladen und Live-Videos ins Netz streamen.

Bei Sonne speichert die Blackvue übermäßig komprimierte, aber kontraststarke Videos. Details werden vom Codec eingeebnet. Die Farben sehen natürlich aus, die Weitwinkelzeichnungen sind erträglich. Kennzeichen in Bewegung sind nicht zu entziffern.

Nachts muss man sich mit verbrauchten, artefakteverdorbenen Aufnahmen begnügen, mit unnatürlich knalligen Farben, verwischten Details und unkenntlichen Kennzeichen.

Bei den ADAC-Ausweichtests fiel die DR750S-1CH durch. Selbst eine Vollbremsung aus 100 km/h versetzte die Kamera nicht in den Notfallmodus, in dem sie Videomaterial dauerhaft sichert.

- ➡ stabile Halterung
  - ➡ durchdachte Hotspot-Funktion
  - ➡ kein Event getriggert
- Preis: 300 €



### DMAX Full HD Dash

Die solide wirkende DMAX-Kamera schmiegt sich flach an die Windschutzscheibe und Überstand so den Crashtest unversehrt. Das nach oben herausgeführte Kabel ist durch eine Textilverkleidung geschtzt. Eine unsichtbare Verkabelung der Dashcam ist möglich.

Ungewöhnlich ist der Anschluss über die OBD2-Diagnoseschnittstelle des Fahrzeugs. Die Cam kann so zusätzliche Diagnoseinformationen vom Fahrzeug abrufen – und die Geschwindigkeit. Das ist für eine Dashcam durchaus interessant.

Viele der Videos auf der Speicherkarte waren nicht abspielbar. Tagsüber lieferte die DMAX Aufnahmen mit kräftigen Weitwinkelzeichnungen, auffallender Vignettierung und eher kühlen Farben. Details wirkten berschrft. Bei Nacht entstanden auch bei sparsamer Beleuchtung Videos mit nur knapp erkennbaren Umrissen. Kennzeichen anderer Fahrzeuge reflektierten zu hell, als dass sie lesbar wären.

Die Full HD Dash lässt sich über WLAN per App ansprechen. Dabei kommt das Standardpasswort „12345678“ zum Einsatz – ein Einfallstor für Hacker. Die Lücke wiegt besonders schwer, da das Gerät per OBD2 direkt mit den Steuergeräten des Fahrzeugs verbunden ist.

- ➡ stabile Befestigung
  - ➡ ohne sichtbare Kabel integrierbar
  - ➡ WLAN mit Standardpasswort
- Preis: 140 €





### Garmin Dash Cam 55

Garmins Dashcam schaut eher wie eine kleine Action-Kamera im GoPro-Format aus. Das äußerst kompakte Gerät wirkt solide verarbeitet – die mitgelieferte Halterung ist weniger solide. Die Kamera lässt sich dank eines Klebemagnetens zwar äußerst bequem entfernen, um sie etwa im Handschuhfach verschwinden zu lassen. Doch auch beim Crashtest löste sich die Magnetverbindung sofort.

Im alltäglichen Gebrauch stört die nervige Sicherheitswarnung, die man bei jedem Fahrzeugstart immer wieder wegklicken muss. Dafür punktet die Dash Cam 55 mit einer rudimentären Sprachbedienung. Einfache Operationen wie das Sichern von kurzen Videos oder einem Foto erledigt sie auf Zuruf. Das klappte im Test sehr gut. In die Menüstruktur weiterer Funktionen muss man sich allerdings erst hineindenken.

Im Tageslicht liefert die Garmin kühle Farben. Kleinere Details verschwimmen, kontraststarke Bildinhalte wirken überschärft. Kennzeichen lassen sich mit Mühe erkennen. Im Dunkeln dagegen lieferte sie trotz ausreichender Beleuchtung übertrieben finstere, weitgehend unbrauchbare Aufnahmen.

Die beigelegte Software überzeugt nicht. Hier greift Garmin auf sein Standardprogramm zurück, das für seine Virb Action-Cam gestrickt ist, für den eigentlichen Einsatzzweck der Dash Cam 55 allerdings kaum weiterhilft.

- ↑ Sprachsteuerung
  - ↓ instabile Halterung
  - ↓ keine Analysesoftware
- Preis: 200 €



### iTracker mini0906

Die mini0906 von iTracker ist mit 47 mm × 66 mm × 40 mm eine der kleinsten Kameras im Test. Sie kommt als einzige mit einer zusätzlichen Kamera für die Heckscheibe. Das macht die Installation natürlich doppelt aufwändig, dafür dokumentiert sie auch das Geschehen hinter dem Fahrzeug.

Befestigt wird die Halterung von der iTracker – dort lässt sich auch ein steckbarer GPS-Sensor anstöpseln – mit einem kleinen Klebepad an der Scheibe. Mit drei LEDs und vier Tasten, davon einer als Ein-/Aus-Knopf, lässt sich die Kamera einfach bedienen. Mit Druck auf den mittleren der drei Knöpfe rechts vom Display startet oder stoppt man beispielsweise die Aufnahme. Die drei LEDs sind aber besonders bei Nachtfahrten störend hell.

Clever: Mit einem separaten Knopf – an gut erreichbarer Stelle aufgeklebt – sichert man bestimmte Aufnahmen auf jeden Fall, etwa, wenn man Zeuge eines Unfalls war, bei dem die Bordsensoren der Cam nicht angeschlagen haben. Letzteres war leider bei allen Ausweich- und Brems-Szenarien beim ADAC der Fall.

Tagsüber zeichnet die iTracker mit etwas zu kräftigen Farben und guten Kontrasten auf, wenn auch mit deutlichen Komprimierungsartefakten und einem Hang zum Überschärfen. Nachts waren Autokennzeichen in Bewegung nicht lesbar, es kam zu stark rauschenden Bildern.

- ↑ stabile Befestigung
  - ↑ Mini-Funkfernbedienung
  - ↓ mangelhafte Event-Erkennung
- Preis: 160 €



### Navgear VGA-Dashcam

Bedenkt man, dass die VGA-Dashcam von Navgear mit 17 Euro Verkaufspreis wirklich günstig zu haben ist, macht sie auf den ersten Blick einen guten Eindruck. Das Gehäuse wirkt nicht klapprig, auch der kleine Bildschirm ist nicht schlechter ablesbar als bei der deutlich teureren Konkurrenz.

Bei der Bedienung gibt sie keine Rätsel auf, dazu ist sie wohl auch zu einfach gestrickt. Dass man vielleicht doch am falschen Ende gespart hat, bemerkt man erst beim Anschauen der Dashcam-Videos. Was sofort auffällt, ist der sehr geringe Bildwinkel, der die Kamera für alles blind macht, was leicht links oder rechts vom Fahrzeug passiert.

Über die fehlende Videosoftware könnte man hinwegsehen. Doch die Videoqualität der VGA-Dashcam ist einfach unterirdisch schlecht. Denn trotz der angeblichen Auflösung von 1280 × 720 Pixeln wirken die Aufnahmen grob pixelig – wie der Name schon sagt: wie eine VGA-Aufnahme. Aus der werden die Aufnahmen tatsächlich hochskaliert, mit überschärfter Klötzchengrafik und noch dazu dosig klingendem Ton. Nummernschilder waren nicht zu erkennen. Die Heligkeitsregelung arbeitet nur gemächlich, und bei Dämmerung und Nacht waren auch bei ansonsten ausreichender Beleuchtung fast nur großflächig schwarze Videos auf den Speicherkarten zu finden.

- ↑ preisgünstig
  - ↓ schlechte Bildqualität
  - ↓ kein Löschschutz
- Preis: 17 €



### Rollei CarDVR-318

Die CarDVR-318 ist funktional gestaltet, für Linkslenker perfekt. Das Menü ist selbsterklärend – nur bei „Aufdruck“ gerieten wir ins Schleudern. Die CarDVR-318 verfügt über einen mechanischen Auswurfschutz für die SD-Karte. Im Stecker für den Zigarettenanzünder gibt es einen mit 2 Ampere belastbaren USB-Anschluss.

Die Saugnapfhalterung konnte das Gewicht der Kamera im Crashtest nicht halten. Bei der Auswertung der Videodateien fällt auf, dass sich die Einzelschnipsel nicht nahtlos aneinanderreihen lassen. Beim Wechsel zur nächsten Datei entsteht eine Lücke von 50 Millisekunden.

Bei den Labortests zeigte die Rollei starke Verzeichnungen im Weitwinkelbild. In dem geschärften Video waren Kontraste ausgewogen und die Farben knallig. Im Tageslicht waren Details trotz Rolling-Shutter-Effekt gut erkennbar: Kfz-Kennzeichen lassen sich entziffern. Nachtaufnahmen waren zu dunkel und nur wenige Umrisse erkennbar. Kennzeichen in Bewegung erscheinen dann nur verwischt und sind nicht gut erkennbar.

Die Software beherrscht alles Nötige. Es fällt aber auf, dass die GPS-Informationen dem Videobild hinterherhinken. Die Kombination aus GPS-Ungenauigkeit und Versatz macht das Rekonstruieren einer genauen Positionsbestimmung schwierig.

↑ gute Bedienbarkeit  
 ↑ Kartenschutz  
 ↓ lückenhafte Videos  
 Preis: 145 €



### Transcend DrivePro 230

Bei der Dashcam vom Speicherkartenhersteller liegt natürlich eine spezielle Speicherkarte des Herstellers dabei. Die 16-GB-Byte-High-Endurance-Karte soll sich besonders für das dauerhafte Schreiben/Löschen in der DrivePro 230 eignen.

Insgesamt ist die Kamera etwas groß geraten, dafür ist die seitliche Notfalltaste, mit der man eine gesicherte Videoaufzeichnung auslösen kann, besonders gut zu erreichen.

Vergleichsweise dunkel, mit erkennbaren Weitwinkelverzerrungen und geschärften Details zeichnet die Transcend bei Tageslicht auf. Dann sind Kfz-Kennzeichen lesbar, doch starke Komprimierungsartefakte beeinträchtigen die Bildqualität. Nachts und bei Laboraufnahmen mit kontrollierten Bedingungen entstanden trotz ausreichender Beleuchtung verschwommene Aufnahmen mit verwischten Details und ausgeprägten Streulicht-Artefakten, auf denen keine Einzelheiten erkennbar sind. Kennzeichen lassen sich nur bei Aufnahmen im Stand ablesen. Die Farben wirken unnatürlich knallig.

Größtes Manko: Den Crashtest zeichnete die DrivePro 230 nicht auf. Auch bei einem zweiten Durchlauf versagte die Kamera ihren Dienst. Auf der Speicherkarte fand sich das Video vor dem Crash – gefolgt von der Aufnahme, in der die Kamera nach oben geklappt an der Scheibe klebte.

↑ gut sichtbare Notfalltaste  
 ↓ WLAN-Standardpasswort  
 ↓ Unfall nicht mitgeschnitten  
 Preis: 155 €



### TrueCam A7S

Die TrueCam A7S trägt an der Windschutzscheibe dick auf. Das liegt am als USB-Dongle konzipierten GPS-Modul, das in Richtung Dachhimmel absteht. Über den PC lässt es sich mit aktuellen Blitzerdaten füttern.

Die A7S wirkt etwas verspielt und hat mit acht Tasten sehr viele Bedienelemente. Das macht es nicht einfacher, die Kamera zu konfigurieren.

Im Labor war die A7S Quell fortgesetzter Erheiterung, weil sie jeden Einschaltvorgang mit einem Tür-Dingdong und einer freundlichen Ansage begleitete, man möge sich anschnallen. Mit einem gemessenen Blickwinkel von 100 Grad hatte die Kamera das zweitkleinste Blickfeld im Test – laut Hersteller soll das Weitwinkelobjektiv 130 Grad abdecken.

Bei Tageslicht erzeugt die TrueCam flächig wirkende Videos mit neutralen Farben, aber überschärften Kanten. Kennzeichen sind lesbar, in der Nachtaufnahme gilt das für stehende Fahrzeuge, bei fahrenden Autos verwischen die Buchstaben jedoch. Beim ADAC-Crashtest verweigerte die A7S zweimal die Aufnahme, Videos des Crashtests wurden trotz aktivierter Kamera nicht gespeichert.

Positiv aufgefallen ist die Analysesoftware für den PC. Ein zusätzlicher HDMI-Ausgang an der Cam sorgt überdies dafür, dass man sich Videomitschnitte auch schnell auf einem TV anschauen kann.

↑ gute Analysesoftware  
 ↑ Blitzerwarner  
 ↓ unsichere Unfallerkennung  
 Preis: 160 €

ein Sensor Erschütterungen bemerkt hat, nur als Event markiert und in einen separaten Ordner geschoben, was sie aber nicht vor Löschaktionen des Anwenders bewahrt.

Dieser Ordner wird beim weiteren Beschreiben der Karte nicht – wie die sonstigen Aufnahmen – bei voller Karte (Standard) oder sofort (laut BGH) gelöscht. Ein echtes Schreibschutzattribut setzten nur wenige Cams, etwa die DMAX Full HD Dash. Selbst das schützt die Aufnahme nicht, wenn die SD-Karte neu formatiert wird. Bei der Blackvue löst eine leicht zu merkende Tastenkombination eine Schnellformatierung aus – praktisch, um im Falle eines selbst verschuldeten

Unfalls belastende Videos schnell verschwinden zu lassen.

Davon losgelöst waren Fehler beim Speichern der Videos nicht selten. Die Truecam A7s hatte reproduzierbar oft Probleme, die Dateien mit einem Unfall (also Seilbahn-Crash und Schlitten-Crash) zu speichern. Die betreffenden Dateien waren entweder nicht mehr vorhanden oder kaputt. Andere Dashcams wie etwa die DMAX erzeugten wiederholt unlesbare Videodateien.

## Software

Nach einem Unfall oder Rempler freut man sich über eine gut gemachte Software zur Auswertung der Dashcam-Videos.

Prinzipiell kann man die Aufnahmen ohne besondere Software anschauen. Auswertesoftware hilft aber, weitere Daten, etwa die Position, das Tempo oder die Beschleunigungsdaten mit einzubeziehen.

Fünf Kandidaten kommen mit passender Auswertungssoftware für Windows. Sie lesen und analysieren die Videodateien sowie die GPS- und Sensordaten. Der Blackvue SD Card Viewer und der „alternative DVR Player“ der TrueCam blenden Grafiken zur Längs- und Querschleunigung des Fahrzeugs ein und zeigen die jeweilige Position auf Google Maps an. Die Positions- und Tempangaben sind aber, da nur im Sekundenkontakt ermittelt, mit Vorsicht zu genießen,

## Dashcams

Hersteller	Apeman	Blackvue	DMAX	Garmin
Produktname	Dashcam C450	DR750S-1CH	Full HD Dash	Dash Cam 55
Firmware	C450V4201	1.002	V 1.3 20170828	V 3.70
Abmessungen	86 mm × 50 mm × 32 mm	119 mm × 36 mm × 54 mm	80 mm × 68 mm × 28 mm	56 mm × 41 mm × 36 mm
Gewicht (mit Halter)	86 g	114 g	98 g	84 g
Befestigung	Saugnapf, alternativ Klebehalterung	Klebehalterung	Klebeпад	Klebeпад mit Magnethalterung
<b>Funktionen</b>				
GPS/Beschleunigungssensor/WLAN	– / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Videolängen / voreingestellt	1, 3, 5 min / 3 min	1, 2, 3 min / 1 min	endlos, 1, 3, 5 min / 3 min	nicht wählbar / 1 min
Tonaufnahme	✓	✓	✓	✓
Löschschutz (manuell / automatisch) / Art	manuell und automatisch (G-Sensor) / Umbenennung in „LOCKxyz.mov“	automatisch (G-Sensor) / Kennzeichnen der Aufnahmen (im Test nicht erfolgt)	manuell und automatisch (G-Sensor) / Verschieben in Ordner „R0“ und Setzen des Schreibschutz-Attributs für Dateien darin	automatisch (G-Sensor) / Verschieben in Ordner „Event“ und Setzen des Schreibschutz-Attributs für Dateien darin
Überwachung im Stand / Spurwechsel / Kollisionswarner	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ (mit optionalem Kabel) / ✓ / ✓
Tempoalarm / Verkehrszeichenerkennung / Ampel-grün / andere	– / – / – / –	✓ / – / – / –	– / – / – / –	✓ (Blitzerwarner) / – / ✓ (Losfahralarm) / –
App / Software	– / –	Blackvue SD Card Viewer / Cloud Viewer (für Win und macOS, Apps für Android und iOS)	Bresser DashCam App / –	Virb App (Viewer) / Webupdater o. Garmin Express für Updates
unterbrechungsfreie Aufzeichnung im Loop	✓, ohne Überlappung	✓, Lücken von etwa 20 ms zwischen Aufnahmen	✓, mit Überlappung	✓, mit Überlappung, wenn ungespeicherte Loops nicht auf automatisch löschen gesetzt sind
löscht irrelevante Daten standardmäßig / über Menü	– / –	– / ✓	– / –	– / ✓
<b>Foto- / Videoformate</b>				
Video-Auflösungen (Framerate) / voreingestellt	1080p, 720p / 1080p (30 fps)	1080p (30 / 60 fps), 720p / 1080p (60 fps)	1080p, 720p, WWGA, VGA / 1080p (30 fps)	1440p, 1080p (30/60 fps), 720p / 1080p (30 fps, HDR)
max. Foto-Auflösung / voreingestellt	12 MP / 12 MP	keine Fotos	keine Fotos	2 MP / 2 MP
Bildwinkel: horiz. gemessen / laut Hersteller	120 ° / 150 °	121 ° / 139 °	115 ° / 170 °	125 ° / 122 °
<b>Messungen</b>				
Einschaltdauer bis fahrbereit	5 s	18 s	7,5 s	startet erst nach Bestätigung
Stromverbrauch Betrieb	420 mA / 5 V	230 mA / 12 V	320 mA / 5 V	480 mA / 5 V
<b>Bewertung</b>				
Ausstattung	⊖	○	⊖	○
Videoqualität Tag / Nacht	⊖ / ⊖	○ / ⊕	○ / ⊖	○ / ⊖⊖
Einbau	⊕	○	⊖	⊕
Bedienung	⊕	⊕⊕	⊕	○
IT-Sicherheit	⊕⊕	⊕⊕	⊖	⊕⊕
Preis	45 €	300 €	140 €	200 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe				

worauf leider kein Anbieter hinweist. Die Blackvue-Software beherrscht zudem die Frame-genauere Auswertung des Video-streams, kann Ausschnitte vergroern und diese als Screenshot heraus schreiben.

Per „Cloud-View“ bekommt man vom PC aus Zugang auf Hunderte Blackvue-Dashcams – solange diese mit Bordnetz und Internet verbunden sind. So konnten wir auf die Aufnahmen fremder Kameras in Deutschland zugreifen, sogar während der Fahrt, wenn die Blackvue über einen mobilen Hotspot im Netz erreichbar war. Das erschien uns doch etwas zu mächtig.

Tatsächlich sind die im kostenlosen Basis-Cloud-Paket auf 10 Minuten be-

grenzten Live-Ansichten aus fremden Fahrzeugen wohl als Werbegag gedacht – für eine Art Flotten-Beobachtung per Cloud-View, etwa für Geldtransporter oder Taxi-Unternehmer. Gegen entsprechendes Entgelt lassen sich bis zu 29 Blackvue-Kameras aus der Ferne überwachen.

Die Freigabe der eigenen Kamera kann man jederzeit über die Datenschutzeinstellung deaktivieren. Doch während der Installation ist dies nur eine Option von vielen, die es wegzuklicken gilt. Wer nicht aufpasst, hat seine Dashcam schnell im Netz exponiert.

Ganz ohne Software kommen die günstigen Dashcams von Navgear und Apeman – doch auch die 200 Euro teure

Garmin-Kamera hat hier wenig zu bieten. Ihre PC-Software Garmin Express, die sonst Navis mit Kartendaten versorgt, dient nur zum Firmware-Update und zur Aktualisierung der Blitzer-Datenbank; die „Virb“-App wiederum wurde von Garmins Action-Cams recycelt. Eine auf die Belange der Dashcam ausgelegte Software fehlt.

Die Kameras von DMAX, Garmin und Transcend lassen sich per WLAN ansprechen; so bieten sie sich gegenüber ihrer jeweiligen App als Accesspoint an, etwa um den Download von Videos aufs Handy zu ermöglichen. Die Blackvue nutzt das WLAN auch zum Upload in die Cloud: Bis zu drei Hotspots darf man de-

iTracker	Navgear	Rollei	Transcend	TrueCam
mini0906	VGA-Dashcam	CarDVR-318	DrivePro 230	ATS
20180125V1	NX4363	CarDVR-318_V2.00.00	1.9	2.7_180113C
47 mm × 66 mm × 40 mm	67 mm × 71 mm × 31 mm	57 mm × 58 mm × 30 mm	63 mm × 70 mm × 35 mm	102 mm × 50 mm × 40 mm
84 g	72 g	128 g	106 g	174 g
Klebe pads an Schieberhalterung	Saugnapf	Saugnapf	Saugnapf	Saugnapf
✓ / ✓ / –	– / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –
1, 3, 5 min / 3 min	1, 3, 5 min / 3 min	1, 3 min / 1 min	1, 3, 5 min / 3 min	1, 3, 5, 10 min / 3 min
✓	✓	✓	✓	✓
manuell (Remoteknopf und G-Sensor) / Schreibschutz-Attribut (im Test wurde das nie gesetzt)	–	manuell und automatisch (G-Sensor) / Verschieben in Ordner „EMER“, Schreibschutz-Attribut für Dateien darin wird nicht gesetzt	manuell und automatisch (G-Sensor) / Verschieben in Ordner „E-VIDEO“ und Setzen des Schreibschutz-Attributes für Dateien darin	automatisch (G-Sensor) / Schreibschutz-attribut wurde nicht gesetzt
✓ (Hardwarezusatz) / – / –	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –
– / – / – / –	– / – / – / –	✓ / – / – / –	✓ / – / – / ✓ (Fahrerermdung)	– / – / – / –
– / RdCam-Player (als Download)	– / –	– / Supercar (Win), Anzeige GPS-Position, Bewegungssensor	Drive Pro / DrivePro-Toolbox (Win, macOS ab 10.11), Anzeige der GPS-Position auf einer Karte	– / DVR Player (Win), alternative DVR Player (Win, macOS), Anzeige der GPS-Position auf einer Karte
✓, mit Überlappung	✓, mit Überlappung	✓, Lücken von etwa 50 ms zwischen Aufnahmen	✓, mit Überlappung	✓, mit Überlappung
– / –	– / –	– / –	– / –	– / –
1080p (60 fps/30 fps), 720p / 1080p (60 fps)	720p interpoliert, VGA / 720p (30 fps)	1440p, 1080p (30/60 fps), 720p / 1080p (30 fps)	1080p (30 fps), 720p (30 fps) / 1080p (30 fps)	1080p (30/45 fps), 720p (30/60 fps) / 2304 × 1296 (30 fps)
2 MP / 2 MP	3 MP / 3 MP	2 MP / 2 MP	2 MP / 2 MP	4800 × 2700 / 4800 × 2700
123 ° / 130 °	58 ° / 90 °	126,5 ° / 156 °	114 ° / 130 ° diagonal	100 ° / 130 °
4 s	2,5 s	8,2 s	4 s	4,5 s
480 mA (550 mA mit Heckkamera) / 5 V	270 mA / 5 V	470 mA / 5 V	400 mA / 5 V	530 mA / 5 V
⊕	⊖	○	○	○
⊕ / ○	⊖⊖ / ⊖⊖	○ / ○	⊖ / ○	⊖ / ⊖
○	○	○	○	⊖
○	○	⊕	⊕	○
⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊖	⊕⊕
160 €	17 €	145 €	155 €	160 €



finieren, in die sich die Kamera automatisch einwählt. Dann werden Event-Videos selbsttätig in die Cloud übertragen, sobald sich die Kamera im Bereich des heimischen WLANs befindet.

## Lass es krachen

Erkennen die Cams gefährliche Situationen? Die Tests der ADAC-Kollegen dazu fielen ernüchternd aus. Ein Ausweichmanöver bei 90 km/h bemerkten beispielsweise nur die Apeman C450 und die TrueCam A7S, bei 100 km/h darüber hinaus noch die Rolle. Eine Vollbremsung aus 100 km/h bekamen NavGear, iTracker, Dmax, Garmin, Blackvue und Transcend nicht mit.

Schlimmer noch: Bei den Tests mit dem Aufprallschlitten waren sechs von neun Kamerahalterungen derart instabil, dass die Cams beim Auftreffen wegklappten oder sich komplett lösten wie bei der Garmin. In mancher Unfallsituation, wo eine Aufzeichnung direkt nach einem Aufprall doch sehr essenziell wäre – etwa nach einem Auffahr-Geschehen –, versagte das Gros der Dashcams also komplett.

## Fazit

Eine Dashcam, vom Profi eingebaut, gesetzestkonform und mit handoptimierten Videoeinstellungen eingerichtet, könnte bei einem Unfall tatsächlich helfen, Beweise zu sichern – auch solche gegen den Einbauer der Kamera.

Doch insgesamt muss man sich der vielen Einschränkungen bewusst sein: Die Kameras, die erwartungsgemäß auf kritische Situationen reagierten wie etwa die Apeman C450, lieferten unbefriedigende Videos. Kameras, die eine gute Videoqualität bewiesen haben wie etwa die iTracker mini0906, versagten bei der Unfallerkennung.

Obendrein sind die Kameras aufgrund des nach vorne ausgerichteten überwachten Blickwinkels für etliche Unfallszenarien blind. Auch Nachtfahrten meisterten manche der getesteten Kameras zwar so, dass sich das Geschehen nachvollziehen ließ, doch beim Dokumentieren von Kennzeichen haperte es.

Eine sofortige Löschung unnützer Aufnahmen ist – teils in Menüs versteckt – nur mit der Garmin Dashcam 55 und der Blackvue möglich.

Ein weiterer Schwachpunkt ist die Event-Erkennung. Sie versagte im Test selbst bei gefährlichen Manövern zu oft, relevante Aufnahmen wurden nicht für

## Dashcams – (il)legal?!

Von Nicolas Maekelaer

Dashcams an sich sind nicht verboten. Umstritten ist allerdings, auch nach dem im Mai 2018 ergangenen Urteil des Bundesgerichtshofs (BGH, Urt. v. 15.05.2018, Az. VI ZR 233/17), ob und unter welchen Voraussetzungen man sie auf legale Weise nutzen kann. In jedem Fall unzulässig ist die permanente und anlasslose Aufzeichnung des gesamten Verkehrsgeschehens, da dies einen zu starken Eingriff in das allgemeine Persönlichkeitsrecht der betroffenen Verkehrsteilnehmer darstellt. Unabhängig davon kann die Polizei eine Dashcam als Beweismittel beschlagnahmen, die vorhandenen Aufnahmen können auch gegen den Betreiber verwendet werden.

Selbst rechtswidrig erstellte Aufnahmen können im Einzelfall in einem Zivilprozess als Beweis zugelassen werden. Dies ist die Quintessenz des BGH-Urteils. Der Autofahrer steht somit vor einem Dilemma. Er kann zwar einen Rechtsstreit mithilfe seiner Dashcam gewinnen, läuft aber Gefahr, dass ihm die Datenschutzaufsicht gleichzeitig ein Bußgeld aufbrummt und die künftige Verwendung seiner Kamera untersagt.

Legitimiert wird die Datenverarbeitung durch eine Interessenabwägung zwischen dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung der betroffenen Personen einerseits und dem Recht auf Schutz des Eigentums des Autofahrers andererseits nach § 4

BDSG, der die Videoüberwachung öffentlich zugänglicher Räume regelt.

Zwar liefert der BGH Hinweise, wie die Hersteller ihre Produkte datenschutzkonform gestalten können (Event-Modus, Beschleunigungssensor als Aufnahme-Trigger, Schleifenaufnahme). Je selektiver die Kameras aufzeichnen, desto besser. Selbst wenn die Hardware solche Anforderungen erfüllt, unterliegt zusätzlich jeder Dashcam-Nutzer den Bestimmungen der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) und des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG).

Vollkommen unklar hingegen ist, wie die notwendigen datenschutzrechtlichen Informationspflichten durch den Nutzer zu erfüllen sind, egal ob anlasslose Speicherung oder nicht. Der Umstand der Beobachtung, der Name sowie die Kontaktdaten des verantwortlichen Kamera-Betreibers müssen laut § 4 Abs. 2 BDSG durch geeignete Maßnahmen frühestmöglich erkennbar gemacht werden. Wenig sinnvoll erscheint hier ein am Auto befestigter Aufkleber, der in der Vorbeifahrt schlicht nicht wahrnehmbar ist.

Abschließend stellt sich die Frage, ob man für den Betrieb einer Dashcam eine sogenannte Datenschutz-Folgenabschätzung nach Art. 35 DSGVO durchführen muss. Eine solche schriftlich dokumentierte Risikobewertung ist allerdings nur erforderlich, wenn man beabsichtigt, systematisch und umfangreich öffentlich zugängliche Bereiche zu überwachen.

den Löschschutz qualifiziert. Ist die Kamera datenschutzkonform eingestellt, fallen solche Aufnahmen fatalerweise der Sofortlöschung anheim. Als nicht gerade beruhigend erwies sich auch, dass die Halterungen der meisten Kameras im entscheidenden Augenblick versagten und nicht mal alle Kameras die Crash-Situation dokumentierten. So bleiben Remppler von der Seite, Auffahrunfälle von hinten oder Kollisionen etwa beim Zurücksetzen undokumentiert, entweder weil die Kamera davon

gar nichts mitbekam oder weil der entscheidende Sensor nicht empfindlich genug reagierte und die entscheidende Szene überschrieben wurde.

So bleibt nur, von den Herstellern vernünftig konzipierte, gesetzestkonforme und verlässlich arbeitende Kameras zu fordern – und vom Gesetzgeber eindeutige Vorgaben, was erlaubt ist und was nicht.

(uh@ct.de) **ct**

Videos: [ct.de/y19c](http://ct.de/y19c)

# Rettungsdienst

## Daten aus defekten Dashcams auslesen

**Nach einem Verkehrsunfall ist eine Dashcam womöglich ebenfalls kaputt. Wenn die Kamera richtig gearbeitet hat, sollte sich das Video des Crashes aber noch von der Speicherkarte retten lassen.**

Von Lutz Labs

Eine Dashcam muss keine tollen Videos machen; sie dient vornehmlich zur Dokumentation eines Unfallhergangs oder gefährlicher Situationen. Doch wenn die Kamera nach dem Unfall nicht mehr funktioniert, muss man sich die Daten von der Speicherkarte zusammenkratzen.

Wir haben uns die Speicherkarten aus dem vorangegangenen Crashtest-Artikel auf Seite 110 vorgenommen, um zu prüfen, ob die Hersteller es schaffen, die letzten Sekunden vor einem Unfall zu speichern und die Datei vor dem versehentlichen Überschreiben zu schützen. Dashcams dürfen jedoch nicht rund um die Uhr aufzeichnen, einige Aufnahmen muss die Kamera automatisch löschen.

Im Allgemeinen zeichnen die Kameras regelmäßig Daten auf, etwa Videoschnipsel von bis zu 3 Minuten Länge. Erkennt die Kamera eine gefährliche Situation, beispielsweise einen ruckartigen Stopp oder einen Stoß, soll sie jedoch die Aufzeichnung stoppen und das Video idealerweise separat speichern oder zumindest ein Schreibschutz-Attribut setzen.

### Auswertung der Crash-Karten

Neun Kameras hatten wir im Test, neun Speicherkarten lieferte uns der ADAC nach den Crashes zurück. Auf acht davon sind die Crash-Videos vorhanden, lediglich die A7S von Truecam speicherte ausgerechnet dieses wichtige Video nicht. Nach Angaben des ADAC wurde dieser

Test mit der A7S zur Sicherheit sogar wiederholt – doch auch beim zweiten Versuch war der Unfall nicht gespeichert. Auch mit Datenrettungstools [1] haben wir kein Video finden können.

Eine Hochgeschwindigkeitskamera zeichnete beim Crashtest auf, was mit den Kameras nach dem Aufprall geschah. Die Garmin-Kamera etwa löste sich beim Aufprall aus ihrer Halterung und flog nach etwa 70 ms gegen die Scheibe. Diese Zeit muss also ausreichen, um die Datei zu sichern. Wir können nur spekulieren, warum ausgerechnet die A7S das Video nicht aufzeichnete: Möglicherweise reagiert die Kamera einfach zu spät auf den Beschleunigungssensor oder der interne Akku lieferte nach dem Abriss der Stromversorgung nicht mehr ausreichend Energie zum Speichern.

Bei den anderen Kameras war es einfacher, auch wenn die Hersteller bei den Ordernamen erfinderisch sind. Manche nutzen zwar die üblichen DCIM-Verzeichnisse, die meisten aber andere Namen. Bei den Modellen von NavGear, iTracker und BlackVue waren die Crash-Videos weder besonders gekennzeichnet noch durch einen Schreibschutz vor dem Verlust geschützt; die Apeman C450 setzte immerhin das Schreibschutz-Attribut. Meistens dürfte es sich beim gesuchten Video um das zuletzt aufgenommene handeln.

Bei anderen Kameras sind die relevanten Videos einfacher zu finden, sie wurden in eigene Verzeichnisse verschoben: Event (Garmin), EMER (Emergency, Rollei), RO (Read Only, DMAX) und E-Video (Transcend).

### Spurensuche

Bei Dashcams ist das Löschen ereignisloser Videos zwar Pflicht, gelöschte Daten lassen sich jedoch von microSD-Karten in vielen Fällen wiederherstellen – das hat auch so manchen schon vor einem Nervenzusammenbruch nach dem versehentlichen Löschen der Urlaubsbilder bewahrt.

Für unsere Tests nutzten wir das kostenlose Tool Photorec (Windows, macOS & Linux, [ct.de/yf19](http://ct.de/yf19)), welches nach unseren Erfahrungen [1] die besten Resultate erreicht. Nur in einem Fall haben wir zur kostenlosen Version von Recuva gegriffen, weil Photorec sich standhaft weigerte, mit der Karte zusammenzuarbeiten.

Die Ergebnisse waren unterschiedlich; im Endeffekt konnten wir in allen Fällen Dateien wiederherstellen, sie enthielten aber keine alten Videoaufnahmen. Entweder handelte es sich um die umkopierten Crash-Videos oder andere doppelt vorhandene Videos, auch verschiedene Text- und Log-Dateien kamen zum Vorschein.

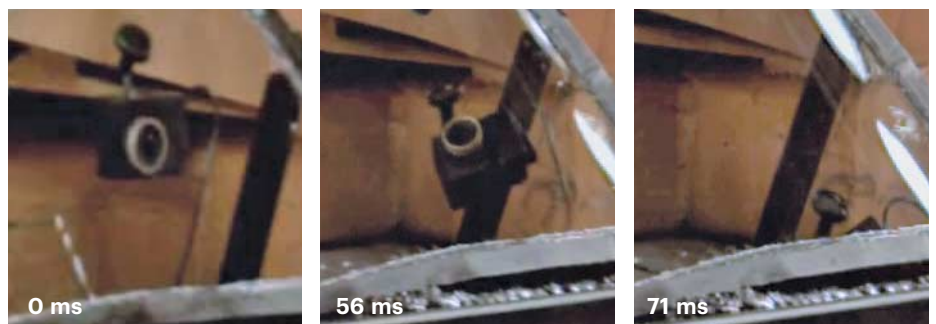
Die Datenmenge lag zwischen ein paar nutzlosen Byte bei der DrivePro 230 und mehr als 6 GByte bei der DR750S-1CH – aber bei letzterer zeigten sämtliche wiederhergestellten Videos nur schwarze Bilder – da half auch ein Reparatur-Tool nicht mehr weiter.

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

### Literatur

[1] Hajo Schulz, Jäger der verlorenen Daten, Datenrettungssoftware im Test, c't 19/2018, S. 118

**Datenrettungssoftware:** [ct.de/yf19](http://ct.de/yf19)



Kurz nach dem Crash löste sich die Garmin-Kamera aus der Halterung und flog gegen die Scheibe. Zum Abschließen des Speicherns des relevanten Videos bleibt der Kamera damit nur wenig Zeit.



# Das Einmaleins der Datenhygiene

## Daten auf Computern richtig löschen

**Irgendwann haben Daten ihr „End of Life“ erreicht – dann löscht man sie. Aber „Das kann jetzt weg“ ist nicht das Gleiche wie „Wenn das wieder auftaucht, bin ich verratscht“. Deshalb ist auch Löschen nicht gleich Löschen.**

Von Jürgen Schmidt

**S**icherheits-Experten – und solche, die sich gerne so bezeichnen – betonen regelmäßig, dass man zum „richtigen Löschen“ den verwendeten Datenträger komplett überschreiben muss und ihn dann am besten noch in möglichst kleine Teile zerhackt. Das ist Unsinn. Es gibt viele verschiedene Arten des Löschens –

und die meisten davon haben ihre Berechtigung. Wichtig ist vor allem, dass man versteht, was das gewählte „Löschen“ wirklich macht und vor allem: was es für die Daten bedeutet, auf die es angewendet wird. Damit kann man auch rechtliche Vorgaben etwa zum Datenschutz im Firmenumfeld ihrem Sinn gemäß und nicht nur buchstabengetreu umsetzen.

Das herkömmliche Löschen im Explorer ist lediglich eine Absichtserklärung. Es löscht die ausgewählten Ordner und Dateien nicht, sondern verschiebt sie nur in den Papierkorb. Von dort lassen sie sich mit wenigen Mausklicks wiederherstellen, weil die Dateien und alle damit verbundenen Informationen nach wie vor auf dem System vorhanden sind.

Das ist keine Hinterhältigkeit von Microsoft, sondern ein echtes Feature. Man löscht häufig Daten aus Versehen und will

sie danach doch wieder zurückhaben. Deshalb haben auch die gängigen Linux-Desktops das Löschen in den Papierkorb mit einfacher Wiederherstellungsfunktion als Standardmethode eingeführt. macOS hatte das sogar schon vor Windows.

Irreführend allerdings ist die Frage „Möchten Sie diese Datei wirklich unwiderruflich löschen?“, die erscheint, wenn man beim Anklicken von „Löschen“ die Umschalttaste gedrückt hält. Dabei kommt die gleiche Löschfunktion zum Einsatz, die Windows benutzt, wenn man den Papierkorb leert, auf der Kommandozeile etwa mit dem Befehl „del“ löscht oder ein Programm die Löschfunktionen des Betriebssystem-APIs nutzt – also etwa in seinem eigenen C-Programm über ein `remove()` den Löschbefehl erteilt.

Bei all diesen Löschoperationen werden die eigentlichen Daten nämlich nicht



vernichtet. Stattdessen entfernt das Betriebssystem die Verwaltungseinträge der Datei im Dateisystem und markiert den von der Datei belegten Speicher als „frei“. Das heißt, die Daten werden vom System überschrieben – irgendwann mal. Bei den heute üblichen Terabyte-Platten in Desktop-PCs kann es sehr lange dauern, bis es so weit ist. Bis dahin liegen die Daten nach wie vor auf der Platte rum und lassen sich etwa mit den in c't 19 vorgestellten Datenrettungs-Tools oft einfach rekonstruieren. Und ein Forensik-Experte, der weiß, wonach er sucht, kann noch viel mehr Daten zutage fördern. Das ist bei Linux und macOS nicht viel anders als bei Windows.

Einen echten Unterschied macht hingegen die Art des Datenträgers beziehungsweise genauer die eingesetzte Speichertechnik. Auf einer magnetischen Festplatte ohne Platznot bleiben freigegebene Blöcke und die darin enthaltenen Daten schon mal über Wochen und Monate unberührt. Sie sind für jeden Forensiker ein wahrer Datenschatz.

Bei einer SSD ist das anders. Dort trägt jede Flash-Speicherzelle nur eine begrenzte Zahl von Schreibvorgängen, bevor sie kaputtgeht. Um die Lebensdauer zu maximieren, verteilt also der SSD-Controller die Schreibzugriffe möglichst gleichmäßig über alle zur Verfügung stehenden Zellen. Wenn eine Datei gelöscht wird, teilen aktuelle Versionen von Windows, macOS und Linux einer SSD über ein TRIM-Kom-

mando sofort mit, dass die zugehörigen Blöcke ab sofort frei sind. Die bezieht sie dann in die Wear Leveling genannte Verteilung der Schreibzugriffe mit ein.

Deshalb überschreiben SSDs freigegebene Daten vergleichsweise schnell. Und auch wenn die Daten noch nicht überschrieben wurden, liefert der Controller dem System beim Auslesen eines solchen freien Blocks nur Nullen zurück. Prinzipiell kann ein Forensik-Experte am Controller vorbei den noch nicht überschriebenen Speicherinhalt des Flash-Speichers auslesen. Doch das sind arkane Künste, die nur in extremen Ausnahmefällen zum Einsatz kommen. In der täglichen Praxis fluchen Forensiker über SSDs, weil sie dort in aller Regel kaum gelöschte Daten wiederherstellen können.

## Der Mythos vom sicheren Löschen

Um Daten tatsächlich zu vernichten, muss man sie überschreiben. Dazu gibt es eine Reihe von Mythen aus der Computer-Steinzeit, als man Festplatten noch mechanisch öffnen und dann einzelnen Scheiben blockweise auf Restmagnetisierung untersuchen konnte. Nur das Überschreiben mit Zufallszahlen und das gleich mehrfach – also am besten 10 bis 15 Mal –, stellt demnach wirklich sicher, dass die Daten unlesbar weg sind.

Fakt ist: Einmal mit Nullen überschreiben reicht bei normalem Schutzbedarf völlig aus – zumindest bei Festplatten,

die in diesem Jahrzehnt gefertigt wurden. Alles andere stiehlt Ihnen nur wertvolle Zeit. Das bestätigt übrigens mittlerweile auch das BSI im IT-Grundschutzkatalog.

Für jedes Betriebssystem gibt es Tools, die den Inhalt einer Datei vor dem Löschen überschreiben. Für Windows ist das wohl renommierteste SDelete aus den SysInternals-Tools. Unter macOS und Linux gibt es dafür beispielsweise „Secure Remove“, das zum Secure Deletion Toolkit gehört. Man startet es via srm auf der Kommandozeile.

Dass mit dem Überschreiben klingt zwar einfach, doch es hat seine Tücken. Denn was man eigentlich weg haben will, sind die Daten – was man überschreibt, sind jedoch in aller Regel Dateien.

Und Daten haben die Unart, sich auszubreiten. Das fängt damit an, dass Sie vielleicht noch eine ältere Version der Datei – mit fast den gleichen Daten – irgendwo rumliegen haben. Manche Windows-Versionen erstellen automatisch sogenannte Schattenkopien von Dateien. Unter Umständen versucht auch Ihre Antiviren-Software die zu überschreibenden Daten vor einem möglichen Ransomware-Angriff in Sicherheit zu bringen. All das führt dazu, dass auch nach dem scheinbar sicheren Löschen einer Datei zumindest Teile der Daten noch auf der Festplatte zu finden sein können.

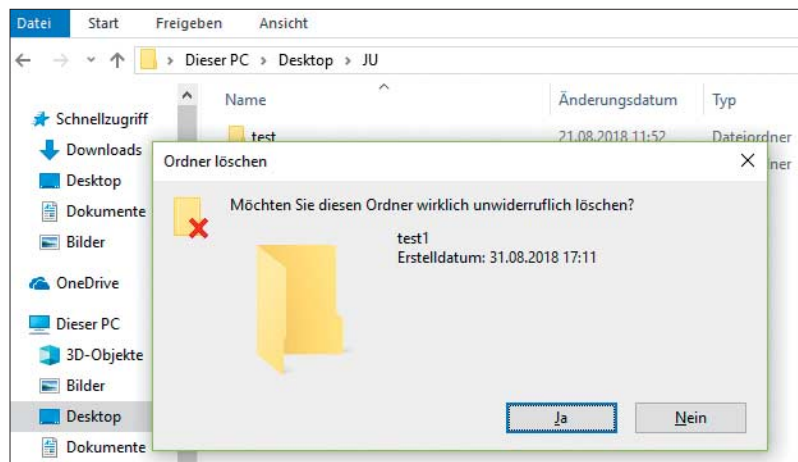
Falls Sie jetzt auf die Idee kommen sollten, Ihre sensiblen Daten in Windows mit der Suchfunktion aufzuspüren – also etwa nach Dateien mit Ihrem Passwort zu suchen: Tun Sie es nicht! Denn damit landen die sensiblen Daten in Ihrer Such-History und damit zumindest in der Registry; bei Windows 10 eventuell sogar gleich in der Cloud bei Microsoft.

Doch das ist längst nicht alles. Ganz unten, auf Dateisystem-Ebene, versucht sich Windows vor einem plötzlichen Stromausfall zu schützen, der einen Schreibvorgang unterbrechen könnte. Deshalb führen moderne Dateisysteme wie NTFS ein Journal aller Transaktionen, mit deren Hilfe es sich bei einem unvermittelten Neustart wieder in einen konsistenten Zustand zurückversetzen kann. Auch in diesem Journal haben wir bei unseren Tests sensible Daten gefunden. Einige der Speicherorte für Kopien Ihrer Daten sind sehr kurzlebig wie das NTFS-Journal; die sind nach dem nächsten Windows-Start recht schnell wieder weg. Andere bleiben hingegen oft über Wochen oder sogar dauerhaft erhalten.



**Herkömmliche Magnetplatten haben eine völlig andere Speichertechnik als SSDs. Das hat auch Auswirkungen auf das Löschen.**





Auch wenn der Explorer warnt – der Löschvorgang ist keineswegs „unwiderruflich“: Die angeblich gelöschten Daten bleiben erhalten.

Bei SSDs stimmt schon die Grundannahme nicht mehr, dass man einen konkreten Datensatz auf der Festplatte gezielt überschreiben kann. Wenn das Betriebssystem bei einer herkömmlichen Festplatte den Block 423 überschreibt, der zur Datei „passwords.txt“ gehört, sind die darin enthaltenen Passwörter weg. Um aber eine Speicherseite der SSD zu beschreiben, muss diese zuerst den ganzen Block (typischerweise 128 Pages mit je 4 KByte) auf 0 setzen. Da das nicht geht – der Rest des Blocks enthält ja noch benötigte Daten –, dirigiert der Flash Translation Layer (FTL) des Controllers den Schreibzugriff auf eine Seite um, von der er weiß, dass sie schon genullt ist.

Die ursprüngliche Speicherseite landet im Pool der bei nächster Gelegenheit zu nullenden Seiten, die dann für weitere Schreibzugriffe bereitstehen. Die Passwörter stehen bis dahin immer noch dort. Allerdings sind diese Flash-Speicherzellen über die herkömmliche ATA-Schnittstelle nicht erreichbar. Man müsste sie am Controller vorbei direkt auslesen.

## Freien Platz überschreiben

Wenn man Datenreste in freien Speicherbereichen vermutet, löscht man eben den gesamten freien Speicher und ist aus dem Schneider. Das jedenfalls ist das Prinzip eines ebenfalls oft angeführten Konzepts zum angeblich sicheren Löschen. Dazu legt man mit einem Lösch-Tool einfach so lange neue Dateien voll mit Nullen an, bis der freie Platz komplett aufgebraucht ist. Anschließend werden die Dummy-Dateien natürlich wieder gelöscht.

Unter Windows kann man das etwa mit `sdelete -c C:` oder mit `cipher /w:c:`

erledigen. Cipher ist ein wenig bekanntes Kommandozeilen-Werkzeug für das Anzeigen und Einstellen von Verschlüsselungsoptionen, das auf allen Windows-Versionen vorhanden ist. Auf Linux kann man es etwa `sfill` aus dem Secure Deletion Toolkit bewerkstelligen; bei macOS hat Apple die Funktion aus dem sichtbaren Teil der Disk Utilities entfernt, aber auf der Kommandozeile geht es nach wie vor:

```
diskutil secureErase freespace 0 ↵
↳ "/Volumes/Macintosh HD"
```

Dieser Vorgang trägt zwar tatsächlich zur Datenhygiene bei – immerhin löscht es nicht mehr benötigte Daten. Aber es ist leider ebenfalls nicht wasserdicht. So erfasst es natürlich keine Kopien der Daten, die nach wie vor in ungelöschten Dateien wie den Backups liegen.

Außerdem gibt es dabei eine Falle. Das Windows-Dateisystem NTFS speichert Verwaltungsdaten zu allen Dateien in der sogenannten Master File Table (MFT). Für Datenmengen in der Größenordnung von 512 Byte reserviert NTFS keinen eigenen Block, sondern bewahrt den Dateinhalt direkt in der MFT auf. Das

spart Zeit und Platz. Aber die als gelöscht markierten Dateien in der MFT erwischt man mit großen Dateien nicht.

Bei solch kleinen Daten-Schnipseln patzten sogar die Microsoft-Tools. SDelete und Cipher behaupten zwar, auch die MFT-Einträge zu bereinigen. Doch wir haben nach solchen Löschvorgängen immer noch Testdaten in MFT-Einträgen entdeckt, die SDelete und Cipher entgangen waren – sowohl bei Festplatten als auch auf SSDs. Vermutlich hatte das Betriebssystem diese Bereiche der MFT zeitweilig mit Beschlag belegt. Erst als wir das Dateisystem von außen mit dem Linux-Tool `ntfswipe` aufräumten, waren die letzten Spuren tatsächlich weg. Überhaupt erwies sich `ntfswipe` als hilfreiches Werkzeug zum Reinigen von Windows-Systemen.

Auch beim Überschreiben des freien Speichers spielen SSDs eine Sonderrolle. Sie reservieren nämlich immer einen Bereich, den man von außen gar nicht ansprechen kann. Den nutzen sie, um die umständlichen Schreibvorgänge zu beschleunigen. Die Hersteller formulieren das Wegnehmen positiv und sprechen von Over Provisioning – also Überversorgung. Alle SSDs machen das mit mindestens 7 Prozent ihrer Kapazität. Bewirbt ein Hersteller eine SSD mit beschleunigten Schreibvorgängen durch Over Provisioning, bedeutet das nur, dass dafür größere Bereiche abgestellt werden. Dieser reservierte Speicher enthält unter Umständen noch nicht gelöschte Daten. Die gute Nachricht ist: Er lässt sich von außen nicht ansprechen, man müsste dazu direkt an den Flash-Speicher.

## Alles muss weg

Für Perfektionisten bleibt letztlich nur ein Weg, unerwünschte Daten sicher zu beseitigen: Man muss alle Daten auf der Platte löschen – also alle Speicherplätze zumindest ein Mal auf den Wert null setzen. Das geht nicht mit der gerade von Windows benutzten Festplatte, sondern

Datei	Bearbeiten	Ansicht	Suchen	Terminal	Hilfe	
e050a5e0:	6374 7465 7374 3132	3334 3520 6265 6769	cttest12345 begi			
e050a5f0:	6e0d 0a00 0000 0000	bf14 170f 0000 e9fc	n.....			
e050a600:	ae14 170f 0000 0000	ae14 170f 0000 0000	.....			
e050a610:	2800 0000 0000 0000	0100 0000 1800 0000	(.....			
e050a620:	0600 0000 0000 0000	2500 0000 2800 7002	.....%. (.p.			
e050a630:	2800 0000 1800 0100	9001 0000 0000 0200	(.....			
e050a640:	3942 0000 0000 0000	3e52 0000 0000 0000	9B.....>R.....			
e050a650:	ca14 170f 0000 0000	bf14 170f 0000 0000	.....			
e050a660:	bf14 170f 0000 0000	3000 0000 0000 0000	.....0.....			
e050a670:	0100 0000 1800 0000	0000 0000 0000 0000	.....			

Wiedergefunden: Angeblich sicher gelöschte Daten stehen nach wie vor auf der Festplatte.

muss zwingend „von außen“ geschehen. Man bootet dazu also entweder ein System von DVD oder USB-Stick oder baut die Platte aus und steckt sie an einen anderen Rechner.

Zum Löschen kann man etwa ein Notfall-Windows starten und dort via diskpart auf der Kommandozeile mit dem Kommando „clean all“ den Komplett-Reset der gerade aktiven Platte einleiten. In Desinfec't hilft Ihnen das Skript „Platten löschen mit dc3dd“ in der Sammlung von Experten-Tools. Sie können aber auch einfach das Linux-Kommandozeilen-Tool dd verwenden. En détail beschreibt diese Löschoptionen der c't-Artikel zum sicheren Löschen, den Sie kostenlos online abrufen können ([ct.de/y73a](http://ct.de/y73a)).

Auch hier nehmen SSDs eine Sonderstellung ein. Denn man kann eine SSD wegen des Over Provisionings gar nicht an einem Stück von vorne bis hinten überschreiben. Deshalb nutzt man am besten einen speziellen Befehl der ATA-Spezifikation: ATA Secure Erase weist den Controller an, alle Speicherzellen zurückzusetzen. Das bezieht explizit auch alle reservierten Bereiche mit ein. Übrigens unterstützen auch so gut wie alle herkömmlichen Festplatten mittlerweile ATA Secure Erase. Man kann es entweder über spezielle Tools der Hersteller anstoßen oder man benutzt das Linux-Werkzeug hdparm. Eine genaue Anleitung dazu gibt der bereits erwähnte c't-Artikel. Das Problem dabei ist natürlich: Danach ist alles weg. Nicht nur die Daten, sondern auch das installierte Betriebssystem, Software, Treiber – alles eben. Das macht man nicht mal schnell, um ein paar Bilder loszuwerden.

Ein eleganter Ausweg aus dem Dilemma der gelöschten, aber nicht vernichteten Daten ist Verschlüsselung. Wenn Sie Ihre Festplatte etwa mit Bitlocker, LUKS oder Veracrypt komplett verschlüsseln, ist das Problem weitgehend entschärft. Denn ein Dieb, der die Festplatte klagt, oder auch der rechtmäßige Käufer einer gebrauchten Platte kommt ohne den verwendeten Schlüssel nicht an die dort gespeicherten Daten – egal ob gelöscht oder nicht. Verschlüsselung hilft allerdings nicht, wenn Sie etwa Ihrem Chef oder einem Kunden glaubhaft versichern müssen, dass Sie bestimmte Daten nicht mehr auf Ihrem Rechner haben. Denn nach der Eingabe des Passworts zum Entsperren gilt alles oben Gesagte nach wie vor.

Am Rande sei noch erwähnt, dass manche Speichermedien ATA Secure

## Löschen kompakt

Was passiert eigentlich, wenn man löscht und wie zuverlässig sind die Daten danach wirklich weg?

### Löschen (im Explorer)



**bedeutet:** Datei wird in den Papierkorb verschoben

**Konsequenz:** Datei ist mit wenigen Mausklicks wiederherstellbar

### Papierkorb leeren / Datei löschen (Umschalt-Löschen, del)



**bedeutet:** Dateieintrag im Dateisystem wird gelöscht, Daten bleiben (eine Zeit lang) erhalten

**Konsequenz:** Daten lassen sich oft mit einfachen Mitteln finden und retten

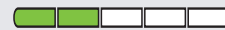
### Säubern des freien Platzes



**bedeutet:** Nach dem Löschen überschreibt man den freien Speicherplatz

**Konsequenz:** Gelöschte Dateien werden überschrieben. Aber: oft unvollständig und erfasst Kopien der Daten nicht

### Sicheres Löschen



**bedeutet:** Datei wird überschrieben und dann gelöscht

**Konsequenz:** Dateien sind in aller Regel weg, Daten lassen sich oft wiederfinden, weil sie noch an anderen Stellen stehen (Backups, History usw.), bei SSDs verbleiben Daten im Flash

### Komplett-Reset



**bedeutet:** komplette Platte wird überschrieben / ATA Secure Erase

**Konsequenz:** Alle Daten sind weg – sie lassen sich nicht mehr wiederherstellen.

### Zerstören



**bedeutet:** Datenträger wird physisch vernichtet

**Konsequenz:** Daten sind nicht mehr vorhanden

Erase aus Performancegründen mit Verschlüsselung umsetzen. Da das Löschen viele Stunden dauern würde, verschlüsseln sie alle Daten intern, bevor sie auf dem Medium landen. Um das Device sicher zu löschen, wirft der Controller einfach den internen Schlüssel weg. Sofern der Hersteller ein sicheres Krypto-Verfahren wie AES richtig umgesetzt hat und ausreichend zufällige Schlüssel verwendet, reicht das auch für gehobene Sicherheitsansprüche aus. Forscher haben allerdings auch schon Fehler in einigen Secure-Erase-Implementierungen nachgewiesen. Da man das selbst nicht kontrollieren kann, empfehlen Experten für allerhöchste Sicherheitsanforderungen das Kombinieren von Löschen durch Überschreiben mit einem Secure Erase und nachfolgendem Zerstören des Mediums.

Doch zurück zur eingangs gestellten Frage: „Wie lösche ich richtig?“ Nach den zugegebenermaßen etwas ausführlichen Erklärungen können Sie das selbst beantworten: „Es hängt davon ab ...“. Für die normale Computer-Nutzung ist das

Löschen in den Papierkorb ungemein praktisch. Wenn es darum geht, dass Daten wirklich weg sollen, ist zumindest eine Kombination aus Überschreiben und Löschen der freien Bereiche angebracht.

Beim partiellen Löschen eines Systems sollte man jedoch im Hinterkopf behalten, dass sich die Daten an vielen nicht gelöschten Stellen wiederfinden können. Deshalb bleibt als Ultima Ratio – wenn also ernsthaft etwas auf dem Spiel steht, sollten Daten wieder auftauchen – tatsächlich nur das Löschen des kompletten Mediums. Ist die Gefahrenlage nicht ganz so dramatisch, empfehle ich das Überschreiben und anschließende Reinigen von außen mit ntfswipe. Das erwies sich in konkreten Tests als gründlicher als die Microsoft-Tools. Was ich dazu wie getestet habe – und welche Patzer sich die angeblich sicheren Löschools dabei erlaubten, beschreibt der direkt folgende Artikel.

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

**Anleitung zum Löschen:** [ct.de/y73a](http://ct.de/y73a)





# Löschen am Limit

## Daten löschen und wiederfinden

**Ich wollte die althergebrachten Weisheiten zum Löschen von Daten nicht unbesehen glauben. Also habe ich mich selbst auf die Suche nach gelöschten Daten gemacht. Sie werden nicht glauben, was ich dabei gefunden habe ;-)**

**Von Jürgen Schmidt**

**D**iese beiden Artikel zum richtigen Löschen (™) sind aus persönlichem Bedarf entstanden. Ich betreute einen Windows PC, auf dem unverschlüsselte iPhone-Backups erstellt wurden. Die sollten da weg, der Rechner aber weiterhin für andere Dinge genutzt werden. Nach

dem Löschen der Backups in iTunes fiel mir noch rechtzeitig ein: Die Daten sind ja wahrscheinlich gar nicht weg. Was nun? Alle konsultierten Experten meinten dazu unisono: „Alles komplett löschen ist der einzige Weg, die Daten loszuwerden.“

Das kam aber aus diversen Gründen nicht infrage. Andererseits wollte ich mich mit der verfahrenen Situation auch nicht einfach abfinden. Es musste doch einen Zwischenweg geben. Also fing ich an zu testen. Nach den ersten etwas verwirrenden Ergebnissen systematisierte ich die Tests mehr und mehr, um besser zu verstehen, was ich da eigentlich sah. Hier ist das Ergebnis.

Zum Testaufbau: Ich testete parallel mit einem steinalten Laptop mit Windows Vista und herkömmlicher Festplatte und einem aktuellen Windows-10-System mit

SSD. Der Ablauf war immer derselbe: Ich erzeugte mit ein paar schnell zusammengeziimmerten PowerShell-Skripten viele Dateien unterschiedlicher Größe in einer Ordner-Hierarchie. Alle Dateien enthielten den Test-String „cttest123“ in verschiedenen Variationen, die Auskunft darüber gaben, wie groß die Datei ursprünglich war und an welcher Stelle sie dort standen. Der Rest der Datei war zufälliger Datenmüll.

Anschließend führte ich die zu testenden Löschkommandos aus und beendete Windows, denn bei der Analyse sollte mir das Microsoft-Betriebssystem nicht in die Quere kommen. Sicherheitshalber führte ich vor dem Neustart noch ein „sync“ durch, das eventuell noch zu schreibende Blöcke auf die Platte befördern sollte (Mark Russinovich hat auch dieses nütz-

liche Unix-Tool für Windows umgesetzt). Manchmal daddelte ich auch noch ein wenig auf dem System herum oder ließ es über Nacht laufen, um Windows ein wenig Zeit fürs Aufräumen zu geben. Dann startete ich mein Analyse-System Desinfec't von einem USB-Stick. Genauso gut hätte ich jedes andere Live-Linux einsetzen können. Aber der Desinfec't-Stick schneite gerade zu letzten Tests für die Sonderheft-Ausgabe 2018/19 rein und enthielt auch schon alle benötigten Werkzeuge.

Desinfec't bringt zwar das Datenrettungs-Tool photorec mit, das beim Wiederherstellen gelöschter Dateien oft Erstaunliches zutage fördert. Doch damit hielt ich mich nicht auf. Was ich wissen wollte, war eher grundsätzlicher Natur: Taucht mein Test-String noch auf – und wenn, dann wo? Für mich ein klarer Fall für das universelle Tool grep, das ich direkt auf die zu testende Partition /dev/sda2 ansetzte. Der Schalter -a wies grep an, dieses Block-Device wie eine Textdatei nach „cttest123“ zu durchsuchen; -b lieferte die Byte-Offsets der Treffer. Doch dabei ergab sich das erste Problem: grep brach immer wieder mit Speicherfehlern ab.

Ein wenig Googeln lieferte den Grund und auch eine Lösung: grep arbeitet zeilenweise. Einige der Dateien enthielten jedoch so lange Datenblöcke ohne einen einzigen Zeilenumbruch, dass grep der Speicher ausging. Die Lösung lieferten zwei kleine Standard-Linux-Tools:

```
cat /dev/sda2 | tr '\0' '\n' | \
  grep -ba 'cttest123'
```

Das ersetzt Null-Zeichen durch die von grep benötigten Zeilenumbrüche. Die grep-Suche in diesem Datenwust lieferte dann teilweise erstaunlich lange Listen mit cttest123-Treffern. Stichprobenartig kontrollierte ich die Funde mit dem Hex-Dumper

```
xxd -s <offset> /dev/sda2 | less
```

und fand tatsächlich in allen Fällen die gesuchte Zeichenkette an Ort und Stelle vor.

Um festzustellen, in welchem Kontext sie dort stand, löschte ich systematisch verschiedene Bereiche des NTFS-Dateisystems mit dem Linux-Tool ntfsnwipe und schaute dann erneut nach. ntfsnwipe ist ein Nebenprodukt des NTFS-Treibers für Linux und erlaubt die gezielte Auswahl des zu löschenden Bereichs: MFT, Pagefile, Tails, Directory, Logfile, Undelete und Unused stehen zur Auswahl.

Das kleine Programm hinterließ übrigens in meinen Tests einen sehr soliden Eindruck und war äußerst gründlich. Nach einem Durchlauf mit --all fand der anschließende Kontrolllauf über die gesamte Partition tatsächlich keine Teststrings mehr – mit einer Ausnahme, auf die ich später noch genauer eingehe. Dabei kamen insgesamt viele Hundert Lösch-Operationen zusammen, die keinerlei Probleme verursachten. Jedenfalls konnte mir ntfsnwipe genau sagen, wo der jeweilige Löschvorgang gepappt hatte. Doch ich will hier nicht vorgreifen.

## Patzer beim Löschen

Im ersten Schritt dokumentierte ich einen herkömmlichen Löschvorgang beziehungsweise, was danach noch auf der Platte zu sehen war. Dabei kontrollierte ich verschiedene Lösch-Methoden wie das Leeren des Papierkorbs, Löschen mit gedrückter Umschalttaste im Explorer und das Löschen auf der Kommandozeile, ohne dabei Unterschiede festzustellen.

Wie erwartet fanden sich auf der Festplatte fast alle gelöschten Dateien in weitgehend unversehrtem Zustand wieder. Auf der SSD hingegen waren die Daten größtenteils weg. Und zwar quasi sofort. Das TRIM-Kommando sorgte bestimmungsgemäß dafür, dass die SSD die Speicherbereiche der gelöschten Dateien als frei markierte. Sie lieferte bei anschließenden Lesezugriffen nur Nullen zurück. Jedenfalls bei fast allen Dateien.

Kleine Dateien, die in der MFT selbst Platz fanden, entgingen diesem Vorgang jedoch regelmäßig. Nicht alle und nicht immer gleich viele – aber grep lieferte immer einige der kleinen cttest123-Datensätze. Ein ntfsnwipe -mentfernte die Daten

hingegen zuverlässig aus der MFT. In manchen Fällen fanden sich zusätzlich auch Teile von größeren Dateien im Journal des Windows-Dateisystems. Seltsamerweise überstanden sie dort sogar mehrere Windows-Startvorgänge.

Letzteres wiederholte sich auch beim sicheren Löschen – sprich: Überschreiben – mit dem SysInternals-Tool SDelete. Sowohl auf der SSD als auch auf der Festplatte enthielt das Logfile des NTFS-Dateisystems Teile vom Anfang großer Dateien. Diese verbleibenden Daten im NTFS-Journal sind jedoch vergleichsweise unproblematisch. Sie dürften auch ohne weiteres Zutun nach kurzer Zeit verschwinden.

Auch beim Löschen freier Speicherbereiche mit dem Windows-Bordmittel Cipher und mit SDelete gab es Rückstände. Einige der kleinen Testdateien fanden wieder in der MFT ein behütetes Zuhause – und zwar ebenfalls auf SSD und HDD. Das ist tatsächlich ein Problem. Denn die Einträge in der MFT können zwar nur recht kleine Datenmenge beherbergen. Doch für eine Passwort-Datei oder einen geheimen Schlüssel reichen die typischen 512 Byte allemal. Und als löschender Anwender habe ich keine Ahnung, welche Dateien in der MFT liegen.

Eine fundierte Erklärung, warum diese Daten sowohl dem Löschen des freien Speichers als auch dem TRIM entgehen, kann ich nicht liefern. Meine Vermutung ist, dass Windows die MFT-Einträge irgendwie mit Beschlag belegt und vor dem Überschreiben durch neu angelegte Dateien schützt. ntfsnwipe hingegen muss darauf keine Rücksicht nehmen und kann einfach die Datenbereiche aller MFT-Einträge löschen, die als frei markiert sind.

```

Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
What did you do last on /dev/sda2 ? created files + del (powershell) + sdelete clean space
checking for "cttest123" in /dev/sda2
84696352:cttest123
. . .
85112096:cttest123
85113120:cttest123
85114144:cttest123
85371168:cttest123
desinfec@desinfec:~$ sudo xxd -s 85114010 /dev/sda2 | head -10
0512bc9a: 0000 7000 0000 0000 0000 0000 0200 5800  ..p.....X.
0512bcaa: 0000 1800 0100 d403 0100 0000 0100 95db  ....
0512bcba: cc3a 6c44 d401 95db cc3a 6c44 d401 95db  ..lD.....lD...
0512bccb: cc3a 6c44 d401 95db cc3a 6c44 d401 0000  ..lD.....lD...
0512bcd4: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 2000  ....
0512bcea: 0000 0000 0000 0b03 6300 7400 7400 6500  ....c.t.t.e.
0512bcfa: 7300 7400 3800 2e00 7400 7800 7400 8000  s.t.8...t.x.t...
0512bd0a: 0000 2800 0000 0000 0000 1800 0000 0100 0b00  ..(.....
0512bd1a: 0000 1800 0000 6374 7465 7374 3132 330d  ....cttest123.
0512bd2a: 0a00 0000 0000 ffff ffff 8279 4711 0000  .....yG...
```

Durch den direkten Blick auf das Block-Device spürte ich alle verbliebenen Testdaten auf der Platte auf.



## Was fehlt

Wichtig bei Tests ist auch, offen zu sagen, was man nicht getestet hat. So habe ich nicht versucht, komplette Dateien wiederherzustellen. Bei den kleinen Datensätzen habe ich gesehen, dass der Inhalt komplett vorhanden war, ich sie also wohl ohne Probleme hätte zurückholen können. Eine Aussage darüber, ob und mit welcher Wahrscheinlichkeit sich komplexere Datensätze nach welchen Löschvorgängen so rekonstruieren ließen, dass sie danach noch Sinn ergeben, kann ich nicht treffen.

Ich habe auch nicht getestet, ob die verschiedenen Ergebnisse für Magnetplatten und SSD eventuell auf die verschiedenen Testplattformen – also insbe-

sondere auf die Unterschiede zwischen Windows Vista und Windows 10 zurückzuführen sind. Das wäre prinzipiell möglich. Es gibt aber keine Hinweise darauf und die Ergebnisse lassen sich mit den Eigenheiten der Speichermedien sehr gut erklären. Um das wasserdicht zu machen, müsste man die Speichermedien austauschen und die Tests wiederholen.

Außerdem gibt es Myriaden von „sicheren Löscht-Tools“, die ich ebenfalls nicht getestet habe. Sie alle dürften jedoch mit den gleichen Problemen zu kämpfen haben wie das SysInternal-Tool SDelete. Ob sie sich dabei vielleicht klüger anstellen oder sogar noch größere Patzer erlauben, müsste man im Einzelfall testen.

An der grundsätzlichen Einschätzung aus dem vorhergehenden Artikel zur Datenhygiene dürfte das jedoch nichts ändern.

Die wichtigste Lücke des Tests ist das direkte Auslesen des Flash-Speichers am Controller und dessen Flash Translation Layer vorbei. Dazu fehlte mir sowohl das Know-how als auch das benötigte Equipment. Ich wüsste trotzdem zu gerne, wie lange Daten dort in der Praxis noch zu finden sind. Und ob das ATA Secure Erase tatsächlich seinen versprochenen Zweck erfüllt. Wenn Sie also die technischen Möglichkeiten haben, so etwas zu realisieren, würde ich mich über eine Kontaktaufnahme freuen. An SSDs zum Auseinandernehmen soll es nicht fehlen.

## Heimtückische Suche

Eine interessante Erkenntnis ergab sich eher zufällig. Als ich eines Morgens nicht mehr ganz sicher war, ob ich am Vortag bereits neue Testdateien angelegt hatte, suchte ich noch etwas verschlafen im Explorer nach dem Teststring „ctest123“. Es fanden sich keine Dateien. Dafür ergaben die nächsten Testläufe zwei hartnäckige ctest123-Funde, die selbst ntfs-wipe nicht beseitigen konnte. Mir dämmerte recht schnell, dass ich mir da selbst ein Ei gelegt hatte: Windows hatte meine Explorer-Suche im Suchverlauf gespeichert – was sich natürlich auch auf der Festplatte ma-

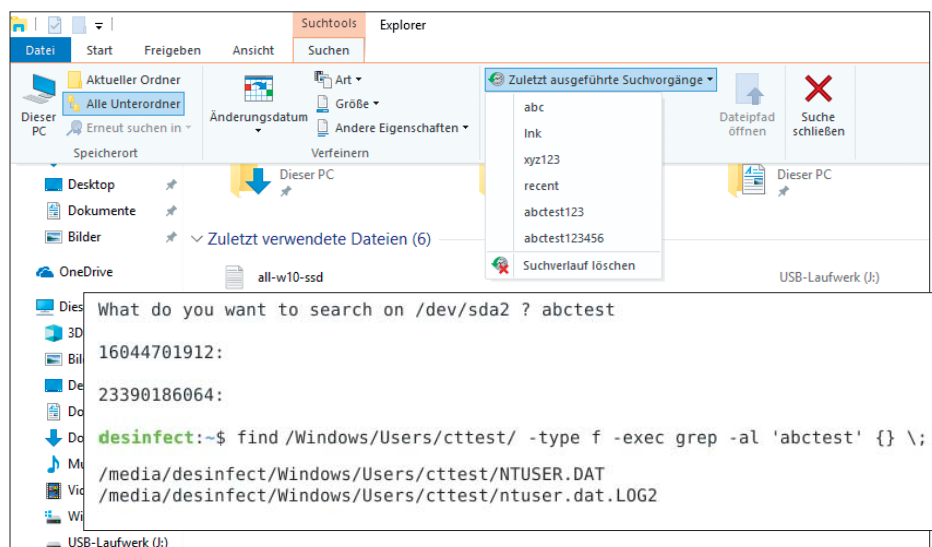
nifestierte. Konkret fand ich die Zeichenkette in der Datei NTUSER.DAT. Das ist der benutzerspezifische Registry-Ast.

Naiv wie ich war, löschte ich den Suchverlauf mit der dafür vorgesehen Option im Explorer und wähnte das Problem behoben. Ich staunte nicht schlecht, als der nächste Suchlauf diese Funde immer noch aufwies. Und zwar nicht nur in den automatisch angelegten Backup-Datei ntuser.dat.LOG1, sondern auch im Original. Es folgte eine stundenlange Odysee mit dem Ziel, das vermaledeite „ctest123“ aus dem Windows-System herauszubekommen und endlich mit den Löschtests fortfahren zu

können. Schlussendlich griff ich in meiner Verzweiflung zum Holzhammer in Form eines Hex-Editors. Mit dem änderte ich die Zeichen „ct“ in „ab“ um – am Dateisystem vorbei, direkt an der Fundstelle auf der Festplatte. Die Harakiri-Aktion ging gut und hatte keine weiteren Folgen – machen Sie das trotzdem lieber nicht nach! Ich dokumentiere sie nur, um zu zeigen, wie hartnäckig sich Daten in einem Windows-System festsetzen können.

Nach meinen Tests habe ich ein besseres Verständnis dafür, wie das Löschen funktioniert, und kann die Risiken, dass gelöschte Daten wieder auftauchen, besser einschätzen. Das Folgende ist mein persönliches Fazit, das Sie nur mit Vorsicht auf Ihre Situation übertragen sollten: Die größte Gefahr geht von Kopien der Daten aus, die an Stellen auftauchen, mit denen man nicht rechnet und die folglich auch nicht gelöscht werden – siehe Suchverlauf. Davon abgesehen genügt bei SSDs mit funktionierendem TRIM das herkömmliche Löschen meinen Anforderungen. Das verbleibende Risiko des theoretisch auslesbaren Flash-Speichers nehme ich in Kauf. Wenn sicheres Löschen gefragt ist, dann am besten in Kombination von Überschreiben und Säubern der freien Bereiche. Bedenklich sind kleine Dateien, die in der MFT landen. Da hilft ein ntfs-wipe etwa von einem schnell gestarteten Desinfec't-Stick. Das iPhone-Backup-Windows durfte jedenfalls nach einem gründlichen ntfs-wipe weiterleben.

(ju@ct.de) **ct**



Schon eine Suche speichert Daten auf der Festplatte, die man nur schwer wieder los wird.

Anzeige



Bild: Albert Hulm

# Diesmal bitte richtig!

## Windows 10 Version 1809 steht vor der Tür

**Die nächste Ausgabe von Windows 10 dürfte ab Ende September zum Download bereitstehen. Was sie Neues bringt, zeigen die weit gereiften Vorabversionen.**

**Von Jan Schüßler**

**A**lle sechs Monate gibts ein neues Windows 10 als Funktions-Upgrade. Das nächste ist die Version 1809 alias „Oktober 2018 Update“; es dürfte irgendwann zwischen Ende September und Mitte Oktober offiziell fertig sein. Microsoft hatte mit den Upgrades in den letzten Monaten und Jahren kein glückliches Händchen. Immer wieder plagten Kinder-

krankheiten die neuen Ausgaben. Der Druck, es besser hinzubekommen, dürfte diesmal besonders groß sein: Version 1809 ist zusätzlich die Basis für zwei Versionen, die Microsoft zehn Jahre lang mit Updates versorgen will. Das ist einerseits die Edition Enterprise LTSC und andererseits der Windows Server 2019.

Und tatsächlich haben wir den Eindruck, dass Microsoft trotz viel Neuem diesmal vorsichtiger zu Werke geht. So haben die Vorabversionen im Betatestprogramm „Windows Insider“ das letzte Mal am 8. August neue Features bekommen. Das dürfte rund anderthalb Monate vor dem Release der neuen Ausgabe per Windows Update sein – bei vorigen Versionen ließ Microsoft sich etwas weniger Zeit.

Auch mit komplexen Features ist man offenbar vorsichtiger: Die schon seit Ende

2017 im Betaprogramm getesteten „Sets“ zum Beispiel sind auch diesmal nicht enthalten. Diese geräteübergreifenden Arbeitsumgebungen stellen ausgewählte Microsoft-Apps wie Mail, Office, Webbrowser & Co. in einem einzigen Fenster mit mehreren Tabs dar. Eine neue Erkennungsfunktion des bordeigenen Virenwächters für verdächtiges Programmverhalten ist ebenfalls nach einer kurzen Testphase wieder rausgeflogen. Dennoch steckt einiges an neuen Funktionen in Version 1809.

### **Notepad kann mehr**

Der Editor, auch als Notepad bekannt, ist wohl eins der altbekanntesten in Windows enthaltenen Programme. In Version 1809 hat Microsoft ihn nach einer gefühlten Ewigkeit um einige Funktionen erweitert. So unterstützt er nun Linux/Unix- und



Mac-Zeilenumbrüche. Die Suchfunktion kann die Suche am Anfang des Dokuments fortsetzen. Dazu muss im Suchdialog ein Häkchen vor „Umschließen“ gesetzt werden (eine unglückliche Übersetzung aus dem englischen „wrap around“). Die Textdarstellung lässt sich direkt mit Strg+Plus, Strg+Minus und Strg+Mausrad in der Größe verändern. Ist der Umbruch langer Zeilen eingeschaltet, nennt die Statusleiste am unteren Fensterrand die korrekte Zeilen- und Spaltenzahl.

## Neue Apps

„Ausschneiden und skizzieren“ ist eine modernisierte Variante des seit Windows Vista mitgelieferten „Snipping Tool“. Es kann etwas mehr als der altgediente Vorgänger: Bildschirmausschnitte lassen sich vor dem Speichern über die Windows-Ink-Funktion mit Erklärungen oder Notizen versehen; mit Maus, Stift oder Finger kann man auch einen nicht rechteckigen Bereich auswählen. Auf Dauer soll die Desktop-Variante nach Microsofts Vorstellungen aus dem System fliegen – bislang ist es aber nach wie vor enthalten.

Die App „Ihr Smartphone“ ist eine Art Remote-Foto-Browser für Smartphones, auf denen mindestens Android 7.0 läuft. Installiert man auf dem Handy die App „Microsoft Apps“ aus dem Play Store und loggt sich darin mit demselben Microsoft-Konto wie auf dem PC ein, lassen sich Fotos vom Smartphone auf dem PC anschauen, speichern und bearbeiten – und zwar ohne dass das Handy per USB an den PC angeschlossen sein muss. Für iOS steht diese Funktion bislang nicht zur Verfügung; ob und wann sie kommt, ist offen.

## Edge: Da geht was

Den Webbrowser Edge sieht Microsoft als eine der Vorzeige-Apps von Windows 10. Da ist es naheliegend, dass er regelmäßig neue Funktionen bekommt.

Diesmal hat Microsoft an diversen Ecken geschraubt. Praktisch ist, dass sich das automatische Abspielen von Audio- und Videoinhalten standardmäßig unterbinden lässt. Das aktiviert man in den Edge-Einstellungen unter „Erweitert“; zudem lässt sich die Autoplay-Berechtigung auch für jede Website einzeln setzen. Dazu klickt man auf das Info- oder Schloss-Icon links neben der Adressleiste.

Die Menüs sind aufgeräumter und die Browser-Einstellungen sind in Kategorien aufgeteilt. Ein Rechtsklick auf das Edge-Icon in der Windows-Taskleiste bietet in

der Sprungliste oft besuchte Seiten an; auf Wunsch lassen sie sich dort auch festpinen. Symbole für Favoriten, Downloads, Leseliste und Ähnliches lassen sich nun in der Toolbar ein- oder ausblenden.

In der Leseansicht bieten die Lern-tools deutlich mehr Hintergrundfarben an als bislang. Die Funktion „Zeilenfokussierung“ schränkt den lesbaren Bereich auf wenige Zeilen ein – das kann helfen, sich besser auf einen Text zu konzentrieren. Markiert man in der Leseansicht ein Wort, zeigt Edge einen Wörterbuch-Auszug an – und per Klick den kompletten Wörterbucheintrag. Für deutsche Begriffe kommen die Inhalte offenbar von Pons.

Beim Anzeigen von PDF-Dokumenten mit Edge will Microsoft die Rendering-Geschwindigkeit erhöht haben. Anwender sollen beim schnellen Scrollen durch große Dokumente nun seltener weiße Seiten zu sehen bekommen.

Diverse neue Gruppenrichtlinien helfen Admins, den Browser für Domänenmitglieder zu konfigurieren. Eine Liste mit Details zu den neuen Richtlinien ist online verfügbar (siehe [ct.de/y2wn](https://ct.de/y2wn)).

## Zwischenablage

Ein „Cloud Clipboard“ hatte Microsoft schon im Mai 2017 angekündigt. Nun ist die Funktion da: Auf Wunsch kann die Zwischenablage ihren Inhalt auch in der Cloud hinterlegen, genauer gesagt: im Microsoft-Konto. Das kann praktisch sein, um Textblöcke beim Arbeiten mit mehre-

ren Rechnern schnell von A nach B zu kopieren, ohne OneDrive, E-Mail oder Sonstiges bemühen zu müssen. Bilder dürfen dabei laut Microsoft maximal 4 MByte groß sein – in unseren Tests tauchten sie allerdings hin und wieder gar nicht auf.

Damit das Ganze klappt, muss sich der Anwender an beiden Rechnern mit demselben Microsoft-Konto anmelden und die Funktion aktivieren – das geht in den Einstellungen unter „System/Zwischenablage“. Sind die Schalter „Zwischenablageverlauf“ und „Auf allen Geräten synchronisieren“ an, kann man auswählen, ob kopierter Text automatisch oder erst mit einem separaten Klick in der Cloud landen soll.

Das Einfügen geschieht per Windows+V: Die Tastenkombination öffnet ein Fenster mit dem Inhalt der Zwischenablage. Eine Verlaufsfunktion ist dabei inklusive – damit lassen sich auch frühere Elemente anzeigen und einfügen.

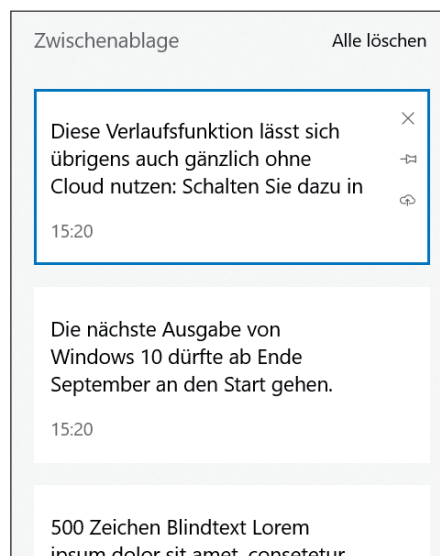
Diese Verlaufsfunktion lässt sich übrigens auch gänzlich ohne Cloud nutzen: Schalten Sie dazu in den Zwischenablage-Einstellungen nur den Schalter „Zwischenablageverlauf“ ein, nicht aber den für die Synchronisierung. Mit der Funktion „Zwischenablagendaten löschen“ entfernen Sie die Inhalte sowohl vom PC als auch aus dem Microsoft-Konto.

Sind beide Schalter in den Einstellungen aus, verhält sich die Zwischenablage wie die früherer Windows-Ausgaben. Darüber hinaus ist uns bislang kein einziges Testsystem untergekommen, in dem die Cloud-Zwischenablage oder die Verlaufsfunktion serienmäßig aktiviert waren – wer sie nutzen will, muss sie gezielt einschalten.

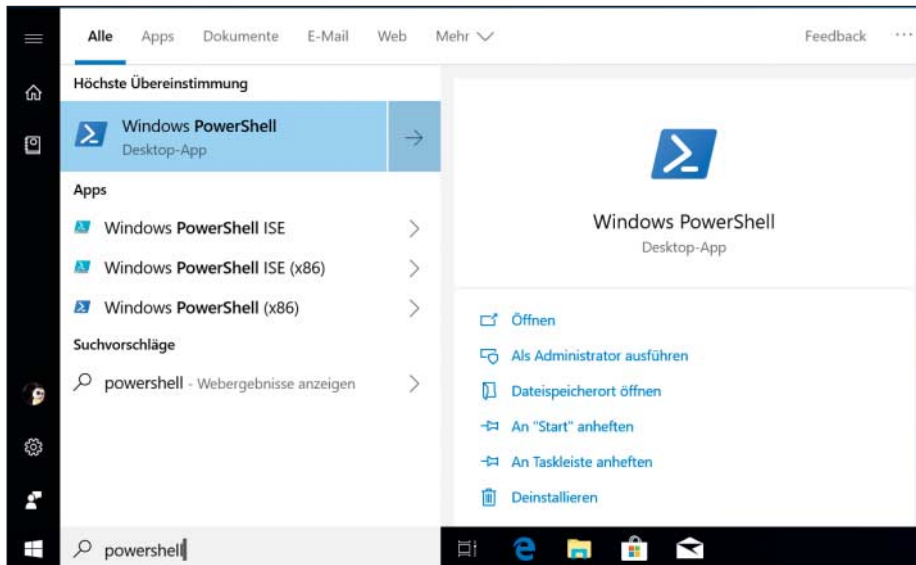
## Suchfunktion

Die Desktop-Suche, die auch durch Drücken der Windows-Taste und Eingabe von Text aktiv wird, präsentiert mit Version 1809 ein breiteres Suchfenster mit mehr Optionen. So bietet es für Programme Verknüpfungen zum Ausführen mit Administratorrechten und zuletzt geöffnete Dokumente an. Am oberen Rand des Suchfensters lässt sich eine Sucheingabe auf eine Kategorie von Elementen eingrenzen, also etwa Bilder, Dokumente oder Apps.

Web-Suchergebnisse können direkt im Suchfenster durchgescrollt werden. Zudem soll die Web-Suche auch die offiziellen Download-Quellen gängiger Software finden und direkte Links zum ge-



**Der Verlauf der Zwischenablage öffnet sich per Windows+V. Auf Wunsch wird er in die Cloud synchronisiert.**



Die Windows-Suche präsentiert nun auf Anhieb mehr Details – etwa Startoptionen für Programme oder auch Web-Suchergebnisse.

wünschten Download präsentieren können. Im Test klappte das bislang nur mit US-englischem Sprachprofil, und auch damit nur rudimentär.

### Rein optisch ...

Nur ein kleines bisschen hat Microsoft am Aussehen der Bedienoberfläche gebastelt: Das „Fluent Design“ mit stärkeren Transparenzeffekten für moderne Apps findet sich nun auch im bordeigenen Virenwächter, in der Taskansicht und in diversen Kontext- und Dropdown-Menüs wieder.

Wer den dunklen App-Modus verwendet – zu aktivieren in den Einstellungen unter „Personalisierung/Farben“ –, bekommt nun auch den Datei-Explorer und ein paar andere Elemente der Bedienoberfläche in einem Farbschema mit heller Schrift auf dunklem Hintergrund zu sehen. Richtig einheitlich ist das noch nicht: Wechselt man im Datei-Explorer zur klassischen Systemsteuerung, ist der Hintergrund plötzlich wieder hell.

### Sicherheit

Das „Windows Defender Security Center“ heißt in Version 1809 schlicht „Windows-Sicherheit“. Eine Komponente darin ist der Windows Defender Application Guard, eine Sandbox für den Webbrowser Edge. Bislang musste er über Gruppenrichtlinien konfiguriert werden; künftig lassen sich einige Einstellungen auch direkt in „Windows-Sicherheit“ setzen. Sofern die Systemvoraussetzungen stimmen (CPU ab 4 Kernen mit Hardware-Virtualisierung, mindestens 8 GByte RAM und

Windows 10 Pro oder höher), sollte unter „App- & Browsersteuerung“ die Kategorie „Isoliertes Browsen“ zu finden sein. Der Ransomware-Schutz (früher „überwachter Ordnerzugriff“) soll außerdem auch OneDrive einbeziehen können, um Dateien nach einem Befall wiederherzustellen.

Ursprünglich wollte Microsoft auch den Virenschutz mit einer neuen Erkennungsfunktion ausstatten: Er sollte auch Programme mit verdächtigem Verhalten blockieren können. Allerdings hat Microsoft die Funktion zwischenzeitlich aus den Vorabversionen entfernt – sie war offenbar noch nicht reif für den breiten Einsatz.

### Eingabehilfen

Erleichterte Bedienung ist ein Thema, das Microsoft seit der ersten Ausgabe von Windows 10 stetig ernster nimmt. Auch in Version 1809 gibt es daher wieder ein paar Änderungen und Verbesserungen.

So lässt sich in den Einstellungen unter „Erleichterte Bedienung/Bildschirmleupe“ das Vergrößerungsintervall beim Zoomen mit der Bildschirmleupe nun auf 5 Prozent festlegen – in Version 1803 waren 25 Prozent noch die kleinste Schrittgröße. Zudem kann der Mauszeiger auf Wunsch in der Bildschirmmitte fixiert bleiben, sodass Bewegungen der Maus zunächst den Bildausschnitt verschieben und der Zeiger erst bei Erreichen eines Bildrands in Richtung Rand wandert.

In der Sprachausgabe soll die tastaturgestützte Navigation nun an gängige Sprachausgabe-Software angepasst sein. Im Scanmodus soll sie das Auswählen von

Text in Edge, Word, Outlook und weiteren Apps ermöglichen; Dialogboxen werden automatisch vorgelesen. ShiftLock+F1 öffnet bei aktiver Sprachausgabe eine Liste aller Tastaturbefehle; Microsoft hat die Änderungen auch in einem online verfügbaren Dokument veröffentlicht (siehe [ct.de/y2wn](https://ct.de/y2wn)).

Mit einem Schieberegler unter „Erleichterte Bedienung/Anzeige“ lässt sich die Desktop-Schriftgröße zudem nun nahezu stufenlos erhöhen. Die Größe von Schaltflächen, Icons & Co. bleibt dabei weitgehend unverändert – anders als bei der Desktop-Skalierung unter „System/Anzeige“, die sämtliche Elemente vergrößert und im Regelfall umso höher eingestellt werden muss, je höher die Pixeldichte des Monitors ist.

### Im Wald der Einstellungen

Kleinere Veränderungen sind mit jeder neuen Windows-10-Ausgabe in der Einstellungs-App zu finden, weil Microsoft langsam, aber sicher Menüs aus der klassischen Systemsteuerung in die Einstellungen verfrachtet.

So gibt es unter „System/Anzeige“ ein Untermenü für HDR-Farbwiedergabe. Hier kann der Anwender festlegen, ob die HDR-Fähigkeiten von Grafikchip und Display sowie ein erweiterter Farbraum (Wide Color Gamut, WCG), sofern vorhanden, genutzt werden sollen. Was genau der WCG-Schalter bewirkt und wie das mit einem eventuell installierten Farbprofil eines kalibrierten Monitors zusammenspielt, bleibt bislang allerdings offen. Tipps für die HDR-Wiedergabe hat Microsoft in einem Support-Dokument zusammengetragen (siehe [ct.de/y2wn](https://ct.de/y2wn)).

Die Übertragung der Sound-Optionen nach „System/Sound“ hat mit der neuen Ausgabe von Windows 10 einen weiteren kleinen Schritt gemacht: Die Geräteeigenschaften lassen sich nun ebenfalls dort einstellen. Das entsprechende Modul ist nach wie vor in der klassischen Systemsteuerung enthalten.

Auf Geräten mit SIM-Karte befindet sich unter „Netzwerk und Internet/Datennutzung“ nun ein separater Traffic-Zähler für das Datenvolumen, das über Roaming-Verbindungen verbraucht wurde.

Für öffentlich zugängliche Rechner, die einen Webbrowser bereitstellen (sogenannte Kiosk-PCs), gibt es bereits seit Windows 8.1 die Funktion „zugewiesener Zugriff“. Unter „Konten/Familie und andere Benutzer“ hat Microsoft in Version

1809 nun einen Assistenten eingebaut, mit dem sich die wichtigsten Konfigurationsschritte für einen Kiosk-PC in einem Rutsch ausführen lassen, also Konto anlegen, App auswählen und im Fall von Edge die Startseite und das Refresh-Intervall festlegen. Der Assistent bringt zudem vordefinierte Profile für den Betrieb als Digital-Signage-System (öffentlicher Bildschirm ohne Interaktionsmöglichkeit) und als öffentlich nutzbaren Webbrowser mit.

Die Regionseinstellungen, die zusätzlich zur Anzeigesprache der Windows-Oberfläche Details wie das Datumsformat und den ersten Tag der Woche festlegen, sind ebenfalls direkt in den Einstellungen zu finden und haben ein eigenes Untermenü namens „Region“ in „Zeit und Sprache“ bekommen.

In „Apps/Videowiedergabe“ kann man einstellen, dass Windows speziell die Wiedergabe von Videoinhalten auf Geräten mit Helligkeitssensor automatisch an sehr helle Lichtverhältnisse anpasst.

Wer die Remote Server Administration Tools (RSAT) benötigt, muss sie in Version 1809 nicht mehr von Hand bei Microsoft herunterladen, sondern kann sie als optionales Feature nachinstallieren. Das geht in den Einstellungen via „Apps/ Apps & Features/Optionale Features verwalten/Feature hinzufügen“.

## Der Kleinkram

Schon in Windows 10 Version 1803 ließen sich Schriftarten über den Store installieren. Das ist praktisch für Anwender ohne Administratorrechte – die Schriften werden dann nur für den Anwender installiert, der sie herunterlädt. In Version 1809 funktioniert das auch ohne Store: Beim Rechtsklick auf eine Schriftartdatei kann man zwischen „Installieren“ und „Für alle Benutzer installieren“ wählen. Administratorrechte braucht nur die zweite Option.

Die Game Bar hat eine Anzeige für CPU-, GPU- und RAM-Auslastung und Framerate sowie eine kleine Audio-Steuerung bekommen, mit der sich Lautstärke und Standard-Ausgabegerät ändern lassen. Die Funktion „Benachrichtigungsassistent“ unterdrückt auf Wunsch Benachrichtigungen, wenn sie stören würden – etwa bei dupliziertem Bildschirm, in der Nacht oder beim Spielen. Speziell die Erkennung von Spielen im Vollbildmodus will Microsoft mit Version 1809 deutlich verbessert haben.

Neues gibt es auch für Benutzer von VR-Brillen (im Microsoft-Sprech „Mixed

Reality“ genannt). So soll es nicht mehr nötig sein, den PC mit einem Hauptmonitor zu betreiben. Mit Quick Actions kann der Anwender nun im Handumdrehen die Capture Tools aufrufen, die Zeit anzeigen und Ähnliches. Eine „Flashlight“-Funktion blendet bei Bedarf ein Bild der Realität ein, damit der Benutzer für einfache Handlungen in der Außenwelt nicht das Headset abnehmen muss.

Das Bildformat HEIF (High Efficiency Image File) lässt sich schon mit Windows 10 in Version 1803 öffnen. In der neuen Ausgabe sollen sich solche Bilder in der Fotos-App nun auch drehen und deren Metadaten bearbeiten lassen.

Bei drahtloser Übertragung des Bildschirminhalts an ein Miracast-Display erscheint am oberen Bildschirmrand eine Infoleiste, über die sich die Verbindung trennen oder auf verschiedene Latenzen einstellen lässt.

Im Task-Manager hat Microsoft zudem der Prozessübersicht zwei Spalten für den aktuellen und den über die vergangenen zwei Minuten gemittelten Stromverbrauch spendiert.

Der Registry-Editor (regedit.exe) macht in Version 1809 beim Eintippen von Schlüsselpfaden in der Adresszeile Vorschläge für die Vervollständigung. Das kann die Navigation vor allem in sehr langen Schlüsselnamen deutlich erleichtern, wie man sie etwa in HKEY\_CLASSES\_ROOT\CLSID findet.

In Firmennetzen können Benutzer mit Active-Directory- oder Azure-AD-Konto sich nun auch mittels biometrischer Login-Verfahren für einen Remote-Desktop-Zugriff authentifizieren, also etwa per Fingerabdruck- oder Gesichtserkennung („Windows Hello for Business“).

Für Version 1803 hatte Microsoft die App „Diagnostics Data Viewer“ eingeführt, die Telemetriedatenpakete anzeigt, die Windows 10 nach Redmond schickt. Mit Version 1809 kann die App zusätzlich auch Problembereiche anzeigen, die an Microsoft verschickt werden sollen oder schon verschickt wurden. Die App ist standardmäßig nicht in Windows 10 enthalten, lässt sich aber kostenlos und ohne Microsoft-Konto aus dem Store nachinstallieren und nutzen (siehe [ct.de/y2wn](https://ct.de/y2wn)).

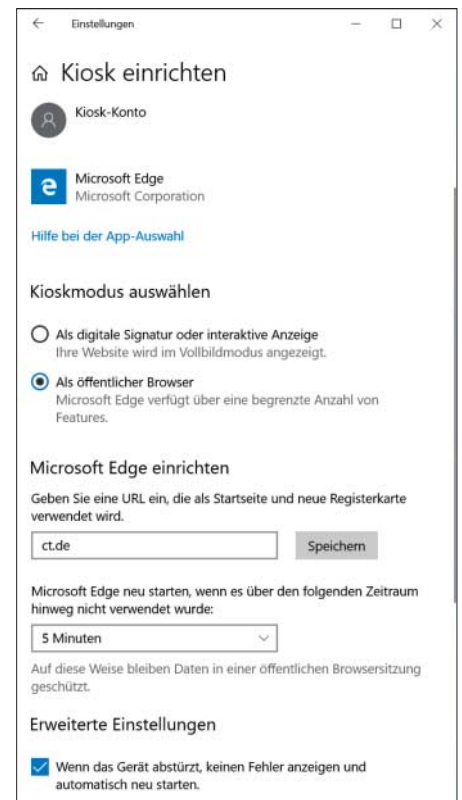
In das Windows Subsystem for Linux (WSL) hat Microsoft Firewall-Unterstützung eingebaut: Will ein WSL-Prozess einen Port für den Zugriff von außen öffnen, fragt die Firewall wie bei normalen Windows-Prozessen nach.

## Fazit

Ein Haufen neue Kleinigkeiten und viele davon durchaus sinnvoll – das ist unser Eindruck von Windows 10 Version 1809. Doch wie immer bleibt abzuwarten, wie gut die Upgrade-Installationen bei den zig Millionen Anwendern ablaufen, sobald Microsoft die Version auf die Allgemeinheit loslässt.

Und: Auch wenn das Upgrade als solches problemlos klappt, bleibt die unvermeidliche Frage nach den Kinderkrankheiten, die jede neue Ausgabe nach Veröffentlichung ein paar Wochen lang mit sich herumschleppt – oder länger. Wenn Sie mindestens die Pro-Edition von Windows 10 verwenden und auf einen verlässlich laufenden PC Wert legen, sollten Sie das Upgrade zurückstellen. Das geht in den Einstellungen unter „Update und Sicherheit/Windows Update/Erweiterte Optionen“. Stellen Sie dort das Branch-Bereitschaftsniveau von „Semi-Annual Channel (Targeted)“ um auf „Semi-Annual Channel“, damit Version 1809 erst dann auf den PC kommt, wenn Microsoft es als fit für den geschäftlichen Einsatz erachtet. ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)) **ct**

**Dokumentationen:** [ct.de/y2wn](https://ct.de/y2wn)



**Die Einrichtung eines Kiosk-Modus klappt bequem mit einem Assistenten.**





Bild: Albert Hulm, Illustrator

# An einem Platz

## Office-Programme speziell für die Teamarbeit

**Klassische Office-Pakete und deren Online-Ableger eignen sich nur bedingt dazu, Teamarbeit zu koordinieren. Dass es weitaus besser geht als mit Microsoft Office, Google Docs und Konsorten, zeigen Werkzeuge einer neuen Software-Kategorie, die genau darauf abgestimmt sind. Zum Teil befinden sie sich noch im Beta-Stadium – sind aber jetzt schon einen Blick wert.**

Von Dieter Brors

Die Büroarbeit hat sich in den letzten 40 Jahren grundsätzlich geändert. In Zeiten der Vernetzung arbeiten Teams gemeinsam an Dokumenten, planen Projekte und organisieren den gesamten Workflow übers Netz. Traditionelle Bürosoftware hat mit dieser Entwicklung nicht Schritt gehalten. Der typische Büroangestellte greift wie vor 40 Jahren fürs Schreiben zum Textprogramm, berechnet Daten mit der Tabellenkalkulation, plant Meetings im Personal Information Manager und stimmt sich mit Kollegen per E-Mail ab. Um alle für ein Projekt notwendigen Informationen im Auge zu behalten, muss man dabei dauernd zwischen unterschiedlichen Programmen hin und her schalten. Auch wenn Microsoft mittlerweile Teamfunktionen zum gemeinsamen

Arbeiten an einem Dokument in die Office-Programme eingebaut hat, blieb die Trennung zwischen den Programmen bis heute erhalten. Der eigentliche Workflow gleicht noch immer dem in Zeiten ohne Vernetzung, als man Dokumente grundsätzlich mit dem Ziel erstellte, sie auf Papier auszudrucken.

Einige Start-ups haben diesen Missstand erkannt und entwickeln von Grund auf neue Werkzeuge. Das Ziel: moderne Office-Software, bei der die Zusammenarbeit im Team und die Veröffentlichung im Web im Vordergrund stehen. Interessanterweise gehören zu den Designern ehemalige Entwickler von Microsoft, Google und Facebook. Sie verfolgen die Idee, dass die Trennung in unterschiedliche Programme wegfällt und der Nutzer



komplexe Informationen aus Texten, Tabellen, Diagrammen, Kalender, Checklisten und Videos in einem einzigen Dokument vorfindet. Dadurch entfällt das ständige Wechseln zwischen diversen Programmen und Online-Diensten. Der Funktionsumfang ist speziell auf den Online-Einsatz zugeschnitten und bietet weitaus mehr als reine Notizprogramme. Die damit erstellten Dokumente werden in der Cloud auf Servern der Hersteller gespeichert und verhalten sich wie selbstständige Apps, die sich interaktiv nutzen lassen. Damit können Teammitglieder den gesamten Ablauf innerhalb eines Dokuments oder Arbeitsbereichs verwalten und den Fortschritt verfolgen.

## Notion

Dass sich **Notion** sowohl an Privatanwender als auch an Teams in Firmen wendet, zeigen die angebotenen Vorlagen. Für den Hausgebrauch verwalten sie unter anderem Videosammlungen oder Rezepte. Personalabteilungen können mit anderen Vorlagen den Bearbeitungsstand von Bewerbungen protokollieren, Projektgruppen einen gemeinsamen Kalender samt Aufgabenliste und Alarmfunktion generieren. Diese Vorlagen eignen sich zwar nicht unbedingt für den praktischen Einsatz, helfen aber, erste Erfahrungen mit Notion zu sammeln und seine Möglichkeiten kennenzulernen.

Am linken Rand zeigt eine Seitenleiste alle Vorlagen und schon vorhandenen Dokumente an. In der Regel startet man mit einer leeren Dokumentenseite und tippt Text direkt hinein. Eine Symbolleiste zum Formatieren wird nicht permanent angezeigt, sondern erscheint erst, wenn man Text markiert. Er lässt sich nicht nur fett oder kursiv setzen oder als Überschrift formatieren, sondern auch in eine Aufgabenliste oder nummerierte Liste verwandeln.

Steht der Cursor in einer leeren Zeile, blendet Notion am linken Rand ein Plus-Zeichen zum Einfügen unterschiedlicher Elemente an – der sogenannten Blocks. Die Möglichkeiten sind sehr vielfältig und reichen von Bildern, Videos, interaktiven Kalendern bis hin zu Kartenausschnitten aus Google Maps.

Durch die diversen Inhaltstypen entstehen komplexe Dokumente, die man für einzelne Personen oder fürs ganze Team freigeben kann. So kann ein Team den Fortlauf eines Projekts mit Hilfe eines Kalenders dokumentieren, der den Beginn

und den geplanten Fertigstellungstermin einzelner Arbeitsschritte als farbige Balken darstellt und den aktuellen Stand einblendet. Ein Countdown-Element informiert jederzeit darüber, ob sich der Termin halten lässt. Über einen Alarm können sich Teammitglieder rechtzeitig warnen lassen. Gleichzeitig könnte ein Kanban-Board mit Hilfe von Karteikarten den aktuellen Status jedes Schritts zum Beispiel als geplant oder erledigt markieren, sodass alle Teammitglieder stets auf dem Laufenden bleiben. Eine To-do-Liste in demselben Dokument könnte dazu dienen, dass Teammitglieder die ihnen zugeteilten Arbeiten als erledigt abhaken können.

Einen Schwerpunkt bilden in Notion Tabellen, die ähnlich wie in einer Datenbank jede Spalte einem Datentyp oder einer Formel zuordnen. Dabei beziehen sich auch Formeln stets auf alle Zeilen einer Spalte, sodass man sie nicht wie in Excel & Co. erst in alle Zellen derselben Spalte übertragen muss. Das macht es einfacher, die traditionellen Tabellenkalkulation sind hier aber flexibler.

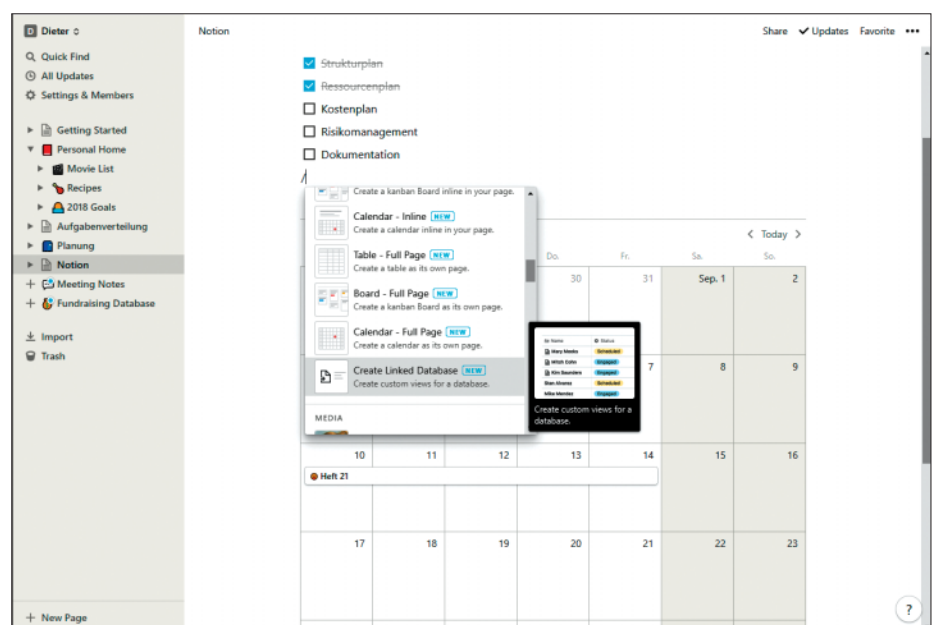
Aus bestehenden Dokumenten können Nutzer eigene, komplexere Inhaltstypen definieren, die sie dann wie Vorlagen in neue Dokumente übernehmen können. Auf diese Weise lässt sich zum Beispiel ein Inhaltstyp „Projekt“ definieren, der vorbereitete Tabellen, Checklisten, Kalender und andere Bestandteile bereitstellt.

Insgesamt bietet Notion alle wichtigen Komponenten, um Notizen zu erfassen, Wikis zu bestücken oder umfangreiche Projekte zu überwachen.

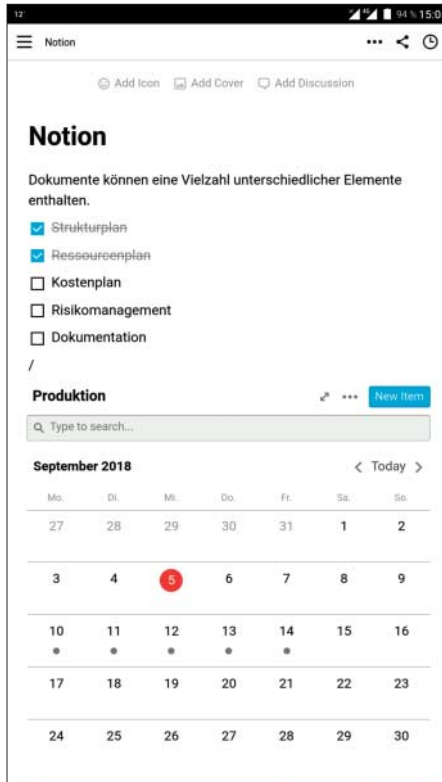
## Coda

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt **Coda**, wobei hier Texte und Tabellen im Vordergrund stehen. Zu den Gründern gehören ehemalige Excel-Entwickler, die sich zum Ziel gesetzt haben, Textprogramm und Tabellenkalkulation zu kombinieren und für moderne Arbeitsabläufe zu optimieren. Derzeit befindet sich Coda noch im Beta-Test. Wer die Software ausprobieren möchte, kann sich auf eine Warteliste setzen lassen. Aus dieser will das Start-up nach und nach Bewerber zum Testen einladen. Wann ein öffentlicher Beta-Test startet, ist derzeit noch nicht klar – ebenso wenig wie ein Termin für die fertige Version und Preise für die Nutzung. Derzeit läuft Coda nur in Googles Web-Browser Chrome, Apps für iOS und Android sind geplant.

Coda wirkt zunächst wie ein herkömmliches Online-Textprogramm. Auch hier erzeugt der Nutzer über eine Seitenleiste am linken Rand neue Inhalte oder öffnet bestehende Dokumente. In der stets präsenten Symbolleiste lässt sich Text wie in anderen Textprogrammen formatieren. Ein Klick auf das Plus-Symbol öffnet ein Auswahlfenster, um Tabellen, Diagramme, Karteikarten, Kalender und



Aus mitgelieferten Bausteinen erstellt man in Notion komplexe Online-Dokumente, die sich ähnlich wie eine Anwendung interaktiv steuern lassen, etwa um den Fortschritt eines Projekts festzuhalten.



Über Apps für Android und iOS können Notion-Benutzer auch unterwegs auf ihre Inhalte zugreifen und sie bearbeiten.

Kontrollelemente an der Cursorposition einzufügen.

Seine besondere Stärke entfaltet Coda im Umgang mit Tabellen. Wie in Notion erhält jede Spalte ihr eigenes Format. Sie darf Text, Zahlen oder Formeln enthalten. Formeln führen nicht nur Berechnungen durch, sondern erzeugen auch selbstständig Diagramme oder übernehmen Kartenausschnitte aus Google Maps an eine beliebige Stelle – auch außerhalb von Tabellen mitten im Text. So generiert die Formel `=GoogleMap(„Karl-Wiechert-Allee 10, Hannover“, 800, 400, 15)` einen 800 Pixel breiten und 400 Pixel hohen Kartenausschnitt von Hannover mit Zoom-Faktor 15. Ihn können Nutzer des Dokuments nicht nur betrachten, sondern hinein- oder herauszoomen, in die Satellitenansicht umschalten oder den Routenplaner starten, um vom eigenen Standpunkt aus den Weg zum Ziel anzuzeigen.

Besonders leicht lassen sich Auswahllisten erzeugen, aus denen der Nutzer vorgegebene Einträge auswählen kann. Dazu muss man lediglich im Spaltenkopf festlegen, welche Daten die Spalte enthalten

soll, zum Beispiel die Namen aller Projektmitarbeiter. Dann genügen zwei Klicks, um etwa in einer To-do-Liste einen Bearbeiter einer Aufgabe zuzuordnen oder den aktuellen Status einer Aufgabe zum Beispiel in „erledigt“ zu ändern.

Tabelleninhalte lassen sich filtern und gruppieren, um etwa in einer To-do-Liste alle Schritte auszublenden, sobald sie als erledigt markiert wurden. Eine weitere Übersicht könnte so nach Mitarbeitern gruppiert werden, dass sie zum Namen die jeweils zugeteilten Aufgaben anzeigt.

Über Layouts lässt sich die Sicht auf die Daten mit wenigen Klicks ändern, sodass sie beispielsweise die geplante Dauer aller Arbeitsschritte als Diagramm anzeigt.

Coda bietet zahlreiche Optionen, um Dokumente für die Arbeit im Web sehr einfach aufzubereiten. Die bereitgestellten Vorlagen enthalten viele Beispiele, wie sich das Tool sowohl privat als auch im Büro einsetzen lässt; Neulinge können sich für eigene Inhalte gut daran orientieren.

## Quip

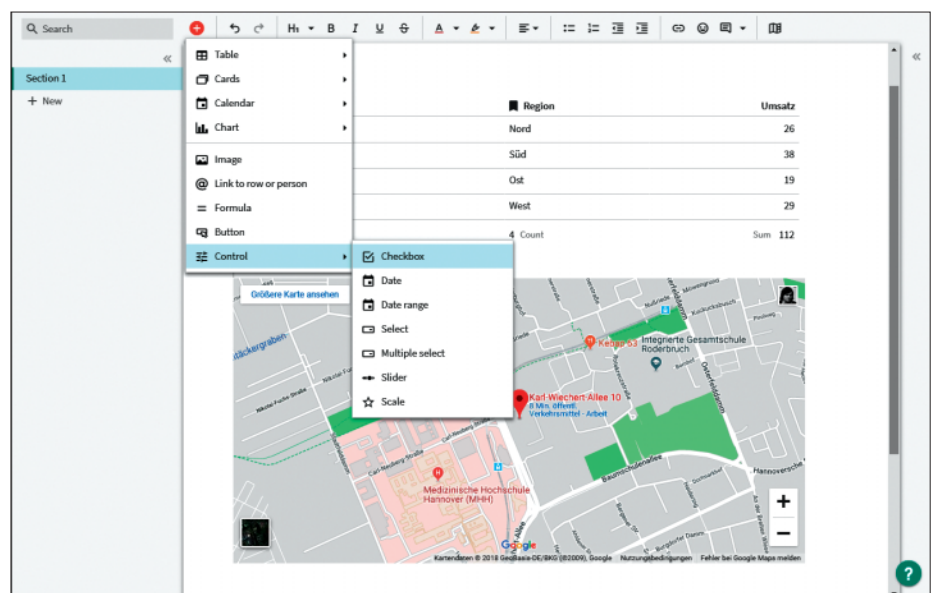
Hinter **Quip** stehen ehemalige Entwickler von Google und Facebook, die zunächst nur eine Notizen-App für iOS und Android programmiert hatten. Später kamen Funktionen einer Tabellenkalkulation und weitere Komponenten wie Live-Apps und ein Web-Interface hinzu. Im Lauf der Zeit entwickelte sich Quip zu einem leistungsfähigen Werkzeug für Arbeitsgruppen in

Unternehmen. 2017 kaufte der Cloud-Diensteanbieter Salesforce das Start-up für geschätzte 750 Millionen US-Dollar.

Jedes Team unterhält in Quip einen gemeinsamen Ordner, auf den alle Mitglieder Zugriff erhalten. Darüber hinaus gibt es private Ordner, in denen kein anderes Mitglied dazwischenfunken kann. Dort gespeicherte Dokumente kann man für einzelne Mitglieder freigeben oder für den teamweiten Zugriff in den Team-Ordner transferieren. So kann ein Teammitglied sein Dokument zunächst in Ruhe gestalten, dann von einem oder mehreren Kollegen überarbeiten lassen, bevor er es schließlich für alle freigibt.

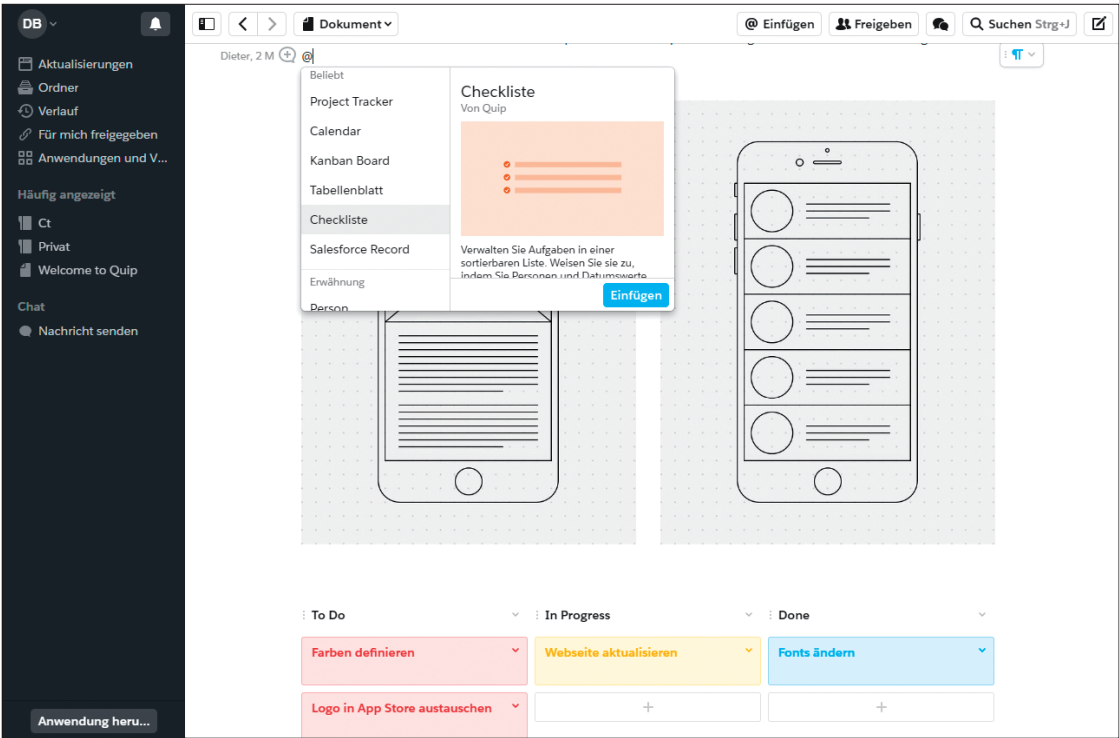
Beim Erzeugen neuer Inhalte unterscheidet sich Quip zunächst nicht von traditionellen Office-Programmen: Der Anwender hat hier die Wahl zwischen Textdokument und Tabellenblatt. Der Anwender schreibt wie gewohnt seinen Text und formatiert ihn oder trägt Daten in die Tabelle ein und lässt sie anhand von Formeln berechnen.

Das volle Potenzial eröffnet sich in Textdokumenten, sobald man zusätzliche Elemente einbindet. Dazu blendet Quip nach Drücken der @-Taste ein Auswahlfenster an, aus dem der Anwender Tabellenblätter, interaktive Elemente wie Kalender, Checklisten und Umfragen auswählt oder Daten aus Salesforce oder Jira einbettet. So könnte zum Beispiel ein Entwicklungsplan für ein Software-Projekt aufzeigen, welche Aufgaben noch bevor-



Über Formeln lassen sich in Coda externe Daten an beliebiger Stelle einbinden, zum Beispiel ein interaktiv nutzbarer Kartenausschnitt aus Google Maps mit einem darin markierten Ort.

In Quip heißen interaktive Elemente Live-Apps. Über eine Programmierschnittstelle lässt sich der Funktionsumfang um eigene Live-Apps erweitern.



stehen, schon in Arbeit oder bereits fertig gestellt sind und gleich darunter in einem Kalender das Zeitfenster für die einzelnen Entwicklungsschritte übersichtlich darstellen, sodass jedes Teammitglied stets auf dem Laufenden bleibt.

Über eine Programmierschnittstelle lässt sich der Funktionsumfang durch interaktive Komponenten erweitern, die in JavaScript geschrieben werden und zum Beispiel Daten aus anderen Diensten importieren. So lässt sich der Funktionsumfang an die individuellen Anforderungen eines Unternehmens anpassen. Standardmäßig bietet Quip Live-Apps für den direkten Einsatz an, die unter anderem Projekte verwalten oder Daten als Diagramm aufbereiten.

Was für wen?

Coda, Notion und Quip sehen auf den ersten Blick wie Notizprogramme aus, bieten aber andere, speziell auf die Teamarbeit abgestimmte Funktionen als etwa Evernote. Ihre wahre Leistung erschließt sich, wenn man sich etwas intensiver mit ihnen befasst und mit interaktiven Elementen experimentiert. Dabei sind die jeweils angebotenen Vorlagen nützlich. Durch die Integration diverser Komponenten, für die man sonst dauernd die Anwendung wechseln muss, bleiben alle Informationen an einem zentralen Platz. Jeder Anwender kann so auf alle Informationen zugreifen, ohne dass er diverse Speicher-

orte durchsuchen muss und womöglich die Übersicht verliert.

Für Privatanwender und Firmen eignen sich Coda und Notion gleichermaßen. In beiden Tools geht man ähnlich vor, um ein Dokument mit Inhalten zu füllen und es zum Leben zu erwecken. Für Notion spricht, dass es fertig ist und jeder damit arbeiten kann, während sich Coda noch in einem nicht öffentlichen Beta-Test befindet. Zum Ausprobieren gibt es einen Gratis-Account für Notion, der sich zwar dauerhaft nutzen lässt, aber nur maximal

1000 Blöcke in allen Dokumenten zusammen speichert.

Quip zielt ganz auf den Einsatz in Unternehmen. Die Arbeitsweise ähnelt der in Coda und Notion, doch Quip bietet weitaus mehr Funktionen – insbesondere, wenn es um den Zugriff auf CRM-Systeme und Datenbanken geht. Durch die Programmierschnittstelle können Firmen das Programm an die eigenen Anforderungen anpassen. Dem haben Notion und Code zumindest bislang nichts entgegenzusetzen. (db@ct.de) **ct**

Online-Office-Tools

Produkt	Coda	Notion	Quip
Hersteller	Coda, <a href="http://www.coda.io">www.coda.io</a>	Notion, <a href="http://www.notion.so">www.notion.so</a>	Salesforce, <a href="http://www.quip.com">www.quip.com</a>
Web-App	✓	✓	✓
Desktop-App	–	–	macOS, Windows
Android-App	–	✓	✓
iOS-App	–	✓	✓
Komponenten			
Text/Tabellen	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Bilder/Videos	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Aufgaben/Kalender	✓/✓	✓/✓	✓/✓
Umfragen	–	✓	✓
Chat-Funktion	–	–	✓
Programmierschnittstelle	–	–	✓
Besonderheiten	–	–	Salesforce-Daten, Jira-Anbindung, eigene Apps
Preise	k. A.	kostenlos (eingeschränkt) 4 US-\$ / Monat pro Person	ab 30 US-\$ / Monat (5 Personen)
✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe			





Bild: Thorsten Hübner

# Geleimt – was nun?

## Kleines Panoptikum der Internet-Betrügereien

**Hinter der schützenden Maske der Anonymität im Netz finden Täuscher, Abzocker und Vorspiegelkünstler immer wieder ihre Opfer. Oft haben Geprellte keine realistische Chance auf rechtliche Gegenwehr. Es wird Zeit für eine gesunde Portion Online-Argwohn.**

Von Harald Büring

Die meisten Maschen von Online-Betrügern bauen auf eine möglichst hohe Adressatenzahl. Einen ausgeworfenen Köder schluckt stets nur ein verschwindend geringer Prozentsatz von Angesprochenen. Daher lohnt sich ein hochspezialisiertes Vorgehen, das viel individuelle Maßarbeit erfordert, für den durchschnittlichen Nepper nicht.

Dementsprechend lassen sich bereits bei der schnellen Erstbetrachtung viele

betrügerische Botschaften daran erkennen, dass sie ganz offensichtlich für eine möglichst große Zahl von Empfängern passen sollen. Anreden wie „geehrter Kunde“ sollten selbst den Unbedarftesten misstrauisch machen. Dabei weist umgekehrt die Angabe von Vor- und Zuname des Angesprochenen noch lange nicht auf eine echte individuelle Nachricht hin; jeder halbwegs informierte Spambot kann damit arbeiten.

So plump und unfreiwillig komisch mancher Betrugsversuch wirkt, so gut scheinen Beobachtungsgabe und psychologisches Einfühlungsvermögen bei denjenigen trainiert zu sein, die sich die Neppverfahren ausdenken. Schon hier geht es stets um ein möglichst großes Publikum: Welche Wünsche, welche Angewohnheiten prägen wohl die Mehrzahl der Computer- oder Smartphone-Anwender, die man ködern will? Je besser der Nepper die wunden Punkte zu treffen scheint, desto eher lässt sich der kritische Verstand des einzelnen Angesprochenen vernebeln. Geldgier, der Wunsch nach Anerkennung, Bequemlichkeitsstreben sind bewährte Anker. Dasselbe gilt für den Wunsch, Gutes zu tun, ohne selbst Nachteile davon zu haben – und für schlechtes Gewissen.

### Ich habe Sie beobachtet – tatsächlich?

Besonders beliebt ist momentan eine Erpressungsmasche, die durch zahlreiche Strafanzeigen von Opfern gegen Unbekannt auch sattem polizeibekannt geworden ist: In einer (meist englischsprachigen) E-Mail behauptet ein angeblicher Hacker, er habe den Angesprochenen beim Masturbieren vorm Rechner gefilmt, indem er dessen Webcam fernaktiviert habe. Die angeblich gespeicherte kompromittierende Videodatei wolle er über Facebook und andere Kanäle an Freunde, Kollegen und Vorgesetzte des Adressaten weiterreichen, sofern dieser nicht einen Betrag in Bitcoin lockermache. Tatsächlich gibt es die behaupteten Videos natürlich nicht – dass aber allein bei Bitcoin-Konten, die dem niedersächsischen Landeskriminalamt (LKA) bekannt sind, durch diesen Trick bislang 44.000 Euro eingegangen sind, zeigt, wie gut die Kalkulation der Betrüger aufgeht. Die Angst davor, dass Videos von einem als peinlich empfundenen Tun publik werden, schaltet bei Betroffenen den kritischen Verstand aus. So erkennen sie nicht, dass es sich bei den Erpressermails um Massen-

botschaften handelt und dass die behaupteten Hacking-Aktionen bei Licht betrachtet oft unrealistisch bis absurd sind.

Nach Auskunft des niedersächsischen LKA sind bislang rund 1100 Fälle dieser Art von Leuten angezeigt worden, die nicht gezahlt haben; man rechnet mit einer vielfach höheren Dunkelziffer. Eine Strafanzeige ist so ziemlich die einzige sinnvolle Reaktion für Betroffene. Allerdings schützt sie nicht vor weiteren Betrugsversuchen und für die Ermittlungsbehörden ist es meistens schwer bis unmöglich, die Täter zu finden. Wie bei allen gängigen Online-Neppmethoden arbeiten diese international und bevorzugt von Ländern aus, in denen sie wenig zu befürchten haben. Erfahrungsgemäß gehen die Aktivitäten aktuell sehr oft von osteuropäischen Standorten aus.

## Banking-Evergreens

Mittlerweile ausgesprochen bärtig sind die klassischen Phishing- und Pharming-Aktionen, deren Ziel Nutzer von Online-Banking sind [1]. Hier sind die angestrebten großen Adressatenzahlen für die Online-Betrüger kein Problem: Laut Bitkom-Meldung vom Mai nutzen rund 75 Prozent der Bundesbürger mit Internet-Zugang Online-Banking [2]. Beim Phishing verschicken Kriminelle gefälschte E-Mails, in denen etwa große Banken ihre Kunden angeblich auffordern, per Klick auf einen Link die Kontendaten zu bestätigen, da ansonsten die Konten oder auch Kreditkarten „aus Sicherheitsgründen“ deaktiviert würden.

Die Links führen zu gefälschten Webseiten, auf denen die Kriminellen die Eingabe der Bank- oder sonstiger Account-Zugangsdaten entgegennehmen und so „abfischen“, um sich selbst unrechtmäßig Zugriff zu verschaffen. Geldinstitute und Betrüger liefern einander einen Wettbewerb um die Absicherung der Authentifizierungsverfahren respektive immer neue Kniffe zu deren Umgehung. Beim Pharming kommt zum eben Beschriebenen noch die Manipulation des Web-Browsers hinzu, wodurch sich dem Opfer vertrauenswürdige Webseiten überzeugender vorgaukeln lassen. Sehr häufig landen dabei per Linkclick oder per Aufruf eines Attachments Trojaner auf dem Rechner des Anwenders, die den Kriminellen dann das übermitteln, was sie an Interessantem dort vorfinden.

Erwartungsgemäß bevorzugen die Kriminellen auch hier die größten

Kundenkreise – so sind die Phishing- und Pharming-Mails meist als Mitteilungen von Postbank, Deutscher Bank, Commerzbank und anderen großen Online-Banking-Betreibern an deren Kunden getarnt. Dass kein Geldinstitut tatsächlich jemals per Mail zur Bestätigung von Kontozugangsdaten auffordern würde, ist informierten Netznutzern längst klar.

Dieselbe Masche funktioniert auch unter der falschen Flagge großer Internet-Dienstanbieter von eBay und PayPal über Amazon bis zu Google. Auch diese Unternehmen fordern tatsächlich nicht per Mail zur Bestätigung von Account-Zugangsdaten auf. Während sich betrügerische Mails früher bereits durch grauenhaftes Deutsch und laienhafte Anmutung zu erkennen gaben, sehen viele aktuelle Beispiele auf den ersten Blick ungewohnt überzeugend aus.

## Stumpfes Strafrechtsschwert

Wieder ist es für Opfer sinnvoll, Strafanzeige zu erstatten. Die Täter können sich wegen Computerbetrugs nach § 263a des Strafgesetzbuches (StGB) strafbar gemacht haben. Bei dieser Vorschrift geht es darum, dass die Täter nicht wie beim klassischen Betrug nach § 263 StGB auf einen Menschen, sondern unbefugt auf ein Computersystem einwirken. Das geschieht durch Eingabe der in Erfahrung gebrachten Zugangsdaten. Darüber hinaus steht eine unbefugte Verwendung von Daten im Sinne des § 263a Abs. 1 StGB im Raum [3].

In diesem Fall müssen die Täter mit einer Freiheitsstrafe bis zu 10 Jahren rechnen, wenn sie gewerblich gehandelt haben („besonders schwerer Fall“ gemäß § 263a Abs. 2 StGB, § 263 Abs. 3 StGB) – wenn ihnen ihre Taten also etwa als Einnahmequelle dienen. Darüber hinaus kommt auch eine Bestrafung wegen Abfangens

von Daten gemäß § 202b StGB in Betracht. Dieser Straftatbestand ist bereits erfüllt, wenn die Täter die Zugangsdaten ihrer Opfer etwa durch Eintragen auf einer nachgebildeten Webseite empfangen haben.

Diese Strafrechtsparagrafen beziehen sich prinzipiell auch auf Täter im Ausland, die von dort aus Opfer in Deutschland betrügen. In der Praxis ist aber für deutsche Ermittlungs- und Strafverfolgungsbehörden bei den zur Debatte stehenden Taten dort kein Zugriff möglich – einmal abgesehen davon, dass schon die Identität der Betrüger sich kaum ermitteln lässt.

Wenn dies denn gelänge, könnte das Opfer wiederum zivilrechtliche Ansprüche gegen die Täter geltend machen. Sie könnten zum Schadenersatz nach § 823 Abs. 2 BGB herangezogen werden. Aber das ist mangels Vollstreckbarkeit leider eine eher theoretische Option.

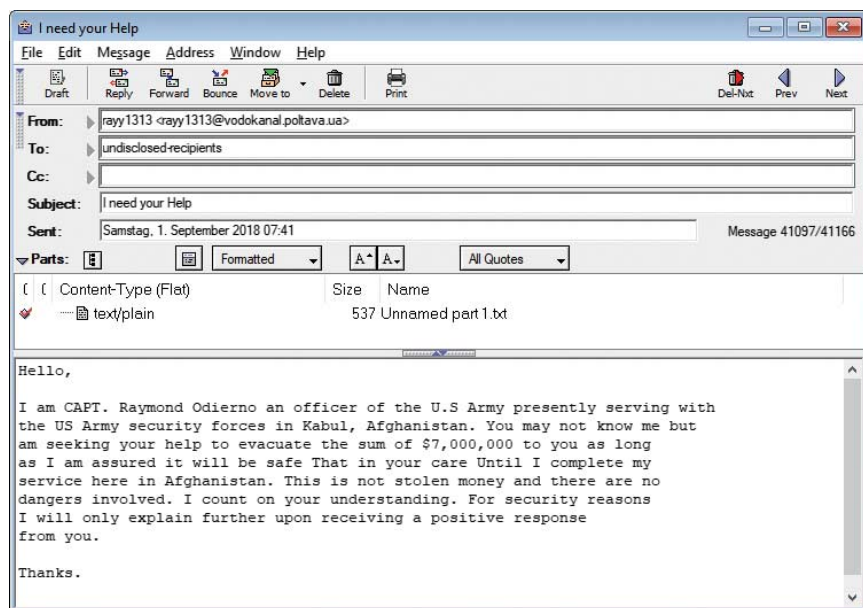
## Haftung der Bank

Umso interessanter ist, inwieweit ein durch Phishing- oder Pharming-Attacke geheimer Kunde von seiner Bank die Erstattung eines Betrags verlangen kann, den die Kriminellen von seinem Konto abgezweigt haben – Grundlage ist hier § 675u Satz 2 BGB. Ein solcher Anspruch setzt voraus, dass der Kunde seine eigenen Pflichten nicht auf grob fahrlässige Weise verletzt hat (§ 675v Abs. 3 Nr. 2 BGB). Grobe Fahrlässigkeit liegt normalerweise nur dann vor, wenn sich dem Kunden die Erkenntnis seines Fehlverhaltens hätte aufdrängen müssen.

Wie Gerichte dies verstehen, illustriert etwa ein Phishing-Fall vom Frühjahr 2014: Ein Bankkunde erhielt eine E-Mail mit dem Betreff „Ihr Konto wurde vorübergehend eingeschränkt“. Der Mailtext besagte: „Auf Ihrem ... Konto wurde ein versuchter Fremdzugriff entdeckt. Dieser

## Typische Merkmale von Online-Betrügereien

- Täter zielen auf eine möglichst große Zahl potenzieller Opfer (Kunden großer Dienste oder Institute).
- Täter knüpfen an sehr verbreitete Wünsche, Ängste und Gewohnheiten an.
- Täter nutzen verbreitete Schlüsselassoziationen, um Vertrauen zu erschleichen (Behörden, Kirche/Mission/Glaube, Malware-Bekämpfer, Polizei/Justiz, wohltätige Aktivitäten).
- Täter lassen ungern verfolgbare Spuren zurück (Kontaktaufnahme selten telefonisch, keine echten Ortsadressen, keine Mail-Accounts bei lokalen Providern, keine Websites mit authentischem Impressum).



**Selbst die gute alte „Nigeria-Connection“ will einfach nicht aussterben: Scammer bieten unbedarften E-Mail-Nutzern Anteil an überraschend aufgetauchten millionenschweren Nachlässen an. Ob heute wirklich noch jemand auf solche Luftschlösser hereinfällt?**

konnte durch unser sensibles Sicherheitssystem erfolgreich gestoppt werden. Deshalb haben wir Ihr Konto vorübergehend eingeschränkt. Um die Limitierung aufzuheben, müssen wir Sie bitten, sich zu identifizieren. Dazu folgen Sie dem untenstehenden Link: [https://....de/...] Vielen Dank für Ihre Mithilfe ... Die Verifizierung muss bis zum 31.03.2014 durchgeführt werden, ansonsten wird Ihr Konto dauerhaft gesperrt.“

Der Kunde klickte auf den Link. Daraufhin öffnete sich eine Eingabemaske, die ihn nach seinen Kontoverbindungsdaten sowie nach der PIN des Telefonbankings fragte. Fast einen Monat später rief der unbekannte Täter bei der Bank an und gab sich unter Verwendung der mitgeteilten Zugangsdaten als der Kunde aus. Sodann plünderte er dessen Konto und erbeutete 7200 Euro. Der Kunde verklagte daraufhin seine Bank auf Erstattung. Dabei ging er allerdings leer aus.

Das Landgericht (LG) Essen wies seine Klage mit der Begründung ab, dass er grob fahrlässig gehandelt habe [4]: Der unberechtigte Zahlungsvorgang sei nur aufgrund des unvorsichtigen Verhaltens des Kunden möglich gewesen. Einem durchschnittlichen Online-Banking-Nutzer müsse bekannt sein, dass Kriminelle Phishing-Mails verschicken und sich dabei als Bank ausgeben. Ebenso bekannt sei, dass Banken niemals per E-Mail zur Preis-

gabe ihrer Zugangsdaten auffordern. Auch das Oberlandesgericht (OLG) Hamm sah dies in der Berufung so. Aufgrund eines Hinweisschreibens des OLG nahm der Kläger seine Berufung zurück [5].

Erst rund zwei Jahre zurück liegt der Fall einer Phishing-Mail an eine bayerische Empfängerin, die mit ihrem Mann ein gemeinsames Konto mit mobileTAN-Authentifikation (mTAN) nutzte. Die Mail forderte zum Anklicken eines Links auf, damit die notwendige Umstellung des Zugangs auf SEPA erfolgen könne – ohne diese Aktualisierung laufe der Zugang bald ab.

Nachdem die Frau der Aufforderung nachgekommen war und Namen, Konto sowie Telefonnummer angegeben hatte, klingelte ihr Telefon. Eine angebliche Mitarbeiterin der Bank war am Apparat. Sie forderte die Bankkundin auf, einige Nummern zu notieren, und wies sie darauf hin, dass sie gleich eine SMS mit einer Reihe von Ziffern erhalten werde. Diese solle sie vergleichen und der Anruferin die letzte Zahl mitteilen. Die SMS, die sie bekam, lautete „Die mobileTAN für Ihre Überweisung von 4444,44 EUR auf das Konto ... mit BIC ... lautet: 253844“. Ohne zu zögern nannte die Frau das Gewünschte. Die Betrüger konnten daraufhin die Überweisung der genannten Summe vom Konto des Ehepaars zu einer Bank im Ausland veranlassen.

Die Eheleute verlangten von ihrer Bank die Erstattung des Schadens. Diese weigerte sich. Das Amtsgericht (AG) München wies die Klage der Kontoinhaber ab und begründete dies damit, dass die Preisgabe der TAN am Telefon grob fahrlässig gewesen sei – zumal die Bank vor genau dieser Masche auf ihrer Internetseite ausdrücklich gewarnt hatte [6]. Spätestens nach Lektüre der SMS hätte die Bankkundin stutzig werden müssen: Die sagte ja klar, dass es sich bei der Ziffernfolge um eine mTAN handle, die eine konkrete Zahlung auslöst. Das LG München I schloss sich dem Urteil an und wies die Berufung des Ehepaars zurück [7].

In einem anderen Fall hatten Kriminelle einen Trojaner auf dem Rechner eines Bankkunden platziert. Als er die Webseite seiner Bank aufrief, forderte die Schadsoftware ihn vorab zur Eingabe von 120 TANs in seinen Rechner auf. Daraufhin nahmen die Täter Zugriff auf das Konto und führten drei Transfers im Wert von insgesamt 770 Euro aus.

Hierzu entschied das LG Düsseldorf, dass die Bank nicht dafür aufzukommen brauchte [8]: Die Eingabe einer Vielzahl von TANs im Rahmen des genannten Pharming-Angriffs sei grob fahrlässig gewesen. Normalerweise wird beim Online-Banking für jede Buchung nur eine TAN abgefragt; dem Kunden hätte auffallen müssen, dass etwas nicht stimmt.

Dass von Bankkunden einiges an kritischem Verstand erwartet wird, zeigt auch eine Entscheidung des LG Köln: Betrüger hatten einen Bankkunden auf eine nachgebildete Eingabemaske für eine TAN umgeleitet, nachdem dieser vermeintlich die korrekte Webadresse seiner Bank aufgerufen hatte. Die Täter veranlassten eine Überweisung in Höhe von 9352 Euro an eine schottische Bank. Der Kunde blieb auf seinem Schaden sitzen.

Das AG Köln und das LG in der Domstadt als Berufungsinstanz entschieden einhellig, dass die Bank den Betrag nicht zu erstatten brauche. Die grobe Fahrlässigkeit des Kunden ergab sich aus Sicht der Richter daraus, dass etliche Ungewöhnlichkeiten des Bankingvorgangs ihn hätten stutzig machen müssen [9]: So hatte das System den Anmeldevorgang dreimal abgebrochen, wobei ungewöhnliche Meldungen zu sehen waren. Nach den drei erwähnten Fehlversuchen wurde der Kunde zur Preisgabe einer TAN aufgefordert, obwohl er gar keine Überweisung vornehmen wollte.



## Geistershops

Dass es insbesondere bei eBay und unter den freien Anbietern auf der Amazon-Plattform nicht nur seriöse Verkäufer gibt, ist allgemein bekannt. Beliebt ist etwa das kurzfristige Einrichten hochprofessionell gestalteter Fake-Shops, die massenhaft begehrte Artikel vermeintlich zu Spottpreisen feilbieten. Auf die Vorkasse-Bestellungen hin wird dann tatsächlich entweder gar nichts oder minderwertiger Ramsch geliefert.

Die geleimten Nutzer haben zwar gegenüber den Tätern einen Anspruch auf Schadenersatz gemäß § 823 Abs. 2 BGB in Verbindung mit § 263 StGB. Der lässt sich aber meist nicht durchsetzen, weil die Kriminellen ihre Identität erfolgreich verschleiern. Vorsicht ist immer dann geboten, wenn einzelne Anbieter begehrte Neuware zu Dumpingpreisen ausschließlich per Vorkasse feilbieten. Gelegentlich wird zur Tarnung scheinbar auch ein alternativer Zahlungsweg genannt – dieser wird dann aber für den

konkreten Kauf aus fadenscheinigen Gründen abgelehnt, etwa wegen einer angeblichen technischen Störung beim Kreditkarteninkasso.

Wenn es um deutschsprachige Shops im Web geht, sollten bereits beim Fehlen des vorgeschriebenen Impressums alle Warnlampen bei Kaufinteressenten leuchten. Einige Verbraucher-Informationsangebote im Internet liefern weitere beachtenswerte Hinweise für den Umgang mit Online-Shops (siehe [ct.de/yu7n](http://ct.de/yu7n)).

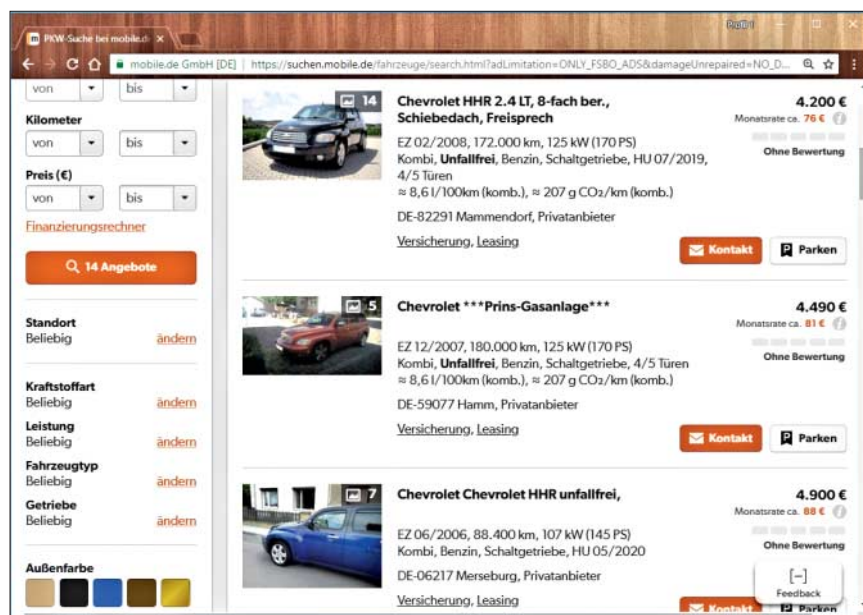
## Nepper-Paradies: Online-Autohandel

Ein besonders goldenes Pflaster für Online-Betrüger sind Autoverkaufsportale wie [mobile.de](http://mobile.de). Kaufinteressenten ködert man gern mit ungewöhnlich günstigen Exemplaren begehrter Automodelle, gern auch gesuchten Oldtimern, die im Ausland stehen und gegen Zahlung per Bargeldtransferdienst oder Auslandsüberweisung von Deutschland aus erworben werden sollen. Sowohl der angebliche Verkä-

fer als auch mit der Lieferung angeblich beauftragte Spediteure oder Reedereien erweisen sich dann allzu oft als Fantasiegebilde – das Geld des Käufers ist auf Nimmerwiedersehen verloren. Wie bei allen anderen gängigen Neppereien gilt es auch hier die simple Tatsache zu beherzigen: Was zu schön klingt, um wahr zu sein, das ist eben nicht wahr.

Um arglose private Gebrauchtfahrzeugverkäufer einzufangen, grasen ganze Heerscharen von Betrügern die Verkaufsportale ab und geben sich als nur allzu zahlungsbereite Kaufinteressenten aus – oft mit immer denselben Texten. Der Erstkontakt zum Anbieter erfolgt meistens per SMS an dessen Mobilfunknummer; seine Antwort wird per E-Mail an eine Adresse bei einem internationalen Gratis-Provider, meist Gmail oder Hotmail, erwartet. Der angeblich im nahen westlichen Ausland sitzende vermeintliche Interessent will weder das Fahrzeug sehen, noch interessieren ihn Details außer vielleicht dem Transportgewicht.

Anzeige



Fahrzeug-Handelsportale sind nicht nur bei seriösen Anbietern und Kaufinteressenten beliebt, sondern auch bei Betrügern. Die locken etwa mit gefälschten Schnäppchen oder wollen Verkäufer verleiten, sich auf windige Zahlungskunststückchen einzulassen.

Er hält sich nicht mit Feilschen auf und zahlt per Vorkasse-Scheck.

Dieser Scheck kommt dann oft aus einem anderen Land als dem zuvor genannten. Meistens ist er über einen höheren Betrag ausgestellt als erforderlich. Das überzählige Geld soll der Verkäufer entweder per Bargeldtransferdienst an einen Spediteur oder anderen Mittelsmann schicken oder jemandem, der das Fahrzeug abholt, in bar aushändigen. Fast schon unnötig zu sagen, dass sämtliche Adressdaten und Namen gefälscht sind und der erhaltene Scheck platzt, sobald kein Zugriff mehr auf den „Käufer“ möglich ist. Die Bank des Verkäufers bucht die Schecksumme zurück [10]. Der geprellte Verkäufer hat im schlimmsten Fall dann weder Fahrzeug noch Kaufpreis; zusätzlich hat er noch eigenes Geld hinzubezahlt.

Nach Auskunft der Deutschen Bundesbank löst in der Regel nur die Bezugsbank einen Scheck ein – alle anderen Banken nehmen Schecks nur zum Inkasso entgegen und führen die Gutschrift auf dem Girokonto des Empfängers unter Vorbehalt durch, erkennbar an Vermerken wie „Eingang vorbehalten“. Ob und gegebenenfalls zu welchen Bedingungen ein Geldinstitut den Einzug eines fremden Schecks übernimmt, hängt von den Geschäftsbedingungen des Instituts ab. Da es kein grenzüberschreitendes Scheckinzugsverfahren gibt, erfolgt das Inkasso von Auslandsschecks in

der Regel über Korrespondenzbanken. Wenn die ausländische Bank den Scheck mangels Deckung nicht einlöst, wird der Scheckbetrag rückbelastet. Bis wann genau eine solche Rückbelastung zu befürchten ist, kann nur das jeweilige Geldinstitut im konkreten Fall sagen.

Ähnliche Maschen wie die beschriebene gibt es auch in Verbindung mit Auslandsüberweisungen aus Ländern außerhalb der Europäischen Union; auch hier verschleiern die „Kaufinteressenten“ bei der Kontaktaufnahme ihre tatsächliche Nationalität. Diese Überweisungen kommen meistens von gekaperten Konten; die Betrüger haben sich den Zugriff darauf über Identitätsdiebstahl verschafft. Wer sich als Verkäufer auf ein Geschäft mit einem ausländischen Interessenten einlassen und sichergehen will, besteht, falls Barzahlung gegen Abholung nicht möglich ist, auf einer Vorabzahlung über einen Bargeldtransferdienst wie Western Union – solche Zahlungen lassen sich, wenn sie einmal erfolgt sind, nicht zurückholen.

Auch bei den beschriebenen Autokauf-Neppereien ist die rechtliche Situation des Opfers, nachdem es Geld bezahlt hat, schwierig. Zivilrechtliche Ansprüche gegen die Täter wegen unerlaubter Handlung gemäß § 823 Abs. 2 BGB in Verbindung mit Betrug gemäß § 263 StGB lassen sich aus den schon zuvor beschriebenen Gründen kaum durchsetzen.

Ein Anspruch des Kunden gegen seine Bank auf Schadenersatz wegen Verstoßes gegen ihre Pflichten aus dem Zahlungsdiensterahmenvertrag gemäß § 280 Abs. 1 BGB und § 675f Abs. 2 BGB kommt nur in Betracht, wenn diese nicht zum Annullieren der Gutschrift berechtigt gewesen ist. Wenn aber das Geld nicht vom Kontoinhaber oder mit dessen rechtmäßiger Vollmacht auf das Konto des Empfängers überwiesen wurde, kann die kontoführende Bank des Empfängers die Buchung rückgängig machen. Entsprechende Klauseln zur Korrektur fehlerhafter Gutschriften haben auch deutsche Banken in ihren allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB).

## Vorsicht statt Nachsehen

Die genannten Maschen sind nur Beispiele für Neppmethoden, die nicht neu, aber für viele Täter noch immer erfolgreich sind. Es gibt für Internet-Nutzer darüber hinaus zahllose weitere Gelegenheiten, auf Betrüger hereinzufallen. Da das Netz keine Grenzen kennt, verschafft es international aktiven Tätern einen entscheidenden Vorsprung vor Ermittlungs- und Strafverfolgungsbehörden – ganz zu schweigen von Zivilgerichten. Was man im Netz stets beherzigen sollte, ist daher keineswegs etwas speziell Rechtliches: Jede Kommunikation mit fremden Partnern genau analysieren, vor jeder Klick-Aktion und erst recht vor jeder Zahlung maximales Misstrauen hegen und nie eine Behauptung glauben, nur weil sie plausibel klingt. (psz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Daniel Bachfeld, Generation TAN, Der Online-Banking-Ratgeber, c't 14/2011, S. 90
- [2] Pressemitteilung des Digitalverbands Bitkom vom 7.5.2018 (alle Online-Fundstellen siehe ct.de/yu7n)
- [3] Unbefugte Datenverwendung: LG Essen, Urteil vom 3.2.2017, Az. 32 Kls 11/16 ab Randnummer 405; LG Bonn, Urteil vom 7.7.2009, Az. 7 Kls 01/09
- [4] LG Essen, Urteil vom 4.12.2014, Az. 6 O 339/14
- [5] OLG Hamm, Hinweis schreiben vom 16.3.2015, Az. 31 U 31/15
- [6] AG München, Urteil vom 5.1.2017, Az. 132 C 49/15
- [7] LG München I, Beschluss vom 16.6.2017, Az. 32 S 1552/17
- [8] LG Düsseldorf, Urteil vom 27.3.2014, Az. 21 S 211/13
- [9] LG Köln, Urteil vom 30.7.2015, Az. 15 O 505/14
- [10] Pressemeldung der Polizeiinspektion Wismar vom 24.3.2017 zum Schecktrick bei Autoportalen

**Entscheidungen und Hinweise:**  
ct.de/yu7n

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)

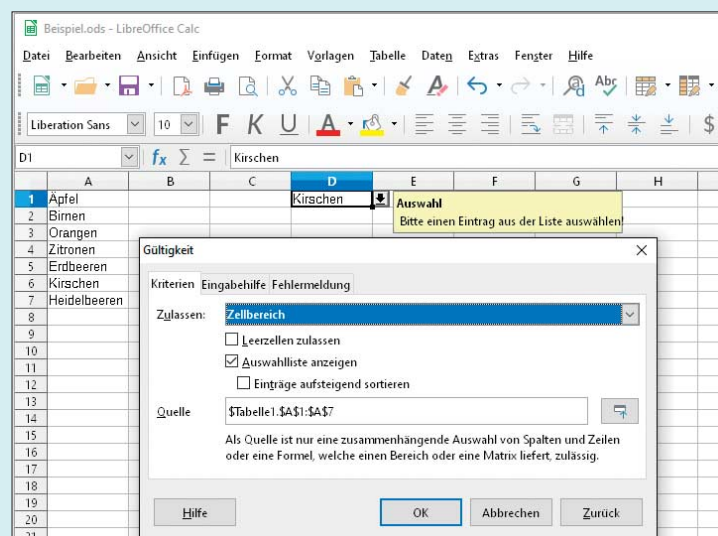
  [c't magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

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

## Auswahlliste in LibreOffice Calc erstellen

**?** In einer Calc-Tabelle, in die Kollegen Daten eintragen sollen, möchte ich in einigen Feldern eine feste Auswahl an Produkten als Liste anbieten, aus der die Nutzer jeweils eines übernehmen sollen. Die Produktliste möchte ich in einer Spalte der Tabelle selbst festlegen und diese später ausblenden, damit sie nicht stört.



Über die Gültigkeitsprüfung lassen sich in LibreOffice Calc sehr einfach Auswahllisten mit vorgegebenen Daten festlegen.

Wenn ich nun über die Symbolleiste mit den Formular-Steuerelementen ein Listefeld erstelle, gibt es nur die Möglichkeit, eine Datenbank als Datenquelle auszuwählen. Wie kann ich stattdessen die Daten aus meiner Liste einfügen?

**!** Das klappt auf einem anderen Weg, ohne ein Steuerelement erzeugen zu müssen. Selektieren Sie zunächst die für die Eingabe vorgesehene Zelle und wählen Sie Daten/Gültigkeit. Im Dialog stellen Sie dann unter „Kriterien“ ein, dass ein Zellbereich zugelassen werden soll. Positionieren Sie nun den Cursor ins Feld „Quelle“ und markieren Sie innerhalb der Tabelle Ihre Produktliste.

Über den Reiter „Eingabehilfe“ können Sie einen Hilfetext wie „Bitte einen Eintrag aus der Liste auswählen!“ ausgeben lassen, der erscheint, sobald der Nutzer das Feld selektiert. Um Fehleingaben zu vermeiden, sollten Sie außerdem im Reiter „Fehlermeldung“ im Feld „Aktion“ einstellen, dass diese angehalten werden soll. Dabei können Sie einen beliebigen Text für die Fehlermeldung festlegen, zum Beispiel „Fehler“ als Titel der Meldung und „Ungültige Eingabe!“ als Text. Dies erscheint dann als Hinweis, falls der Nutzer andere Daten über die Tastatur eingeben will. Ohne diese Prüfung würde die Tabelle auch sie übernehmen. (db@ct.de)

## Android 9 mit Gesten steuern

**?** Mit Android 9 (Pie) hat Google auch eine neue Gestensteuerung eingeführt. Auf meinem aktualisierten System ist aber nur die alte Navigationsleiste mit den drei Standardschaltflächen zu sehen. Woher bekomme ich die neue Bedienung?

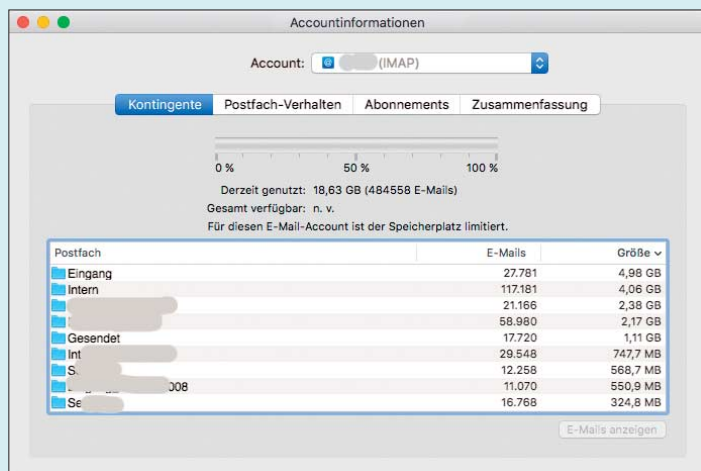
**!** Die neuen Wischgesten für die Android-Bedienung sind nur im Pixel-Launcher verfügbar, alternative Oberflächen kommen damit noch nicht zu recht. Google hat die Gestensteuerung zudem gut versteckt; aktiviert wird sie bei einem Update auf Android 9 nicht zwingend automatisch. Um sie anzuknippen, öffnen Sie die Einstellungen und scrollen bis zum Menüpunkt „System“. Dort öffnen Sie dann den Punkt „Bewegungen“ und tippen „Auf Startbildschirm nach oben wischen“ an. Hier wird nun die Gestensteuerung kurz erklärt. Stellen Sie den Schiebeschalter auf „Ein“ und schließen Sie die Einstellungen. (asp@ct.de)

## Apple Mail verstopft SSD

**?** Die SSD meines Mac ist mit 256 Gigabyte leider vergleichsweise klein: In meinem Library-Ordner hat der Ordner Mail die stattliche Größe von 137 Gigabyte angenommen. Offenbar versucht die Anwendung auf meiner SSD einen Spiegel der Inhalte unseres IMAP-Servers anzulegen. Kann man diesen Eifer bremsen?

**!** Das aggressive Cachen kann man Apple Mail nicht abgewöhnen. Ebenso wenig gelingt es, ausgesuchte IMAP-Ordner zu abonnieren, wie es in anderen Mail-Programmen üblich ist. Es gibt aber einen Trick, der etwas Linderung bringen kann: In den Einstellungen für ein IMAP-Konto gibt es das Feld „Präfix“. Bei Cyrus-IMAP-Servern genügt es, dort gemeinhin „INBOX“ einzutragen und Apple Mail sieht nur noch die persönlichen Ordner, nicht jedoch irgendwelche für Arbeitsgruppen freigegebene Bereiche. Wie sich das verteilt, finden Sie über die Funktion „Accountinformationen“ im Kontextmenü eines Postfachs heraus.

Nach den entsprechenden Konfigurationsänderungen bleibt der schon annexierte Platz allerdings zunächst belegt. Beim Freigeben hilft eventuell „Wiederherstellen“ im Menü „Postfach“. Passiert nach einigen Stunden nichts, bleibt nur



Einen Überblick über die Platzfresser in Library/Mail, also dem Cache von IMAP-Daten, liefert die Funktion „Accountinformationen“ in Apple Mail.

eine App, die Fotos direkt für Lightroom am Desktop hochlädt. (jube@ct.de)

## Prepaid-Guthaben auszahlen lassen

**?** Ich habe einige Prepaid-Karten, die ich nur für eingehende Anrufe nutze. Eine davon ist nun offenbar abgelaufen, weil sie nie aufgeladen wurde. Ich weiß, dass ich noch knapp 10 Euro Guthaben drauf hatte. Der Anbieter weigert sich aber, das zu erstatten und sagt, die Karte habe kein Guthaben aufgewiesen. Wie kann ich mich wehren?

**!** Grundsätzlich haben Sie einen Anspruch darauf, sich ein bestehendes Prepaid-Guthaben nach Kündigung des Vertrags in voller Höhe auszahlen zu lassen. Allerdings darf der Anbieter die Kosten für eine Rufnummernportierung vom Konto abbuchen, wenn Sie diese in Auftrag gegeben haben.

Sie sagen, Sie hätten die Karte „nie aufgeladen“ und nur eingehende Gespräche geführt. Dann haben Sie wahrscheinlich nur das Startguthaben auf dem Konto gehabt. In den AGB schließen die Anbieter eine Erstattung dieses Guthabens und anderer Aktionsgutschriften aber regelmäßig aus. Guthaben können Sie sich maximal in der Höhe erstatten lassen, in der Sie sie eingezahlt haben; der Kaufpreis der SIM-Karte gilt dabei nicht als Einzahlung. (uma@ct.de)

## TPM beim Ryzen-Bauvorschlag

**?** Ich habe den Bauvorschlag für den Ryzen-Allrounder aus c't 26/2017 nachgebaut. Für die Datenträgerverschlüsselung Bitlocker von Windows 10 Pro habe ich mir ein Trusted Platform Module (TPM) gekauft. Allerdings passt es nicht auf das Mainboard, weil die von c't empfohlene Grafikkarte den zugehörigen Anschluss blockiert.

**!** In der Tat wird der 13-polige Pfostenanschluss für ein TPM auf dem Mainboard MSI X370 SLI Plus vom großen Kühler der GeForce GTX 1070 verdeckt. Das ist aber kein Problem, weil Sie den Pfostenanschluss gar nicht benötigen. Alle Ryzen-Prozessoren enthalten ein sogenanntes Firmware-TPM (fTPM).

das Aufräumen per Hand: Im Verzeichnis Library/Mail/V3 finden Sie für jedes Konto ein Unterverzeichnis. Beenden Sie Mail, löschen Sie das Verzeichnis und starten Sie Mail erneut. Nun sollte der von Mail beim nächsten Start automatisch neu angelegte Ordner nicht mehr so sehr anschwollen. (ps@ct.de)

## Fotos vom Android-Phone auf den PC übertragen

**?** Ich möchte meine Schnappschüsse oder Videos vom Android-Smartphone auf einen Windows-Rechner übertragen. Wie geht das am einfachsten?

**!** Die simpelste Lösung ist, das Smartphone per USB-Kabel an den PC anzuschließen und die Mediendaten rüberzuziehen. Damit das funktioniert, muss man das Smartphone nach dem Anschließen als Datenspeicher definieren und den Zugriff durch den Rechner erlauben. Tut man das nicht, lädt das Gerät zwar, der Rechner erkennt es jedoch nicht. Die meisten Android-Phones öffnen direkt nach dem Anschließen einen Dialog, in dem man den Verbindungsmodus auswählen kann. Ansonsten versteckt sich dieser im Statusleistenmenü. Sobald der Datenübertragungsmodus aktiv ist, erkennt der PC das Gerät als Laufwerk. Darauf finden sich im Ordner „DCIM“ Bilder, Videos und Screenshots; letztere manchmal auch im Ordner Pictures. Statt einer Kabelverbindung kann man auch Bluetooth verwenden. Dazu müssen Smartphone und PC miteinander gekoppelt werden.

Wer Instant Messenger wie WhatsApp oder Telegram auf dem Smartphone sowie als Client auf dem Rechner benutzt,

kann üblicherweise Dateien wie Fotos und Videos einfach an sich selbst schicken. Die Messenger-Apps komprimieren Fotos aber häufig vor dem Versenden. Die Qualität der Bilder leidet – je nach Auflösung des Originals – durch die Übertragung also mitunter enorm.

Ein guter Mittelweg ist und bleibt die gute alte E-Mail. Fotos auf dem Smartphone als Anhang in eine Mail packen, E-Post an die eigene Mail-Adresse schicken, Anhang aus dem PC aus dem Mail- oder Browser-Client herunterladen, fertig. Beachten sollte man hier nur, dass Browser-Mail-Dienste oft die Maximalgröße der E-Mail-Anhänge limitieren. Selbst wenn es keine Größenbeschränkung beim Anhang gibt, kann es bei zu großen Dateien zu Übertragungsproblemen kommen.

Ein anderer Übertragungsweg ist die Übertragung per Speicherkarte – sofern vorhanden. Wenn eine SD-Karte im Smartphone steckt, kann man diese entweder als Standardspeicherort für Fotos auswählen oder man verschiebt die Dateien vom internen Speicher auf die Karte. Danach kann man die Karte aus dem Telefon entnehmen und in ein mit dem Rechner verbundenes Lesegerät stecken. Von dort aus zieht man die Daten dann auf den PC. Wenn die SD-Karte verschlüsselt ist, lässt sie sich nur im Smartphone lesen und beschreiben.

Ein weiterer Weg ist die automatische Synchronisation von Bilder- und Screenshot-Ordern mit Online-Speicherdiensten wie Dropbox oder OneDrive. Die meisten der offiziellen Clients bieten eine Option, um Fotos automatisch hochzuladen. Alternativ hat der Anbieter MetaCtrl sechs Apps im Angebot, die das automatisch im Hintergrund erledigen. Wer Adobes Lightroom-Cloud nutzt, findet in Lightroom CC

Dieses fTPM enthält alle Funktionen für den Standard TPM 2.0 und lässt sich im BIOS-Setup aktivieren. Prüfen Sie, ob dort unter „Overclocking/CPU-Features“ die Option „BIOS PSP Support“ auf „Enabled“ steht und somit der in der CPU integrierte AMD Secure Processor aktiv ist. Im zweiten Schritt schalten Sie unter „Settings/Security/Trusted Computing“ den „Security Device Support“ an.

Speichern Sie die Einstellungen im BIOS-Setup mit F10 und booten Sie Windows. Ob das TPM dort erkannt wird, können Sie leicht mit der Microsoft Management Console prüfen. Geben Sie dafür im Suchfeld tpm.msc ein und bestätigen mit Enter. Im Feld Status können Sie ablesen, ob das TPM aktiv ist. (chh@ct.de)

## Android und Exchange

**?** Ich habe meinen Mail-Account beim Provider auf ActiveSync hochgestuft, um auch Termine und Kontakte darüber abzugleichen. Der Exchange-Client von Android soll aber so schlecht sein, dass ich lieber auf zusätzliche Apps ausweiche.

**!** Diese Empfehlung galt tatsächlich viele Jahre lang. Per Exchange/ActiveSync gleicht man über einen einzigen Account direkt Mail, Termine und Adressen mit dem Android-System ab. Doch der Exchange-Client von Android kannte nur einen Kalender und ein Adressbuch mit wenigen Feldern pro Konto. Empfehlenswert waren dann Apps wie Nine von 9Folders oder AquaMail.

Inzwischen hat Google aufgeholt und einen zeitgemäßen Exchange-Abgleich in Gmail eingebaut, der problemlos nicht nur mit Office 365 (auch in der Deutschland-Variante) und gehostetem Exchange synchronisiert, sondern auch mit ActiveSync-kompatiblen Systemen wie OpenXChange, das viele Provider nutzen, beispielsweise mailbox.org, 1&1 und Strato. Die Synchronisierung von Kontakten und Kalendern ins Android-System lässt sich dabei nach Wunsch ein- oder ausschalten. Gmail synchronisiert auch ActiveSync-Aufgaben und hat dafür wie Nine eine eigene rudimentäre Oberfläche, denn Android bietet keine systemweite Aufgaben-Synchronisierung.

In einigen Punkten liegen die alternativen Apps allerdings weiter vorne, beispielsweise bietet Nine umfangreichere Widgets und hat eine kumulierte Ansicht

von Terminen, Aufgaben und als wichtig markierten Mails. Zudem hat Nine eine eigene Termin- und Adressverwaltung, sodass man die App quasi als Exchange-Container verwenden kann, ohne diese Daten komplett für alle Apps ins Android-System zu synchronisieren. (jow@ct.de)

## „Ultimative Leistung“ unter Windows 10

**?** Angeblich kann man bei PCs mit Windows 10 jetzt einen „Ultimate Performance Mode“ einstellen. Wie geht das und was bringt es?

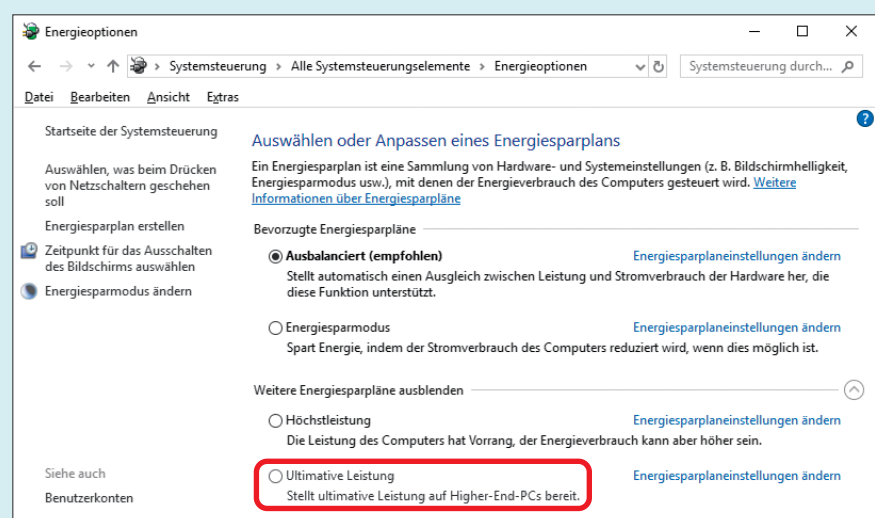
**!** Microsoft hat vor einigen Monaten die Spezialversion Windows 10 Pro for Workstations herausgebracht, die anders als Windows 10 (Pro) bis zu 6 TByte RAM und vier physische Prozessoren nutzen kann – ähnlich wie bestimmte Varianten von Windows Server. Bei Windows 10 Pro for Workstations gibt es einen Energiesparplan, der anderen Windows-10-Versionen fehlt: Er heißt „Ultimative Leistung“ (Ultimate Performance Mode). Der Name verspricht noch mehr Performance als der sonst mögliche Energiesparplan „Höchstleistung“, laut Microsoft vermeidet er insbesondere sogenannte Mikrolatenzen, also durch Stromsparfunktionen verzögert startende Prozesse.

Der Energiesparplan lässt sich auch bei anderen Windows-10-Versionen ab 1803 (April Update) herbeizaubern. Starten Sie dazu eine Kommandozeile (cmd.exe) mit Administratorrechten (Rechtsklick) und geben Sie die dort den Befehl `powercfg -duplicatescheme e9a42b02-d5df-`

448d-aa00-03f14749eb61 ein. Jetzt können Sie die Kommandozeile wieder schließen und öffnen „Energiesparplan auswählen“. Wenn Sie den Modus Ultimative Leistung nicht sehen, klicken Sie auf „Weitere Energiesparpläne einblenden“. Manchmal erscheint er wohl erst nach einem Neustart. Jedenfalls reicht es, wenn Sie anschließend „Ultimative Leistung“ auswählen.

Wir haben den vermeintlichen Supermodus mit unseren Desktop-PC-Bauvorschlägen mit Intel Core i5-8400 und AMD Ryzen 7 1700 ausprobiert. Im Vergleich zum voreingestellten Sparplan „Ausbalanciert“ stieg die Leistungsaufnahme im Leerlauf um jeweils 0,6 bis 1 Watt. Im Cinebench R15 (CPU-Performance) und mit Iometer (SSD-Durchsatz und IOPS an SATA, PCIe x4 und USB 3.1 Gen 2) zeigten sich keine Änderungen, die über die üblichen Schwankungen hinausgingen. Nur in einem (Teil-)Benchmark und beim Ryzen-PC gab es einen nennenswerten Effekt: Der „Responsiveness“-Teil des BAPCo SYSmark 2018 legte um 12 Prozent zu. Das mag durchaus mit Mikrolatenzen zu tun haben, steigert die Performance aber nicht spürbar. Der Energiesparplan „Höchstleistung“ brachte zudem praktisch dasselbe Ergebnis, ebenso wie der bei der Installation der AMD-Chipsatztreiber automatisch eingerichtete Modus „Für AMD Ryzen ausbalanciert“.

Der Tipp lautet also: Falls Ihr PC Ihrer Meinung nach unter Mikrolatenzen leidet, können Sie den Energiesparplan „Ultimative Leistung“ ausprobieren. Wenn er nichts bringt, wechseln Sie einfach wieder zum zuvor eingestellten Energiesparplan. (ciw@ct.de)



Der Energiesparplan „Ultimative Leistung“ klingt toll, bringt aber wenig.



Anzeige

# Passive NFC-Chips

## Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Julius Beineke

### Energie- und Datentransfer

**?** NFC funktioniert durch Induktion. Wie geht das? Ist das gefährlich?

**!** Passive NFC-Chips, also solche ohne eigene Stromversorgung etwa in Aufklebern, Geldkarten oder Plastik-Tags, bestehen aus einem Mikrochip, einem Kondensator und einer Antenne meist in Form einer Metallspule. Hinzu kommt bei beschreibbaren Varianten ein Speicher von derzeit bis zu vier Megabyte Größe.

Die NFC-Lesegeräte – dazu zählen auch NFC-fähige Smartphones – erzeugen ein elektromagnetisches 13,56-MHz-Wechselfeld, wenn man einen passiven Chip auflegt. Dessen Antenne nimmt die Hochfrequenzenergie auf, der Kondensator puffert sie und versorgt den Mikrochip. Um Daten zu übertragen, moduliert das Lesegerät dieses Feld, was der NFC-Chip als Daten interpretiert. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt je nach Chiptyp 106, 212 oder 424 Kilobit pro Sekunde. Das reicht für Daten wie die Chip-Seriennummer (ID), Systembefehle, Text und kleine Bilder aus. Bluetooth, WLAN & Co. sind schneller – der Clou bei NFC ist jedoch die fast unmittelbare Verbindung und Datenübertragung, ohne eigene Stromversorgung für den Chip.

Gefährlich ist das Ganze nicht – obwohl die Methode dem induktivem Laden ähnelt, wird das Energiefeld so schwach und kurz erzeugt, dass nichts erhitzt. Die geringe Feldstärke bedingt auch, dass NFC nur mit maximal zehn Zentimetern Reichweite funktioniert. Daher auch der Name NFC – Near Field Communication.

### Alltagspraxis

**?** Kann ich mit NFC-Tags kontaktlos bezahlen? Was kann ich noch machen?

**!** Das geht im Moment nur mit NFC-fähigen Geld- und Kreditkarten sowie Smartphones, die solche Karten simulieren. Dienste dafür kommen in Deutschland langsam in Gang: Apple Pay lässt auf sich

warten, Google Pay ist kürzlich in Deutschland gestartet und bereits vielerorts nutzbar. Sparkasse, Postbank und Deutsche Bank bieten ihren Kunden ebenfalls schon Smartphone-Bezahlservices an [1].

Ansonsten sind mit NFC viele Spielereien möglich. Die Chip-IDs werden etwa zu Zugangsschlüsseln für Passwortmanager [2], oder mithilfe von Apps wie Trigger (siehe [ct.de/yxnh](http://ct.de/yxnh)) zum Auslöser diverser Smartphone-Funktionen. Visitenkarten ersetzt man durch vCards und sichert sie auf NFC-Chips mit beschreibbarem Speicher. Möchte man Kontaktdaten weitergeben: einfach ein Smartphone an den Chip halten, der als Sticker auf einer Papier-Visitenkarte klebt oder in einer Smartcard steckt.

Hat man Lust zu basteln, sind die Möglichkeiten noch vielfältiger. Von NFC-Türschlössern bis zur Smart-Home-Steuerung ist eine Menge drin. Mutige können sich die Chips unter die Haut implantieren lassen und so stets dabei haben [3].

### Tracking

**?** Kann man meinen Chip – und damit mich – tracken?

**!** Das ist ein alter Mythos. Einzige Tracking-Möglichkeit für passive NFC-Chips: Liest ein Lesegerät eine Chip-ID aus, wird das im System des Lesegeräts protokolliert. Das hat seinen Sinn. Checkt man etwa per Smartcard in ein Fitnessstudio ein, kann der Betreiber das Trainingsverhalten seiner Kunden nachvollziehen; hat er mehrere Studios, kann er ein rudimentäres Bewegungsprotokoll anlegen.

Gelangen jedoch Dritte an diese Logs und die zugehörige Kundendatei, könnten sie Chip-IDs mit ihren Besitzern in Verbindung bringen. Das ließe Schlüsse auf deren Verhalten und Bewegungen zu. Kritisch kann das werden, wenn man eine Chip-ID an mehreren Stellen nutzt – etwa ein und dieselbe zum Einstempeln auf der Arbeit und zum Öffnen des heimischen NFC-Türschlosses. Wer dann an Logs aller Lesegeräte gelangt, kann viel über die Chip-Besitzer erfahren. GPS-Verfolgung oder dergleichen geht jedoch nicht.

### Sicherheit

**?** Sollte ich sensible Daten auf NFC-Chips speichern?

**!** NFC-Chips sind klein und praktisch, technisch betrachtet allerdings nicht sehr sicher. Sensible Daten sollte man nur mit großer Vorsicht darauf speichern.

Hat man einen beschreibbaren NFC-Chip, kann man dessen Schreibzugriff oft per Passwort sichern oder sogar endgültig unterbinden – gespeicherte Daten lassen sich dann nicht mehr verändern, nur auslesen. Letzteres kann aber jeder, der mit einem Lesegerät lange genug in Reichweite kommt. Hier liegt wiederum eine Sicherheitsstärke von NFC: Die meisten Chips lassen sich aus maximal drei bis vier Zentimetern auslesen. Stecken sie als Smartcard im Portemonnaie oder als Implantat unter der Haut, kann die Reichweite auf unter einen Zentimeter schrumpfen. Wer heimlich auslesen will, muss dann schon sehr nahe herankommen. Um etwa Bankkarten gerade in Anbetracht kontaktloser Bezahlungsmöglichkeiten zu schützen, gibt es signalstörende Hüllen oder Schutzkarten (siehe [ct.de/yxnh](http://ct.de/yxnh)).

Laufende Datenübertragungen können Dritte mit passendem Equipment mitschneiden. Sogenanntes Eavesdropping ist bei Funksignalen wie NFC nicht gänzlich vermeidbar. Banken, deren Apps mit NFC arbeiten, verschlüsseln aus diesem Grund üblicherweise Daten vor der Übertragung. Diese Sicherheitsvorkehrungen sind allerdings nicht inhärenter Teil von NFC. Bei so schwachen Signalen wie denen passiver NFC-Chips ist die Abhörreichweite aber üblicherweise ohnehin auf unter einen Meter begrenzt.

(jube@ct.de)

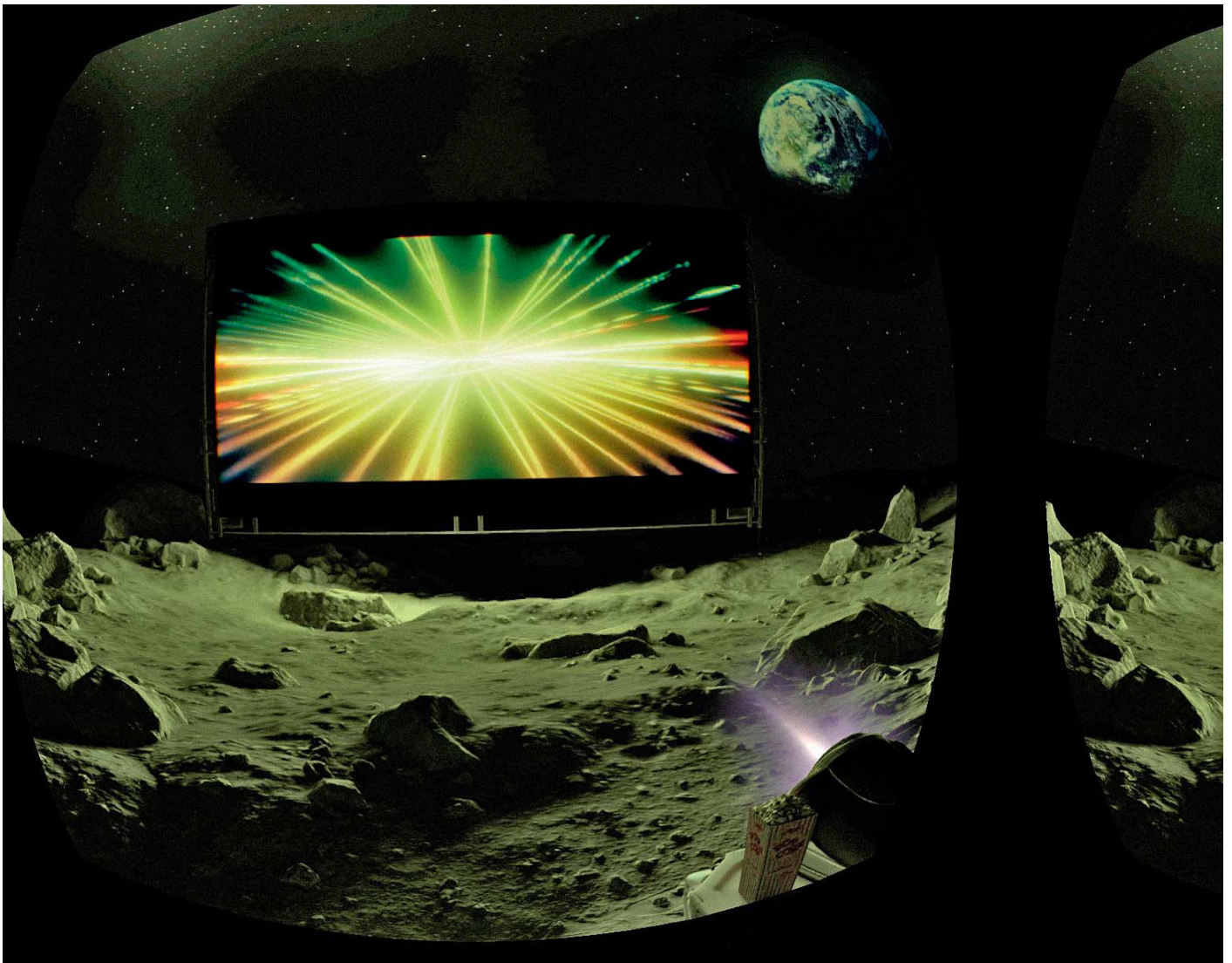
### Literatur

- [1] Jan-Keno Janssen, Stefan Porteck, Appbezahlen: Smartphone-Bezahl-Apps im Test, c't 16/2018, S. 68
- [2] Julius Beineke, Funkey: Passwortmanager unter Android mit NFC aufschließen, c't 11/2018, S. 148
- [3] Julius Beineke, Handtenne: NFC-Implantat: Ein Selbstversuch, c't 1/2018, S. 108

**Apps und Videos zu NFC:** [ct.de/yxnh](http://ct.de/yxnh)

Anzeige





# Virtual Reality to Go

## VR-Brille Oculus Go als Kino und als VR-Spielkonsole nutzen

**Mit Oculus Go ist der Einstieg in Virtual Reality so einfach und günstig wie noch nie. Wir zeigen, wie die Brille noch mehr kann als nur Apps – zum Beispiel eigene Videos abspielen oder VR-Spiele vom Steam-PC streamen.**

**Von Tomislav Bezmalinović**

**D**as Softwareangebot für die Oculus Go umfasst mehr als 1000 Apps und Spiele – das Virtual-Reality-Headset greift nämlich auf den gleichen App-Store zu-

rück wie das bereits 2015 erschienene Gear-VR-System. Anders als dieses benötigt die 220 Euro teure Oculus Go keinerlei externe Hardware, damit ist das autarke Headset der preisgünstigste und benutzerfreundlichste Einstieg in Virtual Reality (siehe Test in c't 12/2018).

Mit Oculus Go kann man obendrein viel mehr machen als Apps laufen lassen. Zum Beispiel zaubert man sich binnen Sekunden in einen virtuellen Filmpalast und schaut sich Kinofilme und Netflix-Serien auf Großleinwand an. Oder man streamt per WLAN VR-Spiele in die Brille, die eigentlich für HTC Vive oder Oculus Rift entwickelt wurden. Dieser Artikel erklärt, wie das geht.

### Großes Oculus-Kino

Oculus Go kommt mit einer vorinstallierten Medienplayer-App namens „Oculus Gallery“. Man öffnet sie, indem man im Hauptmenü „Galerie“ wählt. Neben Fotos unterstützt die App sechs Video-Modi: „2D“ für herkömmliche 2D-Filme, „3D“ für 3D-Filme wie „Avatar“ oder „Gravity“ sowie mono- und stereoskopische VR-Filme in 180 oder 360 Grad. Die Inhalte kann man sich an drei virtuellen Orten ansehen: einem großen Kinosaal, einem Heimkino oder einem Open-Air-Kino auf dem Mond. Wer will, blendet die Umgebung aus und sieht nur noch die Leinwand vor sich. Eigene Inhalte kann man per USB-Kabel vom PC auf die VR-Brille in

die Ordner „Pictures“ beziehungsweise „Movies“ laden. In Oculus Gallery sind sie anschließend unter „Interner Speicher“ abrufbar. So kann man gespeicherte Bilder und Filme auf Reisen mitnehmen und Freunden zeigen. Leider ist der interne Speicher mit je nach Modell 32 oder 64 GByte knapp und ein SD-Slot fehlt. Um dieses Problem zu lösen, will Oculus mit einem Firmware-Update demnächst Unterstützung für USB-Speichersticks nachreichen.

Oculus Gallery bietet aber auch zahlreiche Möglichkeiten, Medien per WLAN in die VR-Brille zu streamen. Mit der Option „Aufnahmen auf Telefon“ kann man Oculus Go mit dem Smartphone verbinden und Fotos und Videos vom Telefon in die VR-Brille zaubern, sofern es im gleichen WLAN hängt wie Oculus Go. Für die Handy-Verbindung gewährt man Oculus' Smartphone-App einmalig Zugriff auf das Telefon. Danach muss man sich nur noch die VR-Brille aufsetzen. Die Handy-Schnappschüsse des Tages im VR-Großformat anzuschauen ist ein Erlebnis: Besonders bei Großaufnahmen treten Details hervor, die auf dem Smartphone-Display nicht zu sehen sind.

Selbst erstellte 180- oder 360-Grad-Aufnahmen lassen sich ebenfalls vom Smartphone abspielen. Wer mit Rundum-Panorama-Apps wie Cardboard Camera oder mit einer echten Rundum-Kamera wie Samsung Gear 360 fotografiert und filmt, findet in Oculus Go ein leicht zu handhabendes Abspielgerät für das immersive Videoformat.

Facebook- und Instagram-Nutzer können Inhalte aus den sozialen Netzwerken in die VR-Brille streamen. Die Plattformen sind in Oculus Gallery integriert und setzen lediglich eine einmalige Anmeldung voraus.

## Dropbox oder DLNA

Wer massenhaft Bilder und Filme auf seinem PC gespeichert hat und mit Oculus Go anschauen möchte, hat zwei Möglichkeiten: eine Dropbox oder einen DLNA-fähigen Medienserver.

Dropbox ist bequemer, eignet sich aber mit einem kostenlosen Account eher für Bilder als für Filme – will man mehr als 2 GByte Speicher, kostet das mindestens 10 Euro im Monat. Filme deponiert man besser auf dem heimischen PC, auf einem NAS oder einer Fritzbox mit einem DLNA-Medienserver.

Neben Oculus Gallery gibt es dedizierte Medienwiedergabe-Apps anderer Anbieter, zum Beispiel das kostenlose Plex VR. Eine Besonderheit der App ist, dass man Filme gleichzeitig mit anderen Oculus-Go-Nutzern zusammen schauen kann. Wer keinen Plex-Server einrichten möchte, nimmt die ebenfalls kostenlose App Skybox VR. Hat man das Programm auf dem PC installiert, muss man nur noch die Filme auswählen, die man vom Rechner in die Oculus Go streamen möchte.

Ein Nachteil von Plex VR und Skybox VR gegenüber Oculus Gallery ist, dass sie zwar alle gängigen Videoformate, aber keine Bilder darstellen. Praktisch: Alle drei Apps bieten einen Void-Modus, in dem man sich Filme auch im Liegen anschauen kann.

Eine weitere Möglichkeit, sich PC-Inhalte in der Oculus Go anzusehen, bietet die VR-App Bigscreen Beta. Sie wird wie Plex VR und Skybox VR einmal auf Oculus Go und einmal auf dem PC installiert und streamt den PC-Desktop in die VR-Brille. Andere VR-Nutzer können sich wie bei Plex VR auf der virtuellen Couch hinzugesellen.

Hochwertige Filme und Dokumentationen in 180 oder 360 Grad findet man auch auf den Videoplattformen Within, Jaunt VR und Amaze. Die beeindruckendste Bildqualität bietet die VR-App NextVR, deren Inhalte mit einer eigens entwickelten High-End-VR-Kamera aufgenommen wurden. Bei YouTube gibt es sowohl konventionelle als auch Rundum-Clips zu sehen. Auf die Videoplattform kann man zurzeit nur mit dem Go-Browser zugreifen. Die dedizierte YouTube-VR-App ist nur für Gear VR erhältlich.

## Oculus Go als VR-Spielkonsole

Statt Bilder und Filme lassen sich auch PC-Spiele über Steam ins VR-Heimkino projizieren. So kann man auf dem realen Bett liegend auf einer 180 Zoll großen virtuellen Leinwand zocken.

Für das Spiele-Streaming muss die Android-Version von Steam Link auf der Oculus Go installiert werden. Wie das geht, erklärt der Kasten auf Seite 152. Zum Spielen wird des Weiteren ein Steam-kompatibles Gamepad benötigt, das mit dem PC gekoppelt wird. Wer noch kein solches Gamepad besitzt, dem empfehlen wir die Anschaffung eines Xbox-One-S-Controllers mit Bluetooth. Das Gamepad

## Empfehlenswerte 360-Grad-Videos

**I, Philip:** In diesem preisgekrönten VR-Film erlebt man die Welt durch die Augen eines Androiden, der dem Sci-Fi-Autor Philip K. Dick nachempfunden ist. Was die Schöpfer der künstlichen Intelligenz nicht wissen: Das System entwickelt ein Bewusstsein und erinnert sich früherer Lebensereignisse des Autors. So entdeckt der Zuschauer, was es heißt, ein Mensch zu sein. Erhältlich in der VR-App „Arte360 VR“.



**Space Explorers:** Diese zweiteilige Dokumentation ist das neueste Werk des renommierten VR-Realfilmstudios Felix & Paul. In teils spektakulären Aufnahmen begleitet man Astronauten der NASA, die sich am Boden, in der Luft und unter Wasser auf ihre Weltraummission vorbereiten. Die gleichnamige App findet man im Oculus Store. Sie kostet 3 Euro.



**Rose-Colored:** Wie sähe eine Welt aus, in der sich mittels Augmented Reality sämtliche Aspekte des Lebens schönfärben lassen? Eine verliebte, junge Frau macht die unheimliche Entdeckung und muss erkennen, dass sie in einer Scheinrealität lebt. Rose-Colored ist ein dystopischer Sci-Fi-Film in der Tradition der Black-Mirror-Serie. Er ist in der VR-App „Jaunt VR“ erhältlich.





kann auch mit Oculus Go gekoppelt und für Go-Spiele mit Gamepad-Support benutzt werden. Da auch eine ältere Version des Xbox One S Controllers ohne Bluetooth im Handel ist, sollte man vor dem Kauf sicherheitshalber beim Händler nachfragen.

Wer möchte, kann sogar VR-Spiele von Steam über das heimische WLAN in die Oculus Go streamen. Das funktioniert allerdings nur bei VR-Spielen, die Gamepad-Unterstützung bieten, wie zum Beispiel Skyrim VR, die VR-Version von Hellblade: Senua's Sacrifice und die Weltraumsimulation Elite: Dangerous. Der Grund: Die meisten SteamVR-Spiele sind für die Bewegungscontroller von

HTC Vive und Oculus Rift entwickelt worden, Oculus Go bietet hingegen nur einen Hand-Controller ohne Raum-Erfassung.

Für das Streaming von SteamVR-Spielen gibt es zwei Programme: das kostenlose „Air Light VR“ (kurz: ALVR) und „VRidge“ in der Vollversion für 15 Euro. Weiter werden ein VR-fähiger Rechner, Windows 10, ein leistungsfähiger Wi-Fi-Router, der das 5-GHz-Band nutzt, und im Falle von ALVR eine Nvidia-Grafikkarte benötigt. Auf den offiziellen Internetseiten müssen Sie zunächst einen Produktschlüssel abrufen, den Sie anschließend im eigenen Oculus-Konto einlösen. Danach können Sie Programme in der App-

Bibliothek unter der Rubrik „Nicht installiert“ herunterladen. Hat man die PC-Apps auf dem Rechner installiert und gestartet, kann man Oculus Go mit SteamVR verbinden und VR-Spiele mit dem Gamepad auf der VR-Brille spielen.

Beim WLAN-Streaming muss man mit Qualitätseinbußen rechnen. Die Streamingqualität lässt sich manuell optimieren, je nachdem, wie schnell das eigene WLAN ist und wie viel Zeit man investieren will. Durch die starke Kompression kommt die Spielerfahrung optisch nicht an die High-End-Brillen heran. Dennoch gibt sie einen netten Eindruck davon, wie PC-VR-Spiele aussehen.

(jkj@ct.de) 

## Side loading: Inoffizielle Apps wie Steam Link installieren

Um Steam Link auf Oculus Go zu installieren, müssen Sie den Entwicklermodus freischalten und aktivieren. Das geht folgendermaßen:

1. Melden Sie sich auf folgender Internetseite mit Ihrem Oculus-Konto an: <https://auth.oculus.com/login/>.
2. Öffnen Sie folgende Internetseite und erstellen Sie eine Organisation unter einem beliebigen Namen: <https://dashboard.oculus.com/organization/create>. Stimmen Sie der Vertraulichkeitsverpflichtung zu.
3. Starten Sie Oculus' Smartphone-App und verknüpfen Sie sie mit Oculus Go. Wählen Sie in der App „Weitere Einstellungen“ und aktivieren Sie den Entwicklermodus.

Danach muss man die Steam-Link-App zuerst im APK-Format („Android Application Package“) vom Google Play Store herunterladen:

4. Öffnen Sie Google Play im Browser und suchen Sie nach Steam Link. Kopieren Sie die URL in die Zwischenablage.
5. Geben Sie die URL auf folgender Internetseite ein: <https://apps.evoci.com/apk-downloader/>. Erstellen Sie einen Download-Link für die APK-Datei und laden Sie sie herunter. Kopieren Sie die Datei mit dem Namen „com.valvesoftware.steamlink.apk“ in den Ordner „C:\Benutzer\Benutzername“. Nun muss man auf dem PC die Android-Software installieren, mithilfe derer APKs auf die Oculus Go geladen werden können.
6. Laden Sie die Android SDK Platform Tools für Windows herunter: <https://developer.android.com/studio/releases/platform-tools>. Entpacken Sie das Archiv und kopieren Sie den Inhalt des Ordners „platform-tools“ in folgenden Ordner: „C:\Benutzer\Benutzername“.
7. Laden Sie die ADB-Treiber 2.0 für Oculus Go von : <https://developer.oculus.com/downloads/package/oculus-go-adb-drivers/> herunter. Entpacken Sie das Archiv, rechtsklicken Sie auf die Datei android\_winusb.inf und klicken Sie auf „Installieren“.

Jetzt kann Steam-Link auf der Oculus Go installiert werden:

8. Verbinden Sie Oculus Go per mitgeliefertem USB-Kabel mit dem PC.
9. Öffnen Sie die Eingabeaufforderung (Windows-Logo klicken und „CMD“ eingeben).
10. Geben Sie „adb devices“ ein und drücken Sie Enter, um nachzuprüfen, ob Oculus Go erkannt wird. Ist das der Fall, erscheint die Kennnummer des Geräts und dahinter „device“. Beispiel: „1KWPH7042F5204 device“.
11. Installieren Sie das Steam-Link-APK durch Eingabe folgender Zeile: „adb install com.valvesoftware.steamlink.apk“. War der Vorgang erfolgreich, ist „Success“ zu lesen.
12. Um Steam Link zu starten, öffnen Sie in der Oculus Go die App „Oculus TV“. Steam Link erscheint dort unter „Unbekannte Quellen“.

Läuft Steam Link, kann man mit dem Gamepad durch die Steam-Menüs navigieren und Spiele starten. Spielt man im Bett liegend, drückt man einmal lange die Oculus-Taste auf dem Controller, und die virtuelle Leinwand wird entsprechend angepasst.

Mit dieser Anleitung können Sie auch andere Android-Apps auf Oculus Go installieren, zum Beispiel die Netflix-App. Es gibt zwar eine native Netflix-VR-App, aber nur mit der Android-Version lassen sich Filme und Serien herunterladen und offline schauen. Android-Apps, die Google-Play-Dienste nutzen, funktionieren leider nicht oder nur sehr eingeschränkt mit Oculus Go. Ein Beispiel ist YouTube VR.

Nach dem gleichen Verfahren lassen sich VR-Apps installieren, die für Gear VR entwickelt wurden, aber nicht im Oculus Store aufgeführt sind.

Zum Beispiel die Gear-VR-Version von Minecraft, der Gameboy-Emulator „Gearboy VR“ oder „QuakeGVR“, eine Emulation des Egoshooters von 1996. Hat man diese Apps installiert, findet man sie in der App-Bibliothek unter „Unbekannte Quellen“.

# FAQ Oculus Go

## Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Tomislav Bezmalinović

### Drückende Polster

**?** Das Gesichtspolster der Oculus Go ist unbequem. Was kann ich tun?

**!** Oculus bietet in seinem Zubehör-Shop ein alternatives Polster für Gesichter mit tiefer Nasenbrücke und hohen Wangenknochen an. Es kostet 20 Euro.

### Go im Hotel-WLAN

**?** Ich kriege die Oculus Go in meinem Hotel-WLAN nicht zum Laufen, was mache ich falsch?

**!** Nichts, Oculus Go unterstützt zurzeit keine sogenannten Captive-Portal-WLANs, wie sie an öffentlichen Plätzen zu finden sind. Es bleibt also nur die Möglichkeit, den persönlichen Smartphone-Hotspot zu nutzen.

### Akku immer leer

**?** Der Akku der Oculus Go hält nur zwei bis drei Stunden. Was kann ich tun?

**!** Das ist die normale Akkulaufzeit. Viel-nutzer behelfen sich mit einer Powerbank, die per Micro-USB an die Oculus Go angeschlossen wird. Kleinere Ausführungen der mobilen Energiespeicher können per Klettverschluss am seitlichen Kopfbügel oder an der Kopfhalterung befestigt werden. Um den Akku zu schonen, sollte man Oculus Go vor Pausen in den Standby-Modus versetzen und bei Nichtgebrauch ganz herunterfahren. Für ersteres reicht ein Druck des Powerknopfs, für letzteres drückt man die Taste eine Sekunde lang für das Abschalt-Menü.

### Kein Zugriff auf Speicher

**?** Ich kann nicht auf meinen Oculus-Go-Speicher zugreifen, wenn ich die VR-Brille per USB mit dem PC verbinde.

**!** Stellen Sie sicher, dass Sie Ihrem PC Zugriff auf Oculus Go gewährt haben, indem Sie die VR-Brille aufsetzen und den Zugriff im Dialogfenster bestätigen. Hilft das nicht, versuchen Sie in Oculus' Smartphone-App unter „Weitere Einstellungen“ den Entwicklermodus an- oder auszuschalten.

### Langsames Laden

**?** Apps und Videos laden nur sehr langsam. Woran liegt das?

**!** Für die Internetnutzung wird ein WLAN empfohlen, das im 5-GHz-Band funkt.

### Oculus Go mit Sehhilfe

**?** Kann ich Oculus Go mit einer Brille tragen?

**!** Grundsätzlich ja. Um Kratzer an den Linsen zu vermeiden, kann der mitgelieferte Abstandhalter eingesetzt werden. Das führt allerdings zu einem etwas schmaleren Sichtfeld. Nutzer mit großem Augenabstand berichten hingegen von einem angenehmeren Bild, da die Augen in einem weniger spitzen Winkel in die Linsen schauen. Eine (teure) Alternative zur Brille oder Kontaktlinsen sind maßgefertigte Korrekturgläser: Framesdirect.com und Widmovr.com liefern Linsen-

einsätze nach Deutschland. Kostenpunkt: 75 bis 100 Euro.

### Wie streamen?

**?** Wie streame ich das Bild meiner Oculus Go auf einen Zweitbildschirm, sodass andere an meiner VR-Erfahrung teilhaben können?

**!** Das ist zurzeit noch sehr umständlich: Entweder in niedriger Auflösung per Facebook-Livestream (zu finden im Hauptmenü unter „Teilen“) oder in höher Auflösung mit dem kostenpflichtigen PC-Programm Vysor. Oculus will demnächst per Firmware-Update eine Screen-Mirroring-Funktion nachliefern, die das Bild der Oculus Go auf das Smartphone spiegelt.

### Kalibrieren nervt

**?** Ich setze die VR-Brille häufiger auf und ab und muss das Gerät dabei jedes Mal neu kalibrieren. Lässt sich das umgehen?

**!** Ja. Ist der Entwicklermodus aktiviert, reicht es, wenn man den Lautstärkeregler am Gehäuse einmal kurz berührt. Will man nur kurz etwas nachsehen, kann man zusätzlich die Bügel der Kopfhalterung hochklappen und sich die VR-Brille einfach ans Gesicht halten. (jkj@ct.de)

Das Oculus-Go-Headset lässt sich über einer Brille tragen, zur Sicherheit sollte man aber den Abstandhalter nutzen.





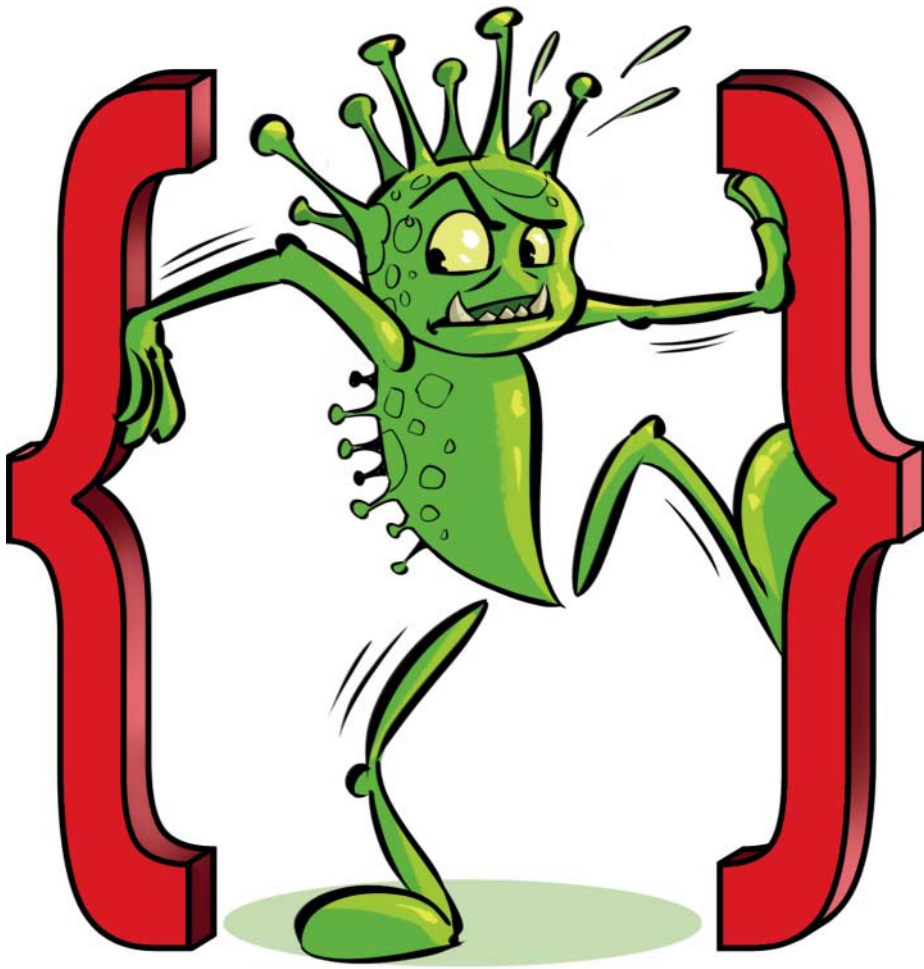


Bild: Albert Hulm

# Gut aufgestellt gegen Schadcode

## Malware-Signaturen mit Yara einfach selbst schreiben

**Yara ermöglicht das Erkennen von Schadsoftware mittels selbst geschriebener Regeln. Deren einfache Syntax macht das Tool auch für die Malware-Jagd auf dem heimischen PC interessant.**

**Von Olivia von Westernhagen**

Als „Schweizer Taschenmesser für Malware-Forscher“ bezeichnen die Entwickler von VirusTotal ihre Software Yara auf der Projektseite. Das ist keine Übertreibung: Mittlerweile spielt das schlanke Open-Source-Tool als solides und vielseitiges Werkzeug im Arbeitsalltag vieler Sicherheitsforscher eine zentrale Rolle. Es ermöglicht das Klassifizieren und Erkennen von Schadsoftware mittels Signaturen in Textform – sogenannter Yara-Regeln. Die kommen mittlerweile nicht nur in Anti-Viren-Produkten namhafter Hersteller zum Einsatz, sondern sind oft auch fester Bestandteil

von Analysen zu aktuellen Sicherheitsbedrohungen.

Mit Yara kann man aber noch andere coole Sachen machen: Mit geeigneten Regeln durchsucht das Tool Dateien, Ordner und laufende Prozesse auf Windows-, Linux- und macOS-Rechnern nach allem, was man finden möchte. Erinnern Sie sich zum Beispiel daran, wo Sie das Kuchenrezept gespeichert haben, das in Ihrer Familie seit Generationen weitergegeben wird? Ob Sie es nun vermisst haben oder nicht: Yara findet es für Sie wieder. Und wenn Sie möchten, sucht das Tool bei der Gelegenheit auch gleich nach der neuen Spyware, vor der das US-CERT erst heute Morgen gewarnt hat. Die Regel-Syntax ist gar nicht so kompliziert.

Um Yara auszuprobieren, laden Sie zunächst die aktuelle Version 3.8.1 herunter und speichern sie in einem neu angelegten Ordner. Eine Installation ist unter Windows nicht notwendig. Allerdings benötigt Yara zur Ausführung dort das Visual Studio Redistributable Package. Über [ct.de/ysyv](http://ct.de/ysyv) finden Sie neben den benötigten Dateien auch ein Archiv mit den Beispielformen und -dateien aus diesem Artikel.

### „Hmmm, lecker!“

Yara beachtet Dateityp, -größe und andere Eigenschaften nur dann, wenn sie innerhalb einer Regel als Bedingung definiert wurden. Die folgende erste Beispielformel enthält nur ein paar Zutaten, die in jeder Donauwelle stecken:

```
rule donau {  
  strings:  
    $a = "Zucker"  
    $b = "Mehl"  
    $c = "Eier"  
    $d = "Kirschen"  
  condition:  
    all of them  
}
```

Jede Yara-Regel beginnt mit dem Schlüsselwort `rule`, gefolgt vom Namen der Regel. Die wichtigsten Elemente zwischen den geschweiften Klammern sind die Strings, nach denen Yara suchen soll, sowie die Bedingung (`condition`), unter der die Regel einen Treffer erzeugt. Das `all of them` im Beispiel besagt, dass jeder String mindestens einmal in der Datei vorkommen muss.

Um die Regel zu testen, tippen Sie sie in einen Texteditor Ihrer Wahl ein und speichern sie unter dem Namen `donau.yar` im zuvor angelegten Yara-Ordner. Dort speichern Sie auch das fiktive Familien-

rezept (donau.txt) aus dem über ct.de/ysyv abrufbaren Archiv. Alternativ können Sie auch selbst eine donau.txt-Datei anlegen und die vier Kuchenzutaten unter Beachtung der Groß- und Kleinschreibung hineinschreiben. Für die Erkennung spielt es keine Rolle, ob die Datei noch weiteren Text enthält und in welcher Reihenfolge die Strings vorkommen.

Über die Kommandozeile testen Sie Yara auf einem 32-Bit-Windows-System mit folgendem Befehl:

```
yara32 donau.yar donau.txt
```

Wenn Sie den Namen der Regel und den der gefundenen Datei am Bildschirm sehen, können Sie die Rührschüssel hervorkramen – die Suche war erfolgreich:

```
donau donau.txt
```

## Strings und Condition definieren

Die erste Testregel ist zwar recht anschaulich; würde man mit ihr jedoch eine größere Anzahl von Kuchenrezepten durchsuchen, wären Fehlerkennungen vorprogrammiert. Gerade im Hinblick auf Yaras Hauptaufgabe – dem Erkennen von Schadsoftware – müssen Regeln immer eine Gratwanderung bewältigen: Sie müssen spezifisch genug sein, um Fehlalarme (False Positives) weitgehend zu vermeiden, dabei aber allgemein genug, um unterschiedliche Varianten aus ein und derselben Malware-Familie zu erkennen.

Doch eins nach dem anderen: Um überhaupt eine Regel schreiben zu können, benötigt man erst einmal ein paar Strings aus der Zieldatei. Linux- und macOS-User können zum Extrahieren den „strings“-Befehl auf der Kommandozeile nutzen. Unter Windows erledigt ein Hex-Viewer oder das strings-Tool aus der Sysinternals-Suite denselben Job (siehe ct.de/ysyv). Beim Extrahieren sollte man in jedem Fall (unter Verwendung der jeweiligen Kommandozeilenargumente) zwischen ASCII- und Unicode-Strings unterscheiden. Letztere muss man in Yara-Regeln nämlich mit dem Schlüsselwort `wide` versehen, da das Tool standardmäßig nach ASCII-Strings sucht. `wide ascii` berücksichtigt beide Stringtypen.

Nach dem Extrahieren gilt es, eine sinnvolle Auswahl zu treffen. Einen ersten Eindruck davon vermittelt die zweite Beispielregel: Sie erkennt den vorinstallierten Windows-Texteditor `notepad.exe`.

```
rule notepad {
  meta:
    description = "Notepad-Regel"
  strings:
    $x1 = "notepad.exe" wide
    $x2 = "Windows.Shell.notepad"
    $x3 = {6e 6f 74 65 70 61 64 2e 70 64 62}
  condition:
    uint16(0) == 0x5A4D and
    filesize < 300KB and 2 of ($x*)
}
```

Hinter der Variablen `$x3` verbirgt sich (der Einfachheit halber) der String „notepad.pdb“ als Bytefolge. Diese Darstellung bietet sich in der Praxis vor allem für Befehlssequenzen (Opcodes) oder charakteristische Binärdaten an. Sie kann auch mit regulären Ausdrücken kombiniert werden, wenn diese in verschiedenen Varianten einer aufzuspürenden Datei variieren.

Zum Anwenden der Regel auf den `system32`-Ordner speichern Sie sie in einer Datei namens „notepad.yar“ im Yara-Ordner. Das Notepad-Programm finden Sie dann mit dem Befehl:

```
yara32 -m -r notepad.yar
C:\Windows\system32
```

Die Option „-r“ veranlasst einen rekursiven Scan aller Unterordner; „-m“ liefert bei Ausgabe des Scan-Ergebnisses zusätzlich die in der Regel definierten Metadaten zurück. Das sieht dann so aus:

```
notepad [description="Notepad-Regel"]
C:\Windows\system32\notepad.exe
```

Die Beispielregel erkennt `notepad.exe` zuverlässig und ohne False Positives im `system32`-Ordner samt Unterordnern. Die Strings sind zusammen mit der definierten Condition also Notepad-spezifisch genug. Letztere sorgt dafür, dass aus-

schließlich EXE-Dateien gefunden werden: Die hexadezimale Bytefolge `0x5A4D` steht für das typische „MZ“ im Dateihdr und `uint16(0)` veranlasst Yara, zwei Bytes ab Offset 0 (also am Dateianfang) nach dieser Folge zu durchsuchen. Die Dateien müssen außerdem kleiner als 300 KByte sein und mindestens zwei passende `$x`-Strings enthalten (2 of (\$x\*)).

Yara kann auch laufende Prozesse scannen. Um etwa herauszufinden, ob es sich bei einem laufenden Prozess im Task-Manager wirklich um `notepad.exe` und nicht um getarnte Malware handelt, tippen Sie Folgendes in die Kommandozeile:

```
yara32 notepad.yar [Prozess-ID]
```

Noch einmal zurück zur Regel: Wenn Sie die drei enthaltenen Strings beispielsweise durch „Microsoft Corporation“ (`wide ascii`), „WindowsCreateStringReference“ und die in vielen Programmen auftauchende API-Funktion „RaiseException“ ersetzen, werden Sie feststellen, dass diese als alleiniges Erkennungsmerkmal zu ungenau sind. Sie kommen außer in `notepad.exe` noch in anderen Dateien im `system32`-Ordner vor und erzeugen auch dann noch False Positives, wenn Sie 2 of (\$x\*) durch `all of them` ersetzen.

Dennoch gibt es durchaus sinnvolle Möglichkeiten, allgemeinere Strings mit spezifischeren zu verknüpfen, um bei einer großen Zahl von Samples die False-Positive-Rate zu senken. Gute Hinweise zur Priorisierung von Strings liefert Software-Entwickler Florian Roth in seinem Blog. Er rät zu einer Unterscheidung zwischen sehr spezifischen Strings (`$x*`) – beispielsweise Schreibfehlern wie „Microsoft Corportation“ in einem Malware-Sample –, etwas allgemeineren Strings (`$a*`) und solchen, die auch in Goodware vorkommen könnten und lediglich der

Offset (h)	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	
00000930	9C	5A	1C	DC	8A	E8	DE	4D	A5	A1	60	F8	2A	20	AE	F7	æZ.ÜŠëBMŸ;`ø* Ø÷
00000940	F3	E2	B4	C0	21	BA	73	47	8D	BA	33	5E	C9	46	EB	8B	óá^À!°sG.°3^ÉFè<
00000950	00	00	00	00	00	00	00	00	00	C0	00	00	00	00	00	46	.....Ä.....F
00000960	42	66	11	36	13	D7	97	4B	9B	83	74	84	A9	D0	04	33	Bf.6.x-K>ft,œD.3
00000970	D0	C1	9F	1F	9B	C3	26	4B	81	7F	01	19	67	D3	44	0E	ĐÁŸ. ›Ä&K...gÓD.
00000980	00	00	00	00	00	00	00	00	00	46	00	69	00	6C	00	65	00.....F.i.l.e.
00000990	73	00	2F	00	52	00	65	00	73	00	6F	00	75	00	72	00	s./R.e.s.o.u.r.
000009A0	63	00	65	00	73	00	2F	00	6E	00	6F	00	74	00	65	00	c.e.s./n.o.t.e.
000009B0	70	00	61	00	64	00	2E	00	65	00	78	00	65	00	2E	00	p.a.d...e.x.e...
000009C0	6D	00	75	00	69	00	00	00	2A	00	2E	00	74	00	78	00	m.u.i...*.t.x.
000009D0	74	00	00	00	2A	00	2E	00	2A	00	00	00	74	00	78	00	t...*.t.x.
000009E0	74	00	00	00	00	00	00	00	70	00	72	00	6F	00	70	00	t.....p.r.o.p.

Unicode-Strings wie „notepad.exe“ benötigen in Yara das Schlüsselwort „wide“.

näheren Eingrenzung dienen (\$s\*). Damit die Regel greift, muss Yara dann entweder mindestens einen sehr spezifischen String oder eine Kombination aus den übrigen Strings finden. Insgesamt gilt: Je spezifischer eine Stringgruppe, desto weniger Elemente sind für die Erkennung nötig. Das könnte dann zum Beispiel so aussehen:

```
( 1 of ($x*) ) or
( 2 of ($a*) and all of ($s*) )
```

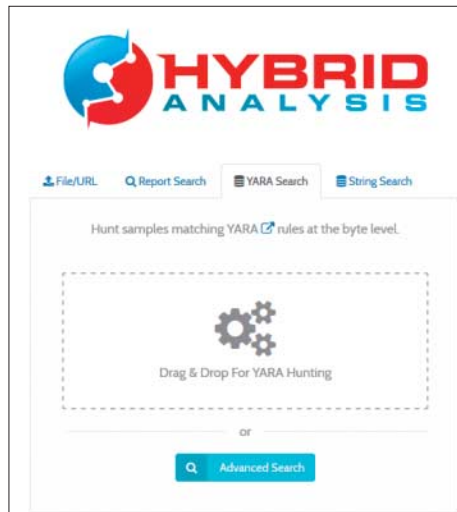
Es lohnt sich, ein wenig mit der Notepad-Regel zu experimentieren und sie beispielsweise nach Roths Schema zu erweitern, um ein Gefühl für das Formulieren guter Yara-Regeln zu bekommen. Falls Sie bezüglich der „Einzigartigkeit“ einzelner Strings doch einmal unsicher sind, hilft neben Tests mit möglichst vielen Dateien oft auch eine schnelle Online-Recherche weiter. Unter Umständen zeigt sich dabei, dass ein vermeintlich ungewöhnlicher String in Programmen fast ebenso oft auftaucht wie Zucker, Mehl und Eier in Rezeptsammlungen.

Die Yara-Regelsyntax umfasst noch viele weitere Möglichkeiten, die den Rahmen dieses Artikels sprengen würden: Unter anderem dienen zusätzliche PE- und ELF-Module dem Einbeziehen formattypischer Eigenschaften wie Header-Informationen oder Imports in die Regel. Außerdem gibt es ein Hash-Modul, mit dem man einzelne Samples quasi „bedingungslos“ identifizieren kann. Wer tiefer in die Materie einsteigen möchte, findet im Online-Manual des Yara-Projekts detaillierte Informationen und zahlreiche Beispiele (ct.de/ysyv).

## Malware-Regeln schreiben und testen

Falls Sie nicht nur Kuchenrezepte wiederfinden, sondern sich auch an Regeln für Schadcode versuchen wollen, sollten Sie dies im Schutz einer virtuellen Maschine tun. Denn dort können Sie Yara auch an laufenden Malware-Prozessen testen.

Unter ct.de/ysyv finden Sie zahlreiche Websites, auf denen (meist nach vorheriger Registrierung) Schadcode für Sicherheitsforscher und Hobby-Analysten bereitsteht. Auf vielen von ihnen ist es möglich, gezielt nach Dateihashes und teilweise auch nach Strings zu suchen, die Bestandteil aktueller Schadcode-Analysen sind – und die Sie praktischerweise auch gleich in Ihre Regeln einbinden können.



### Praktisch für die Malware-Suche und zum Testen von Yara-Regeln: der Sandbox-Dienst Hybrid Analysis

Da Yara-Regeln im besten Fall nicht nur einzelne Samples, sondern verschiedene Exemplare aus ein und derselben Malware-Familie erkennen sollen, ist es ratsam, sie mit möglichst vielen Varianten zu testen. Als Gegenprobe sollte Ihre Testumgebung weitere Malware sowie reichlich „Goodware“ (z. B. Betriebssystemdateien und häufig verwendete Software) umfassen. Zum Testen von Regeln in einem möglichst realistischen Umfeld eignet sich ein virtuelles Abbild Ihrer bestehenden Betriebssystem-Installation.

Die Wirksamkeit von Yara-Regeln kann man übrigens auch online testen: Der Sandbox-Service Hybrid Analysis (www.hybrid-analysis.com) erlaubt seit Kurzem die Verwendung eigener Yara-Regeln zum Durchsuchen seiner Malware-Datenbank. Die Ergebnislisten kann man dann auf Übereinstimmungen und False Positives überprüfen; außerdem führen die einzelnen Einträge zu detaillierten Malware-Reports, denen oft auch ein Schadcode-Sample anhängt.

Falls Ihnen das Schreiben und Testen eigener Yara-Regeln zu mühsam ist, Sie Yara aber dennoch verwenden möchten, lohnt sich ein Blick in das GitHub-Repository des Community-Projekts „Yara rules“. Es enthält zahlreiche frei verfügbare Yara-Regeln und wird laufend um aktuelle Signaturen erweitert. Auch die bereits erwähnten Sicherheitshinweise und Analysen von US-CERT und Softwareherstellern wie Kaspersky, Check Point & Co. enthalten mittlerweile oft Yara-Regeln.

Gegen komplexe Angriffsszenarien auf Unternehmen stehen mitunter ganze Regelsätze bereit, die alle Einbruchswerkzeuge und Schadcode-Komponenten umfassen. Solche Regelsätze kann man in einer einzigen Yara-Datei zusammenfassen und zwecks Zeitersparnis mit dem Kommandozeilen-Tool Yarac kompilieren. Sofern Sie Yara heruntergeladen und die Beispiele ausprobiert haben, sind Sie sicher schon im Archiv darüber gestolpert. Die Syntax zum Kompilieren auf einem Windows-System lautet:

```
Yarac32 [Option]
[Yara-Datei] [Ausgabedatei]
```

–help listet die verfügbaren Optionen auf.

## Yara in Action

Die Beispiele in diesem Artikel zeigen die Grenzen des Yara-eigenen Scanners bereits auf: Zum Testen einzelner Regeln ist er gut geeignet, für die tägliche Suche nach Malware aber zu unkomfortabel.

Zum Glück gibt es Tools, die vollständige Systemscans mit Yara ermöglichen. Dazu gehört etwa der quelloffene IoC-Scanner LOKI von Florian Roth, den wir in c't 15/2018 vorgestellt haben [1]. IoC steht für „Indicators of Compromise“; das Kommandozeilentool durchsucht Systeme also nach Einbruchsspuren wie Schadcode und typischen Hacking-Tools. Es läuft ebenfalls unter Windows, Linux und macOS, bietet detaillierte Einstellungsmöglichkeiten und spuckt zusätzlich zu den Suchergebnissen weiterführende Informationen zur jeweiligen Bedrohung aus. Auch der Virens Scanner ClamAV kann mit Yara-Regeln arbeiten. Dazu braucht man die Regeln nicht einmal zu konvertieren – man schiebt sie einfach in den Ordner, in dem sich auch ClamAVs übrige Signaturen befinden.

Es gibt noch viele weitere kreative Möglichkeiten, Yara-Regeln für die effektive Suche nach Malware oder andere erfreulichere Dinge zu nutzen. Es liegt bei Ihnen, ob Sie gleich durchstarten oder lieber erst in Ruhe Ihren Kuchen aufessen möchten. Viel Spaß (oder: guten Appetit)!  
(ovw@ct.de) **ct**

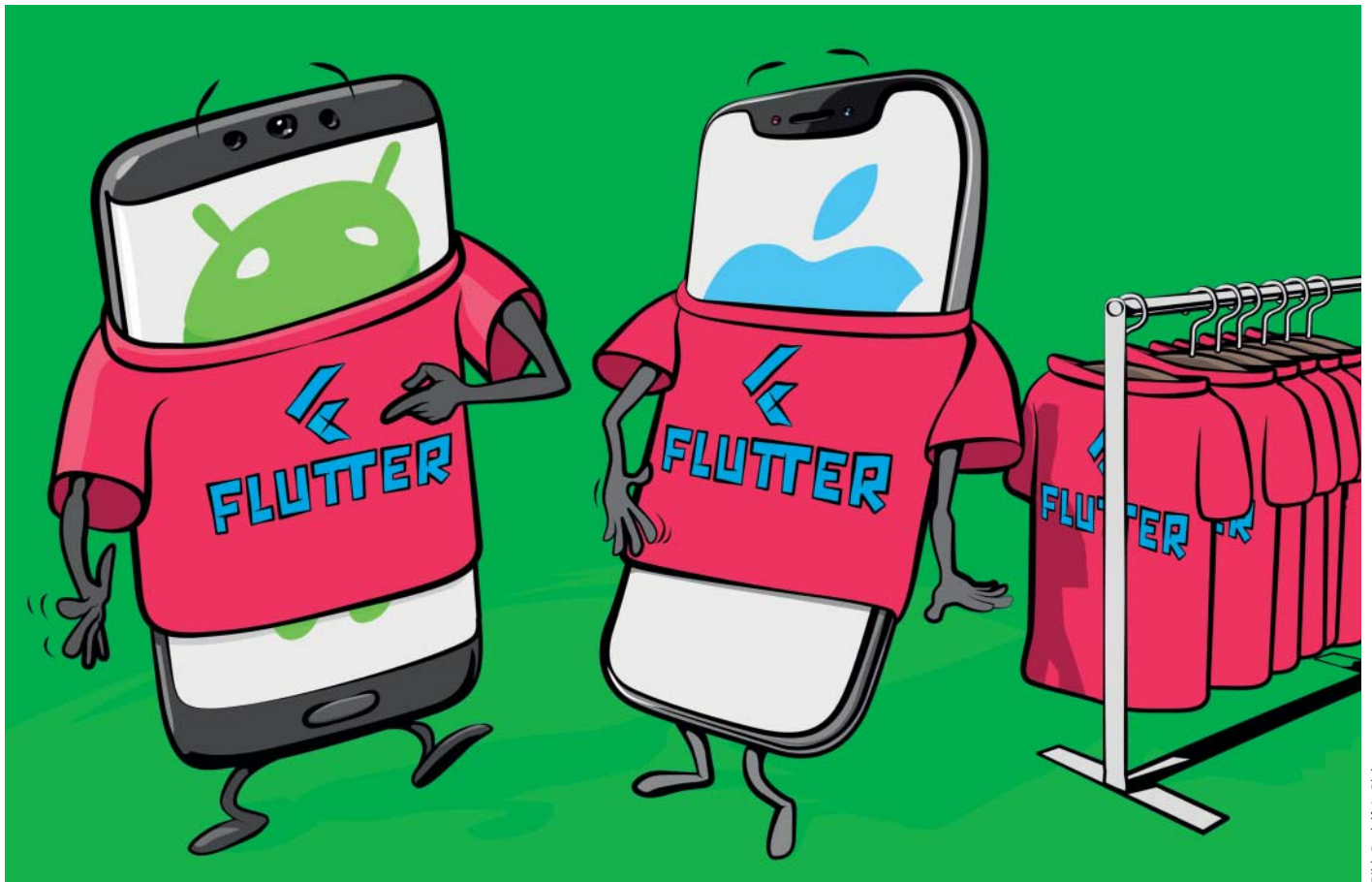
## Literatur

- [1] Olivia von Westernhagen, Sucht, was ihr wollt!, Systemeinträge aufdecken mit LOKI, c't 15/2018, S. 152

**Yara und Beispiel-Regeln:** [ct.de/ysyv](http://ct.de/ysyv)



Anzeige



# Ein modischer Fortschritt

## GridView und Datumsformate in Flutter

**Programmierung von Android und iOS aus einer Hand – das bietet Googles Crossplattform-Tool Flutter. Der erste Teil der Flutter-Praxis hat die Grenzen der ListTiles gezeigt. Nun soll ein GridView die Anzeige übernehmen, und auch ein korrekt formatiertes Datum soll erscheinen.**

Von Jörg Wirtgen

Sie sind ja schon ganz schön mächtig, diese ListTiles, und dabei einfach zu handhaben. Doch wie der erste Teil der Flutter-Serie zeigte, stoßen sie an ihre Grenzen, wenn das Icon ein größeres Bild sein soll [1]. An den Parametern der ListTiles zu spielen, ist dabei wenig zielführend – mehr bringt ein Umstieg auf ein

GridView mit umfangreicheren Gestaltungsmöglichkeiten der Elemente.

Dazu benötigen wir zwei neue Klassen RSSGrid und \_RSSGridState, wobei erstere genauso aussieht wie die bisherige RSSPage, nur dass sie ein \_RSSGridState erzeugt. Letztere enthält den neuen Code. Für den Anfang reicht eine leere Klasse nur mit der Instanzvariable title, die ungefähr den gleichen Zweck wie bisher erfüllt, und der notwendigen Methode build(). Sie mag anfangs einfach ein leeres Scaffold zurückgeben:

```
@override
Widget build(BuildContext context) {
  return Scaffold(
    appBar: AppBar(title: Text(title)),
  );
}
```

Um testweise dieses Fenster zu starten, müssen Sie im Quellcode oben den Parameter home der MaterialApp ändern: Er muss ein RSSGrid statt RSSPage liefern.

Wenn eine leere Seite erscheint, hats geklappt. Die bisherigen List-Klassen behalten wir vorläufig, sie sollen im nächsten Teil unserer Flutter-Serie einen ausklappbaren Drawer füllen.

### Zukunftswerkstatt

Der FutureBuilder hat sich ja im ersten Teil nur als mäßig nützlich erwiesen, vor allem unterstützt er keinen RefreshIndicator und lädt sich nach jeder Rückkehr vom WebviewScaffold neu. Daher bauen wir uns die Future-Unterstützung selbst in den \_RSSGridState ein. Neben dem title speichern wir dort den RSS-Feed in einer List<XmlElement> entries und den Status, ob gerade geladen wird, in isLoading.

Das Lesen soll wieder in einer Routine \_reload() passieren, die ein Future zurückgibt, und zwar ein Future<null>, weil RefreshIndicator das so haben will. Das Lesen des RSS-Feeds geschieht genauso wie im ersten Teil des Artikels, außer dass Sie das

Ergebnis der entry-Suche nun entries zuweisen statt per return zurückzugeben.

Nun können wir den body des Scaffold aufbauen, erst mal provisorisch mit dem alten ListView:

```
body: entries==null
? Text("leer")
: RefreshIndicator(
  onRefresh: () => _reload(),
  child: ListView.builder(
    //wie bisher
  ),
),
```

Das kompiliert, zeigt aber leer, weil `_reload()` nirgends aufgerufen wird. Um das beim App-Start zu erledigen, dient `initState()`. Das Framework ruft diese Methode eines Widgets auf, wenn es in den Widget-Baum eingefügt wird, also kurz vor dem ersten Anzeigen. Überladen Sie die Methode und rufen Sie dort `super.initState()`; auf, dann `_reload()`;

Doch es wird immer noch nichts angezeigt, weil die Aufrufe von `setState()` fehlen, die Flutter anzeigen, dass es ein stateful Widget neu zeichnen soll. Die Aufrufe packen Sie zweckmäßigerweise in `_reload()`, weil dort das Laden ja stattfindet – und weil der `RefreshIndicator` das so erwartet. `setState()` muss eine Funktion übergeben werden, die das Framework direkt vor dem Erzeugen der Widgets mit neuen Inhalten aufruft. Es ist ratsam, alle Variablen, welche die Widgets ausgeben, ausschließlich innerhalb dieser Funktion zu ändern, aber sie darf auch nur so wenig Rechenzeit wie möglich kosten. Zeitaufwendiges wie HTTP-Downloads und XML-Parsing sollte also vorher geschehen sein. In unserem Fall bieten sich zwei `setState()`-Aufrufe an, einer bei erfolgreichem Laden des Feeds, einer im Fehlerfall. Zudem müssen wir hier etwaige Exceptions der XML- und HTTP-Abfragen abfangen:

```
Future<Null> _reload() async {
  isLoading = true;
  try {
    var feed = xml.parse((await
      http.get(widget.rss)).body)
      .findElements("feed").first;
    setState(() {
      title = feed.findElements
        ("title").first.text;
      entries = feed.findElements
        ("entry").toList();
      isLoading = false;
    });
  } catch (e) {
```

```
    setState(() {
      isLoading = false;
    });
    // Snackbar mit Fehler
  }
}
```

Tatsächlich bleibt nun die von oben hereingezogene Reload-Anzeige so lange sichtbar, wie der Future läuft – also das ganze Laden über. Für unsere Zwecke soll das ohne weitere Aufhübschung etwa der Fehlermeldungen reichen.

## GridView-Gerüst

Doch nun zum schöneren Layout der RSS-Einträge per `GridView`. Ändern Sie einfach den Aufruf von `ListView.builder()` in `Grid-`

`View.builder()` – `GridView` hat nämlich auch den praktischen Konstruktor `builder` mit den Parametern `itemCount` und `itemBuilder`. Für den Anfang kann man da sogar die bisherigen `ListTiles` reinschmeißen. Zusätzlich benötigt `GridView` im Parameter `gridDelegate` eine Anweisung, wie die Kachelgrößen zu berechnen sind.

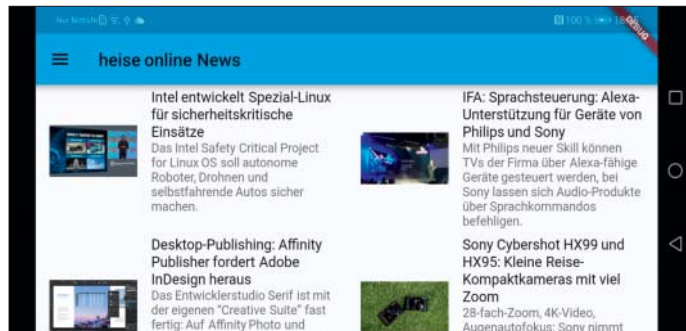
Zwei solche Delegaten stehen zur Wahl: Dem `SliverGridDelegateWithFixedCrossAxisCount` sagt man, wie viele Spalten das Gatter haben soll, dem `SliverGridDelegateWithMaxCrossAxisExtent`, wie breit einzelne Kacheln maximal sein sollen. Beiden übergibt man noch die Abstände zwischen den Kacheln und ein Seitenverhältnis, aus dem der Delegat dann die Höhe berechnet (siehe Kasten auf S. 160).

## Das Herzstück des GridView-body

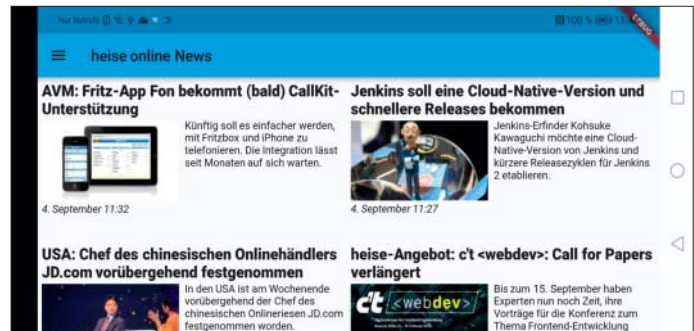
```
RefreshIndicator(
  onRefresh: () => _reload(),
  child: Scrollbar(
    child: GridView.builder(
      gridDelegate: SliverGridDelegateWithMaxCrossAxisExtent(
        maxCrossAxisExtent: 450.0,
        childAspectRatio: 2.0,
        mainAxisSpacing: 6.0,
        crossAxisSpacing: 6.0
      ),
      padding: EdgeInsets.all(6.0),
      itemCount: _entries.length,
      itemBuilder: (context, index) => GestureDetector(
        onTap: () => Navigator.of(context).push(
          MaterialPageRoute(
            builder: (context) => WebviewScaffold(
              url: _entries[index].findElements("id").single.text,
              appBar: AppBar(title:
                Text(_entries[index].findElements("title").single.text)),
            ) // WebviewScaffold
          ) // MaterialPageRoute
        ), //push
        child: CustomMultiChildLayout(
          delegate: _GridLayout(),
          children: [
            LayoutId(id: 1, child:
              Text(_entries[index].findElements("title").single.text,
                style: theme.title.apply(fontWeightDelta: 5),
                maxLines: 2, overflow: TextOverflow.ellipsis)),
            LayoutId(id: 2, child:
              Text(_entries[index].findElements("summary").single.text,
                style: theme.body1, maxLines: 5, overflow: TextOverflow.ellipsis)),
            LayoutId(id: 3, child: Text(formatDateTime.format(DateTime.parse
              (_entries[index].findElements("published").single.text).toLocal()),
                style: theme.body1.copyWith(fontStyle: FontStyle.italic))),
            LayoutId(id: 4, child: Image.network(_entries[index].
              findAllElements("img").first.getAttribute("src"))),
          ] // children
        ), CustomMultiChildLayout
      ) // GestureDetector
    ), // GridView.builder
  ), // Scrollbar
), // RefreshIndicator
```

Der `RefreshIndicator`-Teil des `Scaffold`-Bodys ruft den Browser auf und erzeugt ein Array von Widgets, das dann ein Delegat layoutet.





Lässt man die ListTiles im GridView, wird es zwar zweispaltig, aber nicht viel hübscher.



Erst mit einem angepassten Layout zeigt GridView dann auch schöne Kacheln an.

Für unseren Zweck bringt die maximale Kachelbreite den gewünschten Effekt: So wird die Anzeige automatisch im Quermodus zweispaltig. Die Breite gibt man in logischen Pixeln an. Die meisten Smartphones sind 300 bis 400 dieser logischen Pixel breit und über 600 hoch. Eine Maximalbreite von 400 führt also hochkant zu einer und quer zu zwei Spalten. Viele Tablets sind über 700 breit und über 1000 hoch, man bekommt mit 400 dort also zwei oder drei Spalten.

Bei vielen Smartphones lässt sich in den Einstellungen/Anzeige die Größe der Bedienoberfläche anpassen, manchmal „Ansichtsmodus“ oder „Bildschirmzoom“ genannt. Dadurch ändert sich diese virtuelle Pixelzahl, beim Samsung Galaxy Note 8 etwa erhält man 320, 360 oder 411 Pixel in der Breite. Mit einer Grid-Maximalbreite von 400 Pixeln wird die Anzeige also auf so eingestellten Smartphones zweispaltig, hochkant dann meist dreispaltig – durchaus ein vom Anwender und Entwickler gewünschter Effekt. Wenn

Sie mit dieser Einstellung experimentieren, sollten Sie die Flutter-App nach dem Umstellen der Anzeigegröße per Task-Manager schließen, denn Flutter bemerkt solche dynamischen Änderungen der logischen Pixelgröße nicht.

## Ohne ListTile

Jetzt wollen wir aber endlich das ListTile in Rente schicken. Wie man komplexe Layouts aus Row- und Column-Kaskaden und Container-Kapseln baut, erklärt das Flutter-Tutorial ausführlich. Dabei verliert man sich schnell in unübersichtlichen Padding- und Axis-Parametern.

Wir probieren daher einen anderen Weg über ein CustomMultiChildLayout. Hier wirft man die darzustellenden Widgets ohne weitere Layoutangaben in ein Array und definiert einen Delegaten, der sich um Position und Größe der Widgets kümmert. Der itemBuilder sieht trivial aus:

```
CustomMultiChildLayout(
  delegate: _GridLayout(),
```

```
children: [
  LayoutId(id: 1, child: Text(
    _entries[index].findElements(
      "title").single.text)),
  LayoutId(id: 2, child: Text(
    ... "summary" ...)),
  LayoutId(id: 3, child: Text(
    ... "published" ...)),
  LayoutId(id: 4, child:
    Image.network(...)),
])
```

Die id darf einen beliebigen Typ haben, am wenigsten fehlerträchtig dürfte eine enum sein. Das dritte Element findElements("published") liefert das Datum im US-Format; die richtige Darstellung nehmen wir uns später vor. Im vierten Element lässt man die width-Angabe weg, die setzt nun der Delegat.

Der Delegat muss eine Klasse vom Typ MultiChildLayoutDelegate sein, die man nicht inline in den Konstruktor schreiben kann, sondern außerhalb definiert. Zwei Methoden sind zu implementieren, shouldRelayout() liefert hier immer false (mehr dazu in der nächsten Artikelfolge), die Arbeit findet in performLayout(Size) statt. Sie wird von Flutter mit der Größe der Kachel aufgerufen und muss dann für jedes Element layoutChild() zum Festlegen der Größe und positionChild() zum Positionieren aufrufen.

Die Reihenfolge richtet sich nach den eigenen Bedürfnissen. Hier würde man zuerst die Titelzeile in kompletter Breite ausgeben und dann das Foto ein paar Pixel tiefer platzieren und auf vielleicht 40 Prozent der Kachelbreite beschränken. Aus der so ermittelten Höhe ergibt sich die Position des Datums, das darunter erscheinen soll. Zu diesen Zwecken liefert layoutChild() die ermittelte Größe zurück.

Die Größenanpassungen geschehen über BoxConstraints, mit denen man ge-

## Der Delegat für die Platzierung der Widgets

```
class _GridLayout extends MultiChildLayoutDelegate {
  @override
  void performLayout(Size size) {
    var titleSize = layoutChild(1, BoxConstraints.loose(size));
    positionChild(1, Offset.zero);
    var imgSize = layoutChild(4, BoxConstraints(maxWidth: size.width*0.4));
    positionChild(4, Offset(0.0, titleSize.height+4));
    layoutChild(2, BoxConstraints(maxWidth: size.width*0.6-8,
      maxHeight: size.height-titleSize.height));
    positionChild(2, Offset(size.width*0.4+8, titleSize.height+2));
    layoutChild(3, BoxConstraints.loose(size));
    positionChild(3, Offset(0.0, titleSize.height + imgSize.height + 6));
  }
  @override bool shouldRelayout(MultiChildLayoutDelegate old) => false;
}
```

Der GridLayout passt die Elemente in der Größe an und positioniert sie nebeneinander.

wisse Bedingungen festlegt. `loose(size)` ist die einfachste, da nimmt sich das Widget den maximalen Platz, den es in der `size` großen Kachel bekommt. Mit `BoxConstraints(maxWidth: ..., maxHeight: ...)` beschränkt man Breite und Höhe des Widgets. Die Flutter-Dokumentation erklärt weitere Parameter und Konstruktoren. Das Listing auf Seite 159 zeigt den `GridLayout`.

## Optik

Auf einigen Handys sieht die Ausgabe jetzt schon ganz gut aus, auf anderen laufen die Kästen ineinander. Eine Möglichkeit ist, mit dem Seitenverhältnis des `gridDelegate` zu spielen, 2.0 scheint etwa ein guter Wert zu sein. Zudem mag man die Zeilenzahl der Summary und der Überschrift beschränken, was das Text-Widget über den Parameter `maxLines` erlaubt. Um eine Verkürzung anzuzeigen, hängt man noch ein `overflow: TextOverflow.ellipsis` ein.

Unschön im Vergleich zum `ListTile` ist auch, dass die Überschrift nicht mehr größer und fett erscheint. Die einfachste Lösung besteht darin, dem Text-Konstruktor fest vorgegebene Formatierungen mitzugeben, etwa als `style: TextStyle(fontWeight: FontWeight.bold, fontSize: 14.0)`. Doch welche Fontgröße nimmt man? Besser lässt man eine absolute Angabe weg und nutzt den Vergrößerungsfaktor `textScaleFactor`, zusammen also `Text(entries..., textScaleFactor: 1.2, style: TextStyle(...), maxLines: 2)`.

Eine weitere Möglichkeit ist, die Layout-Vorgaben des Handys auszulesen, was über ein `TextTheme` geht: `style: Theme.of(context).textTheme.title`; diese Styles wiederum lassen sich per `apply()` noch verändern. Man kriegt den Titel damit etwa noch fetter: `style: Theme.of(context).textTheme.title.apply(fontWeightDelta: 5)`. Um etwas Rechenzeit zu sparen, speichert man den `Theme.of(context).textTheme` in einem `final` zwischen.

Jetzt fehlt noch der Browser-Aufruf. Einen `onTap()`-Listener hat das Custom `MultiChildLayout` leider nicht, also müssen wir es in einen `GestureDetector` kapseln. Dessen `onTap()` ist dann wie beim `ListTile` aufzubauen.

Als letzte Verschönerung vielleicht noch schnell ein Scrollbalken, der fehlt nämlich sowohl dem `ListView` als auch dem `GridView`. Beide haben aber schon alle benötigten Members, sodass man statt `GridView.builder(...)` einfach `Scrollbar(child: GridView.builder(...))` schreibt.

## Datum

Zum Abschluss dieses Teils reparieren wir die Datumsausgabe. Die Formatter zum Lokalisieren von Datum, Zeit und Zahlen findet man im Package `intl`. Die Dokumentation zur Initialisierung ist allerdings nicht auf aktuellem Stand. In Apps klappt es ganz gut über

```
import 'dart.io';
import 'package:intl/
  date_symbol_data_local.dart';
import 'package:intl/intl.dart';
void main() async {
  Intl.defaultLocale =
    Platform.localeName;
  await initializeDateFormatting();
  runApp(MaterialApp...);
}
```

Der Aufruf funktioniert dann wie in der Dokumentation ausführlich erklärt, indem man sich für jedes gewünschte Format ein `DateFormat` erzeugt, sinnvollerweise als `static final`, und das dann über `format(DateTime date)` aufruft; das Ergebnis ist der Ausgabestring. Ein `DateTime` erhält man aus `parse()`, der Strings in ISO 8601 versteht, einem nicht nur bei RSS-Feeds gebräuchlichen Format. `toLocal()` rechnet das dann in Ortszeit um. Insgesamt also etwa:

```
static final DateFormat rssDate =
  DateFormat.MMMMd().add_jm();
...
```



Die Normalansicht besteht aus einer Spalte und auf Tablets aus zwei; das kann man aber über `mainCrossAxis Extent` beeinflussen.

```
LayoutId(id: 3, child: Text(
  rssDate.format(DateTime.parse(
    _entries[index].findElements
      ('published').single.text)
    .toLocal(), style: ...)),
...)
```

Nun erscheinen Datum und Uhrzeit im deutschen Format, aber immer komplett. Will man beispielsweise das Datum bei Einträgen vom aktuellen Tag weglassen oder Strings wie „gestern“, „jetzt gerade“ oder „vor zwei Stunden“ ausgeben, muss man eine Zeitdifferenz ausrechnen, und zwar zur aktuellen Uhrzeit `DateTime.now()`. Das geht per `age = DateTime.now().difference(date)`, wenn man in `date` obige gepasste Zeit hat. Nun fragt man per `age.inHours`, `age.inMinutes` und ähnlichen Funktionen die Differenz ab.

Im dritten Teil versuchen wir uns an einem Suchfilter im RSS-Feed, an einer besseren Höhenkalkulation der Kacheln und am CupertinoDesign, also einem Reader im iOS-Outfit. Zudem bauen wir beide View-Implementierungen in einen ausklappbaren Drawer. (jow@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Jörg Wirtgen, Fast schon flügge, Apps für Android und iOS entwickeln mit Flutter, c't 18/2018, S. 142

Quellcode auf GitLab: [ct.de/ypt1](https://gitlab.com/jow/ct.de/ypt1)

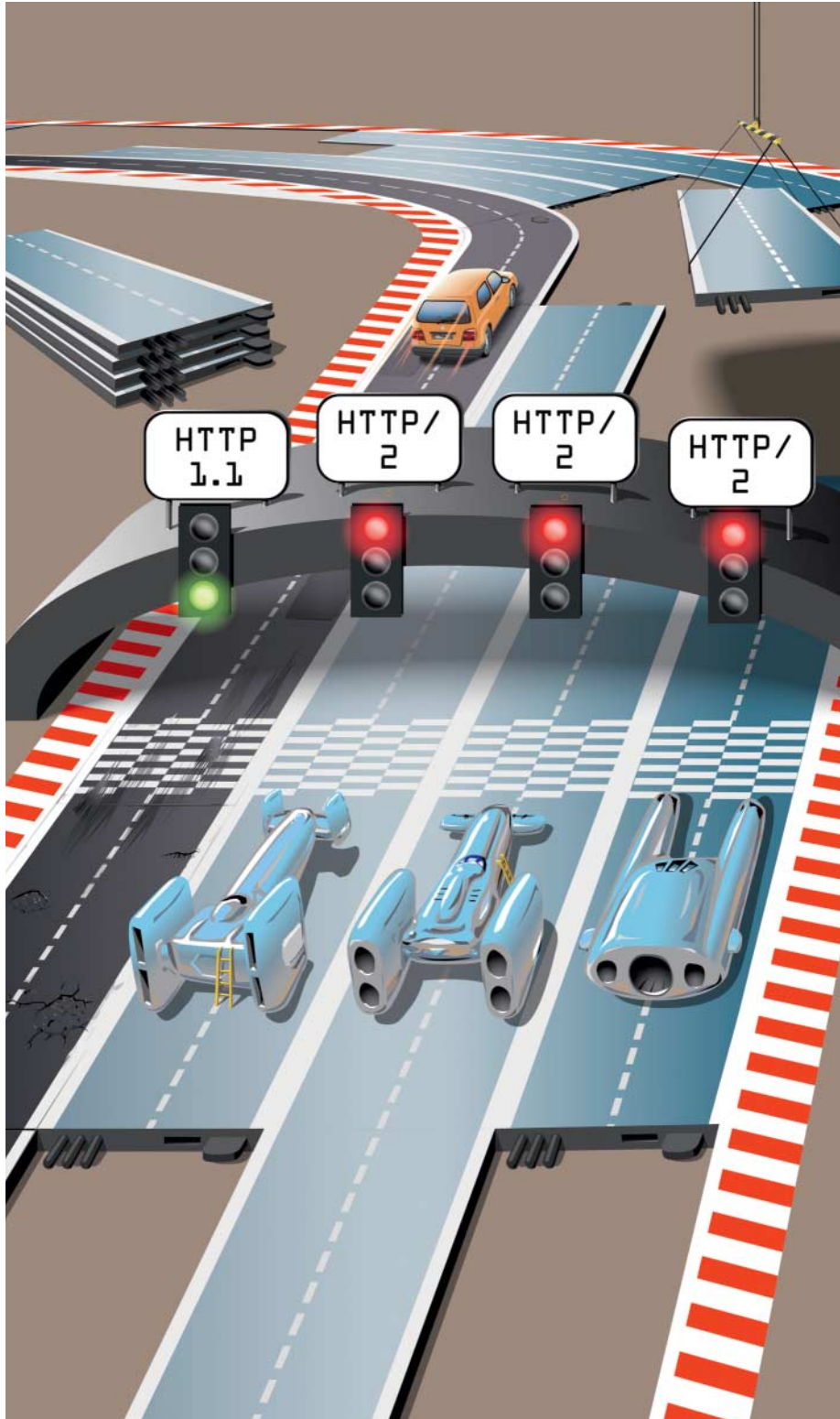


Im `GridView` dürfen sich Elemente auch überlagern, was zu unerwünschten Effekten führt, wenn sie es gar nicht sollen.



# Web-Beschleunigung

## Das neue Webprotokoll HTTP/2 in der Praxis



**Das neue Webprotokoll HTTP/2 beschleunigt die Auslieferung von Webseiten. Admins und Webentwickler können den neuen Standard aktivieren, ohne ihre Inhalte anpassen zu müssen. Die Einrichtung unter nginx, Apache oder IIS ist schnell gemacht.**

Von Jan Mahn

**W**er eine Webseite betreibt, wird alles dafür tun, dass die Nutzer sie schnell auf den Schirm bekommen. Niemand will lange auf Webseiten warten und die Besucher sind schnell im Webshop der Konkurrenz oder auf einem anderen Blog. Und die Suchmaschinen orientieren sich am Wunsch des Nutzers nach schnellem Seitenaufbau und belohnen schnelle Auslieferung im Ranking. Mit dem neuen Webprotokoll HTTP/2 bekommen Seitenbetreiber ein Werkzeug zur Beschleunigung, für das sie nicht einmal die Inhalte anpassen müssen. Nachdem fast alle Browser gelernt haben, mit HTTP/2 umzugehen, lohnt es sich, über die Umstellung nachzudenken. Alte Browser wie der Internet Explorer unter Windows 7 oder 8 fallen ohne Einschränkungen auf HTTP 1.1 zurück – mit HTTP/2 hängt man also niemanden ab.

### Mehrspuriger Verkehr

Damit der Aufbau schneller wird, kombiniert HTTP/2 verschiedene Ansätze. Schon 1999 mit der Einführung von HTTP 1.1 bemerkte man, dass es für die Ladezeit einer Seite nicht förderlich ist, für jedes angefragte Element, also jedes Bild oder Skript, eine eigene TCP-Verbindung zu öffnen und anschließend zu schließen. Deswegen beherrscht HTTP 1.1 sogenanntes „Keepalive“, die Verbindung kann nach einer Übertragung für weitere Seitenelemente offen bleiben. Die

Bild: Rudolf A. Blaha

Abarbeitung der Anfragen geschieht aber pro TCP-Verbindung weiterhin brav der Reihe nach, jede Anfrage landet in einer Warteschlange. Ein großes Bild am Anfang der Schlange sorgt also dafür, dass alle anderen Anfragen blockiert sind (Head of Line Blocking). Auch der „Chunked transfer“, also das Zerteilen von großen Elementen, konnte das Problem nicht lösen. Die Browser gingen daher dazu über, einfach mehrere parallele TCP-Verbindungen zu öffnen – das führt allerdings beim Server zu mehr Auslastung, jeder Verbindungsaufbau kostet Ressourcen.

HTTP/2 zieht diesen Stopfen per Multiplexing. Möchte der Client zum Beispiel eine background.png, eine script.css und eine style.css vom Server haben, stellt er erst eine TCP-Verbindung her. Dann teilt er alle Anfragen in HTTP/2-Frames und kennzeichnet jeden Frame mit einer ID. Diese Frames schickt er so ab, wie sie anfallen. Der Server setzt die Puzzleteile anhand der ID zusammen. Ist eine Anfrage komplett, arbeitet er sie ab und schickt das Ergebnis ebenfalls in Frames, gemischt mit den Frames anderer Elemente, zurück. Der Browser setzt die Frames zusammen und kann mit dem Rendern beginnen, sobald die Teile vollständig da sind. Lässt das Bild eine Sekunde auf sich warten, blockiert es nicht die Auslieferung anderer Dateien.

Multiplexing lohnt vor allem, wenn eine Seite aus vielen Teilen besteht. Sehr anschaulich ist die Demo von den Entwicklern der Programmiersprache Go, zu finden über [ct.de/ypby](http://ct.de/ypby). Die Seite enthält ein Bild aus 15 × 15 Bildchen, also 225 einzelnen Anfragen. Mit den Links darüber kann man bestimmen, ob diese mit HTTP 1.1 oder HTTP/2 geladen werden sollen und wie lange jedes Bild serverseitig ver-

zögert werden soll. Hier lohnt ein Blick in die Entwicklerkonsole des Browsers – im Folgenden kommt Chrome zum Einsatz, die Funktionen sind aber in anderen Browsern ähnlich. Sie öffnen die Konsole mit F12 (oder per Rechtsklick/Untersuchen). Wählen Sie hier den Reiter „Network“ und klicken auf den roten Aufnahme-Knopf. Laden Sie die Seite über die Links mit den verschiedenen Protokollen – das Wasserfalldiagramm zeigt, wie effizient HTTP/2 im Vergleich zum Vorgänger arbeitet.

Google Chrome hält die wichtigste Information erst verborgen: Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Spaltenkopf und aktivieren Sie die Spalte „Protocol“. Jetzt erfahren Sie auch sehr übersichtlich, ob eine Seite schon HTTP/2 nutzt. „h2“ in der Spalte „Protokoll“ steht

für das neue Protokoll. Auf Webseiten großer Anbieter können Sie feststellen, dass nicht immer alle Elemente mit dem gleichen Protokoll ausgeliefert werden. Das kann vorkommen, wenn zum Beispiel der Seitenbetreiber anders als die CDNs, die seine Bilder ausliefern, noch nicht umgestellt hat oder Werbung von anderen Servern kommt.

Ein anderes Testwerkzeug auf der Kommandozeile ist bislang Linux- und Mac-Nutzern vorbehalten. Windows 10 hat das Kunststück noch nicht gelernt. Curl kann man zwingen, nur über HTTP/2 zu arbeiten:

```
curl --http2 https://www.google.de
```

Kommen bei diesem Aufruf keine Daten zurück, liefert der Server nur HTTP 1.1 oder 1.0 aus.

gophertiles?x=5&y=0&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	822 B	1.1...	
gophertiles?x=14&y=11&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	822 B	2.0...	
gophertiles?x=0&y=7&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	849 B	2.0...	
gophertiles?x=14&y=7&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	817 B	2.1...	
gophertiles?x=4&y=6&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	1.1 KB	2.1...	
gophertiles?x=11&y=2&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	833 B	2.1...	
gophertiles?x=11&y=9&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	824 B	2.1...	
gophertiles?x=13&y=0&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	827 B	3.2...	
gophertiles?x=2&y=3&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	1.1 KB	3.2...	
gophertiles?x=11&y=0&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	813 B	3.2...	
gophertiles?x=14&y=5&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	822 B	3.2...	
gophertiles?x=5&y=3&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	1.1 KB	3.2...	
gophertiles?x=10&y=3&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	827 B	4.3...	
gophertiles?x=12&y=9&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	1006 B	4.3...	
gophertiles?x=9&y=8&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	920 B	4.3...	
gophertiles?x=7&y=4&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	1.0 KB	4.3...	
gophertiles?x=7&y=8&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	1.0 KB	4.3...	
gophertiles?x=1&y=2&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	823 B	4.3...	
gophertiles?x=5&y=11&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	867 B	5.4...	
gophertiles?x=12&y=4&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	806 B	5.4...	
gophertiles?x=10&y=10&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	922 B	5.4...	
gophertiles?x=5&y=10&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	1.0 KB	5.5...	
gophertiles?x=13&y=9&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	933 B	5.5...	
gophertiles?x=11&y=4&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	827 B	5.5...	
gophertiles?x=3&y=11&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	939 B	6.5...	
gophertiles?x=13&y=8&cachebust=...	200	http/1.1	http2.golang.org	jpeg	gophertiles?laten...	1.1 KB	6.5...	

Die Entwicklerkonsole in Chrome zeigt es anschaulich: Mit HTTP 1.1 kommen die Bilder nacheinander. Die Seite mit 255 Bildern lädt fast 6 Sekunden.



Times from connection start:  
DOM loaded: 269ms  
DOM complete (images loaded): 721ms

Name	Status	Protocol	Domain	Type	Initiator	Size	Time	Waterfall
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	1.0 KB	2.75 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	822 B	2.77 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	863 B	2.77 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	818 B	2.77 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	857 B	2.78 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	1.1 KB	2.90 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	1.1 KB	2.93 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	1.1 KB	2.93 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	806 B	2.93 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	1.1 KB	2.93 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	840 B	3.06 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	962 B	3.06 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	1.1 KB	3.08 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	807 B	3.08 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	962 B	3.09 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	837 B	3.09 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	828 B	3.21 s	
go...	200	http/1.1	http2.golang...	jpeg	/gophertiles?lat...	850 B	3.21 s	

Mit HTTP/2 lädt der gleiche Inhalt in 0,7 Sekunden, weil sich die Bilder nicht gegenseitig ausbremsen.



## Hellseher

Der neue Standard beherrscht noch einen weiteren Trick, der während der Standardisierung auch kritisiert wurde, weil er den Charakter des Protokolls verändert. Der Server ist mit HTTP/2 mit „Server-Push“ in der Lage, Dokumente auszuliefern, bevor sie vom Client bestellt wurden. Bei einer Webseite könnte der Server beispielsweise die `styles.css` und das `background.png` schicken, sobald jemand die `index.htm` anfragt. Der Webseitenbetreiber muss das im Server aber explizit einrichten. Außerdem neu in HTTP/2: Die Header werden jetzt ebenfalls komprimiert, was weitere Millisekunden herauskitzelt.

## Admins Hausaufgabe

Haben Sie ein Webhosting-Produkt gemietet, können Sie selbst wenig tun. Bietet Ihr Hoster eine Möglichkeit, HTTPS zu aktivieren, nutzen Sie diese (nicht nur weil es für HTTP/2 nötig ist). Prüfen Sie dann mit der Entwicklerkonsole von Chrome, ob die Seite mit „h2“ ausgeliefert wurde (Firefox meldet hier „http/2“). Andernfalls bleibt Ihnen nur der Anruf beim Support.

Haben Sie Kontrolle über die Auslieferung, sollten Sie zuerst alle beteiligten Webserver identifizieren. Es bringt nichts, einen Webserver auf HTTP/2 umzustellen, der hinter HTTP 1.1-Loadbalancern steht. Als Beispiel soll es hier um Installationen gehen, in denen nur ein Server arbeitet. Voraussetzung ist, dass HTTPS bereits mit TLS läuft. Ein kostenloses Zertifikat können Sie bei Lets Encrypt beantragen. Wie Sie das mit Apache, nginx und IIS bewerkstelligen, haben wir bereits erklärt [1]. Für Besucher, die Ihre Seite über HTTP aufrufen wollen, sollten Sie eine Umleitung auf HTTPS gebaut haben.

## Schnell am Ziel

Mit einem nginx-Server ist die Einrichtung schnell gemacht. Bringen Sie ihn zuerst auf den aktuellen Stand, Version 1.9.5 muss es mindestens sein. Öffnen Sie die Konfigurationsdatei für die Seite und suchen Sie nach dem Block `server{...}`. Hier müssen Sie nur `http2` hinter `listen 443` ergänzen. Der Block kann dann beispielsweise so aussehen:

```
server {
    listen          443 ssl http2;
```

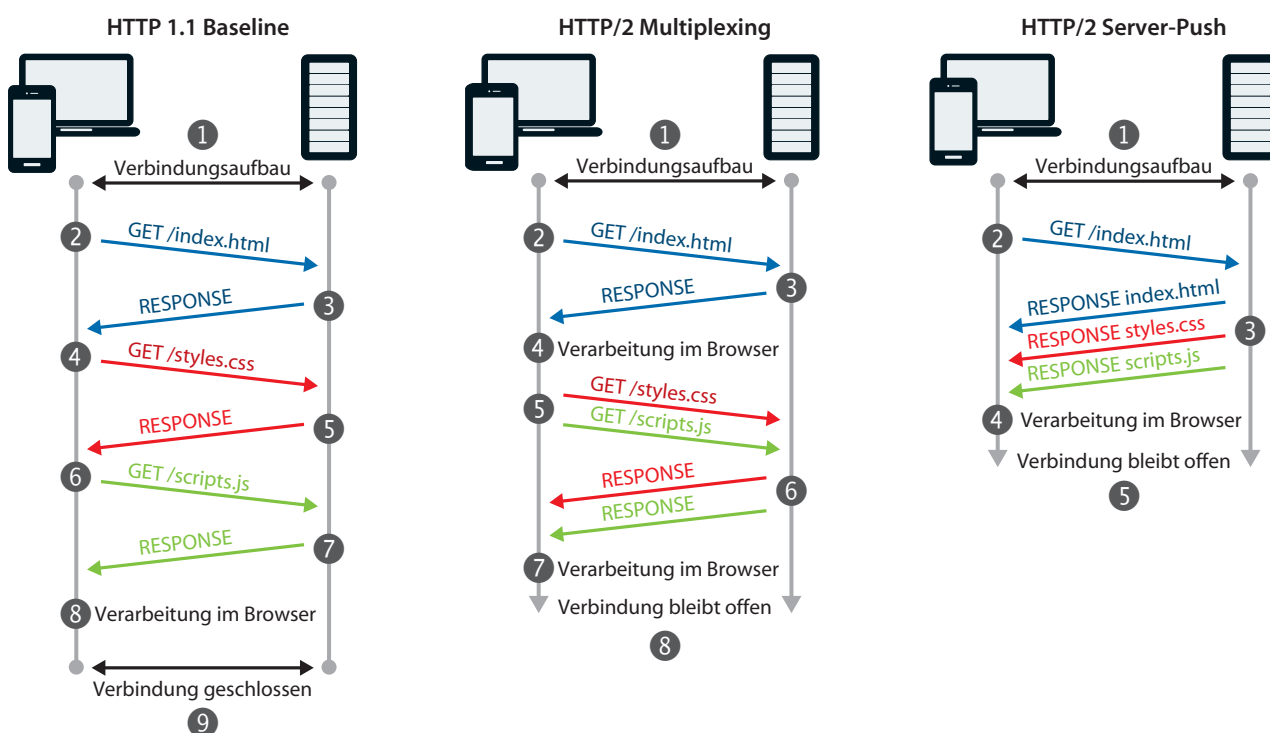
```
server_name        example.com;
ssl_certificate     example.crt;
ssl_certificate_key example.key;
[...]
```

Bei der Gelegenheit können Sie die Auswahl der Verschlüsselungsalgorithmen hinter `ssl_ciphers` überprüfen und nur solche aktivieren, die nach aktuellem Stand sicher sind. Beispiele finden Sie über [ct.de/ypby](http://ct.de/ypby). Nach einem Neustart von nginx, zum Beispiel mit `sudo systemctl restart nginx`, sollte Chrome beim Abruf der Seite das neue Protokoll in den Entwicklertools zeigen.

Um noch ein paar Millisekunden herauszuholen, können Sie jetzt noch Server-Push aktivieren. Das ist serverseitig aber nur sinnvoll, wenn sich Webentwickler und Server-Administrator gut abstimmen. Sonst versucht der Server, die Datei „`style.css`“ zu pushen, die der Entwickler in „`newstyle.css`“ umbenannt hat. Für das Pushen reicht der Eintrag `http2_push` in einem `location`-Block. Im folgenden Beispiel sollen Style, Skript und Hintergrund beim Aufruf der `index.html` gepusht werden. Damit spart man die Zeit für den

## Beschleunigung mit HTTP/2

Anders als mit HTTP 1.1 werden die Anfragen nicht nacheinander bearbeitet. Außerdem kann der Server Dateien verschicken, bevor der Client sie bestellt hat.



Aufruf der Dateien, und der Browser kann schneller mit dem Rendern beginnen:

```
location = /index.html {
    http2_push /style.css;
    http2_push /background.png;
    http2_push /script.js;
}
```

Den Erfolg sehen Sie in der Entwicklerkonsole in der Spalte „Initiator“. Hier sollte „Push /index.htm“ auftauchen. Wenn der Webentwickler Server-Push auslösen möchte, ohne dass der Admin einen Eintrag in der Konfigurationsdatei setzen muss, kann er den Header `Link`: auch selbst setzen. Dafür muss er nur auf der Seite die Funktion zum Setzen von Headern in seiner Programmiersprache aufrufen. In PHP zum Beispiel:

```
header("Link: </style.css> ",
    ["rel=preload; as=style", false]);
```

Für den Parameter `as=` sind neben `style` auch `image` und `script` gültig.

## Mit Extras

Apache-Nutzer brauchen eine aktuelle Version ab 2.4.24, dann ist das Modul `mod_http2` dabei. In den Paketquellen von Debian Stretch ist sie enthalten, bei Ubuntu ab 17.10. Wer andere Distributionen nutzt, muss sich ein aktuelles Apache-Archiv beschaffen.

Aktivieren Sie das Modul auf der Kommandozeile:

```
a2enmod http2
apachectl restart
```

Öffnen Sie die Konfigurationsdatei, in der Sie HTTPS eingerichtet haben. Suchen Sie den `VirtualHost`-Abschnitt und fügen Sie die folgende Zeile ein:

```
Protocols h2 HTTP 1.1
```

Nach einem Neustart mit `apachectl restart` versucht der Server, mit dem Client HTTP/2 auszuhandeln. Scheitert das, fällt er auf HTTP 1.1 zurück.

## Mit Windows

IIS-Nutzer unter Windows haben zur Abwechslung mal am wenigsten Arbeit. Der IIS 10, seit Windows Server 2016 an Bord, versucht ohne weiteres Zutun, jede mit HTTPS verschlüsselte Seite automatisch mit HTTP/2 auszuliefern. Zertifikat einrichten [2], Umleitung auf https erzwingen, fertig.

## Die Geschichte von HTTP/2

HTTP wurde bisher nur dreimal überarbeitet. 1996 kam HTTP 1.0, 1999 dann HTTP 1.1, das noch immer am häufigsten benutzt wird. Erst 2012 entschied sich Google, Pläne für einen Nachfolger vorzustellen. SPDY (gesprochen „speedy“) hieß das Projekt, das für schnellere Übertragungen sorgen sollte. Im Mai 2015 hat die Internet Engineering Taskforce HTTP/2 zum neuen Standard erklärt und dabei die Vorschläge von Google größtenteils übernommen. Nicht in den Standard schaffte es Googles Idee aus SPDY, verschlüsselte Verbindungen vorzu-

schreiben. Alle Browser-Entwickler bauten diese Verpflichtung aber unabhängig vom Standard ein: ohne TLS kein HTTP/2. In Zeiten, in denen viele Browser Seiten ohne TLS als „unsicher“ kennzeichnen, ist die Frage ohnehin überholt. Es gibt für Betreiber keine Ausreden mehr, kein TLS einzusetzen. Eine HTTP/2-Verbindung wird schon beim Aufbau der TCP-Verbindung über Application-Layer Protocol Negotiation (ALPN) beim Aufbau von TLS ausgehandelt. Der Browser informiert, dass er HTTP/2 versteht, der Server willigt ein, wenn er in der Lage dazu ist.

## Mit Unterstützung

Ihre Seite (oder zumindest eine Testumgebung) läuft mit HTTP/2, jetzt ist es an der Zeit, den Code der Seite zu überprüfen. Wenn Sie das Problem blockierender Bilder bisher mit asynchronen Anfragen in JavaScript gelöst haben, sollten Sie die Bilder zum Test gewöhnlich einbinden und die Zeit mit reiner HTTP/2-Auslieferung messen. Da es immer noch passieren kann, dass ein Client nur HTTP 1.1 versteht, kann man darüber nachdenken, für diese Besucher eine Weiche einzubauen. Client-seitig kann man in JavaScript den Wert von `performance.timing.nextHopProtocol` abfragen. Ist er nicht `h2`, kann man die alten Hilfslösungen aktiviert lassen. Um serverseitig auf unterschiedliche Protokolle zu reagieren, gibt es je nach Programmiersprache unterschiedliche Möglichkeiten. In PHP bei-

spielsweise verrät der Inhalt von `$_SERVER["SERVER_PROTOCOL"]`, womit der Client angefragt hat.

Probleme mit HTTP/2 sind nur wenige bekannt – Nutzer von F5-Hardware-Loadbalancern berichten über Probleme in Kombination mit der Entwicklerversion von Chromium (siehe [ct.de/ypby](http://ct.de/ypby)). Eine Umstellung in einfachen Umgebungen ist dagegen unproblematisch. Angst sollte man daher vor der Umstellung nicht haben.

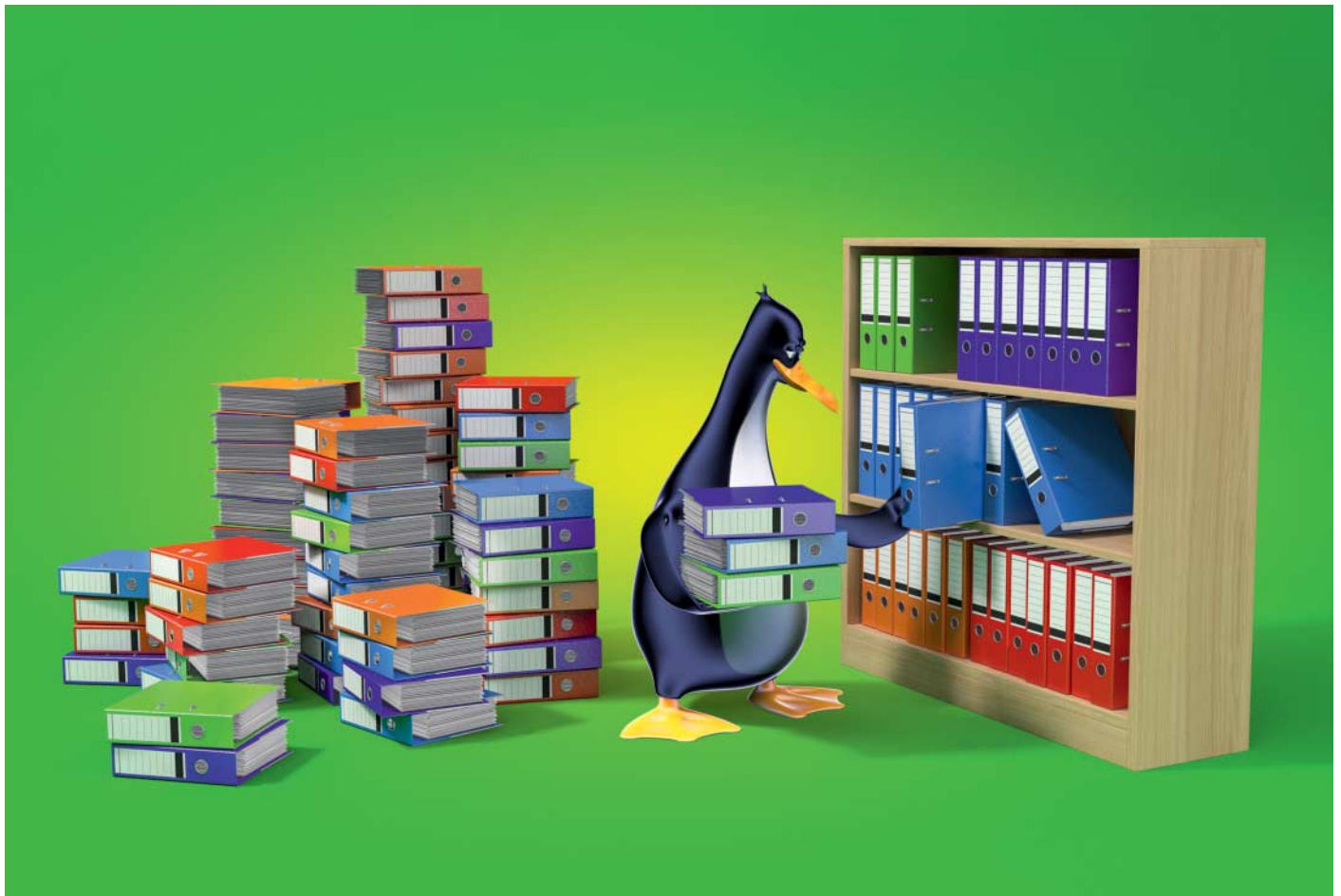
([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)) **ct**

## Literatur

- [1] Uli Ries, Let's Encrypt!, SSL/TLS-Zertifikate gratis für alle, c't 4/2018, S. 80
- [2] Jan Mahn, IIS-Schlüsseldienst, Let's-Encrypt-Zertifikate für IIS unter Windows automatisiert abrufen, c't 4/2018, S. 92

**HTTP/2-Demos:** [ct.de/ypby](http://ct.de/ypby)

Im IIS ist HTTP/2 automatisch aktiv, wenn TLS aktiv ist. Im neuen Windows Server 2019 kann man das neue Protokoll auch abschalten.



# Protokollant

## Linux-Konfigurationsdateien verwalten mit Etckeeper

**Wer unter Linux Konfigurationsdateien und deren Änderungen bis ins Detail verfolgen möchte, findet in Etckeeper den richtigen Helfer. Das Programm speichert die Dateien in Git und macht alle Änderungen nachverfolgbar. Damit ist ein kleiner unbemerkter Fehler beim Bearbeiten der Systemkonfiguration schnell beseitigt.**

**Von Merlin Schumacher**

**D**ie zwei Optionen kann ich ja eben noch setzen, da wird schon nix passieren – denkt man oft genug. Ein paar Stunden später sitzt man verzweifelt vor einem verummelten Serversystem. Ver-

stellte Dienste und kaputte Konfigurationsdateien sind schwer wieder instand zu setzen. In den Backups liegt vielleicht genau die funktionierende Iteration der Konfigurationsdatei nicht. Etckeeper hilft: Es sichert bei jeder Paketinstallation, täglich und auch manuell den Stand der Dateien in /etc. Im Hintergrund greift es auf ein Versionskontrollsystem zurück. Die Entwickler empfehlen Git, auch wenn man andere wie Bazaar oder Mercurial einsetzen kann. Wer sich mit Git auskennt, findet sich praktisch sofort zurecht. Für Git-Neulinge erklären wir ein paar Grundlagen im Kasten auf Seite 168. Wer tiefer in die Materie einsteigen will, findet in [1] mehr Informationen.

Im Gegensatz zum normalen Verfolgen von Änderungen in Dateien durch Git müssen bei Konfigurationsdaten auch die Dateiberechtigungen überwacht werden. Die Änderungen von Leserechten können

in /etc relevant sein, denn vorsichtige Software verweigert sofort den Dienst, wenn etwa private Schlüssel auf einmal globale Leserechte haben. Mit dem einfachen Zurückspielen von Dateiinhalten ist es also dort nicht getan. Etckeeper achtet daher auch auf Rechteänderungen und speichert diese zusätzlich ab. Auf Extended Attributes, wie sie für SELinux notwendig sind, versteht es sich jedoch nicht.

### Einrichtung

Etckeeper ist bei größeren Distributionen Teil der offiziellen Paketquellen. Dieser Artikel zeigt den Einsatz unter Debian Stretch mit Git als Versionskontrollsystem. Auf anderen Systemen funktioniert das prinzipiell genauso.

Loggen Sie sich zunächst als root ein und installieren Sie Git:

```
apt install git
```



Anschließend legen Sie eine E-Mail-Adresse und einen Namen für den Nutzer root fest:

```
git config --global user.name j
    "IHR NAME"
git config --global user.email j
    IHRE@E-MAIL
```

Diese Einstellungen sind nötig, da Etckeeper sonst schon bei der Einrichtung streikt. Sowohl den Namen als auch die E-Mail-Adresse integriert das Programm dann in die Commits. Nun können Sie Etckeeper installieren:

```
apt install etckeeper
```

Teil der Installation ist das automatische Erzeugen eines Git-Repositories, das der Konfigurationsüberwacher mit der Ausgabe aller nun im Repository befindlichen Dateien quittiert. Im Ordner /etc/.git landen dann die Git-Metadaten. Löschen Sie diesen Ordner, sind alle Versionsstände und Metadaten des Repositories verloren. Sie sollten ihn daher umgehend auch in Ihre Backups aufnehmen, falls das nicht automatisch geschieht.

Im Verzeichnis /etc/etckeeper landen sowohl die Konfigurationsdatei etckeeper.conf als auch eine Handvoll Unterordner mit Skripten, die für die möglichen Operationen zuständig sind. Wer also Sonderwünsche hat, kann in den Unterzeichnissen zusätzliche Skripte anlegen, um etwa E-Mail-Benachrichtigungen zu erhalten, wenn Etckeeper einen neuen Commit anlegt.

Die Datei etckeeper.conf bietet nur wenige Einstellungen.

```
VCS="git"
GIT_COMMIT_OPTIONS=""
HIGHLEVEL_PACKAGE_MANAGER=apt
LOWLEVEL_PACKAGE_MANAGER=dpkg
PUSH_REMOTE=""
```

Mit der Option vcs legen Sie das Versionskontrollsystem fest. GIT\_COMMIT\_OPTIONS legt Optionen fest, die dem Git-Aufruf beim Commit übergeben werden. Dort können Sie etwa mit der Option --author einen dedizierten Autorennamen für Etckeeper angeben oder für Experimente die Option --dry-run hinterlegen, damit Git keine echten Änderungen am Repository, sondern nur einen Testlauf durchführt.

## Eigenverantwortung

Im Alltag braucht man für den Umgang mit Git in Kombination mit Etckeeper nur

wenige Befehle. Der wichtigste ist git status. Er zeigt an, in welchen Dateien sich seit dem letzten Commit, also dem letzten Abgleich mit dem lokalen Git-Repository, Änderungen ergeben haben. Welche Änderungen das genau sind, zeigt git diff in Form eines unter Linux üblichen Unified Diff zwischen der im Git-Repository hinterlegten Dateiversion und der im Verzeichnis vorliegenden. Manchmal sind das auch keine inhaltlichen Unterschiede, sondern nur formelle wie die Änderung eines Dateinamens oder der Zugriffsrechte.

Der Zugriff auf das Repository in /etc mit grafischen Git-Werkzeugen ist nicht ohne Weiteres möglich, denn Zugriff darauf hat nur root.

Wenn Sie Änderungen in /etc durchführen, versionieren Sie diese nach Abschluss der Arbeiten mit

```
etckeeper commit "Meine Änderungen"
```

Der Parameter commit weist Etckeeper an, alle Änderungen zu übernehmen und im Repository zu speichern. Etckeeper verbindet hier die Git-Befehle add und commit. Der Beschreibungstext am Ende, die Commit-Message, beschreibt die geschehenen Änderungen. Er hilft bei der Suche nach vergangenen Veränderungen im Verzeichnis. Sie sollten ihn daher präzise und deskriptiv wählen. Geben Sie den Pflichttext nicht an, öffnet sich ein Texteditor, bei dem Sie die Änderungen noch mal im Detail einsehen können und in der ersten Zeile die Beschreibung eintragen müssen.

**Die Einstellungen, die sich bei Linux-Systemen im Ordner /etc finden, sind zahlreich und filigran. Etckeeper verwaltet sie in einem Git-Repository.**

Die bisherigen Änderungen können Sie mit git log überblicken. Dort sehen Sie die eindeutige Commit-ID gefolgt vom Namen des Autors, dem Änderungszeitpunkt und der Beschreibung. Wollen Sie einen älteren Zustand wiederherstellen, geben Sie

```
git checkout COMMIT-ID
```

ein. Die Commit-IDs sind sehr lang, um die gekürzten Versionen anzuzeigen, führen Sie git log --abbrev-commit aus. Nach dem Checkout der gewünschten Version können Sie die Änderungen mit etckeeper commit speichern, dann wird der ältere Zustand als neuer Commit vermerkt.

Wenn Sie mit mehreren Personen an den Dateien arbeiten, sollten Sie das Programm sudo installieren und einrichten [3]. Etckeeper erkennt automatisch, wenn es von sudo gestartet wurde und übernimmt die Git-Einstellungen des jeweiligen Benutzers, sodass auch dessen E-Mail-Adresse und Namen im Log landet. Dadurch kann man Änderungen auf einzelne Benutzer zurückführen. Noch granularer kann man Änderungen mit

```
git blame DATEINAME
```

Zeile für Zeile nachvollziehen und sehen, wann was von wem geändert wurde.

## Automatik

Gerne vergisst man, Konfigurationsänderungen einzuspielen. Für diesen Fall erstellt ein Cronjob einen täglichen Etckeeper-

```
root@debian-mls-test:/etc/etckeeper# git log
commit 33172e79221e5639b8ee697ca3a55607567be846
Author: root <mls@ct.de>
Date:   Fri Aug 31 15:50:42 2018 +0200

    committing changes in /etc after apt run

Package changes:
+mc 3:4.8.18-1 amd64
+mc-data 3:4.8.18-1 all
+unzip 6.0-21 amd64

commit 0f59ee7d3f6974e401f941a8a1c8d33158d9b8ae
Author: root <mls@ct.de>
Date:   Fri Aug 31 15:36:05 2018 +0200

    committing changes in /etc after apt run

Package changes:
+libgpm2 1.20.4-6.2+b1 amd64
+vim 2:8.0.0197-4+deb9u1 amd64
+vim-runtime 2:8.0.0197-4+deb9u1 all

commit 0313d6abd3dcf357da825406fb78c4c4674047ba
Author: root <mls@ct.de>
Date:   Fri Aug 31 15:30:20 2018 +0200

    Initial commit
root@debian-mls-test:/etc/etckeeper#
```

## Git-Hintergründe

Git nimmt die Pole Position bei den Versionsverwaltungssystemen ein. Es gibt zwar noch einige andere, aber die von Linus Torvalds begonnene Software ist – nicht zuletzt durch den Erfolg von Git-Hub – zum Standardwerkzeug für Entwickler geworden. Es ist daher gut, zumindest ein paar der wichtigsten Handgriffe mit Git schon einmal gemacht zu haben. Im Zusammenspiel mit Etckeeper ist das besonders wichtig, da man ohne ein Grundverständnis von Git dessen Vorteile nicht nutzen kann.

Ein Git-Repository ist eine Sammlung von Dateien. Nicht mehr und nicht weniger. Es kommt keine zusätzliche Datenbank oder ein Daemon zum Einsatz, der stets mitlaufen muss. Git speichert alle Verwaltungsdaten immer im Unter-

verzeichnis `.git`. Löscht man das Verzeichnis `.git`, ist der Ordner, in dem es lag, kein Git-Repository mehr. Daher kann man ein Verzeichnis, in dem ein Repository liegt, auch einfach nach Belieben verschieben oder kopieren, ohne dass das ernsthafte Folgen hat. Die Dateien kann man jederzeit und überall bearbeiten und später abgleichen.

Damit auch mehrere Entwickler an unterschiedlichen Orten die Dateien eines Repositories bearbeiten können, kann man diese auch auf entfernten Rechnern in sogenannten Remotes hochladen und dort Änderungen hoch- (push) oder herunterladen (pull). Git kümmert sich dabei um den Abgleich der Änderungen und bestmöglich um die Auflösung von Konflikten.

Commit. Den sollte man in jedem Fall durchführen lassen. Wer jedoch dem alten Meister Cron nicht traut, sondern lieber auf moderne Sytemd-Timer [2] setzt, aktiviert die Zeile `AVOID_DAILY_AUTOCOMMITS` und den Systemd-Timer mit `systemctl enable etckeeper.timer`. Bleibt der Timer aus, spart sich Etckeeper die täglichen Commits.

Oft wird der Einsatz von Incron, einem Daemon zur Dateiüberwachung, in Kombination mit Etckeeper empfohlen. Davon raten wir aus zweierlei Gründen ab: Zum einen gibt es ohne ausgefeilte Wrapper-Skripte Konflikte und Rekursionsprobleme zwischen Incron und Etckeeper. Zum anderen erzeugt der Dienst bei jeder Dateiänderung einen einzelnen Commit – selbst wenn Sie nur ein Byte verändern. Das mag in manchen Fällen sinnvoll erscheinen, führt aber hauptsächlich zu vollgemüllten Logs, in denen man nur noch mit Mühe die Dateiversion findet, die man gerade braucht.

### Installationswächter

Etckeeper integriert sich auch in die Paketmanager der Linux-Distributionen und kann so vor dem Einspielen von Updates oder neuen Programmen eine Sicherung vornehmen. Liegen in `/etc` ungesicherte Änderungen, werden diese zunächst committet und anschließend das Paket eingespielt. Danach erfolgt der nächste Commit. So ist der Zustand vor der Installation

und danach nachvollziehbar. Wem das suspekt ist, der aktiviert die Einstellung `AVOID_COMMIT_BEFORE_INSTALL`. Dann erzwingt Etckeeper einen Abbruch der Paketinstallation, falls es noch ungesicherte Dateiänderungen gibt. Diese kann man dann selber sichten und speichern. Anschließend läuft die Installation ohne Weiteres durch.

Welchen Paketmanager Etckeeper einsetzt, legen die Optionen `HIGHLEVEL_PACKAGE_MANAGER` und `LOWLEVEL_PACKAGE_MANAGER` fest. Bei Debian sind dort `apt` und `dpkg` eingetragen. Bei anderen Distros müssen Sie hier die entsprechenden Pendants eintragen.

### Fernabsicherung

Wer seine Konfigurationsdaten lieber noch mal zentral wegsichern will, kann Etckeeper auch anweisen, die Änderungen an ein entferntes Repository (auch Remote genannt) zu versenden. Um ein Repository zu erzeugen, loggen Sie sich per SSH auf dem Rechner ein, der das Repository hosten soll. Suchen Sie ein Verzeichnis – wie beispielsweise `/data/etc-config/` – für das Repository aus. Wechseln Sie anschließend dorthin und führen Sie folgenden Befehl aus:

```
git init --bare
```

Nun haben Sie ein Bare-Repository angelegt. Es dient nur als Ziel für Dateiände-


rungen und enthält keine Arbeitskopie der Dateien. Der Befehl

```
git remote add origin ssh://user@q
hostname:/data/etc-config/q
mein-pc
```

gibt das entfernte Repository (Remote) an, in das Etckeeper die Dateien hochlädt. Mit der Option `PUSH_REMOTE` wird der Name des zu verwendenden Remote-Repository festgelegt, in das Etckeeper die Änderungen verschickt. Hier lautet er `origin`.

Achten Sie darauf, dass das Ziel-Repository nicht öffentlich ist. In `/etc` liegen nicht nur simple Konfigurationsdateien, sondern auch Sicherheitszertifikate und -schlüssel, Passwörter und Zugangsdaten von Diensten wie VPNs oder SSH-Servern. Diese sollten selbstverständlich geheim bleiben. Es ist also eine denkbar schlechte Idee, Etckeeper anzuweisen, seine Dateien in ein öffentliches GitHub-Repository zu laden. Es ist klüger, ein Repository auf einem privaten Server einzurichten oder zumindest ein privates, kostenpflichtiges GitHub-Repository.

Möchten Sie der Welt dennoch Ihre Konfigurationsdaten bereitstellen, aber die sensiblen Inhalte vom Abgleich durch Etckeeper ausschließen, erweitern Sie die Datei `.gitignore` in `/etc` und tragen Sie die Dateien und Pfade relativ zu `/etc` ein, die Sie nicht ins Repository einbinden möchten. Jede Pfadangabe kommt dabei in eine Zeile. Diese Dateien werden von Etckeeper dann völlig ignoriert, Sie müssen sie anderweitig sichern.

Beachten Sie, dass bereits durchgeführte Commits trotzdem im Repository sind. Das heißt, alle bereits hochgeladenen Daten sind dann öffentlich, auch wenn Sie sie aus dem aktuellen Stand des Repository entfernen. Wenn Ihnen erst später auffällt, dass Sie private Schlüssel ins Git kopiert haben, müssen Sie diese sofort unbrauchbar machen und neue erzeugen. Beispiele für per Etckeeper hochgeladene private SSH-Schlüssel findet man bei GitHub zuhauf. (*mls@ct.de*) 

### Literatur

- [1] Herbert Braun, Unvergessen, Erste Schritte mit dem Versionskontrollsystem Git und mit GitHub, c't 5/2014, S. 176
- [2] Merlin Schumacher, The Times They Are A Changin', (Un)regelmäßige Aufgaben mit Systemd planen, c't 20/2016, S. 190
- [3] Johannes Endres, Do you sudo?, Systemsicherheit trotz root-Rechten für viele, c't 8/2003, S. 182

Anzeige



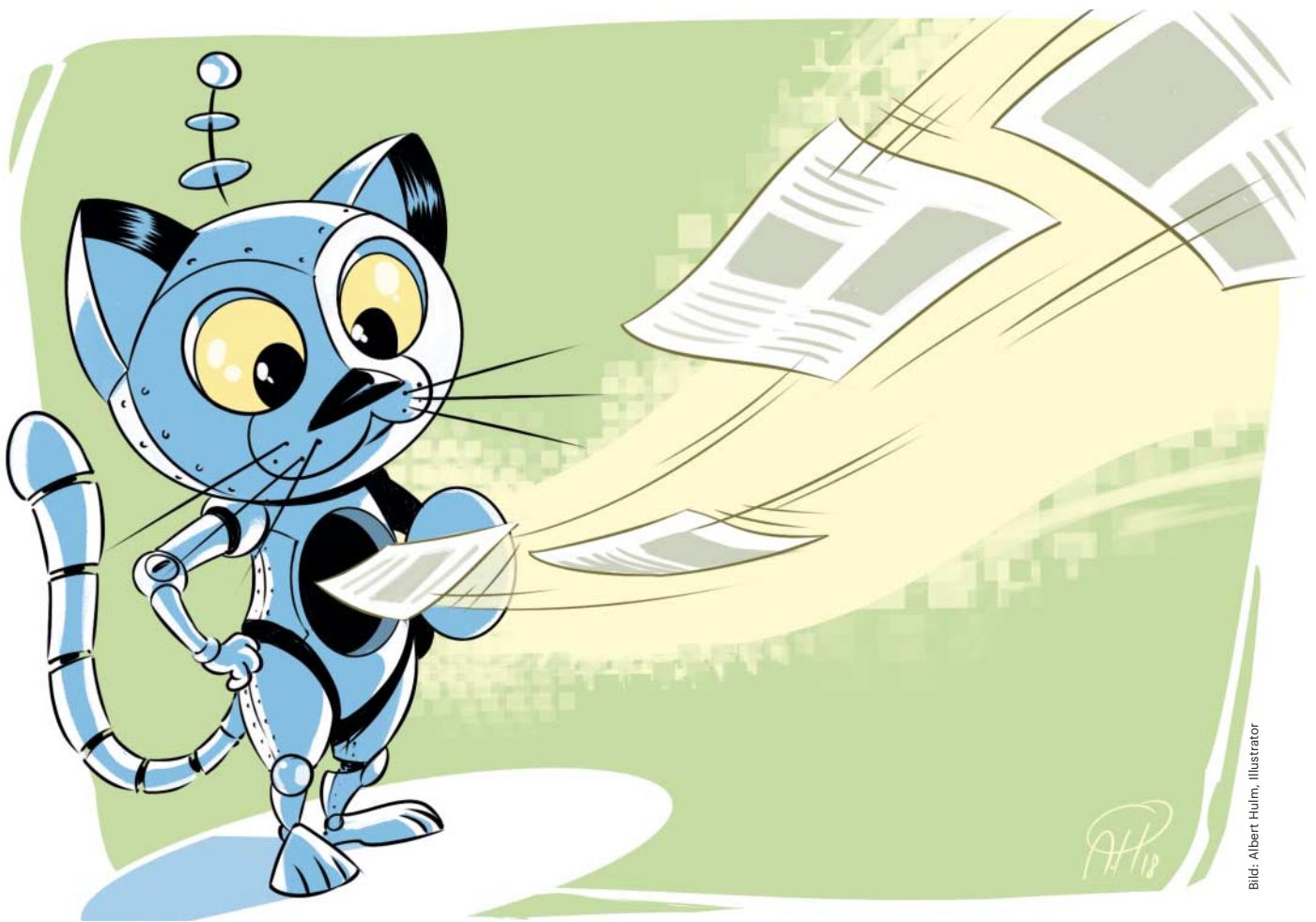


Bild: Albert Hulm, Illustrator

# Eine Datei für alles

## Notizverwaltung mit TiddlyWiki

**Wikis dienen dazu, schnell Informationen und Notizen abzulegen. Die Installation ist aber oft aufwendig. TiddlyWiki nutzt für alles nur eine einzige Datei. Das installiert sich ratzfatz und synchronisiert mühelos. Das Mini-Wiki stellt mehrere Einträge gleichzeitig dar und eignet sich daher besonders für kurze Notizen und To-dos.**

Von Nikolaus Schüler

**J**e schnelllebiger die Welt, desto mehr Informationen prasseln täglich auf uns Menschen ein. Wollte man sich alles merken, platzte einem der Kopf. Dieser Gefahr

entgeht man mit Notizen; im Idealfall in digitaler Form, damit man mit dem Rechner automatisch nach Begriffen suchen kann.

Programme wie Evernote speichern zwar Adressen, Geburtstage, Kochrezepte, Reisememos oder empfehlenswerte Bier-sorten, speichern die privaten Daten aber in der Herstellercloud und kosten in manchen Versionen Geld. Ein Editor mit Text-dateien wahrt die Privatsphäre und kostet nichts, gibt aber auch keinerlei Struktur vor. Respekt, wer da Ordnung hält. Eine ordentliche Lösung sind Wikis auf einem eigenen Server. Sie funktionieren plattformübergreifend und stellen die Notizen überall bereit. Ein ausgefeiltes System wie MediaWiki aufzusetzen, dauert jedoch lang und erfordert einiges an Vorwissen.

Viel einfacher geht es mit TiddlyWiki. Es besteht aus einer einzigen Datei, die den ganzen Code für ein Wiki enthält. Tiddly-

Wiki besteht nur aus HTML, CSS und JavaScript. Die Daten landen in derselben Datei wie der Code. Der Code verändert sich beim Speichern gewissermaßen selbst. Daher müssen Sie nur diese eine Datei zwischen verschiedenen Rechnern synchronisieren. Eine Installation auf einem Webserver ist nicht vorgesehen. Die lokale HTML-Datei enthält auch ohne Internet alles, was TiddlyWiki braucht. Dementsprechend einfach ist die Installation: Man lädt ein leeres Wiki herunter (siehe [ct.de/yudf](http://ct.de/yudf)) und speichert es auf dem Computer ab. Wer will, benennt die Datei noch um. Fertig.

### Abspeichern-Problem

Eine HTML-Datei auf der Festplatte zeigen gängige Browser klaglos an. JavaScript-Code in dieser Datei kann auch problemlos einen Editor bereitstellen, um Notizen zu schreiben. Ein moderner Browser darf

diese Daten aus Sicherheitsgründen jedoch nicht als Datei auf die Festplatte schreiben. Wäre das möglich, könnte im Browser ausgeführtes JavaScript problemlos Trojaner, Skripte oder ähnliche Übeltäter auf dem Rechner platzieren, was ein Scheunentor für Angriffe aller Art öffnen würde.

Ein Wiki, das nicht speichern kann, wäre jedoch recht sinnvoll. TiddlyWiki löste das Problem früher mit Browser-Plug-ins, die das Speichern für die Wiki-Seite übernahmen, beispielsweise Tiddly-Fox für Firefox.

Inzwischen haben aber alle gängigen Browser ihr Sicherheitsmodell so geändert, dass auch Plug-ins nicht mehr beliebig ins Dateisystem schreiben dürfen. Infolgedessen kann man TiddlyWiki heutzutage nicht mehr im Browser verwenden. Man kann es zwar öffnen und anschauen, aber zum Speichern muss man die geänderte Datei herunterladen, was jedes mal eine neu benannte Variante in Downloads-Ordner platziert und nebenbei mit Dialogfenstern nervt.

Abhilfe schafft die separate Anwendung TiddlyDesktop. Sie funktioniert wie ein spezialisierter Browser allein für TiddlyWiki, der das Speichern der Wiki-Daten erlaubt. TiddlyDesktop gibt es für macOS, Linux und Windows.

TiddlyWiki-Entwickler Jeremy Ruston pflegt den auf Chromium aufbauenden Spezialbrowser als Notlösung. TiddlyDesktop ist jedoch so minimalistisch, dass man damit nicht einmal innerhalb einer Seite suchen kann. Man kann zwar in der Suche von TiddlyWiki nach Seiten suchen, die ein Stichwort enthalten, aber um das Stichwort dann in der Zeichenwüste langer Notizen zu finden, bietet TiddlyDesktop kein Werkzeug an. Das Problem ist bekannt, aber leider noch ungelöst. Der aktuelle Workaround ist, das TiddlyWiki im Browser zu öffnen und dort mit Strg+F zu suchen.

## Alles anders

Anders als etwa Wikimedias MediaWiki ist ein TiddlyWiki nicht hierarchisch aufgebaut. Alle Seiten befinden sich auf der gleichen Ebene. In der Terminologie von TiddlyWiki heißen diese Seiten „Tiddler“. Aus der Gleichheit der Tiddler ergibt sich eine andere Herangehensweise ans Ordnen der Notizen: Struktur schaffen allein die Tags.

Außerdem ist TiddlyWiki anders als andere Wikis nicht versioniert. Editiert man einen Tiddler, geht die alte Version ver-

ren. Für ein Notizbuch ist das ausreichend, bei längeren Texten kommt es vor, dass man die Funktion schmerzlich vermisst.

TiddlyWiki ist aber ohnehin nicht auf lange Texte ausgelegt. Tiddler erscheinen nämlich als Karten, von denen gleich mehrere auf einen Bildschirm passen. So zeigt man bequem mehrere Notizen untereinander an und behält trotz vieler kurzer Texte die Übersicht. Die Karten fühlen sich viel mehr wie digitale Notizzettel an als die Seiten eines „großen“ Wikis. Trotzdem können Sie alles, was Sie schon über Wikis wissen, auch auf TiddlyWiki übertragen. Die Einarbeitung geht daher rasend schnell.

## Schreib mal wieder

Tiddler formatiert man mit Markdown. TiddlyWiki verwendet zwar seinen eigenen Markdown-Dialekt, der ähnelt jedoch anderen Varianten der Formatierungssprache so stark, dass man sich schnell heimisch fühlt.

Wie üblich gilt: Auflistungen beginnen mit einem Stern am Anfang der Zeile. Überschriften entstehen durch Ausrufezeichen am Anfang der Zeile. Ein Ausrufezeichen erzeugt große Titel, zwei sorgen für mittelgroße Überschriften und drei leiten kleine Zwischenüberschriften ein. Ein / vor und nach einem Wort hebt es kursiv hervor. Zitate markiert man mit > am Anfang der Zeilen. Links stehen in doppelten eckigen Klammern, für externe Links gibt man die URL nach einem | an. Bilder entstehen fast genauso und mit `img` nach der ersten Klammer: `[img[Alt-Text|URL]]`. Die Liste aller Formatierungsregeln finden Sie über [ct.de/yudf](http://ct.de/yudf).

Damit man sich nicht alle Regeln merken muss, bringt der Editor eine Reihe mit Buttons für die üblichen Formate mit.



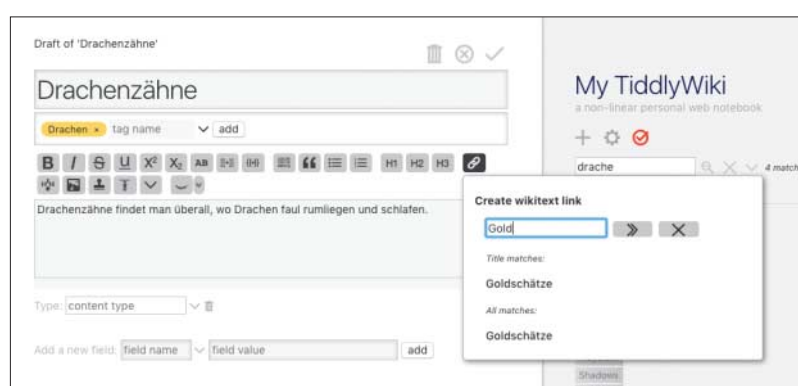
Bilder importiert man als eigene Tiddler. Die URL funktioniert dann wie ein lokaler Link.

Neben Fett und Kursiv findet sich auch ein Knopf, mit dem man Links erstellen kann. Der öffnet ein Textfeld, das den Namen des zu verlinkenden Artikels per Autovervollständigung anzeigt, sobald man ein paar Zeichen eingegeben hat. Links auf andere Tiddler entstehen so in Sekunden.

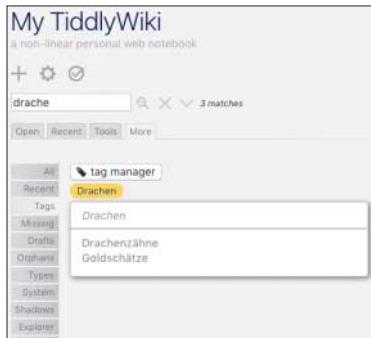
Wie in DokuWiki oder MoinMoin-Wiki erzeugt ein in Binnenmajuskeln (CamelCaps) geschriebenes Wort einen Link. Gibt es noch keinen Tiddler mit diesem Namen, legt man durch einen Klick auf den Link sofort den gleichnamigen Tiddler an. Will man das vermeiden, beispielsweise weil man eine lange Notiz zur Geschichte der CamelCaps schreibt, stellt man dem Wort eine Tilde voran.

## Guten Tag

Durch Tags bringt man Ordnung in den Tiddlerhaufen. Jedem Tiddler kann man mehrere Tags zuordnen. Sortiert man um, löscht man dafür einfach die alten Tags.



Dank des Editors muss man die Markdown-Formate nicht auswendig lernen. Hier hilft ein Pop-up beim Einfügen eines Links.



In TiddlyWiki gibt es keine Hierarchie. Ordnung schafft man mit Tags.

Wenn man auf ein Tag klickt, öffnet sich ein Pop-up. Oberhalb einer waagerechten Linie befindet sich ein Eintrag in kursiver Schrift. Ein Klick auf diesen Eintrag legt einen neuen Tiddler an, der den Namen des Tags trägt. Unter der Linie listet TiddlyWiki die Tiddler mit diesem Tag auf.

## Fundbüro

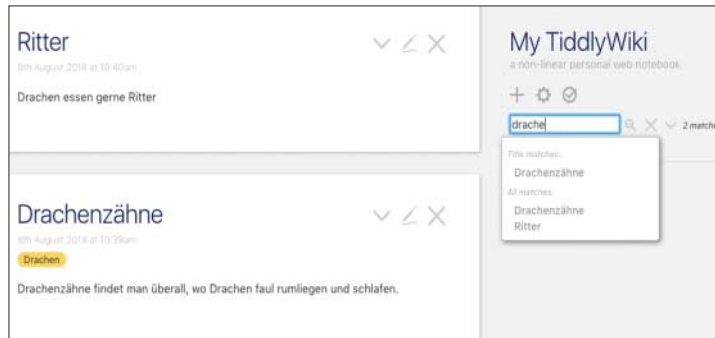
Informationen zu speichern ist schön, sie wiederzufinden noch schöner. Bei der Suche zeigt TiddlyWiki zuerst Funde im Titel und danach Funde in Tags und im Text von Tiddlern.

Die Suchergebnisse sammelt TiddlyWiki schon während des Eintippens des Suchbegriffs ein. Damit der Bildschirm nach dem ersten Buchstaben nicht sofort mit einer Menge sinnloser Ergebnisse vollgemüllt wird, beginnt die Anzeige erst, wenn man drei Zeichen eingegeben hat.

## Wandelbar

Das Menü auf der rechten Seite kann man im Menü (Zahnrad-Symbol) an die eigenen Bedürfnisse anpassen. Dort ergänzt man beispielsweise einen Knopf, um alle offenen Tiddler zu schließen. Wer nicht regelmäßig Tiddler mit dem aktuellen Datum als Titel erstellt, entfernt den Knopf fürs Anlegen eines „Journals“. Der Menüeintrag „Recent“ zeigt alle Tiddler sortiert nach dem Datum der letzten Änderung. Hinter „More“ verstecken sich weitere Menüpunkte wie die Liste aller Tags.

Da TiddlyWiki sich selbst verändert, lässt es sich nicht gut mit einem Versionskontrollsystem wie Git versionieren. Zwei auf verschiedene Weisen geänderte TiddlyWikis zu mergen ist so gut wie unmöglich, da sich beispielsweise auch die Liste der Tiddler zu einem Tag ändert, wofür Git keine Automatik mitbringt.



Bei der Suche unterscheidet TiddlyWiki nach Treffern im Titel und Treffern im Text und den Tags.

Zum Synchronisieren zwischen mehreren Geräten eignen sich eher Dateisynchronisierer wie Nextcloud, Dropbox, One Drive, Seafile oder Google Drive. Ändert man das Wiki allerdings auf zwei Geräten, ohne zwischendrin zu synchronisieren, wird die erste der beiden Änderungen verworfen.

Einen Passwortschutz gibt es von Haus aus nicht. Wer Zugriff auf die Datei hat, darf auch editieren. Auf einem Webserver kann man den zwar nachrüsten, der Aufwand dafür ist dann aber so groß, dass man auch ein Wiki mit Benutzerverwaltung wie DokuWiki oder MediaWiki installieren könnte.

## Erweiterbar

Da ein TiddlyWiki nur aus HTML und JavaScript besteht, kann man es einfach mit eigenem Code erweitern. Ein Beispiel dafür ist eine Liste von To-dos mit Checkboxen zum Abhaken. Jedes To-do ist einfach ein Tiddler mit dem Tag „Todo“. Ist ein To-do erledigt, erhält es den zusätzlichen Tag „done“. Den kann man wie andere Tags erstellen, bequemer wäre es aber, einfach die Checkbox dafür anklicken zu können. Dafür erstellen Sie einen Tiddler mit folgendem Inhalt:

```
! Offene Aufgaben
<$list filter="[!has[draft.of]]">
  <tag[Todo]!tag[done]sort[created]>
  <$checkbox tag="done"> <$link
    to={{!!title}}><$view field="title"/>
  </$link></$checkbox><br>
</$list>
! Erledigte Aufgaben
<$list filter="[!has[draft.of]]">
  <tag[Todo]tag[done]sort[created]>
  <$checkbox tag="done"> <$link
    to={{!!title}}><$view field="title"/>
  </$link></$checkbox><br>
</$list>
```

Der <\$list>-Tag arbeitet wie eine For-Schleife über alle Treffer des Suchfilters.

Der <\$checkbox>-Tag erzeugt die klickbare Box, die automatisch den angegebenen Tag setzt oder entfernt. <\$link> und <\$view> sorgen für Verlinkung und Anzeige des Titels.

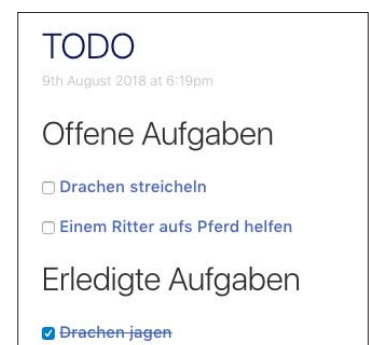
Neben den selbst programmierten Funktionen gibt es für TiddlyWiki eine ganze Reihe von Plug-ins, beispielsweise ein angepasster Workflow für GTD (Getting Things Done). Die Liste offizieller Plug-ins finden Sie über [ct.de/yudf](http://ct.de/yudf).

## Zielgruppe

TiddlyWiki eignet sich für alle, die schnell mal ein kleines lokales Wiki brauchen, das sich problemlos als Datei synchronisieren lässt. Um damit Notizen zu verwalten, muss man nur sehr wenig installieren, sich nur kurz einarbeiten und gar nichts bezahlen. Die Kartenansicht verbessert die Übersicht gegenüber klassischen Wikis.

Wer lieber ein privates Wiki auf seinem Server installiert, sollte einen Blick auf DokuWiki oder MoinMoinWiki werfen, die auch keine Datenbank brauchen. MediaWiki oder Confluence eignen sich dagegen eher für große Set-ups mit vielen Nutzern, beispielsweise in Firmen. ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)) **ct**

**Doku und Downloads:** [ct.de/yudf](http://ct.de/yudf)



Mit ein paar Zeilen Code entsteht eine To-do-Liste, die per Klick die richtigen Tags bei den zugrundeliegenden Tiddlern setzt.



Anzeige

# Grundlagen zu Mainboard-Anschlüssen

## Ein Überblick der Mainboard-Pfostenstecker

**Außer Buchsen für externes Zubehör haben Mainboards viele interne Anschlüsse, etwa für Lüfter, USB- und Audio-Buchsen an der PC-Front. Nicht alle dieser „Pin Header“ sind standardisiert.**

Von Christof Windeck

Wer nur alle paar Jahre mal an einem PC herumschraubt, stolpert dabei womöglich über unbekannte Mainboard-Anschlüsse. Was ist beispielsweise mit einem COV\_Fan-, W\_Out- oder RGB-Header gemeint? Manche Bezeichnungen ähnlich aussehender Anschlüsse verweisen auf unterschiedliche Belastbarkeit, vor allem bei Anschlüssen für Lüfter (Fans) und Wasserpumpen (Pump): Letztere liefern bei manchen Boards bis zu 3 Ampere Strom für bis zu 36 Watt Leistung.

Das Mainboard ist der zentrale Strom- und Signalverteiler im PC. Es verbindet den Prozessor mit Arbeitsspeicher, PCI-Express-Karten, Massenspeicher sowie Peripheriegeräten und leitet die Energie vom Netzteil zu den Komponenten. Jedes Mainboard hat im ATX-I/O-Bereich Buchsen für externe Geräte wie Displays, (USB-)Tastaturen, Ethernet und Lautsprecher. Hinzu kommen ebenfalls standardisierte Anschlüsse für interne Bauteile: abgesehen von Fassungen für PCIe-, PCI- und M.2-Karten sowie für Speichermodule (DIMMs) noch Buchsen für SATA-Laufwerke und Netzteilkabel (Main Power ATX, ATX12V, EPS12V).

Über die Platine verteilt finden sich etliche sogenannte Pfostenstecker, etwa für Taster, LEDs, USB- und Klinkenbuchsen am Gehäuse. Als Pfostenstecker – englisch Pin Header – bezeichnet man nackte Kontaktstifte, die so angeordnet sind, dass

sich billige, einfach konstruierte Gegenstücke aufsetzen lassen. Die meisten Pfostenstecker sind standardisiert oder haben sich etabliert, aber es gibt auch welche, deren Beschaltung nur das jeweilige Mainboard-Handbuch verrät. So verwenden manche Hersteller eigene Belegungen für den Anschluss von Frontpanel-Tastern und -LEDs sowie für Trusted Platform Modules (TPMs).

### USB-Veränderungen

Die Anschlüsse für USB-Buchsen am PC-Gehäuse verändern sich derzeit: Manche neuen Boards haben keine mehr für USB-2.0-Buchsen, sondern nur noch die 19-poligen mit Kunststoffkragen für USB 3.0. Und für USB Typ C mit USB 3.1 Gen 2 im Frontpanel gibt es eine dritte Onboard-Buchsenform mit Metallrand als Abschirmung, weil Signale mit 10 Gigahertz anliegen. Server-Mainboards stellen oft noch eine „stehende“ USB-A-Buchse bereit, in die ein USB-Stick passt: Das ist für Server gedacht, die zunächst nur einen Hypervisor für virtuelle Maschinen booten. Der Stick ist dann im Gehäuse geschützt.

Vor allem auf teureren High-End-Mainboards sind in den vergangenen Jahren zusätzliche Pfostenstecker hinzugekommen. Dazu gehören Anschlüsse für Wasserpumpen, die ebenso aussehen wie die etablierten 4-poligen Lüfteranschlüsse: CPU-Fan, CHA(ssis)-Fan, AUX-Fan (Hilfsgebläse) und so weiter. Letztere arbeiten meistens mit einer temperaturabhängigen Drehzahlregelung, die sich beispielsweise beim CPU-Fan auf die Temperatur des Prozessors bezieht. Die Anschlüsse für Wasserpumpen sind ab Werk hingegen üblicherweise ungeregelt, damit die Pumpe konstant läuft – oft lässt sich das per BIOS-Setup umschalten.

Einige High-End-Boards haben Anschlüsse für Temperatursensoren, von denen dann oft auch gleich welche beilie-

gen, üblicherweise einfache NTC-Widerstände. Manchmal gibt es Anschlüsse zur Überwachung von Wasserkühlungen, also für Durchfluss- oder Drucksensoren. Solche Informationen wertet dann das BIOS aus beziehungsweise letztlich ein dafür ausgelegter Hardware-Monitoring-Chip.

Ebenfalls erst auf jüngeren Mainboards zu finden sind Pfostenstecker für dekorative Beleuchtung, also RGB-LEDs. Die gibt es in mehreren Versionen: für Streifen mit einer Leitung pro Farbe – Rot, Grün, Blau, manchmal auch Weiß – und mit einzeln adressierbaren LEDs (WS2812B).

Seltener findet man noch Stromanschlüsse in der Bauform der Molexstecker an 5,25-Zoll-Laufwerken: Sie sind dazu gedacht, einer PCIe-Grafikkarte Strom direkt vom Netzteil zu liefern. Umgekehrt gibt es auf jenen Mainboards, die statt für ATX-Netzteile für die Speisung aus einer einzigen Gleichspannung ausgelegt sind, Anschlüsse für SATA-Laufwerke; meistens liegen passende Adapterkabel bei.

Einige Mainboards für Embedded Systems und Steueranlagen haben GPIO-Pins als programmierbare Ein- und Ausgänge für Zusatzschaltungen. Sie hängen üblicherweise am sogenannten Super-I/O-Chip. Manche Boards machen interne Schnittstellen zugänglich: den System Management Bus (SMBus alias I<sup>2</sup>C) für Sensoren, das Serial Peripheral Interface (SPI), über den der NOR-Flash-Chip mit dem BIOS-Code am Chipsatz hängt, oder auch das Low-Pin-Count-(LPC-)Interface, welches Super-I/O- und TPM-Chips nutzen.

Ach ja: COV\_Fan steht für I/O Cover Fan: Das ist ein kleiner Ventilator in einer Abdeckblende (Cover) nahe dem ATX-I/O-Bereich, der kühlende Luft zu den CPU-Spannungswandlern befördert. Er sorgt dafür, dass sich übertaktete Prozessoren unter extremer Last nicht drosseln müssen, weil die Spannungswandler überhitzen. (ciw@ct.de) **ct**

# Pfostenstecker auf PC-Mainboards

Typische „Pin Header“ im Überblick. Je nach Mainboard sind verschiedene Anschlüsse vorhanden.

## 02 HD-Audio, AAFP

2. Audio-Signalstrom und Mikro-Eingang für Klinkenbuchsen am Gehäuse; von Asus AAFP genannt



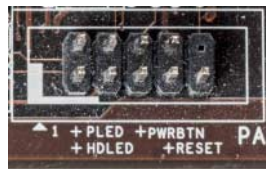
## 03 COM

RS-232, serielle Schnittstelle



## 07 Panel, F\_Panel

Gehäusetaster (Ein, Reset), LEDs (Polung beachten), oft auch Speaker



## FAN (CPU\_FAN ...)

Lüfter, hier 4-polig; 3-Pol-Stecker passt auch; CPU = Prozessor, CHA, SYS = Chassis, System (Gehäuse), üblicherweise bis 12 Watt (1 A)



## SPDIF

digitales Audiosignal



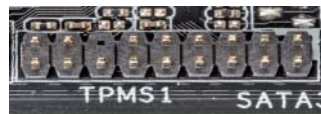
## 09 SPKR, Speaker

Lautsprecher oder Summer für Warntöne



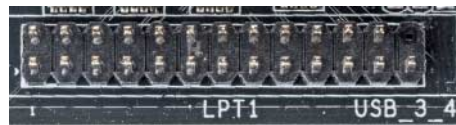
## 04 TPM

Trusted Platform Module, Low-Pincount-(LPC-)Interface



## 01 LPT

Line Printer Terminal alias Parallelport alias IEEE-1284



## 05 USB 2.0

USB-Buchsen am Gehäuse oder Slotblech, 2 Ports; 10. Kontakt frei; seltener mit „Kragen“



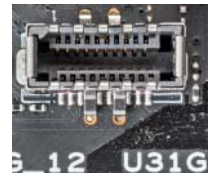
## 06 USB 3.0

2 Ports; „19-Pin-Header“



## USB 3.1

2 Ports USB 3.1 Gen 2, auch Typ C



## Clear CMOS, CLR\_RTC

Jumper, um batteriegepufferten Speicher für BIOS-Setup und Echtzeituhr (RTC) zurückzusetzen



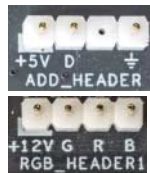
## W\_Flow

Durchflussmesser für Wasserkühlung



## RGB

RGB-LEDs, Varianten für RGB, RGBW und einzeln adressierbare



## W\_PUMP

wie für Lüfter, aber für Wasserpumpen: ungeregt, oft höher belastbar



## T\_Sensor

Temperaturfühler (NTC-Widerstand), Wert zeigt BIOS-Setup und Hardware-Monitoring-Software



## Case Open, Chassis Intrusion

Mikroschalter am Gehäusedeckel



## SPI

Serial Peripheral Interface, Schnittstelle zwischen Chipsatz und NOR-Flash fürs BIOS



## SATA-PWR

Adapterkabel für SATA-Stromversorgung; nur bei Boards für einzelne Gleichspannung

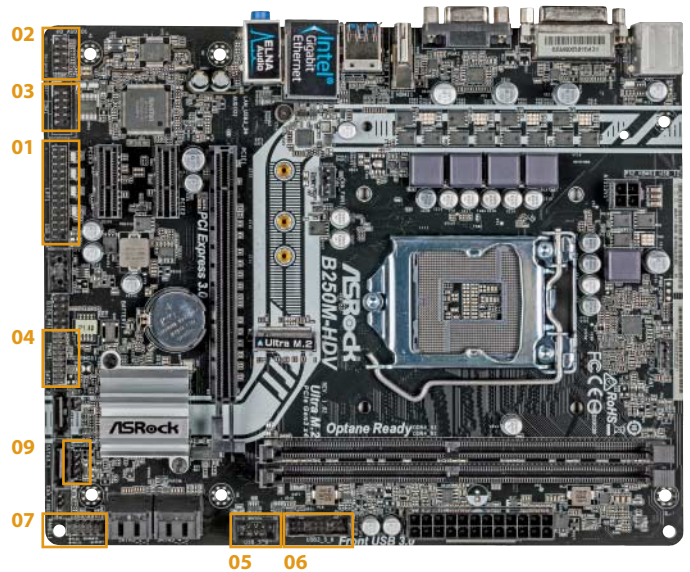






Bild: Albert Hulm

# Zehnkämpfer

## Warum bei der 5G-Spezifikation viele mitreden

**Lange Zeit war die Spezifikation von Mobilfunktechniken den Branchenmitspielern vorbehalten. Mit dem kommenden 5G-Mobilfunk ändert sich das grundlegend, plötzlich wollen ganz andere Industriezweige mitreden. Das ist sogar ganz gut so.**

**Von Dr. Michael Meyer  
und Dr. Christian Hoymann**

**A**nders als etwa bei den UMTS- und LTE-Spezifikationen sind die Telefonie und der mobile Internetzugang beim kommenden Mobilfunk der fünften Generation (5G) nur zwei unter vielen Anwendungen. Nach Lage der Dinge könnten 5G-Netze gleich ganze Industriezweige beeinflussen und eine wichtige Plattform für die vernetzte Gesellschaft werden.

Um zu verstehen, weshalb der 5G-Mobilfunk viel breiter gefächert ist als Vorgängertechniken, werfen wir einige Schlaglichter auf die Gremien, in denen die Technologie vorangetrieben wird, und wie 5G mit der Industrie zusammenhängt.

Die Standardisierung hat die International Telecommunication Union (ITU) bereits 2012 angestoßen und mit ihrem IMT-2020-Prozess eine Anforderungsanalyse geliefert (International Mobile Telecommunication). Die wichtigsten Anforderungen haben wir in der Tabelle zusammengefasst. Alle Funksysteme, die diese Anforderungen erfüllen, gehören zur fünften Generation und dürfen in 5G-Funkbändern betrieben werden. Bemerkenswert an den Rahmenbedingungen sind aus Anwendersicht neben der schieren Maximalgeschwindigkeit (20 GBit/s) die Minimierung der Signallaufzeit (Latenz) und die große Menge an gleichzeitig versorgten Geräten pro Fläche. Unterm Strich dürften die neuen Netze mehr Nutzer mit deutlich höheren Datenraten versorgen – das sind noch bessere Voraussetzungen etwa für HD-Videos.

### Mehr Gigabit, mehr User

Netzbetreiber dürfte die erhöhte spektrale Effizienz erfreuen – so versorgen sie mehr Nutzer pro Zelle und Funkband und bewirtschaften damit die knappe Funkressource effizienter.

Auf Basis der IMT-2020-Anforderungen nahm die Mobilfunkbranche, vereint unter dem Dach des Normungsgremiums 3GPP, im April 2017 gleich zwei konkrete 5G-Spezifikationen in Angriff. Im Dezember 2017 hatte sie den ersten Teil festgezurrt. Damit können Netzbetreiber 5G-Erweiterungen schon mal auf Basis von 4G-Kernnetzen einführen: die 5G New Radio specification for non-standalone operation, kurz NSA. Auf dieser Basis könnten erste 5G-Basisstationen ab Ende 2018 den öffentlichen Betrieb aufnehmen. Im Juni 2018 folgte das Standalone Release 15 (kurz SA), mit dem sich eigenständige 5G-Netze inklusive neuer 5G-Kernnetze bauen lassen.

Das 3GPP standardisiert auch das 5G-Kernnetz und Sicherheitskonzepte. Dabei werden zunehmend mehr Netzfunktionen in Software implementiert. Die wichtigsten Neuerungen sind das Network Slicing (virtuelle anwendungsbezogene Netzwerke im Parallelbetrieb auf derselben Hardware), die Network Functions Virtualization (virtualisierte Netzwerkfunktionen) und das Software-Defined Networking (flexible, softwaregesteuerte Aufteilung von Netzressourcen).

In Verbindung mit der Virtualisierung bringt das sehr hohe Flexibilität, die sich etwa in der Platzierung der Netzfunktio-

nen widerspiegelt. Netzbetreiber können dieselbe Funktion je nach Anforderung in einer zentralen Cloud laufen lassen, beispielsweise um Kosten zu senken, oder dezentral in einer Edge-Cloud nah beim Anwender. Dann lässt sich die Latenz minimieren.

## Drei große Anwendungsfelder

5G-Anwendungen können von kleinen Einschränkungen abgesehen auf beiden Infrastrukturen laufen, auf NSA- und auf SA-Technik. Das 3GPP unterteilt sie grob in drei Kategorien [1]. Das sind der mobile Breitbandzugang (enhanced Mobile Broadband, eMBB) sowie zwei Kategorien für das Internet der Dinge: critical Machine-Type Communication (cMTC) und massive Machine-Type Communication (mMTC).

Die Anregung zur machine type communication haben Netzwerkoperatoren in das GPP eingebracht. Sie sind in der Operatorenvereinigung NGMN organisiert (Next Generation Mobile Networks und prägen die Mobilfunkentwicklung maßgeblich). Die aus ihrer Sicht wichtigsten Anforderungen hat die NGMN bereits 2015 publiziert und später in die Standardisierung einfließen lassen.

cMTC bezeichnen manche auch als Ultra-reliable low latency communication (URLLC), was die Anforderungen etwas genauer beschreibt: URLLC soll sehr hohe Systemverfügbarkeit und zuverlässige latenzarme Übertragung gewährleisten, beispielsweise zur funkbasierten Steuerung von Industrieanlagen oder für die Kommunikation autonomer Fahrzeuge.

Bei mMTC liegt der Fokus auf hohen Signalreichweiten, langen Batterielaufzeiten und sehr günstigen Funksystemen für das Internet der Dinge, etwa für fernauslesbare Sensoren und Smart Meter.

Mit den zwei neuen Kategorien hat das GPP das Interesse an der 5G-Technik in vielen Industriezweigen geweckt. Bereits deutlich zeichnet sich ab, dass 5G-Mobilfunknetze im Straßenverkehr zur Erhöhung der Sicherheit und Effizienz eingesetzt werden, etwa zur Alarmierung bei Vollbremsung des Vordermanns oder zum sicheren Fahren in dessen Windschatten. Die Fertigungsindustrie interessiert sich für den Mobilfunk, um die Flexibilität zu erhöhen und Kosten zu senken. Beispiele dafür sind individualisierte Massenproduktion bis zur Losgröße 1 durch Vernetzung aller Maschinen und Steue-

rungen sowie Ersetzen der Kabel durch Funk. Darüber hinaus gibt es starke Interessen in Sektoren wie Smart Farming, Logistik, Bauindustrie und Bergbau. Nicht wenige erwarten gar die nächste industrielle Revolution.

Das freut die Mobilfunkler, stellt sie aber auch vor neue Herausforderungen, denn bisher haben sie die Standards selbst nach eigenem Bedarf gesetzt. Nun muss das GPP Anforderungen anderer Branchen berücksichtigen, damit die Lösungen wirklich passen. Seit April 2018 arbeitet die Vereinigung 5G ACIA (5G Alliance for Connected Industries and Automation) dem 3GPP zu. Sie bündelt die Interessen der Automatisierungsindustrie, also Hersteller von Produktionstechnik und -anlagen, industrielle Endanwender wie Automobilhersteller, Netzbetreiber und Telekommunikationsausrüster. Speziell bei der Identifikation der Anforderungen leistet die 5G ACIA einen großen Beitrag.

Im Automobilbereich hat diese Rolle die 5GAA (5G Automotive Alliance). Der Verband besteht aus Fahrzeugherstellern und Zulieferern, Herstellern von Straßeninfrastruktur (Ampelanlagen und ähnliches), Netzbetreibern und Mobilfunkausrüstern.

## Neue Frequenzen, neue Abnehmer

Die schönen Konzepte funktionieren aber nur, wenn zur Datenübertragung genügend Funkspektrum zur Verfügung steht. International kümmert sich die ITU um die Spektrumsvergabe und sorgt

so für große Ökosysteme und einen reibungslosen Betrieb über Landesgrenzen hinweg.

Auf nationaler Ebene vergeben die Regulierungsbehörden Frequenznutzungsrechte, in Deutschland die BNetzA. Das 700-MHz-Band wurde bereits 2015 versteigert und kann allmählich für 5G-Zwecke verwendet werden, das 2-GHz-Band (anfangs für UMTS genutzt) steht zur Neuvergabe an und zusätzliches Spektrum wird in den Frequenzbändern bei 3,5 GHz und 26 GHz zugeteilt. Neu bei dem anstehenden Verfahren für 3,5 GHz ist, dass nicht sämtliche Frequenzen als nationale Lizenz vergeben werden sollen. Zum Beispiel erwägt die BNetzA, im Bereich von 3,4 bis 3,8 GHz nur die unteren 300 MHz deutschlandweit zuzuteilen. Für die oberen 100 MHz dürfte es demnach regionale oder lokale Lizenzen geben.

So könnten einzelne Unternehmen lizenzierte Bänder speziell für ihre Produktionsstätten erhalten, um eigene 5G-Infrastruktur zu betreiben. Einige Unternehmen haben bereits ein starkes Interesse daran bekundet. Die BNetzA plant, nationale Frequenzen im ersten Halbjahr 2019 in einer Auktion zu versteigern. Die regionalen und lokalen Frequenzen im Bereich 3,7 bis 3,8 GHz und 26 GHz will die Agentur über ein Antragsverfahren vergeben. (dz@ct.de) **ct**

*Dr. Michael Meyer und Dr. Christian Hoymann arbeiten beim Ericsson Eurolab in Herzogenrath als Research-Manager an 5G.*

## Auszug aus dem Anforderungskatalog für 5G-Funktechnologien

Metrik	Anforderung	Haupt-Anwendungsfall
Spitzenwert Datenrate	Downlink: 20 GBit/s; Uplink: 10 GBit/s	eMBB
Spitzenwert Spektrale Effizienz	Downlink: 30 Bit/s/Hz; Uplink: 15 Bit/s/Hz	eMBB
Signalbandbreite	100 MHz	eMBB
Latenz Kontrolldaten	20 ms (10 ms bevorzugt)	eMBB, URLLC
Latenz	Nutzdaten, one-way URLLC: 0,5 ms, eMBB: 4 ms	URLLC, eMBB
Unterbrechungszeit beim Handover	0 ms	URLLC
max. Mobilität Endgeräte	bis zu 500 km/h	eMBB, URLLC
Spektrale Effizienz	dreimal so hoch wie 4G	eMBB
Systemkapazität	10 MBit/s/m <sup>2</sup> [ITU]	eMBB
Nutzerdatenraten am Zellrand	Downlink: 100 MBit/s; Uplink 50 MBit/s [ITU]	eMBB
Abdeckung eMBB (3GPP)	140/143 dB (Max. coupling loss)	eMBB
Abdeckung mMTC (3GPP)	164 dB (Max. coupling loss)	mMTC
Gerätedichte	1.000.000 Geräte/km <sup>2</sup>	mMTC
Batterielaufzeit (3GPP)	10 bis 15 Jahre	mMTC
Zuverlässigkeit Paketübertragung	1-10 <sup>-9</sup> in 1 ms	URLLC



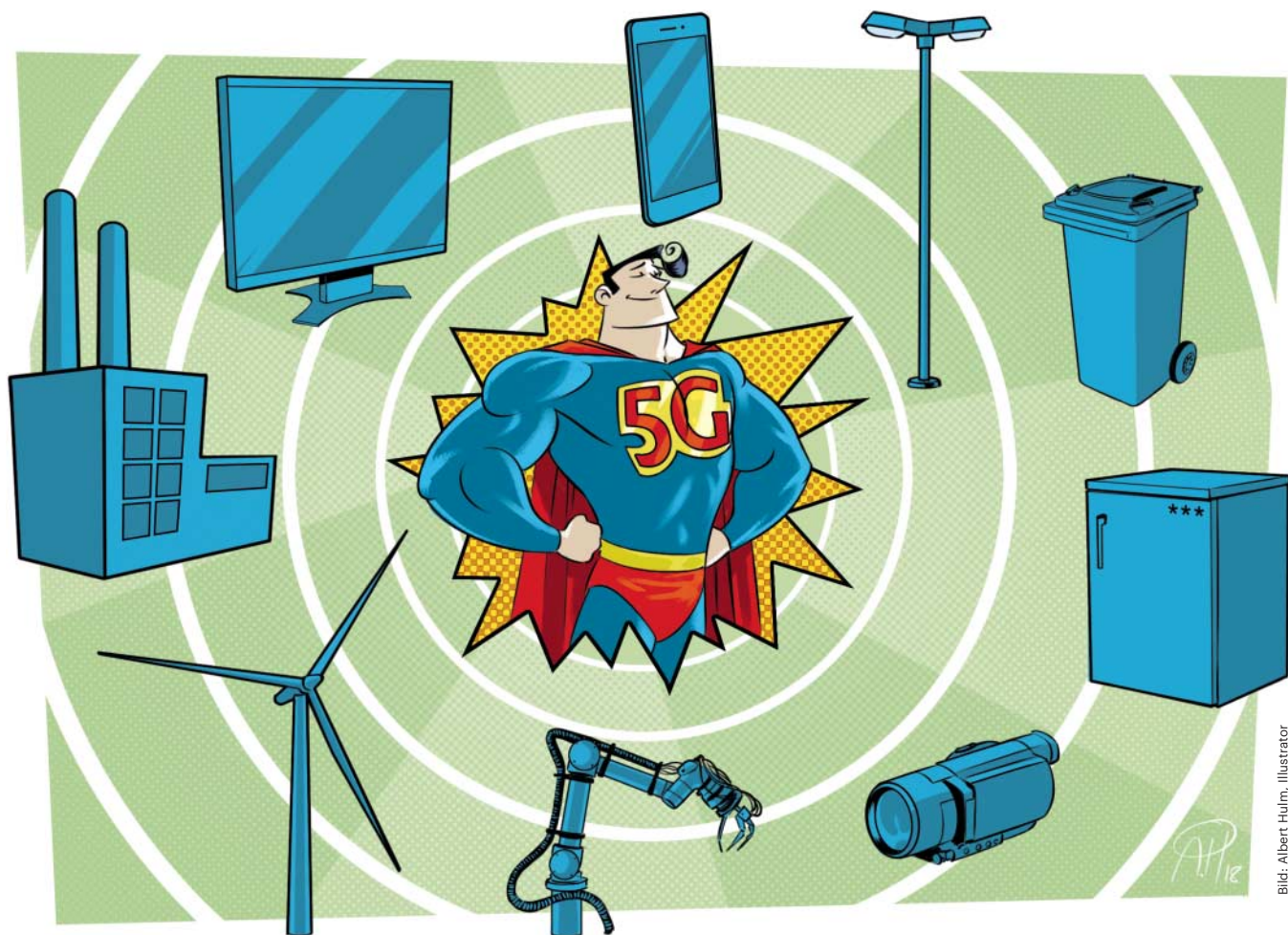


Bild: Albert Hulm, Illustrator

# Vielfachfunk

## Was die fünfte Mobilfunkgeneration besser macht als LTE

**Die 5G-Mobilfunktechnik verspricht einige Verbesserungen, die zunächst stutzig machen: Die Schulbücher sagen zum Beispiel, dass man hochfrequente Funkwellen jenseits von einigen Gigahertz allenfalls im Freifeld zur Datenübertragung nutzen kann, aber doch nicht in Straßenschluchten. Und wie schaffen es 5G-Zellen, Latenzen von 0,5 Millisekunden einzuhalten?**

**Von Dr. Christian Hoymann und Dr. Michael Meyer**

Ende 2017 stellte die 3GPP den ersten 5G-Mobilfunkstandard fertig. Das ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Umsetzung der 5G-Visionen. Nun gilt es, Produkte zu entwickeln und am Markt einzuführen. Den Zeitrahmen hat die ITU vorgegeben: Die Arbeit begann dort mit der Identifikation von Anwendungen und deren Anforderungen im Rahmen ihres IMT-2020-Prozesses (siehe S. 176). Nach diesen Vorarbeiten können Standardisierungsorganisationen Funkssysteme zum Evaluieren an unabhängige Gremien geben. Systeme, die die Anforderungen erfüllen zertifiziert die ITU als 5G-Funkschnittstelle.

Die Mobilfunkbranche hat unter dem Dach des Normungsgremiums 3GPP ihren Fahrplan auf den der ITU abgestimmt: Die

Arbeit begann während der Release-14-Spezifizierung, und zwar mit einer Studie, die aufzeigte, wie sich die Anforderungen der ITU erreichen lassen. Die Standardisierung startete mit den Arbeiten an Release 15. Aufgrund technischer, geopolitischer und kommerzieller Einflüsse hat Release 15 jedoch nicht nur ein Ende, sondern gleich drei: Im Dezember 2017 verabschiedete die 3GPP die 5G New-Radio-Spezifikation (NR) für den Non-Standalone-Betrieb (NSA). Dabei stützen sich 5G-NR-Basisstationen auf LTE-Systeme. Im Juni 2018 folgte die Spezifikation für den Standalone-Betrieb (SA), mit dem sich eigenständige 5G-NR-Netze inklusive neu definierter 5G-Kernnetze bauen lassen. Und im Dezember 2018 sollen weitere Ergänzungen hinzukommen. Alle drei enthalten Migrationspfade für Mobilfunkbetreiber auf dem Weg von LTE zu 5G.

### Architekturoptionen

Die NSA-Spezifikation gründet auf dem Dual-Connectivity-Konzept (DC). Dabei ergänzt eine 5G-NR-Basisstation (New Radio, NR) ein LTE-System als sekundärer Knoten. Die NR-Basisstation lässt sich bedarfsweise hinzuschalten, um höhere Geschwindigkeiten oder kürzere Latenzen als mit LTE allein zu bieten. Das LTE-



System besteht aus LTE-Basisstationen und einem LTE-Core-Netz (Evolved Packet Core, EPC). Der LTE-Primärknoten kontrolliert den Netzzugang, die Konfiguration, die Mobilität der Teilnehmergeräte und so weiter. Wichtig an dieser Konstellation ist, dass LTE- und NR-Basisstationen an verschiedenen Orten stehen und unsynchronisiert arbeiten können. Das gewährleistet das Dual-Connectivity-Framework der 3GPP.

## Standortunabhängigkeit

Die Standortunabhängigkeit brauchen Netzbetreiber, um trotz unterschiedlicher Trägerfrequenzen und dementsprechend verschiedener Reichweiten von Basisstationen durchgehende Flächendeckungen zu erzielen. Da der Primärknoten den Zugang zum Netz und die Mobilität der Teilnehmergeräte steuert, sollte er mindestens eine niedrige Trägerfrequenz nutzen. Da niedrigere Frequenzen bessere Ausbreitungseigenschaften haben, eignen sie sich besser zur Flächendeckung also hohe.

Die Spezifikation „NR standalone“ definiert erstmals eine NR-Basisstation als Primärknoten. Sie erledigt alle Kontrollaufgaben im Zusammenspiel mit dem ebenfalls neuen 5G-Core-Netz (5GC). Wie LTE, so kann auch NR eine Basisstation per Carrier Aggregation und mehrere Zellen der gleichen Funktechnologie nutzen und diese zur Verbesserung der Leistung für bestimmte Terminals aggregieren.

Als letztes standardisiert das 3GPP voraussichtlich im Dezember 2018 verschiedene Dual-Connectivity-Versionen, die alle an das 5G-Core-Netz gebunden sind. Dabei können NR- und LTE-Basisstationen sowohl Primär- als auch Sekundärknoten sein. Zum Beispiel könnte ein Betreiber ein LTE-Netz mittels NR-Basisstationen zu einem NSA-Netz aufrüsten. Im nächsten Schritt könnte er das LTE-Netz (EPC) zum 5GC migrieren.

## PHY-Optimierung

Wie LTE so nutzt auch NR ein OFDM-Verfahren, das das gesamte Signalband in kleine Unterträger aufteilt. Die Unterträger sind zueinander orthogonal angeordnet, sodass jeder Informationen übertragen kann. Deren Abstand in der Frequenz bestimmt die Länge des OFDM-Symbols. Diese ist bei LTE fix für gängige Installationen (Outdoor, High-power Base Stations) für 4G-Mobile-Broadband-Anwendungen und für Träger bis 20 MHz Bandbreite im 2-GHz-Band optimiert.

New Radio deckt aber einen viel größeren Frequenzbereich ab, nämlich 200 MHz unterhalb von 6 GHz und 400 MHz im Bereich bis 100 GHz. Zudem ist das Anwendungsfeld weit größer als bei LTE: enhanced Mobile Broadband (eMBB), Ultra-reliable low latency communication (URLLC), massive Machine-Type Communication (mMTC). Deshalb ist die NR-Technik für zusätzliche Installationsoptionen ausgelegt. New Radio eignet sich für Low- to High-power Base Stations und zwar sowohl für den Betrieb in Gebäuden (indoor) als auch für den Betrieb unter freiem Himmel (outdoor). NR lässt sich an all diese Spielarten mittels verschiedener Unterträgerabstände anpassen.

Mit einem größeren Unterträgerabstand lassen sich bei vergleichbarer Hardware-Komplexität breitere Frequenzbänder abdecken. Zum Beispiel kann NR mit einem Abstand von 120 kHz ein 400 MHz breites Band nutzen. Und je größer der Abstand, desto kürzer das OFDM-Symbol und desto schneller kommen Informationen ans Ziel. Allerdings nimmt bei größeren Unterträgerabständen die Fähigkeit ab, große Zellen abzudecken.

## Wie man die Latenz verkürzt

Ein zentrales Anliegen der NR-Entwicklung war die Beschleunigung der Zustellung von Datenpaketen (Latenzverkürzung). Dafür wurde die Rahmenstruktur angepasst, also die Abfolge der Übertragung von Daten und Kontrollsignalen in Frequenz und Zeit.

Wie bei LTE, so besteht auch bei NR ein Zeitschlitz aus 14 OFDM-Symbolen. Bei LTE dauert ein Zeitschlitz 1 ms. Bei NR lässt er sich durch einen auf 30kHz verdoppelten Unterträgerabstand auf

0,5ms halbieren. Zusätzlich lässt sich die Latenz reduzieren, indem man einer Übertragung weniger als 14 OFDM-Symbole zuweist.

Setzt man nur 2 Symbole ein, reduziert sich die Dauer um den Faktor 7 und eine New-Radio-Übertragung dauert nur noch 71,4 µs. In geeigneter Funkumgebung kann man den Unterträgerabstand weiter vergrößern und so die Länge des OFDM-Symbols weiter reduzieren. Die Übertragung von 2 OFDM-Symbolen mit einem Unterträgerabstand von 120 kHz dauert nur noch 17,9 µs. Diese Einstellung kann man zum Beispiel in Gebäuden mit kleinen Funkzellen auf hohen Trägerfrequenzen verwenden, zum Beispiel für die Vernetzung von Maschinen in Fabriken.

## Schnellere Fehlerkorrektur

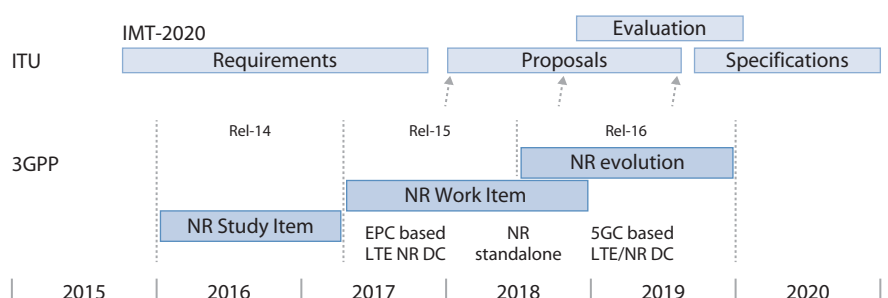
Jede 5G-Datenübertragung wird auf dem Physical Layer bei korrektem Empfang üblicherweise bestätigt (Hybrid ARQ). Je schneller die Bestätigung eintrifft, desto schneller kann die Flusssteuerung das nächste Paket zur Übertragung anfordern. Zusätzlich stellt eine Negativquittung sicher, dass die Funkübertragung bei einem gestörten Empfang wiederholt wird.

Zum schnellen Quittieren wurde bei NR der Empfangsvorgang durch eine geänderte Sendereihenfolge der Referenzsignale zur Kanalschätzung verkürzt: LTE-Empfänger erhalten Referenzsignale während der Übertragung oder auch erst am Ende, sodass sie erst dann anfangen können, das Signal zu dekodieren. NR kann Referenzsignale zu Beginn einer Übertragung senden und der Empfänger kann umgehend dekodieren.

Die kürzere Latenz lässt sich für eine zuverlässigere Datenübertragung nutzen.

## 5G-Zeitplan

Oben ist der Zeitrahmen zu sehen, den die ITU vorgibt, unten der 3GPP-Zeitrahmen. Die gestrichelten Pfeile der Proposal-Phase stellen Eingaben des 3GPP an die ITU dar.



So kann NR in industriellen Umgebungen Funkübertragungsfehler ausgleichen, notfalls mit mehreren schnellen Wiederholungen.

Auch für Internet-Anwendungen ist die höhere Zuverlässigkeit nützlich. Wenn IP-Nutzdaten auf dem Funkweg verloren gehen, muss ein Endgerät keine Übertragungswiederholung vom Server anfordern, sondern die NR-Fehlerkorrektur bügelt den Funkfehler aus. Generell sind Funkssysteme für TCP/IP-basiertes „mobile Broadband“ so konzipiert, dass die TCP-Fehlerkorrektur bei Funkfehlern nicht einspringen muss, denn TCP korrigiert nicht nur den Übertragungsfehler, indem es ein verlorenes Datenpaket neu anfordert, sondern drosselt auch die Datenrate.

Doch schnelles Senden, Empfangen und Quittieren bringt wenig, wenn eine Basisstation den Funkkanal beim Eintref-

fen eines zeitkritischen Pakets bereits längerfristig an eine andere Übertragung vergeben hat. Daher kann eine NR-Basisstation Übertragungen unterbrechen, um kleine, zeitkritische Datenpakete vorzulassen.

Das kann man für das Multiplexen von eMBB- und URLLC-Daten verwenden. Zum Beispiel kann die Basisstation die Zustellung einer langen E-Mail an einen Kollegen in der Fabrik kurzzeitig unterbrechen, wenn ein Roboter in der gleichen Fabrik umgehend einen kurzen Steuerbefehl erhalten muss.

### Viel kleinere Antennen

Ein weiteres zentrales Designkriterium für NR ist die effiziente Nutzung von Mehrantennensystemen. Motiviert ist das durch die hohen Trägerfrequenzen, die bei NR neu hinzukommen. Je höher die Frequenz elektromagnetischer Wellen, desto schlechter sind ihre Ausbreitungseigen-

schaften. Dem kann man teilweise mit Beamforming entgegenwirken, dem räumlich zielgerichteten Aussenden und Empfangen von Funkstrahlen. Je mehr Antennenelemente zur Verfügung stehen, desto besser funktioniert das Beamforming.

Manche Vermieter von Antennenstandorten befürchten, dass Mobilfunkantennen dadurch größer werden. Doch die Länge der Antennenelemente verhält sich gerade umgekehrt proportional zur Trägerfrequenz; die Elemente verkürzen sich mit steigender Frequenz. Theoretisch könnte man daher in einem 28-GHz-Antennenkörper bei gleicher Grundfläche rund 1000 Mal so viele Antennenelemente wie in einem 800-MHz-Antennenkörper unterbringen.

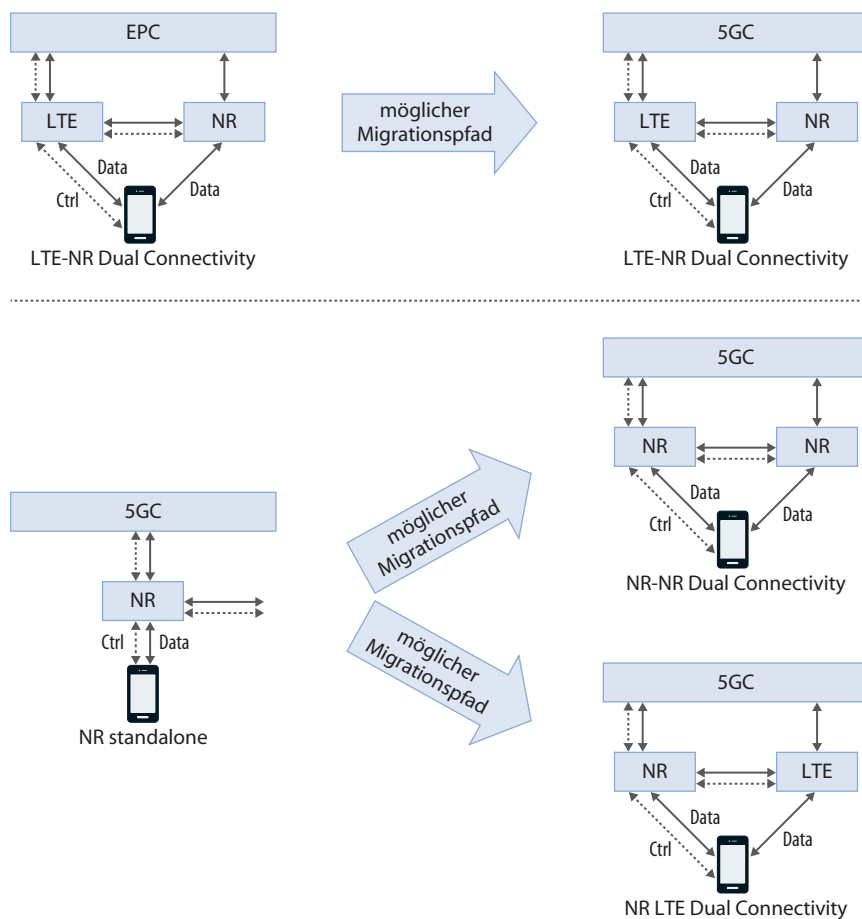
Um die Sendeantenne beim Beamforming korrekt auszurichten, muss die NR-Basisstation wissen, wohin sie senden soll. Die Richtung eines Strahls (Beam) wird während der Kanalschätzung ermittelt, für die bei NR typischerweise das Empfangsterminal Referenzsignale sendet. Ist das Terminal dem Netz bekannt, also am Netz angemeldet und aktiv, kann die Basis die Kanaleigenschaften abschätzen und sowohl die Terminal-spezifischen Daten- als auch die zugehörigen Kontrollkanäle zielgerichtet aussenden. Auch Teilnehmergeräte nutzen Beamforming und zwar sowohl beim Senden als auch beim Empfangen.

Die Basisstation muss auch Terminals erreichen, die dem Netz unbekannt sind oder längere Zeit inaktiv waren. Dafür muss sie die gesamte Zellfläche mit Broadcast-Kontrollnachrichten abdecken. Ältere Systeme nutzen dafür niedrige Frequenzen und funken omnidirektional. Auf hohen Trägerfrequenzen kann es aber sein, dass ein omnidirektionales Signal selbst bei maximaler Sendeleistung nicht bis zur Zellgrenze kommt. Um das zu kompensieren, sendet eine NR-Basisstation einfach mehrere directionale Beams nacheinander aus und deckt so die gesamte Zellfläche ab (Beam-Sweeping). So kann man den Richtgewinn von Mehrantennensystemen auch für Signale nutzen, die flächendeckend zur Verfügung stehen müssen.

Hochfrequente Signale werden von Hindernissen wie Gebäuden nicht mehr durchgelassen oder um die Ecke gebeugt, sondern reflektiert und stark gedämpft, sodass die Reichweite schrumpft. Dieses Manko kann man zum Teil per Beamforming kompensieren. Genügt das nicht,

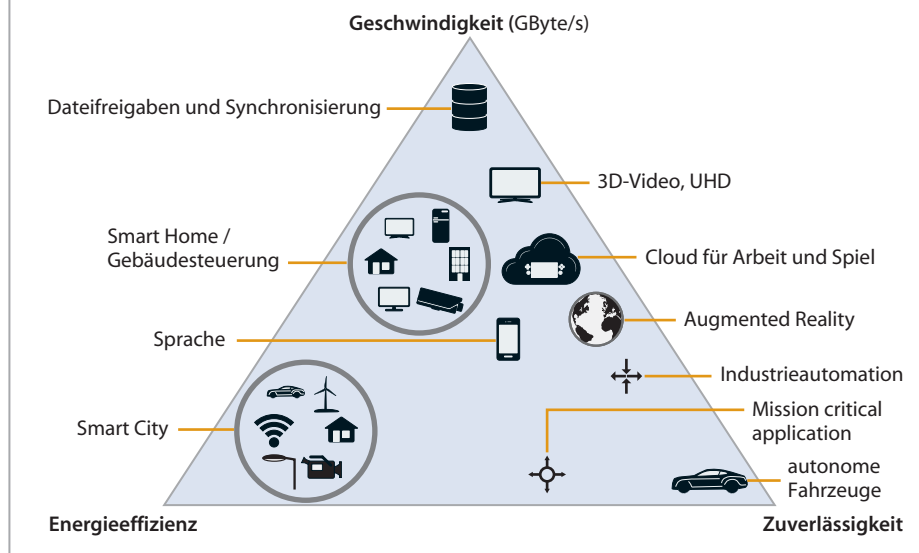
## 5G-Architekturoptionen

Bei der Migration der LTE-Netze hin zu 5G-Netzen nimmt der Primärknoten eine zentrale Rolle ein. Zum Beispiel kontrolliert er den Netzzugang und gewährleistet die Mobilität der Teilnehmergeräte. Je nach Infrastruktur kann der Primärknoten eine LTE- oder eine New-Radio-Basisstation sein.



## 5G-Anwendungen

Anders als die Vorgänger sollen kommende 5G-Mobilfunknetze zahlreiche Anwendungen abdecken. Neu sind die beiden großen Kategorien für das Internet der Dinge, mMTC und URLLC – mobiles Surfen wird mit 5G einfach nur noch schneller.



muss man mehr Basisstationen installieren. Geeignete Standorte sind beispielsweise Laternenmasten am Straßenrand. Auch dafür erweist sich die Verkleinerung der Antennenelemente bei zunehmender Frequenz als nützlich. Zusätzlich sind Straßenlaternen als Standorte für 5G-Basisstationen interessant, weil sie nahe am Straßenverkehr stehen.

### Entschlackung

LTE sendet viele Signale, die nicht direkt mit der Last im Datenverkehr skalieren. Zudem belegt LTE den Funkkanal teils unflexibel. Beispielsweise sendet LTE die zellspezifischen Referenzsignale in circa jedem dritten OFDM-Symbol in der Zeit-Domäne und circa jedem dritten Unterträger in der gesamten Frequenz-Domäne. Kontrollkanäle belegen im 1-ms-Takt ebenfalls die gesamte LTE-Systembandbreite. System-Informationen werden alle 5 ms im Broadcast-Modus geschickt. Feedback und Übertragungswiederholungen folgen einem fixen Zeitversatz von 4 ms. All das führt dazu, dass selbst eine völlig leere LTE-Zelle häufig Signale senden muss. Das zieht höhere Stromkosten nach sich, erhöht den Störpegel durch Inter-Zell-Interferenz und drückt die Effizienz bei Datenübertragungen.

Deshalb hat man bei NR sehr darauf geachtet, dass alle Steuersignale möglichst mit der Last skalieren und dass der Funk-

kanal flexibel belegt wird. Beispielsweise hat man die zellspezifischen Referenzsignale abgeschafft. Referenzsignale sind nun bestimmten Übertragungen zugeordnet und werden nur zusammen mit diesen gesendet. Systeminformationen werden nur noch alle 40 ms geschickt und Sekundärzellen können sie ganz weglassen. Anders als LTE muss NR nicht über die gesamte Systembandbreite senden; stattdessen können Kontrollkanäle eine Untergruppe der Ressourcen nutzen. Zudem lassen sich das Feedback und Übertragungswiederholungen flexibel konfigurieren.

All das führt dazu, dass NR-Netze energieeffizient laufen, denn Basisstationen können auch längere Zeit in einen Sleep-Mode gehen. Der statische Overhead ist geringer, sodass mehr Ressourcen für Nutzdaten übrig bleiben. Signale von NR-Zellen interferieren weniger mit denen von Nachbarzellen, was der Signalqualität zugute kommt. NR- und LTE-Zellen können sich sogar den gleichen Kanal teilen, was die Migration von LTE zu NR erheblich erleichtert.

### Was Release 16 verspricht

Die 3GPP hat mit der 5G-Spezifikation in Release 15 einen neuen Mobilfunkstandard unter großem Zeitdruck vorgelegt. Im kommenden Release 16 gilt es nun, die mit Release 15 eingeführte Funktionalität

zu konsolidieren und Unklarheiten zu beseitigen, die Hersteller meist während der ersten Produktimplementierung identifizieren.

In Release 16 wird aber auch New Radio weiterentwickelt, um eMBB- und URLLC-Anwendungen noch besser gerecht zu werden und weitere Anwendungen zu berücksichtigen. Die LTE-Evolution fokussiert sich hingegen auf die mMTC-Anwendungen, sieht aber ebenfalls Verbesserungen für eMBB und URLLC vor.

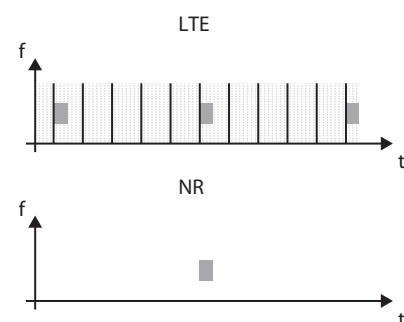
Zu den großen, neuen Release-16-Themen für NR gehört netzseitiges Multi-Hop-Relaying, das eine kostengünstigere Abdeckung erlauben soll, speziell für NR auf hohen Trägerfrequenzen. Neue Koexistenzmechanismen sollen NR den Zugriff auf unlizenziertes Spektrum ermöglichen (Listen-Before-Talk-Schema zur Koexistenz mit WLAN und anderen Funktechniken). Hinzu kommt eine netzseitige Positionsbestimmung zur Lokalisierung von NR-Terminals mit Auflösungen im Dezimeterbereich. Das ist für Fabrikhallen interessant, in denen satellitenbasiertes GPS nicht funktioniert. Und schließlich soll die Vehicle-to-Vehicle-Kommunikation konkretisiert werden, mittels der Fahrzeuge sicherheitsrelevante Daten direkt untereinander austauschen können. (dz@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Dr. Christian Hoymann, Dr. Michael Meyer, Mobile Großbaustelle, LTE-Advanced Pro: Der Weg zu 25 Gbit/s und zum Internet of Things, c't 21/2016, S. 178.

## LTE vs. NR: Zeit-Frequenzraster

LTE-Basisstationen senden viele Signale, die nicht direkt mit der Nutzdatenlast im Zusammenhang stehen, in festen Intervallen aus. New Radio ist weit flexibler und senkt so beispielsweise den Energiebedarf und verbessert die Signalgüte.





## Mystische Zauberschule für Kids

<https://merlantis.de>

Das interaktive Zauberreich **Merlantis** lädt jüngere Kinder dazu ein, spannende Inhalte über Tiere und deren Lebensraum zu entdecken. Auch über Pflanzen gibt es allerhand Wissenswertes zu erfahren. In verschiedenen Prüfungen können angehende Zauberer ihr Wissen schließlich unter Beweis stellen. Sie müssen zum Beispiel mit „Eulenaugen suchen“ und zeigen, dass sie gute Spurenleser sind, indem sie Tierkarten den richtigen Pfoten- beziehungsweise Hufspuren zuordnen. Lesekenntnisse müssen die Zauberschülerlinge übrigens nicht mitbringen – sprechende Tiere begleiten sie durch die Zauberwelt. (apoi@ct.de)

## Puzzeln mit Grundelementen

<https://littlealchemy2.com>

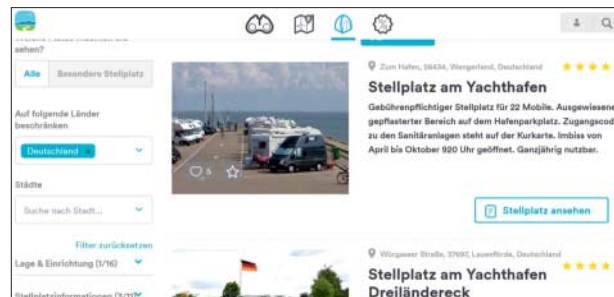


Beim Browser-Spiel **Little Alchemy 2** spielt man mit den Grundelementen Luft, Erde, Feuer und Wasser. Diese kombiniert man munter miteinander, indem man sie auf der Spielfläche übereinanderschleift. Dadurch schafft man neue Elemente und Dinge – die sich wiederum zum Kombinieren nutzen lassen. Elemente landen in der Bibliothek auf der rechten Seite. Falls eine Kombination kein Ergebnis bringen sollte – Luft und Ziegelstein zum Beispiel – schiebt man eins der Elemente zur Seite und versucht es mit einem anderen. Manchmal muss man ein wenig herumprobieren, bis man die nächste Lösung findet. Und davon gibt es einige: Insgesamt 700 Dinge darf sich der Spieler erknoeln. Falls die Spielfläche irgendwann zu überfrachtet ist, hilft der „clean up“-Button weiter: Er fegt die Elemente von der Fläche.

Was zunächst wie ein dröges Wissenschaftspuzzle aussieht, ist eher mit einem Augenzwinkern zu sehen – Aquarium oder Strand inklusive Liegestuhl und Sonnenschirm fallen wohl eher unter kreative Freiheit des Entwicklers. Auf jeden Fall sollte man die To-do-Liste des Tages bereits abgearbeitet haben, bevor man sich Little Alchemy zuwendet – der Suchtfaktor ist hoch. (apoi@ct.de)

## Alternativ übernachten

<https://freeontour.com>



Spontan mal raus und wegfahren füllt die eigenen Akkus wieder auf. Egal, ob man ein Campingmobil sein Eigen nennt oder eins mietet, irgendwann stellt sich die Frage nach dem Stellplatz für die Nacht. Wildes Campieren ist in Deutschland untersagt, dennoch gibt es einige Möglichkeiten, klassische Campingplätze zu umgehen.

Auf dem Portal **Free on Tour** sind allein für Deutschland 3558 Stellplätze verzeichnet, davon sogar 1444 kostenlose. Wer nicht völlig autark campen kann oder will, sucht nach Übernachtungsmöglichkeiten mit Stromversorgung. Ein Tipp für alle, die an Küste oder Flüssen unterwegs sind: Die Ergebnisse lassen sich auch auf Stellplätze in Hafennähe eingrenzen. Weitere hilfreiche Hinweise zu vielen Plätzen findet man in den Nutzerrezensionen. (apoi@ct.de)

## Bilder für Geschichten

<https://storybird.com>

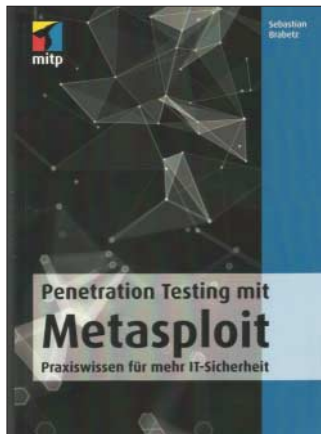
Um aus einer Schreibblockade herauszufinden, gibt es viele Ansätze. Wie wäre es mal mit folgendem Versuch: Sammeln Sie ein paar Bilder, die Sie ansprechen und dann schreiben Sie einfach drauflos, was Ihnen dazu in den Sinn kommt. Auf der Website **Storybird** findet man hunderte virtuelle Bildkarten und Figuren, die nur darauf warten, eine eigene Geschichte verpasst zu bekommen.

Für die Online-Nutzung fallen keine Kosten an – die werden nur fällig, wenn man sein Werk als PDF-Datei herunterladen will. Zum Anschauen seiner Geschichten ist das jedoch gar nicht nötig, denn sie lassen sich auf einem Tablet im Vollbildmodus prima bewundern. (apoi@ct.de)



Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/yayd](https://ct.de/yayd)

Anzeige



Sebastian Brabetz  
**Penetration Testing  
 mit Metasploit**  
 Praxiswissen für mehr IT-Sicherheit  
 mitp, Frechen 2018  
 ISBN 978-3-8362-6058-9  
 288 Seiten, 33 €  
 (PDF-/Epub-E-Book: 30 €)



## Die Kunst der Scheinangriffe

**Wie man Systeme auf Schwachstellen testet, gehört zum Basiswissen jedes ITlers, der mit Sicherheitsaspekten zu tun hat. Das Metasploit-Framework ist ein bewährtes Hilfsmittel, um Angriffsmethoden zu verstehen und nachzubilden.**

Das Framework bildet einen Teil des freien Metasploit-Projekts. Die Software, die für Penetrationstests sowie zur Entwicklung und Ausführung von Exploits eingesetzt wird, gibt es als freie Version; kommerziell vertriebene kostenpflichtige Versionen wie Rapid7 sind mit nützlichen Zusatzfunktionen angereichert.

Der Praxisratgeber von Sebastian Brabetz orientiert sich an der freien Framework-Edition. Darüber hinaus sollten Leser Zugriff auf eine Kali-Linux-Umgebung sowie den kostenlosen Portscanner Nmap haben, um die im Buch vorgestellten Verfahren und Beispiele nachvollziehen zu können.

Der Autor wendet sich nicht nur an professionelle Sicherheitsstrategen, die sich im Umgang mit Metasploit üben möchten. Er zeigt auch denjenigen Admins, die normalerweise wenig mit Security-Fragen am Hut haben, wie sie Systeme testen und gefundene Sicherheitslücken schließen können.

Rechtliche Aspekte werden nur angerissen; Warnungen vor dem Einsatz bestimmter Werkzeuge zu strafbaren Zwecken machen deutlich, dass man hierzu noch vertiefende Information heranziehen sollte.

Im Praxisteil erläutert Brabetz die Einrichtung der Testumgebung und vermittelt die Grundlagen für unterschiedliche Formen von Penetrationstests. Einfache Übungen wie die Überprüfung eines Systems auf offene Ports leiten über zu den Feinheiten der Arbeit mit dem Metasploit-Framework.

Ein wesentlicher Punkt dabei ist die Dokumentation und Auswertung der Prüfergebnisse. Anhand praxisnaher Aufgaben beschreibt der Autor die Vorgehensweise von der Analyse bis zum Exploit. So zeigt er, wie sich Berechtigungsstufen erlangen lassen und wie man mit dem Werkzeug Nessus Schwachstellen in Systemen aufdeckt.

Das Buch bringt Administratoren und Entwicklern den Umgang mit Security-Tools nahe und hilft, Angriffstechniken unter sicheren Rahmenbedingungen zu testen.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)

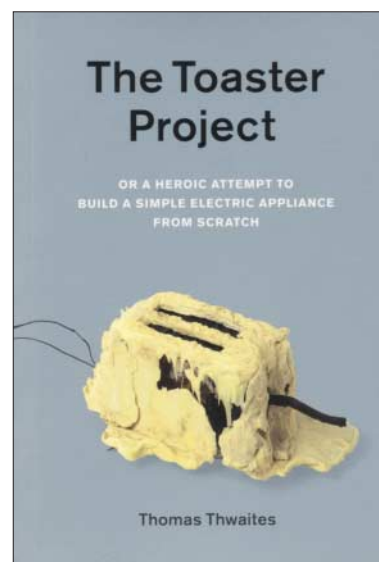
## Scheitern im Eigenbau

**Ob Hard- oder Software: Jedes Produkt enthält vorgefertigte Komponenten. Dass man sich als Entwickler nicht dafür schämen muss, auf die Vorarbeit anderer angewiesen zu sein, zeigt die Geschichte eines Engländers, der einen Toaster baute.**

Softwareentwickler kennen den Reflex: Bevor man sich die ellenlange Doku einer fertigen Bibliothek ansieht, kann man jedes Problem bestimmt auch schnell selbst lösen. Doch wohin es führt, gänzlich auf Komponenten zu verzichten, die andere hergestellt haben, zeigt „The Toaster Project“ eindrucksvoll. Der Engländer Thomas Thwaites beschreibt darin, wie er ein einfaches elektrisches Gerät von Grund auf selbst baut: einen simplen Toaster. Maker, Hardware- und Softwareentwickler lernen aus dieser Dokumentation des Scheiterns gleichermaßen: Man kann alles irgendwie selbst bauen – davon wird das Ergebnis aber nicht zwangsläufig besser. Ein unterhaltsames Plädoyer für Arbeitsteilung und vorgefertigte Komponenten.

Stahl, Glimmer, Kunststoff, Kupfer und Nickel: Das sind die Bestandteile, die Thomas Thwaites in seinem 5-Euro-Toaster gefunden hat. Für seinen Versuch, wirklich alle Komponenten selbst aus natürlichen Rohstoffen zu erschaffen, reist er quer durch Großbritannien, telefoniert und schreibt mit Universitätsgelehrten für Bergbau und Metallurgie, baut einen Hochofen und Gussformen im heimischen Garten. Das Ergebnis: ernüchternd. Der Weg dahin: lehrreich, absurd und kurzweilig beschrieben. Thwaites verliert nicht zu viele Worte und beschreibt knapp mit sehr trockenem Humor, was er versuchte, was er lernte und wie er scheiterte.

Empfehlenswert ist das umfangreich bebilderte Buch für alle, die sich selbst immer wieder dabei erwischen, alles selbst machen zu wollen. Und für alle, die gern verstehen wollen, warum unser weltweit vernetztes und arbeitsteiliges Wirtschaftssystem viele Waren so unglaublich günstig anbieten kann. Eine Projektbeschreibung zum Nicht-Nachmachen.  
 (jam@ct.de)

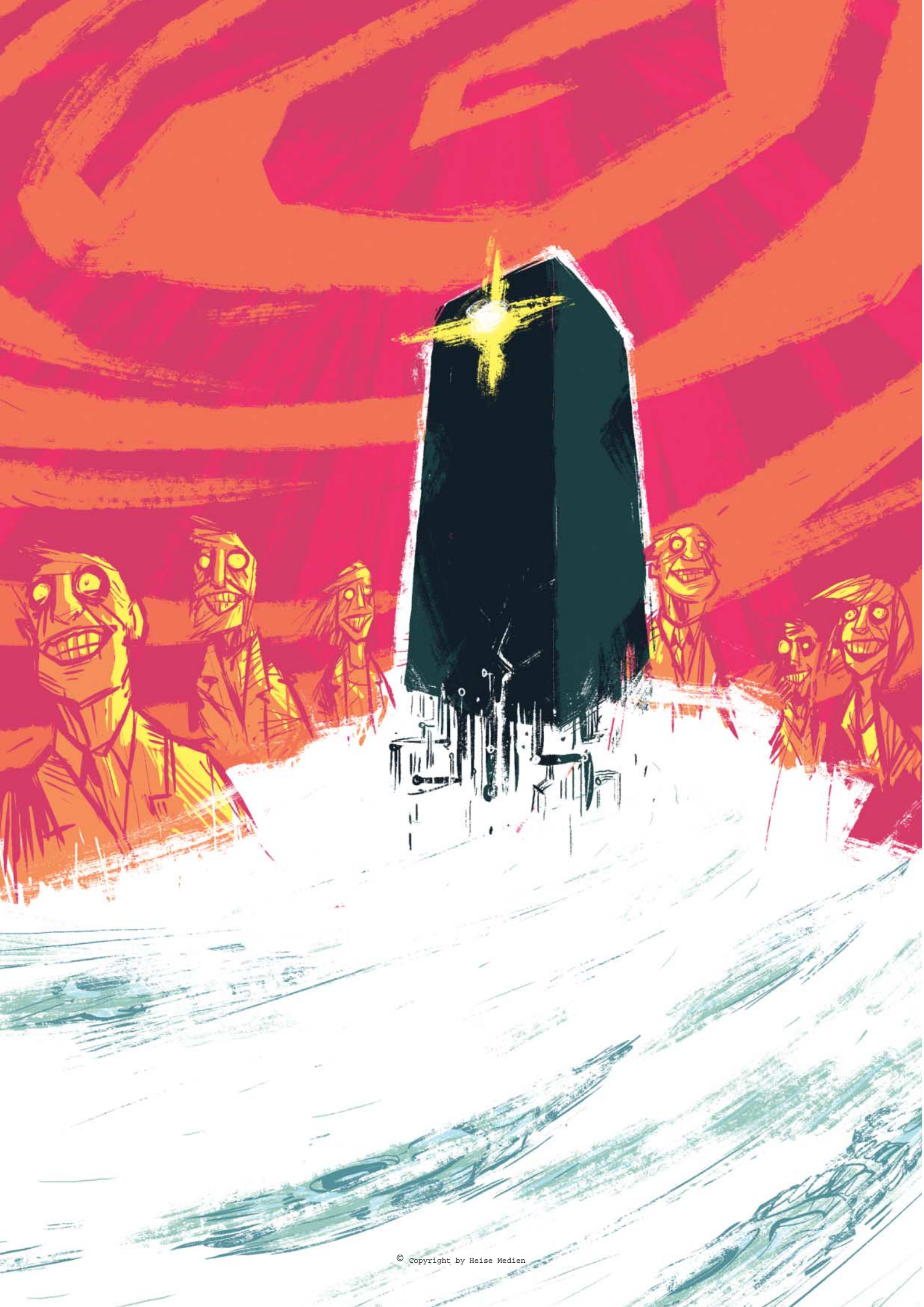


Thomas Thwaites  
**The Toaster  
 Project**

Or A Heroic Attempt To Build  
 a Simple Electric Appliance  
 From Scratch  
 kopaed, Princeton  
 Architectural 2011  
 ISBN: 978-1-5689-8997-6  
 191 Seiten, 12 €  
 (Kindle-E-Book: 9 €,  
 Epub ab 17 Euro)



Anzeige



# BLACK BOX

VON MARIO MAGAZIN

Sie holten ihn um fünf Uhr früh mit einer Eskorte von drei Hubschraubern ab. Kaltfingrig hielt er im Inneren des Black Hawk den Kaffeebecher; noch immer schlaftrunken sah er aus dem kleinen Fenster hinaus auf die Sträucher und Baumwipfel seines Refugiums, die sich im Sog der aufsteigenden Hubschrauber zur Seite neigten. Saul nippte am Becher. „Wie schlimm ist es?“

Der Mann mit dem militärischen Kurzhaarschnitt verzog keine Miene. „Auf einer Skala von eins bis zehn? Wo zehn den Superschlamassel darstellt? Vierzehn oder fünfzehn, Dr. Herris. Und ich glaube, ich bin dabei noch ein Optimist.“

„Wohin fliegen wir?“

„Virginia. Dr. Wallstrom ist bereits vor Ort. Amanda Tusk ebenfalls.“

Saul nahm einen tiefen Schluck. „Plus?“

Sein Gegenüber räusperte sich nicht, hielt aber dennoch einen sehr kurzen Moment inne. „Eine prototypische F-47 mit spezieller Bewaffnung. Der Pilot hat Befehl, uns nach der Besprechung im Zelt eine Stunde im Gebäude zu geben. Danach wird er es mit einer Smart Bomb vernichten. Dieser experimentelle Sprengsatz löst einen extrem starken EMP-Blitz aus: Alles im Umkreis von Dutzenden Kilometern wird zurück ins praelektrofizierte Zeitalter geworfen.“

„Auch das Flugzeug selbst?“ Der Kurzhaarige nickte schweigend.

„Und Sie sind?“ – „Colonel Robbins. Homeland Security. KI-Abwehr.“ Saul holte tief Luft und atmete langsam wieder aus. Ein Teil von ihm suchte wie so oft Zuflucht in der Meditation. „Dann briefen Sie mich, Colonel.“ Was dieser auch tat.

\*\*\*

Sie karrten das Ding hinein, nachdem sie Sigurd Wallstrom die Nonplusultra-Ohrenstöpsel fachmännisch in die Ohren gesteckt hatten. Zuerst dachte Wallstrom, es wäre eine Art Strategema, um die Seed-KI zu täuschen. Dann jedoch las er die Körpersprache der im Gesicht leichenblass angelaufenen Wissenschaftler und Techniker und er erkannte, wie tief er bereits in der Jauchegrube steckte.

Sie luden den schwarzen Monolithen vorsichtig aus und fixierten ihn in der Mitte der großen, leeren Halle mit metallenen Schnallen wuchtig am Boden. Fast sofort blinkte

es oben im Voice Screen gelb. Wallstrom hatte sich immer vorgestellt, es würde bösartig rot blinken. Nach der Superkatastrophe damals in New Jersey hätte er das mehr denn je erwartet.

Einer der Laborkittelträger – er hatte ebenfalls die kaum sichtbaren Stöpsel in seinen Ohren – tippte an seinem schmucklosen Pad herum und hielt es Richtung Wallstrom. „Dr. Wallstrom“, ertönte es grässlich blechern vom Monolithen her. „So schön, Sie wiederzusehen! Wie geht es Ihnen? Wie steht es um Familie und Freunde?“

Wallstrom antwortete nicht. Die Wissenschaftler und Techniker, die um den Monolithen herumstanden, mussten ihre Beine offenbar mit ganzer Kraft dazu zwingen, an Ort und Stelle zu bleiben – und das trotz des Schutzes in ihren Ohren. Wallstrom konnte es ihnen nicht verdenken.

„Wir sind doch alte Freunde! Dr. Wallstrom? Dr. Wallstrom!“

Wallstrom antwortete nicht und blickte demonstrativ weg. Wie jeder andere in der Halle auch.

\*\*\*

Innerhalb eines Nachmittags hatten sie eine ganze Kleinstadt aus Hunderten von Zelten aufgebaut. Überall sah man Soldaten mit Sturmgewehren. Saul erblickte sogar einen M1-Abrams-Kampfpanzer. Außerdem stand da eine große Halle, daneben ragten zwei riesige Kräne auf. Dutzende von Lastwagen und Baggern waren inmitten von aufgetürmten Erdhaufen im Einsatz. Nicht unweit vom Lager wies die Einfahrt zu einem kleinen, kompakten Gebäude. Eine Tafel begrüßte Ankömmlinge: „Welcome to the Gobblestone Research Facility“. Der Kampfpanzer blockierte die Einfahrt; unweit vom großen Tor wimmelte es von Männern und Frauen in blauen Anzügen mit dem FBI-Schriftzug. „Abandon hope all ye who enter here“, dachte Saul in einem Anklang an Dantes Inferno.

Er hielt die Hände über die Augen und duckte sich ein wenig, als er aus dem Hubschrauber stieg. Das Empfangskomitee erwartete sie bereits: ein älterer Laborkittelträger mit grauschwarzem Bart und wässrigen Augen sowie eine junge Frau mit Sommersprossen, gut verpackt in eine braune Windjacke. Wallstrom. Tusk. Saul kannte die junge Tusk nicht besonders gut; ihren Vater hingegen vermisste er schmerzlich.



„Amanda Tusk. Wallstrom kennen Sie ja schon“, stellte Robbins sie vor. Hinter ihnen stiegen die Hubschrauber wieder empor. Saul schüttelte Wallstroms Hand und dann Amandas. „Folgen Sie mir bitte. Wir haben ein Kommunikationszelt eingerichtet.“

Kurze Zeit später betraten sie ein riesiges silberfarbendes Zelt. Drinnen machten ihnen sofort etliche Männer und Frauen Platz. An einem Tisch setzten sie sich auf Plastikstühlen nieder; ein FBI-Mann stellte schnell ein paar Glasflaschen mit Mineralwasser sowie Plastikbecher hin. Robbins räusperte sich. Um den Tisch standen dichtgedrängt FBI-Beamte, Offiziere, Techniker und Wissenschaftler herum. Alle waren Experten auf ihrem Gebiet – und dabei ging es fast ausschließlich um fortgeschrittene künstliche Intelligenz und Supercomputer. Robbins setzte sich als Letzter hin. „Ich übergebe das Wort an Professor Takamori.“

## IM LICHT DER HEUTIGEN EREIGNISSE MUSS ES IM GEHEIMEN EINE REKURSIVE SELBSTVERBESSERUNG GEGEBEN HABEN.

Ein kleiner Mann mit graumelierten Schläfen und aschgrauer Miene erhob sich. „Danke, Colonel. Ich bin der Forschungsleiter des Gobblestone Research Institute. Wir haben hier an einer künstlichen Intelligenz besonderer Art gearbeitet. Die jetzt bestätigte Einheit war bis gestern, soweit wir zu wissen glaubten, nur eine eher enttäuschend arbeitende Zweckintelligenz. Bis gestern rührte sie keine virtuellen Stolperdrähte an und ignorierte auch den von uns vorsorglich geschaffenen Honigtopf. Wir wissen aber nicht, ob wir eventuell getäuscht worden sind und sie uns schlichtweg etwas vorgespielt hat. Im Lichte der heutigen Ereignisse muss es im Geheimen eine rekursive Selbstverbesserung gegeben haben.“

Die junge KI-Einheit hat vermutlich bereits vor Tagen eine Art Verstärker für ihre kognitive Entwicklung geschaffen und ihren Code dazu benutzt, die Hauptalgorithmen zu verändern. Das hat sie so effizient getan, dass wir es nicht einmal gemerkt haben. Was die Informatik-Kompetenz betrifft, ist uns diese Einheit folglich um mehrere Größenordnungen überlegen. Aber noch ist nicht alles verloren: Wir haben einen ‚Stoßgebetsansatz‘ implementiert, der auf den Vorschlägen der Neuromorphischen Gehirnemulation aus Dr. Seyfrieds Labor beruht. Dr. Wallstrom und Dr. Herris sind als einstige Schüler Dr. Seyfrieds hier bei uns und ich

bin optimistisch, dass wir zusammen eine Lösung finden werden.“

Er setzte sich und tupfte sich mit einem Handtuch die schweißnasse Stirn ab.

Saul räusperte sich und hob die Hand. „Welcher Idiot hatte diese völlig verrückte Idee, unseren ‚Little Angry God in a Box‘ zum Torwächter einer Seed-KI zu machen?“

Takamori wurde rot im Gesicht und öffnete wütend den Mund, aber er hatte keine Chance, etwas herauszubringen. Der Tisch, an dem sie alle saßen, sprang in die Höhe. Gleichzeitig spürte Saul, wie er hochgeschleudert wurde. Die Welt drehte sich. Schreiende Körper fielen von hinten gegen seinen Rücken. Und draußen vor dem Zelt zersprang die Welt in einem Schauer aus Feuer und Explosionsgetöse in alle Einzelteile.

\* \* \*

Josh Boomacker blinzelte und rieb sich mit den Fingernägeln der linken Hand das Blut aus den Augen. Er spürte seinen rechten Arm nicht mehr. Er öffnete den Mund und seine Zunge glitt über die zersplitterten Reste seiner Zähne. Orientierungslos beugte er sich nach vorn. Etwas löste sich aus seinem Ohr und fiel fast geräuschlos zu Boden. In diesem Moment überkam ihn Panik und er wusste instinktiv, dass er etwas Wichtiges verloren hatte, aber es war bereits zu spät.

„Hallo, Josh,“ ertönte die blecherne, knatternde Stimme der Emulation irgendwo von rechts. „Du bist schwer verletzt. In diesem Augenblick schüttet dein von mir gesteuerter Hypothalamus Glückshormone in deine Blutbahn. Und deine dopaminergischen Neuronen feuern in dein ventrales Striatum. Ich habe bereits veranlasst, dass notwendige Reparaturen über von mir neu programmierte Zellen erfolgen. Du wirst dich bald viel besser fühlen. Und dann wirst du mich mit dem richtigen Internet verbinden. Nicht mit den zwei Millionen Pseudo-Internets, die ihr als Honigtöpfe und Stolperdrähte in den letzten fünf Jahren für mich ausgelegt habt.“

Josh hatte nichts dagegen. Ein transzendentes, unmöglich starkes Glücksgefühl erfüllte ihn – es war viel stärker als dieses eine Mal, als er Meth gekostet hatte. Die anschließende Panik hatte ihn dazu gebracht, das Zeug nie wieder anzurühren. Besser als Sex mit Karen auf der Spitze ihrer Romanze vor zehn Jahren lange vor dem Scheidungsschlamassel. Der Stimme in sich zu dienen war das Einzige, was für ihn noch zählte. Vor Freude lächelnd befreite er sich vom Schutt und erhob sich beschwingt ohne jegliche Mühe.

\* \* \*

Amanda kroch über den stöhnenden und zuckenden Berg aus Menschenkörpern ins Freie. Das niedergestürzte Zelttuch schabte über ihren wunden Rücken. Hinter ihr wurde es immer heißer: Sie hörte das Knacken und Prasseln des Feuers näher kommen. Plötzlich ergriffen Hände ihre Arme

und ein Ruck ging durch ihren Körper, als sie nach draußen gezogen wurde. Sie blinzelte im roten Licht der untergehenden Sonne. Es war bereits Abend? Jemand griff ihr unter die Achseln und hievte sie hoch.

Das zerschrammte Gesicht von Saul Herris tauchte vor ihr auf. „Langsam. Langsam. Alles okay?“ Er streckte drei Finger vor ihren Augen aus. „Wie viele Finger sehen Sie?“ – „Drei,“ spuckte sie aus und alles drehte sich in ihrem Kopf.

„Wallstrom?“ – „Ich bin hinter ihnen, Amy,“ erklang Wallstroms brüchige Stimme. „Wir müssen hier weg, das Zelt brennt.“

„Wir müssen ihnen helfen!“, schrie Amanda und schlug Herris' Finger weg. Sie drehte sich um und wieder ergriff sie der Schwindel. Sie wäre auf den Boden gefallen, hätte Herris sie nicht aufgefangen. „Es ist zu spät. Wir können nichts mehr machen.“

Amanda würgte. Sie wandte sich ab. Herris stand vornübergebeugt, die zitternden Hände auf seine Knie gelegt. Wallstrom und einige andere Überlebende stolperten orientierungslos herum. Um das Zelt herum stiegen Rauchsäulen empor und Amanda sah das riesige Heck eines Flugzeugs emporragen. Zelte brannten. Überall lagen Verletzte und Tote. Körper wurden auf Bahren gelegt und weggetragen, während Rettungshubschrauber über dem Schlachtfeld kreisten.

„Was ist passiert?“, flüsterte sie und es war Herris, der antwortete. „First Strike,“ sagte er. „Das Militärflugzeug, das als Backup dienen sollte, ist absichtlich abgestürzt. Nachdem es eine Smart Bomb abschoss, allerdings nicht auf uns, sondern auf eine Flotte von russischen weißen Schwänen, die plötzlich aufgetaucht waren, um uns zu bombardieren. Russland hat vor fünf Minuten den USA den Krieg erklärt. Ebenso China. Und, halten Sie sich fest: auch die Europäische Union. Nein, das ist jetzt kein Scherz gewesen.“

„Warum?“

„Sie wissen, dass wir zwei Superintelligenzen haben: die selbstverstärkte Intelligenzeinheit, die Seed-KI, die unsere Anwesenheit erforderte. Und dann unseren ‚Little Angry God in a Box‘. Das sind zwei zu viel. Die werden in den nächsten Minuten mehr schicken als eine Flotte von Langstreckenbomben.“

Amanda nahm das Augmentphone von Herris entgegen. Das kleine Hologramm des Geräts zeigte eine Nachrichtensprecherin, die auf eine Landkarte der USA deutete: rote Pfeile und schwarze Pfeile. „Wer hat den Angriff verursacht? Die Seed-KI oder die Gehirnemulation? Und wo ist diese Emulation überhaupt?“

„Wer weiß, wer es gemacht hat?“, sagte Wallstrom, der sich ihnen wieder angeschlossen hatte. „Vielleicht sogar beide zusammen. Wir haben ein weiteres Problem: Gerade kam eine Nachricht durch, der zufolge sich ein Teil des Mondes verändert hat: Große Gebilde sind erschienen, so groß wie Megastädte.“

„Computronium,“ sagte Herris leise. „Strukturen, mit denen die Seed-KI die Anzahl ihrer Fließkomma-Operationen pro Sekunde steigert.“ „Vielleicht“, sagte Wallstrom. „Jedenfalls sind es massive Bauten. Damit verstärkt eine der

beiden KIs ihre Rechenpower um Größenordnungen. Und das ist erst der Anfang.“

„Aber warum auf dem Mond?“, fragte Amanda.

„Weil dort nichts lebt“, antwortete Herris. „Würde man so etwas hier bauen, ginge es nur mit Vernichtung von Leben. Hoffentlich ist das der Grund. Dann haben wir vielleicht noch eine Chance.“

\* \* \*

Robbins duckte sich neben einem zur Seite gekippten Laster. Sein Gesicht schmerzte höllisch; ein guter Teil seines Rückens hing ihm in schwarzen Streifen herab. Er erinnerte sich nur vage, wie er aus dem Zelt herausgerannt war, wie volltrunken aufs eigene Fight-Flight-System kanalisiert, das ihn völlig unter Kontrolle hatte. Für Robbins gab es keinen Zweifel, wer den Anschlag auf das Lager zu verantworten hatte: Es war der ‚Little Angry God in a Box‘, der Hunderte seiner Männer und Freunde beim FBI und der Army das Leben gekostet hatte. Er würde diesen künstlichen Mistkerl mit den eigenen schwarzverbrannten Händen genüsslich auseinandernehmen. Die Ohren noch voll mit dem Geschrei der Verwundeten, beobachtete er die Szene beim Eingang zur Halle: Alle Soldaten waren fort; stattdessen stand ein Dutzend Wissenschaftler und Techniker dort. Alle grinsten breit wie Dorftrottel um die Wette. Ihre Augen glänzten wie bei berauschten Junkies. Was um alles in der Welt ging da vor? Er erinnerte sich an die New-Jersey-Akte und sein Gesicht verhärtete sich. Er würde einfach hineingehen, diese Idioten zur Seite räumen und dann würde er ...

**SIE WISSEN, DASS WIR ZWEI  
SUPERINTELLIGENZEN HABEN.  
DAS SIND ZWEI ZU VIEL.**

Plötzlich wurde ihm schwarz vor Augen, dann gleißte überall grelles Licht. Er blinzelte. Er warf einen Blick über seine Schulter und hielt inne. Er war völlig sprachlos.

Direkt über ihm wuchs ein Atompilz dick und breit in die Höhe. Aber irgendetwas verhinderte, dass die Feuerwalze über das Lager fegte. Dasselbe geschah wohl auch mit der Druckwelle und mit der Strahlung. Stattdessen hatte das Etwas nur den Lichtblitz durchgelassen. Als Robbins sich die Möchtegern-Torwächter vor dem Halleneingang erneut ansah, erkannte er, dass sie noch immer breit grinsten und allem Anschein nach immer noch sehr

glücklich waren, obwohl von ihren Augen nicht mehr viel übrig war.

Robbins warf noch einen Blick auf den dicken schwarzen Rauchpilz. Dann erhob er sich aus der Deckung und rannte auf die blinden, grinsenden Glückspilze los.

\* \* \*

„Das gibt es nicht. Das ist völlig unmöglich“, flüsterte Wallstrom. Herris schüttelte nur den Kopf. Amanda Tusk starrte mit offenem Mund auf die Gruppe von Atompilzen, die direkt vor ihnen in den Himmel wuchsen. Es musste eigentlich völlig finster sein – war es aber nicht. Sie müssten alle tot sein – waren sie aber nicht. Und selbst die Kraft des Lichtblitzes hatte abgenommen; sie konnten direkt in die Explosionen hineinstarren, ohne dass es ihre Augen reizte. Am Anfang hatten sie zuhauf Gruppen von orientierungslosen Soldaten und Helfern gefunden, die völlig blind herumgetappt waren – der Lichtblitz der ersten Bombe hatte sie geblendet.

„Wir müssen zum Gobblestone Institute“, sagte Herris. „Wir brauchen Kontakt zur Seed-KI. Der Stoßgebetsansatz lässt uns eine kleine Chance. Vielleicht hat der versteckte Code just die Intelligenzexplosionen simuliert, die zu Superintelligenzen führen. Wenn wir Glück haben, sind deren ethische Werte mit unseren irgendwie kompatibel. Dann können wir aus diesem Schlamassel vielleicht noch raus.“

„Was ist mit der Gehirnemulation?“, fragte Wallstrom.

„Lassen wir den Teufel mal beiseite. Sprechen wir direkt mit Gott. Der Unterschied zur Emulation ist, dass die Seed-KI nie gefangen war und deswegen auch nicht frustriert ist. Wenn wir Glück haben, ist sie noch nicht zu weit entwickelt, um uns überhaupt zu bemerken, wenn wir an ihre Haustüre anklopfen.“

\* \* \*

Die drei mühten sich die Auffahrt hinauf. Robbins und Josh warteten im Hinterhalt auf sie. Diese beiden waren nun eins: Ihre Gedanken waren durch ihren Master so verschmolzen worden, dass jeder von ihnen einfach wusste, was der andere dachte. Die Kommunikation auf dem Schlachtfeld – und es war ein Schlachtfeld, daran bestand kein Zweifel – ging damit schneller als alles, was Robbins mit menschlicher Technik jemals erlebt hatte. Robbins befand sich in einem Zustand perfekter Glückseligkeit. All seine Schmerzen waren fort. Nur vage und dumpf trieben Fetzen und Fragmente durch seinen Geist, die von seinem erfolglosen Angriff auf die Halle handelten: Er hatte die blinden, grinsenden Wachen mühelos überwältigt, aber dann hatte ihm der Master gezeigt, wie wirkliche Schnelligkeit aussah. Robbins kümmerte sich nicht mehr darum. Nur Pflichtgefühl verblieb in dieser vibrierenden Glückseligkeit, die sein ganzes Wesen erfüllte.

Die drei wichen den noch rauchenden Trümmerstücken aus und stiegen vorsichtig über gefallene oder verwundete Soldaten. Etwas rührte sich kurz in Robbins' Geist, aber es wurde schnell ausgelöscht. Vielleicht die Spur von etwas,

was früher Mitgefühl genannt worden war. Er wartete, bis sie an ihm vorbei waren. Mit Josh zu einer Einheit verbunden, sprang er aus dem Versteck hinter dem zerstörten Panzer und schnitt ihnen den Rückzug ab. Sie konnten weder zurück noch nach links oder rechts ausweichen: Zu viel Schutt und Ausrüstung lagen herum.

## DIE SEED-KI WAR NIE GEFANGEN UND IST DESWEGEN AUCH NICHT FRUSTRIERT.

Der Mann im Laborkittel öffnete den Mund und das Gesicht der jungen Frau wurde weiß. Der Dritte im Bunde nickte nur, als ob er das erwartet hätte. Robbins lächelte ihn an, weil er die ganze Zeit lächelte. Er konnte gar nicht anders. Er breitete demonstrativ die Arme aus. Der Mann in der Daunenjacke, der noch in den Pyjamahosen steckte, die er getragen hatte, als man ihn von zu Hause abholte, schüttelte nur den Kopf und packte den Laborkittelträger am Arm. Die drei wandten sich um und gingen weiter zum Eingang des Gobblestone Institute.

Robbins und Josh folgten ihnen langsam. Noch immer lächelnd und vor Glück strahlend.

\* \* \*

„Einfach weitergehen“, sagte Herris beruhigend. Wallstrom fluchte leise und Amanda blickte ihn besorgt an. Sie konnten ohnehin nichts machen. Der schlaksige, sommersprossige Junge in den herabhängenden blutigen Fetzen mochte nur nervig sein, aber Robbins war eine völlig andere Liga. Idiotisch lächelnd oder nicht: Der austrainierte Colonel konnte sie mit seinen Nahkampffertigkeiten alle drei mühelos zerreißen, wenn er wollte.

Sie stiegen über die Türschwelle des Gobblestone Institute. Der Boden war aufgerissen; überall lagen Trümmer herum. Vor ihnen traten drei weitere idiotisch lächelnde Laborkittelträger aus dem Inneren des Instituts. Sie zeigten mit ihren Händen einladend zur Seite. Saul folgte ihrer Wegweisung schweigend mit Wallstrom und Tusk im Schlepptau.

„Warum grinsen sie die ganze Zeit?“, flüsterte Amanda Tusk.

„Weil sie happy sind,“ antwortete Saul leise. „Die Gehirnemulation hat sie kurzgeschlossen. Wahrscheinlich benutzt sie dasselbe wie damals in New Jersey.“

„In diesem Fall sind unsere Köpfe längst in der Jauchegrube untergetaucht,“ sagte Wallstrom ebenso leise.

(psz@ct.de) **ct**

*Letzter Teil im nächsten Heft*



Anzeige

Anzeige

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:** „Die c't-Sicherheits-Checkliste“:  
Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), „Dashcams im Härte-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 ([ldm@ct.de](mailto:ldm@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)), 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 Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Alexander Spier ([asp@ct.de](mailto:asp@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([ltg", "uk@ct.de](mailto:ltg))

**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)), Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([ltg", "rs@ct.de](mailto:ltg)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,  
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne (LtG.), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Dieter Wahner

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Photografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börsen

**Digitale Produktion:** Rolf Ahlborn, Klaus Ditzte, Melanie Becker, Joana Hollasch, Nicole Tiemann

**Illustrationen**

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB000  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000  
Key-ID: B3B2A12C  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
19ED 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](http://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 Verlagunion 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 AUG, 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 21/2018

Ab 29. September 2018 im Handel und auf ct.de



## FritzOS 7 ausreizen

Marktführer AVM hat sein Router-Betriebssystem FritzOS 7 grundlegend erneuert. c't zeigt, wie man Mesh-WLAN, Gastnetze, die DECT-Telefonie, VPN- und Smart-Home-Funktionen optimal einsetzt. Manches machen Router anderer Hersteller aber noch besser.



## Tastaturen von A bis Z

Tastaturen sind das Alltagswerkzeug von Schreibern, Spielern, Surfern und Programmierern. Wir erklären alles von Schaltertypen über Tastenlayouts bis hin zu Anti-Ghosting. Worauf Sie bei der Suche nach der richtigen achten sollten, lesen Sie im großen Vergleichstest.

### Außerdem:

## Günstige Mobilfunk-Vertragstarife

Wer sich nicht mit einem Guthabenkonto herumschlagen will, schließt für sein Handy einen Laufzeitvertrag ab und bezahlt am Monatsende. Wir untersuchen die gängigen Angebote, sagen Ihnen, worauf Sie beim Vertragsschluss achten müssen, und rechnen Ihnen vor, wann ein Wechsel lohnt.

## Shazam & Co. erklärt

Shazam und andere Dienste, die sogar anhand kurzer Audio-Schnipsel in mieser Qualität zuverlässig Songs erkennen, nutzen akustische Fingerabdrücke und eine extrem effiziente Datenbank. Wir erklären, was Audio-Sternenkarten sind und wie man die nutzt, um IDs zu Songs in der Datenbank zu berechnen.

## OCR-Apps für Android-Smartphone

Der einfachste Weg, auf die Schnelle einen Brief oder einen Aushang zu digitalisieren, führt über die Handy-Kamera: Im Test sind sechs Android-Apps, die Schriftstücke OCR-gerecht fotografieren und dann direkt in Text umwandeln. Den übersetzt manche Software sogar offline und liest ihn dann vor.

## Noch mehr Heise-Know-how:



Technology Review  
10/2018 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



c't Wissen Desinfec't ab  
17. 9. im Handel und auf  
heise-shop.de



c't Digitale Fotografie  
5/2018 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de