



*magazin für  
computer  
technik*

4.8.2018 17



WLAN für  
Rasenmäher-Roboter

Jenseits von Drogenhandel und Bitcoin-Schwindel

# Vom Darknet lernen

Ultrasicher surfen • Betrugssicherer Handel • Methoden der Fahnder

IM  
TEST

- Ikea-Lautsprecher mit Bluetooth
- 8 High-End-Kopfhörer für Musik
- RSS-Reader: Webdienste versus Apps
- Suse Linux Enterprise 15
- Günstiger drucken mit Tintenbeutel

Windows-Installations-Stick bauen

Desinfec't: NAS-Daten retten

EU-eigene Quantenkommunikation

Excel: Bedingte Formatierungen

Linux-Praxis: Statusanzeigen mit Polybar

Jede Türklingel kabellos an die Fritzbox

## Test: 6 Mittelklasse-Handys

Preis/Leistungs-Stars von 170 bis 300 Euro

€ 4,90

AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70

NL € 5,90 | IT, ES € 6,20

CHF 7,10 | DKK 54,00

Leise, zuverlässig und sparsam • AMD versus Intel

## Der optimale Office-PC

Komplettsysteme im Test • c't-Bauvorschlag ab 380 Euro



Anzeige



### Armer, armer Pinguin

Als ich mir vor fast 20 Jahren bei meinem Hardware-Dealer zusätzlich zu den PC-Teilen einen Stoff-Tux leistete, musste ich den daheim pronto an den Erstgeborenen abgeben. Wenig später forderte auch der Zweitgeborene seinen eigenen Plüschpinguin. Und, Sie werden es bereits ahnen, auch die Drittgeborene bekam ihr Exemplar. Diese sympathischen Stofftiere liefen allen Teddys den Rang ab, traten Urlaubsreisen mit an, überlebten Wutanfälle, überstanden 1400 U/min in der Waschmaschine und kurven noch heute im Haushalt herum, wenn die Kater mal wieder eine Spielzeugkiste plündern. Die Tuxes sind etwas zerrupft, aber noch gut in Schuss. Sie können als kleines Kunststück sogar die Augen verdrehen.

Das spiegelt perfekt wider, wie die IT-Welt mit Linux umgeht: München kantet es raus, die niedersächsische Flickschusterkoalition verbietet es mittels Koalitionsvereinbarung aus den Finanzämtern, Microsoft schwört in seiner Cloud darauf, Google verbastelt es für Android und NAS-Hersteller verkorksen es. Ein jeder zupft es sich so zurecht, dass es sich selbst fremd

wird. Einen Kerngedanken der freien Software, nämlich die Investition in Software-Know-how mit anderen zu teilen, haben alle aus den Augen verloren - das lässt sich schließlich auch nicht zu Geld machen.

Es wird Zeit, dass wir begreifen, was wir an Linux haben. Die Stunde des Linux-Desktops mag nie schlagen, es wird Windows niemals überflüssig machen und es wird niemals die Welt retten, aber es macht sie zu einem besseren Ort. Es wird Zeit, die Politik daran zu erinnern: Jede Steuermillion, die für eigene Fachkräfte aufgewendet wird, ist gut investiert. Wer Steuergelder stattdessen für proprietäre Software und Mietlizenzen ins Ausland überweist, verschwendet sie.

*Peter Siering*

Peter Siering

Anzeige

Anzeige

# Inhalt 17/2018

## Trends & News

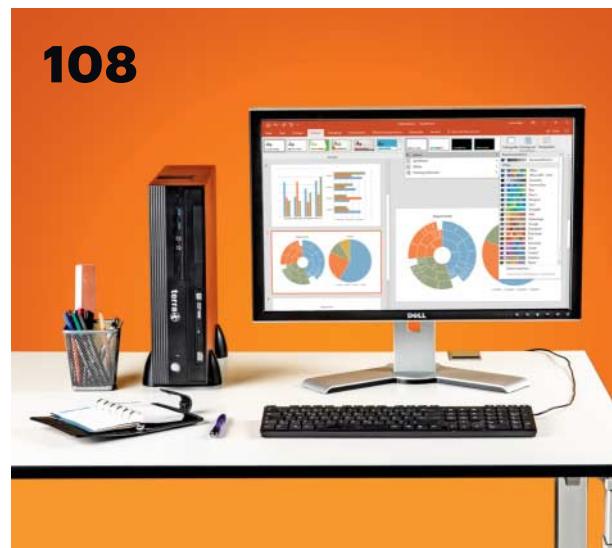
- 16** Niedersachsens Zwangsumstieg von Linux auf Windows
- 18** Crowdfunding fürs nächste Fairphone, Telegram Passport, 48 Megapixel im Smartphone
- 20** Noch mehr Spectre-Lücken, Intel ME und Bluetooth angreifbar
- 21** macOS-Forensik, Apple entfernt Hass-App
- 22** Einsteiger-Workstations, neue Intel-NUCs, LPDDR5
- 23** Lüfterloser Sechskern-PC
- 24** Krypto-Miner fürs Rack, Flash mit 96 Schichten und QLC
- 26** EU: Milliardenstrafe gegen Google wegen Android
- 28** Extraschnelles WLAN, IP-Kamera für draußen
- 29** Neptune Linux 5.4
- 30** NetzDG: Erste Löschbilanz, Ende der Störerhaftung, Chrome brandmarkt HTTP
- 31** ECAD-Software KICAD 5.0, CAD-Dateibetrachter 3DViewStation 2018.0
- 32** Deutschland will KI-Forschung und -Start-ups fördern
- 34** Smart Home: Update für ioBroker
- 36** Versicherungen spionieren Schweizer aus
- 38** SAP scheitert bei Lidl
- 39** InLoox-Projektmanagement, DATEV Kassenarchiv Online
- 184** Web-Tipps: Klimasimulation, Teilchen-Crashtest, Reise(un)freiheit, Fahrradstadtplanung

## Test & Kaufberatung

- 40** Autarkes VR-Headset Lenovo Mirage plus 180-Grad-Kamera
- 42** **Ikea-Lautsprecher mit Bluetooth**
- 43** Huawei Watch 2
- 44** **Günstiger drucken mit Tintenbeutel**
- 48** Winziger Mikrocontroller Ai-Thinker ESP-01M
- 48** PanzerGlass Privacy Screen Protector
- 49** Fahrradlampe und Ladegerät Luxos U 100509
- 49** Zwerger-SSD Toshiba OCZ RC100

## 50 **Suse Linux Enterprise 15**

- 52** Cloud-freie Tasmota-Firmware für ESP8266-Geräte
- 52** Smart Home: TasmoAdmin
- 53** Browsh surft im Terminal
- 53** DrUnarchiver für Windows 10
- 54** Loupedeck+: Steuerpult für Lightroom
- 56** Malprogramm Painter 2019 für macOS und Windows
- 58** Spiele: Octopath Traveller, The Spectrum Retreat, Banner Saga 3, Wreckfest
- 86** **Test: 6 Mittelklasse-Handys**
- 92** **8 High-End-Kopfhörer für Musik**
- 98** Nachrichten mit RSS maßschneidern
- 100** **RSS-Reader: Webdienste versus Apps**
- 106** Spielzeugdinosaurier mit Sprachassistent und Programmierschnittstelle
- 108** **Der optimale Office-PC**
- 110** Bürorechner mit AMD- und Intel-Prozessoren
- 114** Bauvorschläge für preiswerte und leise Office-PCs
- 186** Bücher: JavaScript, Content Management



## Der optimale Office-PC

Der beste Bürocomputer ist der, den man nicht wahrnimmt – weil er flott, leise und zuverlässig läuft. Der Test stellt vier aktuelle Seriengeräte vor, darunter auch Minis. Zwei c't-Bauvorschläge lassen sich ab 380 Euro umsetzen und sind individuell konfigurierbar.

**70**

## Vom Darknet lernen

Im Darknet gibt es Drogen, Waffen – aber auch viel Konstruktives. Dort florieren Lösungen für sicheres Surfen und betrugssicheren Handel, die auch im normalen (Internet-)Alltag funktionieren. Und aus den Schmuddelecken berichten wir, weshalb die Verbrecherjagd im Dunkeln keineswegs aussichtslos ist.

## Wissen

- 60** Vorsicht, Kunde: Mobilcom verweigert Gewährleistung für Smartwatch
- 62** DisplayHDR: VESA-Standard für kontrast- und farbstarke Monitore
- 66** EU-eigene Quantenkommunikation
- 70** **Vom Darknet lernen**
- 74** Tor-Browser als sicherer Zweitbrowser
- 76** Sichere Geschäfte dank Multisignatur-Treuhand
- 80** So fangen Strafverfolger Kriminelle im Darknet
- 118** Wie die Glasfaser unter die Erde kommt
- 122** Zeiten messen und Daten sammeln bei der Tour de France
- 140** TLS und QUIC zur Verkehrslenkung analysieren
- 168** Recht: DSGVO-konforme Newsletter-Erlaubnis
- 174** Wie Smartphone-Kameras Spiegelreflex-Systeme imitieren
- 180** Dynamische Listen-Widgets mit PyQt5

## Praxis & Tipps

- 64** Erste Erfahrungen mit FritzOS 7
- 128** Spiele programmieren mit Python und Pygame, Teil 2

**132 WLAN für Rasenmäher-Roboter**

- 136** RTL-SDR: Günstige Breitbandempfänger einfach installiert
- 142** Jede Türklingel kabellos an die Fritzbox
- 144** Windows-10-Installations-Stick bauen
- 148** Tipps zu Windows-10-Installations-Sticks
- 152** Desinfec't: NAS-Daten retten
- 158** Excel: Bedingte Formatierungen
- 162** Linux-Praxis: Statusanzeigen mit Polybar
- 170** Tipps & Tricks
- 173** FAQ: BitLocker

## Rubriken

- 3** Editorial: Armer, armer Pinguin
- 10** Leserforum
- 15** Schlagseite
- 188** Story: Tiefschlaf (2) *von Peter Schattschneider*
- 195** Seminare
- 196** Stellenmarkt
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau



## Test: 6 Mittelklasse-Handys

Zu billige Smartphones sind lahm, High-End-Smartphones sündhaft teuer. Die meisten Handy-Käufer suchen den perfekten Punkt dazwischen: Im Alltag immer gut genug und trotzdem günstig sollen ihre Smartphones sein. Zwischen 170 und 300 Euro wollen Alcatel, Lenovo und Wiko den Vernunftkunden alle sinnvollen Wünsche erfüllen.

Anzeige

Anzeige

# Leserforum

## China ist vorne

Auf einmal kann man fast überall mit Smartphone oder -watch bezahlen, c't 16/2018, S. 64

Auf meinen Dienstreisen durch China bin ich immer wieder fasziniert davon, wie die Chinesen überall mit ihren Smartphones bezahlen, ob von Apple, Samsung oder Xiaomi et cetera. Schnell und zuverlässig, mit elektronischem Beleg. Wer kann sich noch an den Formatkrieg der Videorekorder erinnern und an den Sieg von VHS, obwohl es nicht das Beste war? Wer noch an die Erfindung von MP3? Am Ende haben Firmen aus Südostasien das Geschäft gemacht. Und so wird es auch mit dem Mobile Payment mit Smartphones geschehen, prophezeihe ich.

Jiri Hec 



Bezahlen mit dem Handy ist für manche Leser selbstverständlich und praktisch. Andere haben Bedenken.

## Durchgefallen

Grundsätzlich habe ich nichts gegen mobile Bezahlsysteme, leider fallen diese bei mir in der praktischen Prüfung immer wieder durch.

1. Budgetsteuerung ist unmöglich, derzeit mit keiner App vernünftig verwaltbar.

2. Bezahlsicherheit ist nicht gegeben – spätestens wenn das Hotelbuchhaltungssystem streikt und keine Rechnung druckt.

3. Verfügbarkeit: Moderne Ladesäulen für E-Autos werden mit Apps freigeschaltet. Ist das Handy nicht verfügbar (defekt, geklaut, Akku leer, kein Netz), was dann? Da hilft nur ein Handy-Doppelat und jemand, der darauf zugreifen kann, damit man via Festnetztelefonie die Ladesäulennummer durchgeben kann, um die Freischaltung der Ladesäule zu erreichen (jetzt raten Sie mal, woher ich das weiß ... ;-))

4. Wasser: Ist der Geldschein/das Münzgeld nass, kann ich damit immer noch bezahlen.

Thomas Bittl 

## Windows Phone

Smartphone-Bezahl-Apps im Test, c't 16/2018, S. 68

Der Vollständigkeit halber sollte in der Tabelle der mobilen Bezahlsysteme stehen, dass die Netto-App auf Windows 10 Mobile, also auf allen aktuellen Microsoft-Phone-Modellen läuft.

Ulrich Walter 

## Google Pay „kostenlos“

Leider vergisst der Test zu erwähnen, dass Google Pay nur dann funktioniert, wenn man Google Play Zugriff auf das Adressbuch gewährt. Wozu dieses Recht nötig ist, erschließt sich mir überhaupt nicht. Google Pay hat infolgedessen keine zwei Minuten auf meinem Handy überlebt. Generell halte ich es für sinnvoll, wenn die c't (ähnlich wie Stiftung Warentest) bei allen Softwaretests eine Testung des Datensendeverhaltens vornimmt.

Fragestellerin 

## NFC abschalten

Zahlen mit dem Smartphone: Sicherheit und Datenschutz, c't 16/2018, S. 74

Die verlinkte Methode der NFC-Abschaltung ist ein regelrechtes Massaker an der Karte. Das sieht ja schlimm aus, und man kann doch so eine Karte keinem mehr

## Wir freuen uns über Post

 redaktion@ct.de

 c't Forum

 c't magazin

 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

aushändigen, ohne gleich als Verbrecherverdächtiger eingestuft zu werden.

Das muss absolut nicht sein. Es genügt völlig, die Karte mit einer sehr starken Lampe zu durchleuchten und die Antennenwindung irgendwo am Rand drei bis vier Millimeter einzusägen. Habe ich so gemacht, mit einer ganz billigen Handsäge, um eine gewisse Schnittbreite zu erreichen, damit die Kontakte wirklich unterbrochen sind. Fall erledigt, und man sieht es wirklich nur, wenn man ganz genau hinschaut.

Name der Redaktion bekannt 

## Sicherheit zuerst

Wie Sie richtigerweise erwähnen, führt das im Artikel konstruierte Szenario in der Realität nicht zum Erfolg. Für die erfolgreiche Durchführung sowie anschließende Auszahlung von Transaktionen eines Händlers benötigt SumUp Angaben zur Person sowie die Angabe eines Bankkontos, auf das Transaktionen ausgezahlt werden. Erst wenn diese Angaben verifiziert wurden, kann eine Auszahlung von Transaktionen erfolgen. Für SumUp hat die Sicherheit der Händler, die unser Kartenterminal einsetzen, sowie die Sicherheit der Konsumenten höchste Priorität. Knapp eine Million aktive Kunden nutzen SumUp derzeit in 31 Märkten weltweit. Uns ist in mehr als sechs Jahren Geschäftstätigkeit kein Fall bekannt, in dem das geschilderte Szenario zum Erfolg geführt hat.

Thomas Adamski, SumUp 

Anzeige

## Geißel unseres Zeitalters

Die Zukunft des Fernsehens, c't 16/2018, S. 60

Inzwischen haben wir außer der „klassischen“ Fernseh-, Plakat-, Postwurf- und Zeitschriftenwerbung auch noch die ungleich nervigeren Formen: personalisierte Werbung, nicht überspringbare Werbung, animierte Online-Werbung, Online-Werbung mit Video oder gar Ton, Werbung mitten im Video. Dazu Spionage, Tracking, Profiling, ... Nerviger gehts kaum noch!

Mein ach so smarter TV ist zwar am Heimnetz angeschlossen, aber über die Fritzbox zwangs-offline und effektiv degradiert zum besseren Monitor. Warum? HbbTV, fehlende Firmware-Pflege, Sicherheitslücken, Mikrofone und Kameras im Gerät, Schnüffel-Firmware der Hersteller et cetera. Das schaut man sich mal ein paar Mal mit Wireshark an und dann ist das Thema durch!

Netflix und Amazon Video haben in meinen Augen vieles richtig gemacht, was bei früheren Versuchen (Premiere/Sky, Maxdome) falsch gelaufen ist. Sie haben um den Zuschauer geworben und ihm das geboten, was er verlangt: Qualität und Werbefreiheit.

Psychatroniker

## Upload-Filter undenkbar

Gastkommentar: Wie Internetkonzerne gegen das Urheberrecht manipulieren, c't 16/2018, S. 30

Aus der Sicht des Monopols GEMA argumentierend, weist Herr Hornschuh die gegen die Richtlinie vorgebrachten Argumente als eine von „Internetkonzernen“ finanzierte „Lobbykampagne“ ab. Das sei alles ausrecherchiert und erwiesen, fertig. Sachliche Argumente sind im Artikel kaum vorhanden, am Ende werden die USA noch pauschal schlechtgeredet – in einem Stil, der vor kurzer Zeit eines Vertreters der Verwertungsgesellschaften nicht würdig gewesen wäre. Anstatt sachlicher Argumente hört man im Artikel nur laute Aufschreie des Foulspiels in der Diskussion. Es ist aber schon vermassen, Internetaktivisten, die sich konstant „den Internetkonzernen“ entgegenstellen, respektierte Gründer des technischen Internets oder die BBC allesamt als bezahlte und gesteuerte Akteure der Internetkonzerne abzuqualifizieren – Foul!

Zum Sachlichen, beschränkt auf den umstrittenen Uploadfilter, der auch im

Artikel einzig herausgestrichen wird: Die Befürworter für diese technische Maßnahme haben nie dargestellt, wie sie sich das konkret vorstellen. Wie detektiert man „Lizenzen“ (!) in einem Video? Die Folgenabschätzung der Richtlinie geht auf die Belastung der KMUs überhaupt nicht ein. KMUs, für die ein solches Verfahren zu aufwendig wäre, sollen die Dienste der Großen (also YouTube) nutzen. Wenn dieses Verständnis von Wettbewerb im EU-Parlament eine Mehrheit findet, übergeben wir das Internet den Internetkonzernen und wollen einen Markt mit allen Mitteln verhindern.

Sollte ein Uploadfilter sinnvoll sein, dann müsste das technische System dafür von den Verwertungsgesellschaften entwickelt werden. Dann würde man erwarten, dass die GEMA das API ihres Dienstes präsentiert. Und allfällige Kosten nennt. Das würde die Diskussion einmal greifbar machen und der GEMA die Probleme ihres Wunsches aufzeigen.

Und, Herr Hornschuh, sagen Sie mir bitte noch, was ich jetzt mit video742.mp4 tun soll: Wer hält bitte die Rechte an 20 69 73 20 61 20 66 69 73 68 20 77 69 74 68 20 73 69 78 20 68 65 61 64 73 2e 20 49 66 20 79 6f 75 20 63 68 6f 70 20 6f 6e 65 20 6f 66 66 2c 20 73 69 78 20 67 72 6f 77 20 62 61 63 6b 2e?

frankoooooooo

## Speicher für Ryzen 2000

Günstige Prozessoren für Office- und Multimedia-PCs, c't 13/2018, S. 136

In Ihrem Artikel „Schneckenrennen“ nennen Sie DDR4-2933 als schnelles RAM für die Plattform mit dem Ryzen-2200G. Das Datenblatt spezifiziert DDR4-2600. Ist Ihnen da ein Fehler unterlaufen, oder macht es Sinn, schnelleres, als das spezifizierte RAM einzusetzen?

Dirk Klemann

Im Datenblatt (siehe [ct.de/yzqk](http://ct.de/yzqk)) wird für alle Ryzen-2000G/GE-Modelle DDR4-2933 aufgeführt. Die Spezifikation von DDR4-2933 gilt nur bis zu einem Modul pro Kanal. Schnellerer Speicher hilft vor allem bei der 3D-Leistung, da diese sich die verfügbare Transferrate mit der CPU teilen muss. Aufgaben wie der Büroeinsatz profitieren kaum von schnellerem Speicher.

AMD-Datenblatt: [ct.de/yzqk](http://ct.de/yzqk)

## OCR vs. Mathematik

OCR-Programme für Windows im Test, c't 16/2018, S. 98

Ich amüsierte mich doch sehr über diesen Artikel. Es ist wohl für mich vollkommen egal, welche OCR-Software ich benutze. Mein Problem wird selbst mit der modernsten OCR-Software nicht gelöst! Das Problem ist nämlich die Mathematik: Alle mathematischen Symbole werden nicht erkannt. Selbst ein ordinäres Addieren von Matrizen wird nicht als dieses erkannt. Geschweige denn Differentiale, Integrale, Summen, Grenzwerte, Transformationen sowie Wurzeln et cetera. Selbst mein uraltes Abbyy Finereader 3.0 liefert ein besseres Ergebnis als die Version 12 von Abbyy.

Hans-Jürgen Reiss

## Xiaomi liefert

Android-Smartphones im Update-Check, c't 16/2018, S. 120

Ergänzend möchte ich heute mal eine Lanze für die „Chinesen“ brechen: Nach Jahren mit einem Google-Handy hatte ich mich 2015 für ein LG G4 entschieden – auch in der Hoffnung auf regelmäßige Updates. Vergebens! Aber klar, für damals 500 Euro kann man sowas nicht erwarten. Da mir die aktuellen Google-Geräte zu teuer sind, wurde es dieses Jahr ein Xiaomi A1 für 190 Euro aus dem Android-One-Programm. Und siehe da, bis heute gab es bereits das dritte Update inklusive Umstieg auf 8.1. Es scheint also doch zu gehen.

Frank Schmidt

## Keine Ahnung

Ada hilft beim Einordnen gesundheitlicher Symptome, c't 16/2018, S. 50

Leider hat Ada nicht erkannt, das bei mir die Wechseljahre die Ursache der Symptome sind. Sie muss also noch viel lernen.

heikefy

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Foscam in D und USA

Kabellose Videoüberwachung mit der Foscam E1, c't 16/2018, S. 47

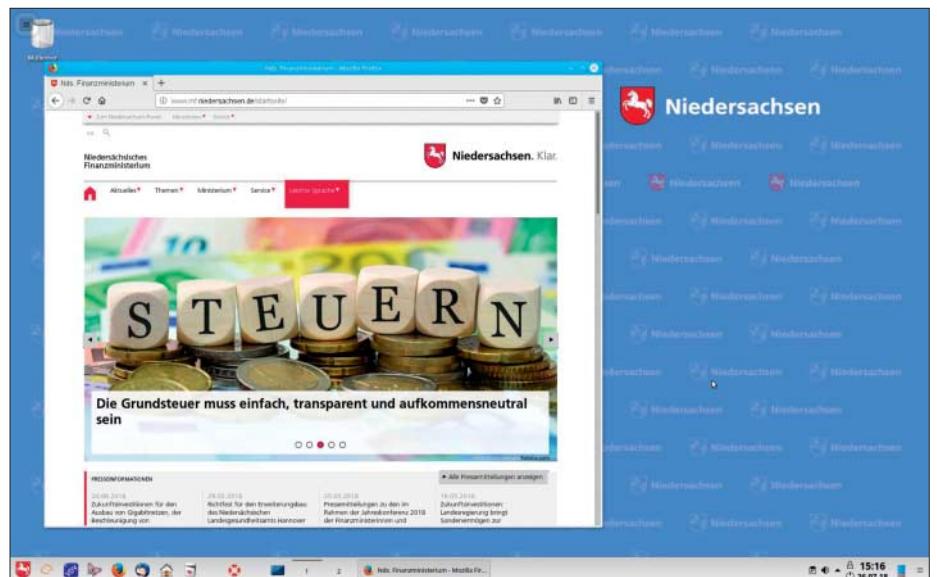
<https://www.foscam.de> ist nicht die offizielle Herstellerseite, sondern die eines deutschen Distributors. Die offizielle Herstellerseite finden Sie unter <https://foscam.com>.

Anzeige

Anzeige



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



Bereits bei der Beschaffung der ersten Arbeitsplatzrechner Mitte der 1990er Jahre wählte man Sun-Workstations mit Solaris. Im Februar 2005 fiel die Entscheidung, das in die Jahre gekommene Solaris mit dem nicht mehr zeitgemäßen CDM-Desktop durch die deutsche Distribution Suse Linux 9.2 mit KDE-Desktop zu ersetzen. Windows stand nicht zur Debatte.

Und während im Herbst 2006 alle Welt gespannt beobachtete, wie die Stadt München im Rahmen des inzwischen gescheiterten LiMux-Projekts die ersten von insgesamt 15.000 Computern von Windows auf Linux migrierte, schloss die IT-Abteilung der Niedersächsischen Finanzverwaltung ohne jegliches Aufsehen ihre Linux-Migration von insgesamt 12.000 Arbeitsplatzrechnern an 70 Standorten erfolgreich ab – innerhalb von nur neun Monaten. Windows gab es allenfalls auf einigen Notebooks, die als mobile Terminals genutzt wurden.

Ein wichtiger Punkt der Linux-Migration war die Einführung eines Software-Deployments, mit dem sich alle Linux-Arbeitsplätze zentral von Hannover aus mit Updates versorgen ließen. Das machte IT-Abteilungen an den einzelnen Standorten überflüssig. Vor Ort gab es lediglich einige Mitarbeiter, die zusätzlich als Trainer geschult wurden. Sie übernahmen die Einweisung neuer Kollegen und fungierten bei Problemen als lokaler Ansprechpartner. Die Zusammenstellung sowie notwendige Anpassungen an der Suse-Distribution nahm, dank Open-Source-Software, die zentrale IT-Abteilung selbst vor. So wurden nicht einmal Gelder für Wartungsverträge mit Suse benötigt. Außerdem wurden Fachanwendungen in Java und somit faktisch plattformunabhängig entwickelt. Daher verfügt die IT-Abteilung der Niedersächsischen Finanzverwaltung über umfangreiche Linux-Kenntnisse. Windows ist nicht ihr Steckenpferd.

### Spurensuche

Wenn es zwei politischen Parteien so wichtig ist, die seit über zehn Jahren bewährte IT-Infrastruktur der Finanzverwaltung auf links zu drehen, dass sie diesen Punkt explizit in die Koalitionsverhandlungen aufnehmen, dann sollten sie sich vorab umfänglich informiert und wichtige Parameter wie Dauer, Umfang, Kosten und vor allem den Nutzen gegeneinander abgewogen haben. Allein schon, um nicht vom Landesrechnungshof die Leviten gelesen zu bekommen.

# Rauswurf nach Diktat

## c't deckt auf: Niedersachsens Zwangsumstieg von Linux auf Windows

**Koalitionsverträge geben Aufschluss darüber, auf welche Vorhaben sich die Parteien einer Regierung geeinigt haben. Im Abschnitt über Steuervorhaben hat die amtierende Niedersächsische Landesregierung einen ziemlich ungewöhnlichen Punkt eingefügt: SPD und CDU verordnen den Finanzämtern mal eben den Umstieg von Linux auf Windows – mit spärlicher Begründung.**

**Von Mirko Dölle**

**D**er Koalitionsvertrag der rot-schwarzen Landesregierung von Niedersachsen liest sich wie eine Liste guter Vorsätze: mehr Prävention und Polizei, Inklusion allerorten, kostenlose Kindergärten,

mehr Geld für die Verkehrsinfrastruktur, aber keine neuen Schulden, und achja, kein Linux mehr in den Finanzämtern.

Politiker zweier künftiger Regierungsparteien sollen sich in Koalitionsverhandlungen über die Wahl des Betriebssystems einer einzelnen Verwaltungsbehörde verständigt haben? Sowas gibt es in Niedersachsen tatsächlich. Und deshalb steht auf Seite 134 des Koalitionsvertrags von SPD und CDU ganz unten: „Wir werden den in Niedersachsen bislang Linux-basierten Verfahrensbetrieb aufgeben.“ Dort wird nicht etwa eine ergebnisoffene Überprüfung beschlossen, sondern direkt, dass Linux rausfliegt. Neun Wörter, mit denen die Politik ein mehrjähriges, Abermillionen Euro teures IT-Großprojekt losgetreten hat.

Um die Tragweite dieser Entscheidung erkennen zu können, muss man wissen, dass die Niedersächsische Finanzverwaltung seit der Einführung von Computern eine praktisch Windows-freie Zone ist.

Der Koalitionsvertrag selbst gibt darüber nur vage Aufschluss: Ziel sei es, „auf diesem Weg die länderübergreifende Zusammenarbeit zu erleichtern und den Aufwand in Programmierung und Verfahrensbetreuung zu reduzieren“.

Der Hintergrund ist, dass die Länder Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein seit 2012 mit dem gleichen IT-Dienstleister zusammenarbeiten, wie wir aus dem Niedersächsischen Finanzministerium erfuhren. Und während die anderen Bundesländer „allesamt Windows einsetzen“, also die gleiche Software verwenden, müsste für Niedersachsen stets eine Linux-Variante entwickelt werden, wofür Mehrkosten entstünden. Doch hier wurde das Pferd von hinten aufgezäumt: Die bisher für die niedersächsischen Finanzämter entwickelten Anwendungen wurden in Java geschrieben, die höchstwahrscheinlich auch unter Windows benutzt werden könnten. Eine Java-Anwendung für alle Bundesländer dürfte also eigentlich genügen – Mehrkosten entstünden allenfalls für die Entwicklung einer proprietären Windows-Anwendung.

Unsere Fragen nach voraussichtlichen Umstellungs- und Lizenzkosten, Projektdauer und den zu erwartenden Einsparungen beantwortete das Finanzministerium deutlich weniger konkret. So sei „von einer mehrjährigen Umstellungsphase auszugehen“ und die Umstellung werde „nach heutigem Stand in 2019 beginnen“.

Betroffen seien auch lediglich die Arbeitsplatzrechner: Bei den Servern sei „keine generelle Abkehr von Linux beabsichtigt“. Es steht also nicht nur eine Windows-Migration an, sondern es entsteht zugleich eine heterogene Infrastruktur. Mit diesem Argument versuchte man auch unsere Befürchtungen zu zerstreuen, Microsoft könnte durch eine künftige Entscheidung des Oberen Gerichtshofs der USA dazu verurteilt werden, die auf den Servern gespeicherten Daten sämtlicher Steuerpflichtiger an die US-Behörden auszuliefern.

Was das Ganze kosten wird, weiß das Finanzministerium auch noch nicht: Von entsprechenden Lizenzkosten für Windows-Clients sei auszugehen, schreibt das Finanzministerium in seiner Stellungnahme an c't. Wie hoch diese konkret ausfallen werden, kann niemand sagen – die Preise, die Microsoft Behörden berechnet, sind geheim. Auch Informationen darü-

ber, welche Kosten für Programme und für die künftige Wartung zu veranschlagen sind, seien „in diesem Stadium noch nicht verfügbar“. Aber die „mutmaßlichen Mehrkosten gegenüber der bisherigen Lösung relativieren sich mit Blick auf die landesinterne und länderübergreifende Zusammenarbeit durch Skalen- und Synergie-Effekte“, schreibt das Finanzministerium. Für eine Behörde, deren Kerngeschäft Zahlen sind, ist die Stellungnahme auffällig schwammig.

## »Wir werden den [...] Linux-basierten Verfahrensbetrieb aufgeben«

**Koalitionsvertrag der Nds. Landesregierung**

Das Finanzministerium selbst wurde mit dem Projekt offenbar von der Landesregierung überrascht und kämpft aktuell darum, überhaupt irgendwelche Informationen zu beschaffen: „Derzeit wird eine vom Finanzministerium beauftragte Voruntersuchung im Landesamt für Steuern durchgeführt.“ Dennoch hat die Vorgabe aus der Politik bereits erste Auswirkungen, so wurden alle Weiterentwicklungen der aktuellen Linux-Lösung auf Eis gelegt.

Es handelt sich also mitnichten um einen Papiertiger, ein Vorhaben, das die Regierung letztlich gar nicht umsetzt. Das beweist auch der Haushaltssplan: 5,9 Millionen Euro wurden im Entwurf für das Jahr 2019 für die Windows-Migration der Finanzämter vorgesehen. Rein vorsorglich wohlgemerkt, denn laut Finanzministerium hat man ja noch gar keine Ahnung, wie viel Geld man überhaupt braucht. In den Folgejahren sollen jeweils weitere 7 Millionen für das Projekt bereitgestellt werden – Ende offen.

## Ausgeschwiegen

Angesichts des Informationsdefizits im Finanzministerium fragten wir die Landesregierung, die der Finanzverwaltung ja die Abschaffung der Linux-Lösung auferlegt hat, nach den ihr vorliegenden Informationen, auf deren Basis diese Maßnahme beschlossen wurde.

Damit begann ein Schwarzer-Peter-Spiel: Die ersten zwei schriftlichen Bitten

um Stellungnahme gingen in der Staatskanzlei verloren, weshalb wir telefonisch und dann noch einmal schriftlich nachhaken mussten. Aber auch dann konnte uns die Niedersächsische Staatskanzlei nicht weiterhelfen. Der stellvertretende Regierungssprecher Olaf Reichert verwies uns an das Innenministerium, bei dem der CIO (Central Information Officer) der Landesregierung seinen Sitz habe.

Dort prüfte man unsere Anfrage und kam zu dem Schluss, dass die Zuständigkeit beim Finanzministerium liege, von dem wir ja bereits eine Stellungnahme erhalten hätten. Stimmt: Dort hatte man uns mitgeteilt, dass man noch gar nichts wisse und gerade dabei sei, sich einen ersten Überblick zu verschaffen.

Unsere unmittelbar an die Landesregierung und früheren Verhandlungsteilnehmer gerichteten Fragen, auf wessen Initiative hin die Windows-Migration überhaupt in den Koalitionsvertrag aufgenommen und auf Basis welcher Informationen ein solch großes, langwieriges und auch teures Projekt aus der Taufe gehoben wurde, hüllten sich Staatskanzlei und Innenministerium trotz nochmaligem Nachhaken in beharrliches Schweigen.

Damit ist klar, dass die Landesregierung über keinerlei Detail- oder Fachinformationen verfügte, als sie die Windows-Migration der Finanzämter im November 2017 beschloss und das Projekt nur wenige Monate später anschob. Es handelt sich also um eine rein politische Entscheidung, koste sie, was immer sie wolle. Fast 13 Millionen Euro sind dafür bis 2020 bereits vorgesehen, ein Ende ist nicht absehbar.

Ob das Projekt letztlich Erfolg hat und irgendwelche Einsparungen ermöglicht, wird sich ebenfalls nicht feststellen lassen. Denn dazu müssten die Betriebs- und Wartungskosten der aktuellen Linux-Clients bekannt sein. Doch „eine individuelle Kostenermittlung nur für die Linux-basierten Arbeitsplätze liegt nicht vor und wäre auch nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand möglich“, teilte uns das Finanzministerium mit.

So wird nicht einmal der Landesrechnungshof beurteilen können, ob die Millionen sinnvoll investiert oder völlig sinnlos verpulvert wurden. Es wird spannend sein zu beobachten, wie der Landesrechnungshof diese Zwangsmigration und die völlig desolate Informationslage beurteilen wird. Wir bleiben in jedem Fall am Ball. (mid@ct.de) **ct**

# Investor-Crowdfunding für Fairphone

**Smartphone-Hersteller Fairphone hat eine neue Crowdfunding-Kampagne gestartet. Durch Wandelanleihen können Unterstützer Teilhaber der Firma werden. Fairphone erhofft sich dadurch Einnahmen von bis zu 2,5 Millionen Euro.**

Mit einer **Crowdfunding-Kampagne** will Fairphone – Hersteller des gleichnamigen Smartphones und selbsterkanntes Social Business – neues Geld für zukünftige Projekte einsammeln. Eine Million Euro ist als Minimum angepeilt, zweieinhalb Millionen ist die genannte Obergrenze. Nachdem die Kampagne einige Wochen nur für Besitzer eines Fairphones geöffnet war, kann sich nun jeder Interessierte beim Fairphone-Projekt auf oneplanetcrowd.com beteiligen (siehe [ct.de/yknw](http://ct.de/yknw)).

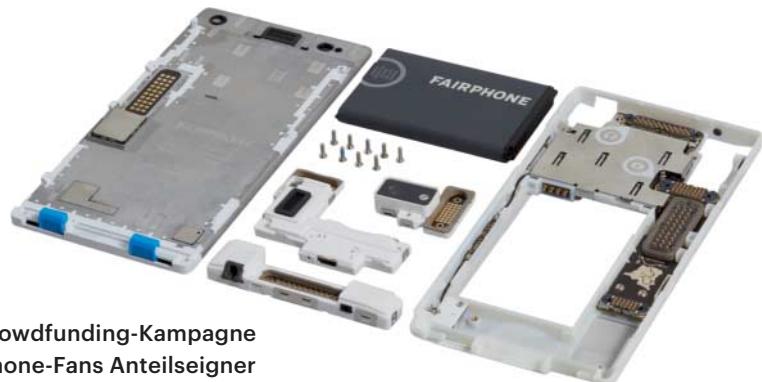
Anstatt wie bei anderen Crowdfundings üblich nach Ende der Kampagne die durch die Einnahmen ermöglichten Produkte zu erhalten, kommen die Unterstüt-

zer-Belohnungen in Form von Wandelanleihen daher. Diese sollen sich nach spätestens sechs Monaten in Fairphone-Aktien umwandeln lassen. Die Firma verkauft sich also quasi selbst an die Community, Unterstützer sollen Investoren und Teilhaber der Firma werden können. Die Anleihen reichen von 250 bis 5000 Euro und sind mit fünf Prozent Zinsen versehen. Die 1-Million-Euro-Untergrenze ist bereits geknackt, die Kampagne läuft noch bis Mitte August.

Die Einnahmen werden laut Fairphone vor allem in Produktentwicklung und den Ausbau europäischer Märkte fließen. Darüber hinaus steht der Aufbau neuer, fairer Produktionsketten für Rohstoffe wie Kobalt sowie die Erschließung neuer Märkte in Skandinavien und Südeuropa auf dem Programm.

(jube@ct.de)

**Fairphone-Crowdfunding-Kampagne:**  
[ct.de/yknw](http://ct.de/yknw)



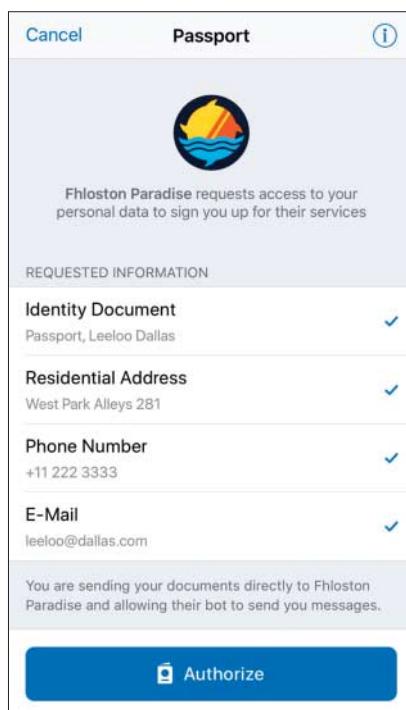
Durch eine Crowdfunding-Kampagne können Fairphone-Fans Anteilseigner des Smartphone-Herstellers werden.

## Telegram: Multi-Pass im Messenger

Mit Update 4.90 will Telegram Ausweispapiere aufs Smartphone holen. Die Funktion **Telegram Passport** soll etwa den Personalausweis verschlüsselt in Telegrams Cloud sichern. Von dort aus ließe sich dieser dann simpel an Dritte weiterleiten, um etwa die Identität des Nutzers zu verifizieren.

Anwender müssen Scans ihrer Dokumente bei Telegram hochladen. Weitere Adress- und Kontaktdata können sie ebenfalls hinterlegen. Bisher unterstützt nur der in Deutschland eher unbekannte Bezahlungsdienst ePayments.com Telegram Passport. Ein API für Drittanbieter ist aber bereits als Teil eines SDK für Android, iOS, macOS und JavaScript verfügbar.

Wie das Sicherheitskonzept dahinter genau funktioniert, bleibt offen. Laut Telegram werden die Daten mit OpenSSL verschlüsselt und für Mitarbeiter der Firma nicht einsehbar sein. Eine dezentralisierte Cloud ist angekündigt – ob die auf eigenen Servern oder denen von Amazon, Google, Microsoft und Co. liegen wird, ist nicht bekannt. (jube@ct.de)



Wohl nicht jedem geheuer: Ausweispapiere bei Telegram hinterlegen

## 48 Megapixel für Smartphones

Ab September 2018 will Sony einen neu entwickelten Bildsensor für Smartphone-Kameras ausliefern, der Bilder mit bis zu 48 Megapixeln aufnehmen soll. Nächstes Jahr sollen dann die ersten Geräte mit dem **IMX586** genannten Chip auf den Markt kommen.

Sony beliefert unter anderem Smartphone-Giganten wie Apple und Samsung – neue iPhones und Galaxy-Geräte könnten also schon bald mit den neuen Chips ausgerüstet sein und noch höher auflösende Bilder knipsen.

Da eine hohe Pixelzahl allein allerdings kein Garant für gute Bilder ist, sollen die neuen Chips noch mehr können. So sollen auf dem Bildsensor einzelne Pixel auch die Informationen von den umliegenden Bildpunkten auswerten, um besonders bei schwachem Licht für verminderter Rauschen und eine insgesamt bessere Bildqualität zu sorgen.

(jube@ct.de)

Anzeige

# Noch mehr Spectre-Lücken enttarnt



**Die Spectre-Lücken in Prozessoren sind ein Dauerthema: Forscher demonstrierten weitere Angriffe über Rücksprungadressen und Netzwerkpakete.**

Auch der Return Stack Buffer (RSB) von Intel-Prozessoren lässt sich zum Auslesen vermeintlich geschützter Speicherbereiche durch spekulative Ausführung missbrauchen. Eine solche RSB-Sicherheitslücke haben Giorgi Maisuradze und Christian Rossow vom Center for IT-Security, Privacy and Accountability (CISPA) der Uni Saarland entdeckt und **ret2spec** beziehungsweise **Spectre v5** getauft. Intel, AMD und ARM haben die Schwachstelle bestätigt. Unabhängig davon beschreibt ein Forscherteam der University of California, Riverside (UCR), eine verwandte Attacke namens **SpectreRSB**. Ret2spec und SpectreRSB gehören nicht zu den acht Spectre-NG-Lücken.

cken, auf die c't Anfang Mai aufmerksam gemacht hat.

Prof. Dr. Rossow vom CISPA erklärt **ret2spec** so: „Die Sicherheitslücke entsteht dadurch, dass Prozessoren zwecks Laufzeitoptimierung eine Rücksprungadresse prognostizieren. Kann ein Angreifer diese Prognose manipulieren, so erhält er die Kontrolle über spekulativ ausgeführten Programmcode. Er kann so über Seitenkanäle Daten auslesen, die eigentlich vor Zugriffen geschützt sein sollten.“ Zudem ließe sich **ret2spec** „als umgekehrter Spectre-Angriff verstehen, da [...] nun auch Rücksprungadressen verwendet werden – statt wie in Spectre vorwärtsgewandte Sprungadressen.“

Sicherheits-Updates für Browser, die vor Spectre schützen, helfen auch gegen **ret2spec**. Das gilt vor allem für Timer-Funktionen, die jetzt absichtlich in einem größeren Raster laufen: Die Seitenkanalangriffe funktionieren nur mit sehr genauer Zeitmessung. Allerdings lassen sich ungenauere Timer im Prinzip wohl überlisten. Einen Proof-of-Concept (PoC) führten die CISPA-Forscher unter Firefox 59 jedenfalls mit einem modifizierten Zeitgeber durch. Mittlerweile ist mit **NetSpectre** eine Variante von Spectre v1 aufgetaucht, die über das Netzwerk läuft. Angreifer können darüber etwa Daten von Servern und Storage-Systemen extrahieren. Das dauert allerdings: Selbst über schnelle Gigabit-Netze werden nur wenige Bytes pro Stunde übertragen. Abhilfe schaffen die bereits bekannten Maßnahmen und Patches gegen Spectre V1 (Bounds Check Bypass). (ciw@ct.de)

## Die CPU-Sicherheitslücken Meltdown und Spectre

(Google-)Name	Kurzbezeichnung	CVE-Nummer
Spectre V1	Bounds Check Bypass	CVE-2017-5753
Spectre V1.1	Bounds Check Bypass Store	CVE-2018-3693
Spectre V1.2	Read-only Protection Bypass	k. A.
Spectre V2	Branch Target Injection (BTI)	CVE-2017-5715
Meltdown (GPZ V3)	Rogue Data Cache Load	CVE-2017-5754
<b>Spectre-NG:</b>		
Spectre V3a	Rogue System Register Read (RSRE)	CVE-2018-3640
Spectre V4	Speculative Store Bypass (SSB)	CVE-2018-3639
k.A.	Lazy FP State Restore	CVE-2018-3665
<b>Spectre-Varianten via Return Stack Buffer (RSB)</b>		
„Spectre v5“	ret2spec	k. A.
k.A.	SpectreRSB	k. A.

Zu fünf weiteren Spectre-NG-Lücken fehlen noch Informationen. GPZ steht für Google Project Zero, Spectre V1 und V2 werden auch GPZ V1 und GPZ V2 genannt.

# Intels ME erneut verwundbar

Intel musste in der **Management Engine (ME)** seiner Chips erneut Sicherheitslücken schließen. Durch eine der Lücken kann ein Angreifer über das Netzwerk beliebigen Code ausführen. Das hätte fatale Folgen, denn die ME hat im Prinzip uneingeschränkten Zugriff auf die Hardware. Würde sich ein Schädling in die ME einnisten, könnte kein Virenschanner helfen.

Betroffen sind unter anderem die Intel-Core-Prozessoren der ersten bis achten Generation, Xeon E3-1200 v5 & v6 (Greenlow), Xeon Scalable (Purley) und Xeon W (Basin Falls). Intel bietet bereits Sicherheits-Patches an. Diese kann man jedoch in den meisten Fällen nicht direkt beziehen. Stattdessen muss man darauf warten, bis sie vom Hersteller des jeweiligen Mainboards oder Systems freigegeben wurden. (rei@ct.de)

**Intel-Advisories:** [ct.de/yqr5](http://ct.de/yqr5)

## Anfällige Bluetooth-Geräte

Millionen Smartphones, Tablets & Co. sind über den Nahfunkstandard **Bluetooth** angriffbar. Durch eine Sicherheitslücke in der Implementierung können sich Angreifer in die Funkverbindung einklinken, Datenverkehr im Klartext mitlesen und manipulieren. Die Schwachstelle betrifft zahlreiche Hersteller, darunter Apple, Broadcomm, Intel und Qualcomm.

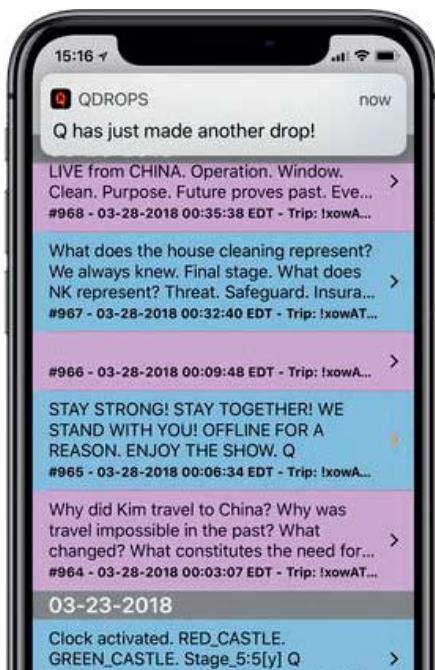
Das Problem steckt im kryptografisch gesicherten Pairing-Mechanismus. Ein Angreifer kann die Verschlüsselung der Verbindung schwächen und letztlich den Datenverkehr kontrollieren. Der Angreifer muss allerdings in Funkreichweite sein und während des Pairing-Prozesses zuschlagen.

Wer auf Nummer sicher gehen möchte, sollte nach Treiber-Updates Ausschau halten. Erste Hersteller haben bereits reagiert. Apple etwa beseitigte die Lücke mit den Updates auf folgende Betriebssystem-Versionen: macOS High Sierra 10.13.5, iOS 11.4, watchOS 4.3.1 und tvOS 11.4. Intel bietet ebenfalls abgesicherte Versionen seiner Bluetooth-Treiber. (rei@ct.de)

# Kehrwoche im App-Store

Apple hat die iOS-Anwendung „QDrops“ aus dem App Store **entfernt**. Die QDrops-Entwickler speisten ihre 0,99-Cent-App ungenehmigt mit Meldungen des anonymen Forum-Accounts QAnon – Gegenstand sind pseudo-militärische Parolen, frei Erfundenes und Verleumdungen.

Den Vorgang hatte NBC News mit einer Anfrage an Apple angestoßen. Eine Sprecherin erklärte in einer Stellungnahme zum Rauswurf, dass man grundsätzlich alle Apps rauswerfe, die gegen Apple-Richtlinien oder gesetzliche Vorgaben verstößen. Apple-Manager betonten in den vergangenen Monaten, jede große Plattform müsse eine Grenze für bestimmte Inhalte ziehen. So wichtig die Redefreiheit insgesamt sei, „Hassrede und White Supremacy fallen für uns nicht darunter“, erklärte etwa Apples Content- und Dienste-Chef im März. (dz@ct.de)



Geld verdienen per Copy & Paste, damit ist erstmal Schluss: Apple hat die QDrops-App aus dem App Store getilgt.

# macOS-Forensik

Sicherheitsforscher der US-Firma Crowdstrike haben das Python-Skript `CoreAnalyticsParser.py` veröffentlicht, mit dem man Protokolle des macOS-Dienstes `CoreAnalytics` auswerten kann.

Den Service hat Apple mit macOS 10.13 alias High Sierra eingeführt. Damit könnten Forensiker laut Crowdstrike erstmals die Nutzung eines Macs anhand eines systemeigenen Protokolls im Detail analysieren und etwa nach auffälligen Apps suchen.

Die Datenbank reicht rund einen Monat zurück und zeigt, wann welches Programm geöffnet wurde, und viele weitere Einzelheiten. Das Python-Skript, das Sie über [ct.de/yjkg](http://ct.de/yjkg) finden, gibt die Daten im JSON-Format oder als CSV-Datei aus. Das Tool setzt Python 2.7 sowie die Module `dateutil` und `pytz` voraus. (dz@ct.de)

**Python-Skript und Analyse von Crowdstrike:** [ct.de/yjkg](http://ct.de/yjkg)

Anzeige

# Workstations mit Xeon E-2100

**Nach Intels Vorstellung der Xeon-E-2100-Prozessoren kommen die ersten damit bestückten Einsteiger-Workstations und -Server in den Handel.**

Darunter sind Dells Precision-3030-Reihe, die Celsius J580/W580 von Fujitsu, HPs Z2-G4-Familie und die Lenovo Thinkstation P330. HP und Lenovo verkaufen ihre **Workstations** als „Tiny“ respektive „Mini“ auch in besonders kleinen Varianten. Die Lenovo-Version ist mit weniger als 1,2 Litern noch einmal deutlich kompakter als HPs Z2 G4 mit 2,7 Litern. Beide gibt es optional auch mit den Workstation-Grafikchips Quadro P600

und 620. Geplant ist künftig auch eine Quadro P1000. Die Thinkstation nimmt statt Xeons aber nur Core-i-CPUs auf – damit ist ECC-RAM nicht immer möglich.

In die größeren Workstation-Gehäuse passen auch die leistungsstärksten Sechskerner mit bis zu 95 Watt. Diese immer noch kompakten Modelle gibt es auch von Fujitsu als Celsius J580, wahlweise sogar mit zwei Quadro P1000. In HPs Z2 Small Form Factor G4 passt eine Quadro P5000 oder eine Radeon Pro WX 3100. Die jeweiligen Tower-Versionen berherbergen noch mehr Erweiterungen, etwa Grafikkarten, die bis zu 225 Watt schlucken dürfen.

Alle nutzen Intels neuen C246-Chipsatz mit potenziell bis zu 24 PCI-Express-

3.0-Lanes, 8 SATA-Ports und USB 3.1 Gen 2 sowie vPro für Fernwartung. Bei den neuen Boards dürften immerhin die aktuellen Sicherheitsflicken gegen Spectre und Meltdown durchweg aktiviert sein. Zur Wahl stehen Xeon-E-2100-CPUs oder deren Desktop-Pendants Core-i-8000 mit bis zu sechs Kernen; teils auch mit ECC-geschütztem Arbeitsspeicher. Dessen Größe bleibt nach wie vor auf 64 GByte beschränkt, 32-GByte-UDIMMs sind bislang überhaupt nur für mobile Workstations in Sicht, was Lenovo durch die Ankündigung von 64 GByte in den zwei SODIMM-Fassungen der Thinkstation P330 Tiny unterstreicht.

(csp@ct.de)

Bild: Lenovo, HP



Workstations im Mini-Format: Lenovo Thinkstation P330 Tiny und HP z2 Mini G4 in der 1- beziehungsweise 3-Liter-Klasse.

## Neue NUCs mit Thunderbolt 3

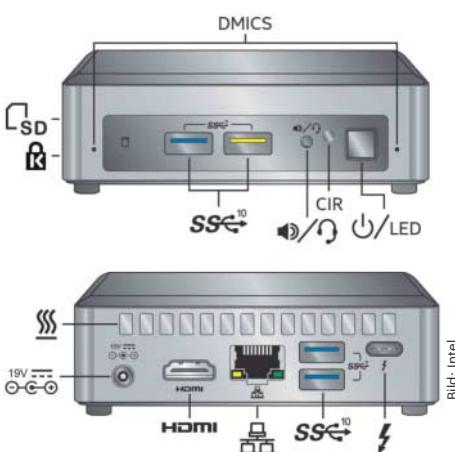
Die achte NUC-Generation „Bean Canyon“ mit 28-Watt-Vierkernen für Notebooks steht in den Startlöchern. Es

gibt den **NUC8** mit Core i3, i5 und i7 in jeweils mehreren Varianten: mit flachem und hohem Gehäuse sowie als Komplett-PC mit vorinstalliertem Windows 10 auf einer Magnetfestplatte. Beim NUC8i5BE-HXF mit 4GByte RAM ist sie 1 TByte groß, beim i7-Modell mit 8 GByte RAM passen 2 TByte drauf – sie werden von 16 respektive 32 GByte Optane-Cache im M.2-Modul unterstützt. Erste Handelspreise reichen von 320 bis 510 Euro. Stets dabei: WLAN, 1 x HDMI 2.0, 4 x USB-A mit SuperSpeedPlus (10 GBit/s) und 1 x Thunderbolt 3 (USB-C). Darüber laufen auch DisplayPort-1.2-Signale für ein zweites 4K-Display mit 60 Hz. Die Core-i3-Version ist ein Zwei-, i5 und i7 sind Vierkerner, alle mit Hyper-Threading, 128 MByte eDRAM und Iris Plus Graphics 655. Die Takte reichen von 2,3 (i5-Basis) bis 4,5 GHz (i7-Turbo).

(csp@ct.de)

Die neuen NUC-8-Modelle bieten endlich aktuelle Peripherieanschlüsse.

Bild: Intel



## LPDDR5 angekündigt

Samsung kündigt mit LPDDR5 eine **neue Speichertechnik** an, noch bevor der entsprechende JEDEC-Standard veröffentlicht ist. Validierung und funktionale Tests anhand von Prototypen seien erfolgreich, so der Hersteller. LPDDR5 soll 50 Prozent mehr Transferrate bei zugleich bis zu 30 Prozent niedrigerer Leistungsaufnahme erreichen – wichtige Eckdaten für den geplanten Einsatz in Smartphones. Im Vergleich zu LPDDR4X mit 4,26 GBit/s strebt Samsung für LPDDR5 6,4 GBit/s an, zudem soll erweitertes Bank-Grouping für höhere Transferraten sorgen. Auch eine Stromspar-Version mit 5,5 GBit/s und von 1,1 auf 1,05 Volt gesenkter Versorgungsspannung ist geplant. Wann die 8-Gbit-Chips in Massenproduktion gehen sollen, ist unklar.

(csp@ct.de)

# Lüfterloser Sechskern-PC

Die passiv gekühlten Rechner der Baureihe Neousys Nuvo-7000 kommen ohne Lüfter aus, obwohl sie mit Core-i-8000-Prozessoren mit bis zu sechs Kernen bestückt sind. Neousys baut 35- und 65-Watt-Typen ein. Der stärkste davon ist der Core i7-8700, er soll selbst bei 50 Grad Umgebungstemperatur noch mit Volldampf rechnen können. Beim Core i5-8500 sind es sogar bis 70 Grad Celsius. Der Nuvo-7000 ist beispielsweise für den Einsatz in Fahrzeugen gedacht.

Neousys bietet eine Auswahl vom Celeron G4900T bis zum erwähnten Core i7-8700. Zwei SO-DIMMs stellen bis zu 32 GByte RAM bereit. Massenspeicher kann man in Form von zwei 2,5-Zoll-SSDs, einer M.2-SSD oder auch einer

mSATA-SSD einbauen. Die Prozessorgrafik steuert Displays via DisplayPort, DVI-D und VGA an.

Zwei bis sechs Gigabit-Ethernet-Ports sind erhältlich, optional mit Speisung für Power-over-Ethernet. Ein M.2- und ein PCIe-Mini-Card-Steckplatz nehmen WLAN- oder LTE-Adapter auf, letztere auch mit Dual-SIM. Normal große PCI-Express-Karten passen in eine wechselbare „Kassette“; für verschiedene Karten liefert Neousys auch Kühlkörper.

In Deutschland ist der Nuvo-7000 bei Industrial Computer Source aus Pulheim erhältlich. Die Preise hängen von der Konfiguration ab. (ciw@ct.de)

Im Neousys Nuvo-7000 steckt ein Desktop-PC-Prozessor der jüngsten Intel-Generation mit bis zu sechs Kernen.



Bild: ICS Deutschland

Anzeige

## Kurz & knapp

Die Ferroelectric Memory Company (FMC) aus Dresden vermarktet **ferroelektrisches RAM (FeRAM)** zur Integration in Systems-on-Chip und Mikrocontroller. FeRAM ist ein nichtflüchtiger Speicher wie NAND- oder NOR-Flash, der FMC-Typ mit Hafniumoxid lässt sich leicht in CMOS-Chips integrieren, arbeitet schneller und speichert Daten robuster.

Maxim kündigt den **strahlungsfesten Sicherheitschip** DeepCover DS28E83 an. Er ist zur Identifikation elektronischer Medizingeräte gedacht, die per Gamma- oder Elektronenstrahlung sterilisiert werden.

Fujitsus D3674-B ist ein **Thin-Mini-ITX-Mainboard für einen Coffee-Lake-Prozessor** mit bis zu sechs Kernen und 65 Watt TDP. Das rund 135 Euro teure Board nutzt den Chipsatz H310, wird mit einer einzigen Gleichspannung versorgt und verträgt Dauerbetrieb bei 50 Grad Celsius.

Marketing-Aktion nach Kritik abgeblasen: Der CPU-Entwickler **ARM** hatte kurzzeitig die Webseite **RISC-V-Basics.com** geschaltet, die Probleme der mit manchen ARM-Designs konkurrierenden, offenen RISC-V-Technik beschrieb.

**Qualcomm gibt die Übernahme von NXP auf:** Fast zwei Jahre lang hatte Qualcomm versucht, den europäischen Chiphersteller zu schlucken. Man erwartet nicht mehr, dass chinesische Behörden die Übernahme freigeben. Stattdessen kauft Qualcomm für 30 Milliarden US-Dollar eigene Aktien zurück und zahlt 2 Milliarden US-Dollar an NXP.

Spectra verkauft die **M.2-SSD Cervoz M336 mit Schutz vor Stromausfällen** mit Kapazitäten von 32 bis 256 GByte. Tantal-Elkos auf der M.2-SATA-SSD liefern Strom, damit der Controller Daten bei Stromausfall noch in die Flash-Chips schreiben kann.

# Krypto-Miner fürs Server-Rack

**Sapphire vereint im Rack-Einschubgehäuse des Inca CS-14 Compute System 14 AMD-GPUs für Blockchain-Berechnungen, insbesondere zum Schürfen (Mining) von Kryptogeld. Das System belegt 4 Höheneinheiten (HE) und wird fertig bestückt sowie mit vorinstalliertem Ubuntu ausgeliefert.**

Basis des **Inca CS-14** ist ein Mainboard mit einem AMD-Prozessor der G-Familie für Embedded Systems. Der Prozessor bindet 7 PCIe-x16-Slots für Grafikkarten an, die aber jeweils nur mit einer PCIe-Lane beschriftet sind. Die Grafikkarten wiederum tragen je 2 GPUs vom AMD-Typ Radeon RX 470, mit je 4 oder 8 GByte GDDR5-Speicher. Damit genügend PCIe-Lanes für alle Grafikkarten vorhanden sind, schaltet Sapphire den eingebauten Ethernet-Controller ab und legt für die Netzwerkerbindung einen USB-Adapter bei.

Die Stromversorgung übernehmen zwei im laufenden Betrieb wechselbare Servernetzteile, für höhere Redundanz ist noch ein drittes einsteckbar. Ein Inca CS-



Im Rack-Einschub Inca-CS14 Compute System bringt Sapphire 7 Grafikkarten mit 14 Radeon-GPUs unter.

14 soll rund 2000 Watt aufnehmen und bei Ethereum etwa 406 MHashes/s liefern. Damit wäre das Inca CS-14 beim mittleren Strompreis für deutsche Privathaushalte von knapp 30 Cent pro Kilo-

wattstunde aber nicht rentabel; bei niedrigerem Strompreis und anderen Blockchain-Anwendungen sieht das anders aus. Ein Inca CS-14 wird ab rund 6700 Euro zu haben sein. (ciw@ct.de)

## Mehr Kapazität für 3D-NAND: 96 Lagen und QLC

**QLC-Flash** speichert 4 Bit pro Zelle und damit ein Drittel mehr als der inzwischen sehr verbreitete TLC-Flash, ist pro Zelle allerdings weniger oft überschreibbar. Zudem steigt der Aufwand für die Fehlerkorrektur an und die Geschwindigkeit sinkt. Daher dürften QLC-SSDs zunächst vor allem für Archiv-Zwecke zum Einsatz kommen.

Dennoch fertigen nun sowohl Intel als auch Toshiba-WD (Flash Forward) Flash-Speicher mit QLC-Technik. Intels Produktionspartner Micron hat bereits die QLC-SSD 5210 ION angekündigt und auch Samsung arbeitet an QLC-Speicher.

Ebenfalls der Kapazitätserweiterung dient die Erhöhung der Lagenzahl. Aktuell produzieren die Hersteller 3D-Flash mit 64 Lagen, lediglich SK Hynix arbeitet mit 72 Lagen. Toshiba-WD haben nun bekanntgegeben, dass sie mit der Fertigung von **96-Layer-NAND** begonnen haben.

Erste Muster des BiCS4 genannten Speichers sollen bereits ausgeliefert worden sein. Mit QLC-Zellen speichert ein Die den Angaben zufolge 1,33 TBit, bei einer üblichen Stapelung von 16 Dies ergibt dies eine Gesamtkapazität von 2,66 TByte in einem Chip-Gehäuse.

Toshiba hat bereits eine SSD mit 96-Lagen-Speicher und TLC-Speicher angekündigt. Die **XG6** im M.2-Format soll mit 256 und 512 GByte sowie 1 TByte erhältlich sein. Die Geschwindigkeit beim sequenziellen Lesen und Schreiben liegt bei 3,18 beziehungsweise 3 GByte/s; bei Zugriffen auf zufällige Adressen sind es 355.000 beziehungsweise 365.000 IOPS. Die maximale Aufnahmeleistung beträgt laut Toshiba 4,7 Watt. Die SSD ist mit vier PCIe-3.0-Lanes angebunden und nutzt das NVMe-Protokoll in der Version 1.3a. Zu Preisen und Termin der Markteinführung gibt es noch keine Angaben. (ll@ct.de)

## Kurz & knapp

Die Dresdner Firma Cloud&Heat kann jetzt **jährlich bis zu 240 wassergekühlte Rechenzentrums-Container** ausliefern. Darin arbeiten außer normalen Servern auch GPU-Beschleuniger für Blockchain-Anwendungen.

Western Digital hat die **Dual-Port-SSD DC SS530** vorgestellt, die in Zusammenarbeit mit Intel entwickelt wurde. Die SAS-SSD soll mit Speicherkapazitäten zwischen 400 GByte und 15,36 TByte erhältlich sein. WD verspricht bis zu 440.000 IOPS beim Lesen und maximal 320.000 beim Schreiben.

Radian Memory hat die erste **Open-Channel-2-SSD RMS-350** angekündigt. Die Verwaltung des Flash-Speichers obliegt dem Speichersystem, nicht der SSD. Auch Microsoft engagiert sich mit dem Project Denali bei solchen SSDs.

Anzeige

# Android im Visier der EU

## EU-Kommission verhängt Rekordstrafe gegen Google

**Google missbraucht seine Marktmacht und setzt Android als Druckmittel ein, um die Google-Suche zu bevorteilen, hat die EU-Kommission befunden. Brüssel verhängt deswegen eine Rekordstrafe von 4,3 Milliarden Euro und fordert einschneidende Änderungen.**

**Von Alexander Spier**

Mit über 80 Prozent Marktanteil allein in Deutschland ist Android das dominierende Betriebssystem im Smartphone-Markt. Weltweit kratzt man an den 90 Prozent und außer iOS von Apple ist kein nennenswerter Konkurrent im Mobilmarkt mehr übrig. Laut EU-Kommission hat Google beziehungsweise Konzernmutter Alphabet diese marktbeherrschende Stellung ausgenutzt und dem Wettbewerb geschadet.

Insbesondere soll Google seine Dominanz im Suchmaschinenmarkt weiter gefestigt sowie konkurrierende Software und Systeme verhindert haben. Wie die für die Wettbewerbspolitik zuständige Kommissarin Margrethe Vestager erklärte, wurden „durch diese Praktiken Wettbewerbern von Google die Möglichkeit genommen, innovativ und konkurrenzfähig zu sein.“

Google verweist dagegen auf das generell offene und frei zugängliche Android, deren Fragmentierung lediglich mit ein paar Regeln und Anreizen für die Hersteller verhindert werden soll. Laut Google-CEO Sundar Pichai habe „Android mehr Auswahl geschaffen, nicht weniger.“

Die Europäische Kommission hat Google in dem schon seit 2010 laufenden

und 2015 erheblich ausgeweiteten Verfahren die Rekordsumme von exakt 4.342.865.000 Euro aufgebrummt. 90 Tage hat Google nun Zeit, die Vorgaben der Wettbewerbshüter umzusetzen, sonst drohen Google-Mutter Alphabet weitere Zwangsgelder in Höhe von 5 Prozent des Tagesumsatzes. Zudem muss Google Schadenersatzklagen von betroffenen Personen und Unternehmen befürchten. Allerdings hat Google bereits angekündigt, gegen den Beschluss vorzugehen.

### Alles für die Suche

Die Europäische Kommission betont, dass eine marktbeherrschende Stellung alleine nicht verboten sei. Allerdings missbraucht Google diese starke Stellung im Bereich Suchmaschinen, App-Stores und mobilen Betriebssystemen. Konkret wirft die Kommission Google drei illegale Praktiken vor. Erstens koppelt Google die eigene Suche und seinen Browser sehr weitreichend an Android. Möchte ein Hersteller den Play Store vorinstallieren, muss er auch andere Apps wie den Google-Browser nehmen. Zwar zwingt Google die Android-Anbieter nicht zu seinem App-Shop, doch ohne Play Store sei das Gerät aus Sicht der Kunden quasi wertlos. Dass er unverzichtbar sei, bestätigen laut Kommission auch die Smartphone-Hersteller. Zudem gebe es für den Nutzer keine legale Möglichkeit, nachträglich den Play Store zu installieren.

Dies hat zur Folge, dass nicht nur Googles App-Store, sondern auch Suche und Browser von Google auf nahezu allen verkauften Android-Smartphones vorhanden sind und entsprechend bevorzugt genutzt werden. So laufen 95 Prozent aller Suchanfragen von Android-Geräten über Google. Untermauert wird das ausgerechnet durch Windows Mobile: Hier liefern 75 Prozent der Suchanfragen über Bing, weil Mi-

crosofts Suchmaschine vorinstalliert war und nur 25 Prozent kamen an Google. Die Vorherrschaft von Google ist also nicht alleine dem beliebteren Produkt geschuldet, sondern der Vorinstallation, schlussfolgern die Wettbewerbshüter.

Google entgegnet, dass es sehr einfach wäre, andere Apps als die mitgelieferten zu nutzen und zeigt gleich in einer Animation, wie man in 30 Sekunden Chrome durch Opera Mini ersetzt. Dass dabei lediglich die Chrome-Verknüpfung vom Startbildschirm entfernt wird, verschweigt Google lieber, denn deinstallieren lässt sich ein vorinstallierter Chrome bei keinem Android-Gerät.

Auch die Download-Zahlen sollen laut Google die Freiheiten unter Android zeigen. Firefox und Opera seien über 100 Millionen Mal und der UC-Browser sogar über 500 Millionen Mal heruntergeladen worden. Bei mehreren Milliarden Android-Geräten bedrohen solche Zahlen aber kaum die Vormachtstellung von Chrome. Recht hat Google mit der Feststellung, dass es den Herstellern auch bisher freistand, zusätzlich andere Apps vorzuinstallieren. Samsung liefert etwa seit jeher seinen eigenen Browser mit. Doch angesichts des Mangels und der berechtigten Kritik an Bloatware sind doppelte Apps mit der gleichen Aufgabe oft unge liebt.

### Bloß kein zweites Android

Zweitens habe Google bis 2014 finanzielle Vorteile für Hersteller und Mobilfunk-Provider gewährt, wenn sie ausschließlich die Google-Suche auf allen Geräten des Sortiments installierten. Hier sehen die Regelhüter den „Wettbewerb in erheblichem Maße beeinträchtigt“. Die Verteidigung von Google, dass diese Zahlungen notwendig gewesen seien, um den Firmen die Herstellung von Android-Geräten schmackhaft zu machen, ließ die Kommission nicht gelten. Schon Intel wurde 2009 wegen solcher Exklusivverträge zu einer hohen Geldstrafe verurteilt. Google beendete die Praxis zwar 2014 endgültig, für die Jahre 2011 bis 2014 hat die Kommission das Verhalten aber als rechtswidrig eingestuft.

Das dritte wettbewerbswidrige Verhalten ist auch heute noch aktuell. Google untersagt es Herstellern, alternative Android-Versionen (sogenannte Forks) zu nutzen, solange sie Android mit Googles App-Paket im Angebot haben möchten. Wer sich nicht daran hält, bekommt keine

Lizenz und auch auf keinem anderen Modell den Play Store. Gleichzeitig die einen Geräte mit Lineage OS und andere mit Googles App-Paket anzubieten, ist also nicht möglich. Außerdem lassen sich Play Store und andere Google-Apps nicht legal auf Android-Forks installieren.

Denn obwohl Android selbst Open Source ist, die Google Apps sind es nicht. So steht es zwar jedem frei, Android weiterzuentwickeln, auch als komplett eigenes System. Aber ohne den Zugriff auf Googles Ökosystem bleibt der kommerzielle Erfolg quasi ausgeschlossen. Amazon etwa scheiterte mit dem Fire Phone und seinem Fire OS getauften Ableger spektakulär. Nur im Tablet-Markt konnte sich der Amazon-Fork behaupten. Cyanogen OS starb, bevor es sich überhaupt wie geplant von den Google-Diensten abnabeln konnte.

Die Kommission hält die Begründung von Google auch nicht für ausreichend, dass die Einschränkung zur Verhinderung der Android-Fragmentierung notwendig sei. Die Kontrolle, ob Geräte die technischen Vorgaben für Googles Apps enthalten, hätte auch ohne Verbot von Forks stattfinden können. Zudem gebe es keine Hinweise darauf, „dass es bei Android-Forks zu technischen Störungen und Fehlern bei der Unterstützung von Apps kommen würde.“

Google verweist auf Unix als mahnendes Beispiel, wo Dutzende unterschiedliche Forks miteinander konkurrieren. Selbst Android ist ein Verwandter des Open-Source-Systems. Um Fragmentierung zu Lasten der Nutzer und Entwickler zu verhindern, müsse man Regeln aufstellen und eine Balance zwischen allen Nutzerinteressen herstellen.

## Was sich ändern wird

Aufgrund der schwerwiegende Vorwürfe und den weiteren angedrohten Strafen wird Google dennoch nicht umhinkommen, seine Android-Strategie zu verändern. Bevor Google eine Zwangsmassnahme wie die Browser-Wahl unter Windows riskiert, versucht man sich möglicherweise mit den Vorgaben zu arrangieren. An der marktbeherrschenden Stellung wird sich ohnehin vorerst wenig ändern und die Nutzer zumindest kurzfristig nur Kleinigkeiten bemerken.

Zwar darf Google die Hersteller nicht mehr zur App-Bündlung zwingen, doch nach dem Auspacken will der Nutzer möglichst schnell Zugriff auf alle Funktionen. So bleibt das Google-App-Paket vorerst



EU-Wettbewerbskommissarin Margrethe Vestager hat Google schon zur zweiten Rekordstrafe verdonnert, diesmal im Zusammenhang mit Android zu vier Milliarden Euro.

erste Wahl. Samsung könnte aber sehr bald auf Chrome verzichten und nur noch seinen eigenen Browser vorinstallieren. Microsoft wird bald versuchen, mit Herstellern Verträge aufzusetzen, um seine Apps als Standardanwendungen auf die Geräte zu bringen. Schon beim gescheiterten Cyanogen OS war man mit im Boot. Das eröffnet neue Einnahmehöhen für Smartphone-Marken, weil Beteiligungen an Werbeeinnahmen und fürs Vorinstallieren locken. Weil nun weiterhin der Play Store drauf sein darf, schreckt das auch die Kunden nicht.

Die indirekte Drohung von CEO Pichai, Android könne demnächst etwas kosten, sollte sich die EU mit ihrer Vorstellung durchsetzen, erscheint derzeit unwahrscheinlich. Denn dazu ist das Geschäftsmodell mit Werbeanzeigen viel zu lukrativ. Anders als von Pichai behauptet hat die EU-Kommission das Business-Modell von Android nicht grundsätzlich abgelehnt. Die Gefahr, durch ein kostenpflichtiges Android ein Konkurrenzsystem zu provozieren und zu stärken, bei dem man gar keinen Zugriff auf die Daten hat, geht Google wohl kaum ein. Zudem würde es die gefürchtete Fragmentierung eher befördern, wenn Google von den Herstellern Lizenzgebühren verlangen würde.

Die Hersteller wiederum werden kaum viel Geld in eigene Forks versenken, die erst Jahre später Früchte tragen. Denn für die darf Google den Play Store weiter-

hin verbieten, nur paralleles Anbieten darf es nicht verhindern. An der Marktmacht von Google kommt auch ein Samsung derzeit nicht vorbei. Dennoch steigen langfristig die Chancen, auf Android-Ableger und mehr Wettbewerb im Smartphone-Markt.

Finanzielle Probleme wirft die Milliardenzahlung für Google zunächst nicht auf: Im zweiten Quartal betrug der Reinewinn nach Abzug der Strafe immer noch 3,2 Milliarden US-Dollar bei einem Umsatz von 32,5 Milliarden Dollar. Alleine 28 Milliarden stammen aus der Vermittlung von Werbung und die finanziellen auch weiterhin die Entwicklung von Android. Und kolportierte 90 Milliarden hat Google auf der hohen Kante.

Sollte die Entscheidung rechtskräftig werden, fließt die Strafe in den EU-Haushalt ein, die Beteiligung der Länder sinkt entsprechen. Deutschland würde so rund 900 Millionen Euro an Abgaben sparen. Bis dahin könnte es allerdings dauern, denn Google hat angekündigt, die Strafe anzufechten.

Die Bevorzugung von Apple-Diensten bei iOS ist für die EU übrigens kein Problem. Denn das iPhone-System gehört der Kommission zufolge nicht zum gleichen Markt, weil Apple es nicht an andere Hersteller lizenziere und die Einschränkungen Google im Kampf mit Apple nicht in ausreichendem Maße behinderten.

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

## Extraschnelles WLAN

**Noch im 3. Quartal 2018 will Ruckus Wireless seinen ersten Access Point für den kommenden, nächstschnelleren WLAN-Standard IEEE 802.11ax ausliefern. Der R730 ist für funktechnisch dichte Szenarien mit vielen Nutzern vorgesehen, beispielsweise Stadien oder Hörsäle.**

Der Access Point hat **zwei WLAN-Module**: Eines funk mit 4 MIMO-Streams (802.11n, max. 600 MBit/s brutto), das

andere mit 8 Streams (11ax, max. 4800 MBit/s).

Den jüngst verabschiedeten, verbesserten Verschlüsselungsstandard WPA3 ([www.ct.de/-4092137](http://www.ct.de/-4092137)) soll der R730 ebenso beherrschen wie die für verzögerungsarmes Roaming nötigen WLAN-Funktionen IEEE 802.11k, v, r und die Durchsatzoptimierer Band Steering und Airtime Fairness. Von der bei 11ax optionalen extrahohen Kanalbreite (320 statt 160 MHz) macht der AP genauso wenig

Gebrauch wie von MU-MIMO im Uplink. Mit UL-Multi-User-MIMO könnten mehrere WLAN-Clients gleichzeitig Daten an den AP senden.

MU-MIMO im Downlink nutzt der Access Point, um Daten an mehrere Clients parallel zu senden. Mittels OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) kann er dabei seine Clients jeweils individuell mit optimaler Datenrate ansteuern, was die Funkzelleneffizienz steigert. So soll der R730 laut Hersteller bis zu 1000 Geräte gleichzeitig versorgen.

Um die hohe Summen-Funkleistung von 5400 MBit/s brutto ins LAN zu bringen, besitzt der R730 einen NBase-T-Port, der mit höchstens 5 GBit/s arbeitet, und einen Gigabit-Ethernet-Anschluss. Da das Gerät maximal 35 Watt zur Versorgung benötigt, sind die LAN-Ports PoE-fähig gemäß IEEE 802.3at/UPoE. Ferner hat Ruckus IoT-Funkmodule für Bluetooth Low Energy (BLE) und ZigBee eingebaut. Optional lassen sich LoRa und OpenG LTE bestücken. Letzteres nutzt den Citizens Broadband Radio Service: US-Unternehmen können mit CBRS als nachrangige Nutzer lizenzenfrei private LTE/5G-Netze bei 3,5 GHz errichten.

(ea@ct.de)



Der Access Point Ruckus R730 funk über 12 Antennen und soll viele WLAN-Nutzer gleichzeitig bedienen.

## Cloud-Kamera für draußen

TP-Links erste Kamera für den Außeneinsatz, die **Kasa Cam Outdoor KC200**, lässt sich dank der Kasa App für Android und iOS leicht ins heimische WLAN einbinden. Die Cam ist dualband-fähig (2,4 GHz: IEEE 802.11b/g/n bis 150 MBit/s brutto, 5 GHz: 11n/ac bis 433 MBit/s). Ihr Full-HD-Sensor liefert 25 Bilder pro Sekunde (1920 × 1080 Pixel). Der Blickwinkel beträgt 130° (3,2 mm Brennweite).

Zur Montage klickt man die Kamera auf die mitgelieferte Magnethalterung. Die Energieversorgung läuft über ein fest angeschlossenes, 3 Meter langes Kabel mit Steckernetzteil. Für den sicheren Außenbetrieb – die Temperatur darf zwischen -20 und +43°C liegen – muss dieses in einer witterfesten Steckdose sitzen. Die KC200 kommt voraussichtlich im Oktober in den deutschen Handel, der Preis war bei Redaktionsschluss noch nicht bekannt.

(amo@ct.de)



Die Überwachungskamera TP-Link KC200 hält nicht nur Ausschau: Der eingebaute Lautsprecher dient als Gegen-sprechanlage und Sirene.

## Kurz & knapp

AVM hat für die **Fritzboxen 7590 und 7580** die **FritzOS-Version 7** herausgegeben. Für weitere Modelle soll sie in den nächsten Wochen folgen. Einen Test der neuen Load-Balancing-Funktion für Lastverteilung beziehungsweise Failover zwischen xDSL und Mobilfunk anhand der Fritzbox 6890LTE finden Sie auf Seite 64.

Mit der für September angekündigten **Version 2.4.4 der Router-Distribution pfSense** können auch Anwender der Community-Ausgabe die meisten Funktionen der kostenpflichtigen Gold-Variante gratis nutzen: Auto-Config-Backup für maximal 10 Hosts, Zugang zur monatlichen Videokonferenz Developer Hangout, Zugriff auf das pfSense-Buch (The pfSense Book).

# Neptune Linux 5.4: aufgefrischtes Debian

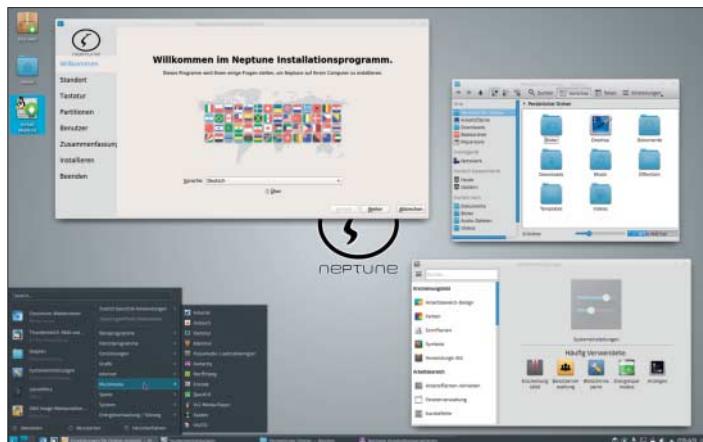
**Neptune 5.4** ist die neueste Ausgabe der debianbasierten Linux-Distribution für Desktop-Anwender. Als Grundlage dieses Linux-Systems dient Debian Stable, allerdings sind Kernel, Plasma-Desktop und einige Anwendungen deutlich aktueller.

Die grafische Oberfläche von Neptune 5.4 stellt KDE Plasma 5.12, das mit „Neptune Dark“ einen neuen, dunklen Anstrich erhalten hat. Im Gegensatz zum Original, das noch auf Linux 4.9 setzt, steckt bei Neptune 5.4 Linux 4.16 unter der Haube, das dank zusätzlicher Treiber und Bugfixes eine bessere Hardware-Unterstützung mitbringt.

Die KDE Frameworks wurden auf Version 5.48 aktualisiert und die KDE-Anwendungen stehen bei Version 18.04.3. Aktualisiert wurden beispielsweise das Büropaket LibreOffice (Version 6.0.6) und der Videoplayer VLC, der in Version 3.0.3 bessere Performance und jede Menge

Bugfixes verspricht. Neptune greift auf die originalen Debian-Paketquellen zu und ergänzt sie durch eine eigene Paket-Quelle, die unter anderem selbst entwickelte Software und Artwork liefert. Besonders im Bereich Multimedia ist das Live-System gut ausgestattet, selbst Ardour, Audacity und Encode sind vorinstalliert. Zur Installation von Neptune auf der Festplatte ist der Calamares-Installer 3.2.0 dabei.

Neptune bringt den Persistent Creator mit, sodass sich Änderungen im USB-Live-System speichern lassen. Außerdem ist eine Sammlung eigener Bash-Skripte dabei, die verschiedene Aufgaben erleichtern sollen – etwa das Löschen alter Kernelversionen oder das Sichern der KDE-Plasma-Konfiguration. Neptune 5.4 steht als ISO-Image mit rund 2,1 GByte für 64-Bit-x86-Systeme zum Download zur Verfügung. (lmd@ct.de)



**Solides Debian mit aktuellerer Software:**  
Neptune 5.4 bringt ein Linux-System mit Plasma-Desktop.

## Kurz & knapp

Feral Interactive hat **GameMode** 1.2 mit einigen Verbesserungen veröffentlicht. Mit dem bei Github veröffentlichten Open-Source-Tool können Linux-Gamer die Performance ihrer CPU beim Spielen verbessern. Die für ihre Linux- und Mac-Portierungen bekannte Spieleschmiede veröffentlicht das Tool auf Github.

Microsofts **PowerShell** ist bereits seit Januar auch für Linux erhältlich. Jetzt ist sie auch als Software-Paket im Snap-Format verfügbar und lässt sich damit leichter unter Ubuntu und anderen mit Snap ausgerüsteten Linuxen installieren.

Die minimalistische Linux-Distribution **Slax** 9.5.0 bringt aktualisierte Pakete aus Debian Stable mit und korrigiert einige Fehler. Das CD-Image mit rund 260 MByte gibt es für 32- und 64-Bit-x86-Systeme.

Mit **Reaper** 5.93 gibt es erstmals eine native Linux-Version des schlanken, günstigen Musikproduktionsprogramms. Die Linux-Ausgabe ist noch als experimentell gekennzeichnet.

Das noch in der Early-Access-Phase steckende Südsee-Survival-Game **Stranded Deep** ist jetzt auch für Linux verfügbar. Für einen funktionierenden Linux-Build muss man jedoch auf den „experimental“-Branch wechseln.

Anzeige

# NetzDG: Erste Lösch-Bilanz der sozialen Netzwerke

**Facebook, YouTube und Twitter haben ein halbes Jahr nach Inkrafttreten des Netzwerk-durchsetzungsgesetzes (NetzDG) in ihren Transparenzberichten eine erste Bilanz gezogen.**

Bei YouTube wurden rund 27 Prozent der 213.330 gemeldeten Inhalte **entfernt**, da sie nach Meinung des Unternehmens gegen die NetzDG-Straftatbestände oder die Community-Richtlinien verstießen. 92 Prozent davon wurden innerhalb von 24 Stunden gesperrt oder gelöscht. Facebook hat von 1704 gemeldeten Beiträgen 362 geblockt oder entfernt – das sind rund 21 Prozent. Twitter entfernte nur 28.645 der 264.000 gemeldeten Inhalte – knapp 11 Prozent – entweder ganz von der Plattform oder sperrte sie in Deutschland.

Besonders häufig gemeldet und entfernt wurden bei YouTube Beiträge, die unter „Hassrede“ oder „politischen Extremismus“ fallen sollen. Bei Facebook führen Beschwerden wegen „Beleidigung“, „üblicher Nachrede“ und „Volksverhetzung“ die Liste der Beschwerde- und

Löschgründe an. Bei Twitter sieht es ähnlich aus, hier erfolgten aber auch viele Löschungen oder Sperrungen wegen einer „öffentlichen Aufforderung zu Straftaten“.

Gerd Billen, Staatssekretär im Bundesjustizministerium, gab sich zufrieden, dass das Gesetz erste Wirkung zeigt, schränkte aber ein: „Dennoch, wir stehen erst ganz am

Anfang.“ Kritiker des Gesetzes befürchten eher den Anfang vom Ende der Meinungsfreiheit. Elke Steven, Geschäftsführerin des Vereins Digitale Gesellschaft erklärte: „Die vorgelegten Statistiken schweigen an den entscheidenden Stellen. Jede unberechtigt gelöschte Meinungsausußerung ist ein Angriff auf das Grundrecht. Keine Instanz prüft, wie oft dies erfolgt.“ *(hob@ct.de)*



Bild: dpa

**Blick ins Löschzentrum von Facebook in einem Service-Center in Berlin.**

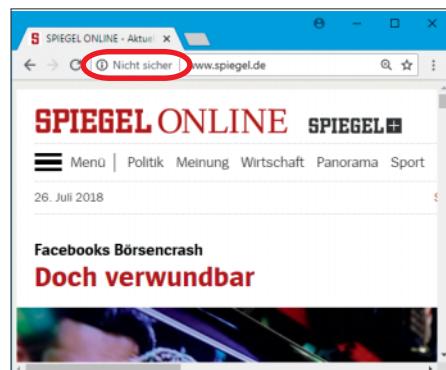
## Google Chrome markiert HTTP-Seiten als unsicher

Seit dem Update auf Version 68 geht Google Chrome härter mit Websites ins Gericht, die immer noch unverschlüsselt über HTTP ausgeliefert werden: Beim Aufruf einer solchen Seite zeigt Chrome

in der Adressleiste links neben der URL den Hinweis **Nicht sicher** an. Bei Redaktionsschluss wurden etliche Websites mit dem Hinweis versehen, darunter auch prominente Vertreter wie spiegel.de.

Bislang fiel der Hinweis Chrome-Nutzern nicht so sehr auf: Wurde eine Website verschlüsselt ausgeliefert (<https://>), zeigte der Browser ein grünes Schlosssymbol und oft den Hinweis „Sicher“ an. Nachdem nun unverschlüsselte Seiten als „Nicht sicher“ angezeigt werden, soll mit der nächsten Chrome-Version der Hinweis „Sicher“ entfallen – sicher ist also das neue normal.

Die Veränderung dürfte bei einigen Betreibern das Bedürfnis wecken, ihre Inhalte TLS-verschlüsselt über HTTPS auszuliefern. Wer sich angesprochen fühlt, findet in c't 4/2018 ab Seite 80 ausführliche Informationen dazu, wie man Websites mit kostenlosen Let's-Encrypt-Zertifikaten auf HTTPS umstellt. *(rei@ct.de)*



Chrome 68 stuft Websites als „Nicht sicher“ ein, die nach wie vor unverschlüsselt ausgeliefert werden.

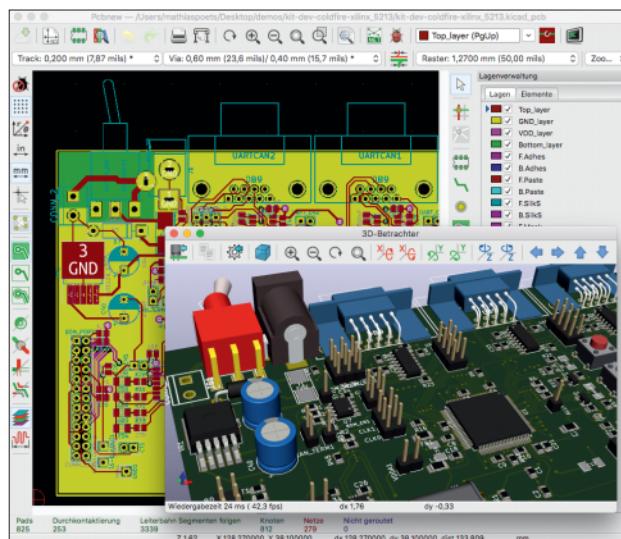
## BGH: Ende der Störerhaftung

WLAN-Hotspot-Betreiber können nicht kostenpflichtig abgemahnt oder verklagt werden, wenn jemand ihren Anschluss für illegale Uploads missbraucht. Eine entsprechende gesetzliche Neuregelung von 2017 zur Abschaffung der sogenannten **Störerhaftung** bestätigte der Bundesgerichtshof (BGH) in Karlsruhe in den wesentlichen Punkten (Az. I ZR 64/17).

Allerdings betonte der BGH auch einen neuen Anspruch für Rechteinhaber. Geschädigte Firmen haben nun die Möglichkeit, WLAN-Betreiber gerichtlich zur Sperrung bestimmter Inhalte zu verpflichten. Dies ist laut BGH „nicht auf bestimmte Sperrmaßnahmen beschränkt und kann auch die Pflicht zur Registrierung von Nutzern, zur Verschlüsselung des Zugangs mit einem Passwort oder – im äußersten Fall – zur vollständigen Sperrung des Zugangs umfassen“. *(hob@ct.de)*

# KICAD 5.0 versteht STEP und IGES

Die Entwickler der quelloffenen **ECAD-Software** KiCad haben dem Programm in Version 5.0 eine neue 3D-Architektur und eine verbesserte 3D-Vorschau spendiert. Außerdem haben sie ihm beigebracht, Dateien in den Formaten STEP und IGES zu importieren. Auch EAGLE-Projekte kann man jetzt direkt öffnen. Fertigungsdateien schreibt KICAD 5.0 auf Wunsch im Industriestandardformat Gerber X2. Der Bauteil-Editor wurde genau wie die Bibliotheken für Symbole, Gehäuse-Footprints und 3D-Modelle komplett überarbeitet.



Der überarbeitete 3D-Viewer von KICAD 5.0 kann bestückte Leiterplatten auch räumlich darstellen.

Nach einem Feinschliff der Bedienoberfläche lässt sich KICAD jetzt spürbar komfortabler bedienen – zum Beispiel kann man SPICE-Simulationen direkt aus dem Schaltplaneditor heraus starten. Zahlreiche neue Vorlagen für Projekte mit Einplatinencomputern wie Raspberry Pi, Arduino tun ein Übriges, um Anwendern die Arbeit zu erleichtern. *(Mathias Poets/hps@ct.de)*

## CAD-Dateien checken und anzeigen

Der **CAD-Dateibetrachter** 3DViewStation 2018.0 unterstützt außer den bisher unterstützten Dateiformaten nun auch Solid-Edge ST10, SolidWorks 2018, Catia V5-6R2018 und NX12, Rhino 6 und das Format PLMXML für Product-Lifecycle-Informationen. Laut Hersteller kann 3DViewStation CAD-Dokumente nicht nur anzeigen, sondern direkt beim Laden auch die Wandstärken darin kodierter Objekte ermitteln. Für Leitungssegmente, die mittels b-rep (Boundary Representation) definiert sind, soll die Software zudem Mittellinien und Biegewinkel berechnen können. Sofern ein Objekt Kanten aufweisen muss, diese aber in einem gelesenen Dokument fehlerhaft beschrieben sind, soll 3DViewStation diese neu generieren. Eine Lizenz für den Betrachter kostet netto 1299 Euro. *(hps@ct.de)*

Anzeige

# Tanz um die Maschine

## Deutschland und die EU im internationalen Wettlauf um die Förderung von künstlicher Intelligenz

**Die Bundesregierung steigt in das Rennen um die besten Bedingungen für „intelligente“ Maschinen ein und will Forschung und Start-ups mit Geld und Daten fördern. Frankreich und die EU sind schon weiter und versprechen Konkretes.**

**Von Stefan Krempl**

Die Bundesregierung hat sich im Bereich Künstliche Intelligenz (KI) ein ambitioniertes Ziel gesetzt. „Deutschland soll zum weltweit führenden Standort für KI werden“, postuliert sie in ihren Mitte Juli vereinbarten Eckpunkten für eine einschlägige Strategie. Neudeutsch geht es weiter: „„Artificial Intelligence (AI) made in Germany“ soll zum weltweit anerkannten Gütesiegel werden.“

Die Regierung möchte „die Menge an nutzbaren, qualitativ hochwertigen Daten“ für das Training von KI-Algorithmen und Maschinenlernen deutlich erhöhen und drängt dabei schier auf die Quadratur des Kreises. So sollen trotz des gewünschten Datenreichtums Persönlichkeitsrechte, die informationelle Selbstbestimmung sowie andere Grundrechte nicht verletzt werden: „Auf der Grundlage europäischer Werte wie der Unantastbarkeit der Menschenwürde, der Achtung der Privatsphäre und des Gleichheitsgrundsatzes wollen wir die Potentiale der neuen Technologie heben.“

### Später Start

Nicht entgangen ist dem Kabinett, dass es verspätet in den Wettlauf um den KI-Spitzenplatz einsteigt: „Im Bereich der Verknüpfung von Nutzerdaten haben amerikanische und asiatische Firmen in den letzten Jahren eine weltweite Dominanz und einen Vorsprung vor deutschen und

europäischen Unternehmen erlangt, der ihnen auch bei der weiteren Nutzung von KI-Technologien aktuell Wettbewerbsvorteile verschafft.“ Pascal Finette vom amerikanischen Fastrack Institute konstatierte zuvor, dass sich Europa im Big-Data-Bereich mit der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) „ins Knie geschossen“ habe.

Die Regierung sieht in den EU-Vorgaben kein Hindernis, um mit Daten Geld zu verdienen. Sie setzt vor allem auf Informationen und Messwerte ohne direkten Personenbezug. „Daten der öffentlichen Hand und der Wissenschaft werden verstärkt für die KI-Forschung geöffnet und deren wirtschaftliche und gemeinwohldienliche Nutzung im Sinne einer Open-Data-Strategie ermöglicht“, heißt es in einem Papier des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (siehe ct.de/ya8s). Die entsprechende Forschung in Deutschland und Europa soll vernetzt und gestärkt, der Transfer von Ergebnissen beschleunigt werden.

### »Deutschland soll zum weltweit führenden Standort für KI werden«

**Bundesministerium für Bildung und Forschung**

Die Regierung will zudem Unternehmensgründungen im KI-Sektor fördern und den nötigen Strukturwandel vorantreiben. Die umrissene Basis-Innovation entwickelt sich zu einem der wichtigsten Treiber für die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit Deutschlands, konstatiert sie. Die große Herausforderung dabei sei, die Technik so zu gestalten, dass sie in einem

„stark steigenden internationalen Wettbewerb um Talente, Technologien, Daten und Investitionen“ den Bürgern diene.

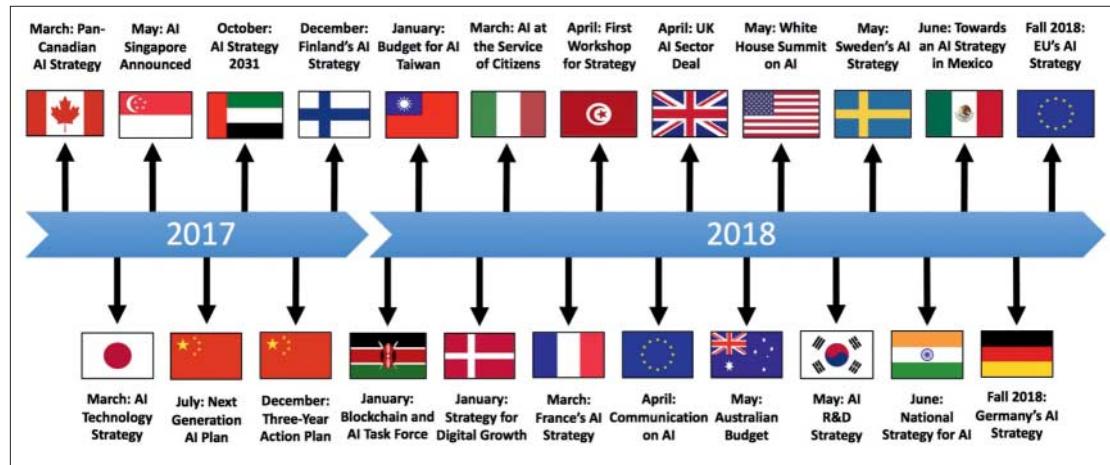
Als „Sofortmaßnahme“ plant die Bundesregierung, KI-Experten in Deutschland zu gewinnen und zu halten. Neben der Forschungs- und Innovationsförderung sei „der Infrastrukturausbau“ etwa mit schnellen Internetleitungen für den Transfer großer Datenmengen wichtig. Parallel soll „ein internationaler und europäischer Rahmens für KI in der Arbeitswelt“ festgezurrt werden. Arbeitsminister Hubertus Heil (SPD) sagte: „Wir brauchen Kooperation statt Konkurrenz zwischen Menschen und Maschinen.“

### Nicht nur autonome Autos

Einsatzmöglichkeiten für die Schlüsseltechnologie bestehen laut der Vorlage, an der die Ministerien für Wirtschaft und Forschung mitstricken, auch jenseits klassischer Felder wie dem autonomen Fahren. Sie könne dabei helfen, „neue Einsichten in die Entstehung und Verbreitung von Krankheiten zu gewinnen, diese schneller zu erkennen und individueller“ zu behandeln. So sei es möglich, „unser Gesundheitswesen weiter zu verbessern, neue Geschäftsprozesse und Anwendungen zu ermöglichen“ und damit auch wirtschafts- und beschäftigungspolitische Impulse zu setzen.

KI-basierte Anwendungen können Bürger nach Ansicht der Regierung bei Geldanlage- und Konsumententscheidungen unterstützen sowie einen Beitrag zum Klima- und Umweltschutz leisten. Im Sicherheitsbereich seien solche Systeme ein „wichtiger Baustein für die digitale Souveränität Deutschlands“. So könne die „unterstützende Auswertung fallrelevanter Daten durch KI“ dabei helfen, Einsatzkräfte besser zu koordinieren, unbekannte Muster in Daten oder Handlungssträngen zu entdecken, Ermittlungsansätze zu unterstützen oder gezielte Falschinformationen

Tim Dutton gibt auf medium.com einen Überblick über die Förderprogramme rund um die Welt.



nen zu erkennen. Der eigentliche „Masterplan“ für KI, den Schwarz-Rot im Koalitionsvertrag annoncierte, soll auf Basis der Eckpunkte Ende November fertig sein.

Der Bundestag setzte kurz zuvor eine Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz“ ein, um die mit der Technik verknüpften Chancen und Risiken unabhängig vom gesetzgeberischen Alltag auszuloten. Mithilfe externer Experten sollen die Abgeordneten auch ethische Prinzipien für die Programmierung und den Einsatz von KI sowie die Interaktion zwischen Mensch und Maschine erarbeiten. Dabei sollen mögliche Konfliktsituationen sowie Haftungsfragen beleuchtet werden – zunächst weitgehend unter Ausschluss der Öffentlichkeit. Die Handlungsempfehlungen der Kommission sollen 2020 vorliegen.

Die Initiative des Kabinetts stößt auf ein geteiltes Echo. Damit werde in Deutschland „das KI-Zeitalter“ eingeläutet, jubelte der Digitalverband Bitkom. Dies sei wichtig, da Künstliche Intelligenz in den kommenden Jahren völlig neu entscheiden werde, „welche Nationen in der globalen Wirtschaft den Ton angeben“. Die Absicht, mehr Daten für das Training lernender Maschinen nutzbar zu machen, müsse nun rasch konkret ausgestaltet werden.

## Kritik

Für den FDP-Netzpolitiker Manuel Höferlin zeigen die Eckpunkte dagegen erneut, dass die Zuständigkeiten in der Regierung für die Digitalisierung zersplittert und die Interessen der Ministerien oft gegensätzlich seien. So bleibe es bei „unkoordiniertem Aktionismus“. Sprecher der Grünen monierten, dass etwa China und Frankreich längst KI-Strategien verabschiedet

und „mit teils immensen Investitionen hinterlegt haben“. Die Bundesregierung habe dagegen keine zusätzlichen Gelder für die KI-Förderung freigegeben. Ferner spiele im Vergleich zur französischen Blaupause das ökologische Potenzial von KI eine untergeordnete Rolle.

Stärker ums Geld als die deutsche Skizze dreht sich der Plan der EU-Kommission für den KI-Ausbau. Die Gemeinschaft soll entsprechende Investitionen laut dem im April präsentierten Papier bis Ende 2020 insgesamt um mindestens 20 Milliarden Euro steigern. Ihre eigenen

heitswesen zu unterstützen und Forschungszentren zu vernetzen. Über eine Plattform für „KI auf Abruf“ will die Kommission allen Nutzern in der EU Zugang zu relevanten Ressourcen verschaffen.

Der Fonds für strategische Investitionen soll genutzt werden, um vor allem Start-ups und mittelständischen Firmen Mittel für KI bereitzustellen. So könnten insgesamt weitere 500 Millionen Euro mobilisiert werden. Die verbleibende Lücke sollen die Mitgliedsstaaten schließen. Allein Frankreich habe für die KI-Entwicklung 1,5 Milliarden Euro pro Jahr vorgesehen. Die Brüsseler Regierungsinstitution kündigte zugleich an, bis Ende 2018 ethische KI-Leitlinien erarbeiten zu wollen. Dabei werde sie Grundsätze wie Datenschutz und Transparenz rund um Algorithmen berücksichtigen. Kommissionsvizepräsident Andrus Ansip betonte: „Wir wollen nicht, dass ein ‚technischer Frankenstein‘ in Europa eingesetzt werden darf.“

Einen Überblick zu den KI-Strategien von derzeit 23 Ländern und Regionen gibt der kanadische Forscher Tim Dutton in einer laufend aktualisierten Zusammenstellung (siehe [ct.de/ya8s](http://ct.de/ya8s)). Damit wird klar, dass es den meisten Regierungen um den Erhalt von Wettbewerbskraft und nationale Wirtschaftsförderung geht. Gemeinwohlaspekte tauchen in den Papieren kaum auf, in Asien etwa hat nur Indien mit dem Motto „#AIforAll“ einen entsprechenden Schwerpunkt gesetzt. Auch die USA nähmen eine Sonderrolle ein, da sie fast nur auf den Markt setzen, um die ausgemachte Führungsrolle bei KI zu erhalten.

(pmk@ct.de) **ct**

**Eckpunkte der Bundesregierung und internationale Übersicht:** [ct.de/ya8s](http://ct.de/ya8s)

## »Wir wollen, dass unsere spezifischen Datenbestände zum Wohle von Gesellschaft, Umwelt, Wirtschaft und Staat nutzbar gemacht werden«

**Bundesministerium für Bildung und Forschung**

Forschungsförderköpfe will die Brüsseler Regierungsinstitution dabei auf 1,5 Milliarden Euro aufstocken. Sie hofft, dass damit parallel zusätzliche Mittel bestehender öffentlich-privater Partnerschaften in Höhe von 2,5 Milliarden Euro mobilisiert werden, etwa in den Bereichen Big Data und Robotik. Das Geld soll dazu beitragen, die KI-Entwicklung in Schlüsselbereichen vom Verkehr bis zum Gesund-

# Neue Puzzleteile

## Die wichtigsten Neuerungen der Smart-Home-Steuersoftware ioBroker

**Der modulare Aufbau und das Fehlen einer durchgängigen Versionierung machen es bei der Smart-Home-Steuersoftware ioBroker schwierig, alle Neuerungen im Blick zu behalten. Dabei wäre seit der Vorstellung in c't 18/2017 ein ganzzahliger Versionssprung mehr als gerechtfertigt.**

**Von Ingo Fischer**

**A**n der Open-Source-Steuersoftware fürs Smart Home ioBroker arbeiten Programmierer aus mehreren Ländern Hand in Hand: Hauptentwickler kümmern sich um den zentralen Controller, die Cloud-Dienste und die hier „Adapter“ genannten Module. Sie binden verschiedene Bereiche ein, wobei die Spanne von der Administrationsoberfläche bis hin zu einzelnen Geräten reicht. Andere Mitglieder der Community steuern immer wieder neue Komponenten bei oder integrieren weitere Funktionen.

Ein zentraler Punkt auf der letzten Roadmap war die vollständige Neuentwicklung der webbasierten Administrationsoberfläche. Version 3 sieht nicht nur moderner aus, sondern soll dank einiger Optimierungen nun auch große Smart-Home-Installationen mit mehr als 60.000 Objekten komfortabel im Browser verwalten. Die Zahl der Adapter ist seit der Vorstellung von ioBroker [1] um mehr als 60 gestiegen, sodass Nutzer nun aus insgesamt mehr als 200 wählen können.

Zusammen mit den Neuerungen beim zentralen Cloud-Dienst hat ioBroker gerade in den vergangenen Monaten ein gewaltiges Tempo vorgelegt. Wir stellen die Änderungen an den wichtigsten Komponenten vor.

### Mehr Geräte

Neu hinzugekommene Adapter erlauben unter anderem die Smart-Home-Integration von mbus- und ebus-Komponenten, von Boses Soundtouch, Ikeas Tradfim Leuchtmittel und MiHome-Geräten. Mit dem Sonoff-Adapter kann ioBroker alle Sonoff/Tasmota-basierten Geräte – darunter die in c't 11/18 vorgestellte Obi-WLAN-Steckdose – steuern und die von ihnen zur Verfügung gestellten Daten auslesen.

Als besonderes Multi-Talent erweist sich der Homebridge-Adapter, da er die direkte Verwendung aller über den Apple-HomeKit-Server verfügbarer Geräte erlaubt und eine zu Homebridge-Plug-ins kompatible Umgebung bietet. Für oft genutzte Plug-ins lassen sich in ioBroker sogar einfach eigene Homebridge-Adapter erstellen, bei denen die Konfiguration per Web-Oberfläche erfolgt. Die für die Konfiguration nötige JSON-Datei wird dabei automatisch im Hintergrund erzeugt.

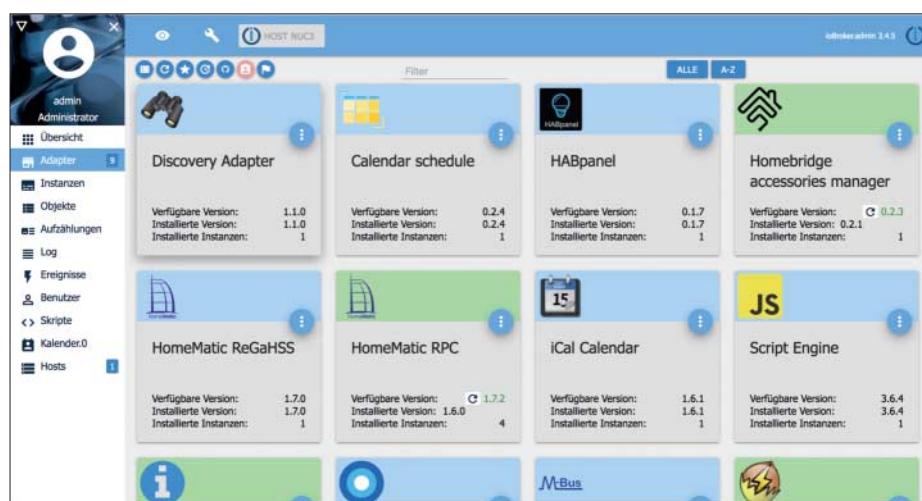
### Näher an Alexa

Ein neuer Alexa-Adapter ermöglicht neben der Bedienung von Geräten mit Amazons

Sprachassistentin und der freien Sprachausgabe für eigene Ansagen auch die Steuerung sämtlicher über Skills verbundener Smart-Home-Geräte und der in der Alexa-App angelegten Routinen.

Zusätzlich steht seit Juni neben der schon länger verfügbaren Alexa-Anbindung über den ioBroker-Smart-Home-Skill auch ein Custom-Skill zur Verfügung. Dies ist ein großer Schritt, da man dabei viel natürlicher mit Alexa sprechen kann, ohne sich an die strengen Regeln der Smart-Home-Skills halten zu müssen. Nötig ist dazu nur ein ioBroker-Cloud-Account, mit dem der Skill einmalig verknüpft wird. Danach empfängt der lokal installierte Cloud-Adapter den gesprochenen Text und kann ihn zur Verarbeitung an den Text2Command-Adapter oder eigene Skripte weiterreichen. Die auszusprechende Antwort gelangt auf dem gleichen Weg zurück zu Alexa.

Der Cloud-Dienst von ioBroker erlaubt darüber hinaus den Zugriff auf die Visualisierungen des eigenen Heims und kann Kommandos und Daten per IFTTT oder HTTP-Anfragen nach der POST-Methode übertragen – sicher und einfach ohne eigenes VPN. Der kostenlose Teil wurde nach Angaben der Betreiber in den vergangenen Monaten stark optimiert, um die Stabilität der Server trotz der stark gestiegenen Nutzerzahlen weiterhin zu gewährleisten. Die Pro-Version für monatlich 4,95 Euro erlaubt zusätzlich die Administration der eigenen Installation, den Zugriff auf den Visualisierungseditor aus dem Internet und die Datenweitergaben per HTTP-Request nach der GET-Methode.



Die Administrationsoberfläche von ioBroker kann in der neuen Version 3 nicht nur größere Smart-Home-Installationen verwalten, sondern ist auch ansprechender gestaltet.

## Besser skripten

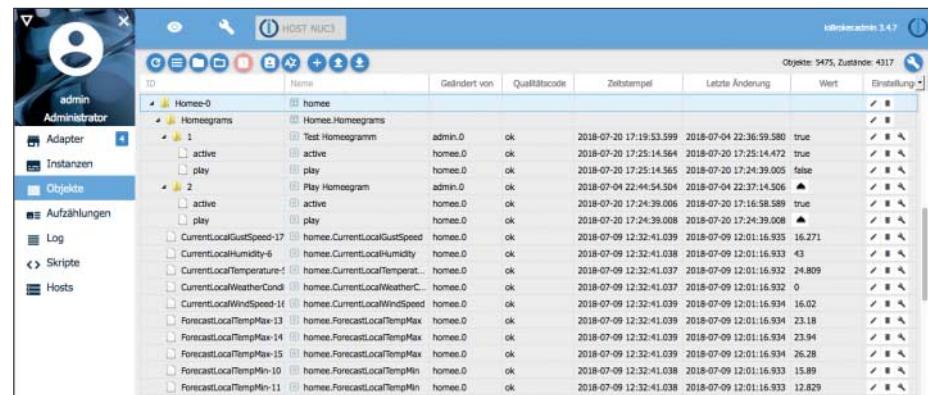
Seit kurzem lassen sich eigene Skripte und Adapter auch in TypeScript erstellen. TypeScript erweitert JavaScript um eine statische Typprüfung, die viele Fehler bereits beim Schreiben der Skripte anzeigt. Aber auch für gewöhnliche Skripte in JavaScript ermöglichen die TypeScript-Definitionen eine Prüfung auf Korrektheit für alle relevanten ioBroker-Variablen und -Methoden.

Über den js2fs-Adapter lassen sich Skripte ins lokale Dateisystem synchronisieren und mit beliebigen Editoren bearbeiten. Geänderte Skripte werden direkt nach dem Speichern automatisch mit ioBroker synchronisiert und neu gestartet, was die eigene Skript-Entwicklung ungemein erleichtern kann. Die Nutzung des Web-JavaScript-Editors ist aber weiterhin möglich.

## Einfachere Arbeitsteilung

ioBroker erlaubt die Aufteilung der Adapter auf verschiedene Rechner; die Koordination übernimmt ein Master, der auch zentral die Daten vorhält. Die Einrichtung eines solchen Multi-Host-Systems wurde mit Version 1.4.2 der zentralen Controller-Komponente js-controller weiter stark vereinfacht.

Auf dem Master-Host reicht „iobroker multihost enable“ auf der Kommandozeilebene, um diesen als Master zu konfigurieren. Auf den Slave-Hosts zeigt der Befehl „iobroker multihost connect“ die



The screenshot shows the ioBroker Admin interface with a sidebar on the left containing 'Administrator', 'Adapter', 'Instanzen', 'Objekte' (selected), 'Aufzählungen', 'Log', 'Skripte', and 'Hosts'. The main area is titled 'HOST NUC3' and shows a table of objects. The table has columns: ID, Name, Geändert von, Qualitätscode, Zeitstempel, Letzte Änderung, Wert, and Einstellung. The table lists various objects like 'homee-0', 'Homeeograms', 'Test Homeogramm', 'Play Homeogram', and numerous 'Current.local...' and 'Forecast.local...' entries. Each row shows a timestamp and a value, such as '2018-07-20 17:19:53.599 2018-07-04 22:36:59.580 true'.

In der Statusansicht der Admin-Oberfläche werden strukturiert alle Datenpunkte mit ihren Werten angezeigt. Diese lassen sich an dieser Stelle auch gleich ändern.

Liste der im Netzwerk verfügbaren Master an und konfiguriert den Slave nach Auswahl eines Masters automatisch. So lassen sich auch bestehende Systeme durch weitere Hosts erweitern, um die Last zu verteilen oder nur lokal vorhandene Schnittstellen zu nutzen.

## Zukunftssicher

ioBroker unterstützt nun offiziell die JavaScript-Runtime Node.js in den Versionen 6, 8 und 10, wobei dazu mindestens der Node Package Manager (npm) in der Fassung 5.7.1 installiert sein muss. Nach dem End of Life von Node.js 4 sollten alle Benutzer mit der im ioBroker-Forum verfügbaren Anleitung (siehe c't/y4vj) ihre Installation auf eine aktuelle Version von node.js 6 oder höher aktualisieren.

Bei einem so großen verteilten Software-Projekt wie ioBroker stehen viele Themen gleichzeitig auf der Tagesordnung. Neben den geplanten Core-Themen der Hauptentwickler überraschen Entwickler immer wieder mit neuen Adaptern oder Erweiterungen, die neue Anwendungsgebiete eröffnen. Auch für die zweite Jahreshälfte 2018 ist noch einiges geplant, viel mehr dürfte spontan hinzukommen. Das ioBroker-Forum ist ein guter Platz, um davon nichts zu verpassen. (nij@ct.de) 

## Literatur

[1] Ingo Fischer, Gut zusammengepuzzelt, Erste Schritte mit der Smart-Home-Steuersoftware ioBroker, c't 18/2017, S. 90

ioBroker-Forum: [ct.de/y4vj](http://ct.de/y4vj)

Anzeige



Bild: Arno Burgi/dpa

# Berner Bespitzelung

**Versicherungen spionieren Schweizer aus**

**Bei der Überwachung ihrer Bürger setzt die Schweiz neue Maßstäbe: Per Gesetz sollen Versicherungsdetektive mehr Möglichkeiten zur Ausspähung von Kranken bekommen als der Geheimdienst zur Terrorbekämpfung.**

**Von Andreas Schuchardt**

Am 12. März 2018 beschlossen die beiden Kammern des Bundesparlaments in Bern im Eilverfahren eine Gesetzesnovelle, die öffentlichen und privaten Versicherungen umfangreiche Befugnisse zur Ausspähung ihrer Kunden gewährt. Kranken-, Renten-, Arbeitslosen- und Unfallversicherungen können danach Detektive beauftragen. Diese dürfen auf einen „begündeten Verdacht“ hin eine Person nach eigenem Ermessen filmen, fotografieren und abhören – und das überall, wo dies von einem allgemein zugänglichen Ort aus möglich ist. Liegt eine richterliche Zustimmung vor, ist auch der Einsatz von Drohnen und GPS-Trackern gestattet.

Erlaubt sind zunächst bis zu 30 Tage Überwachung pro Halbjahr. Bei Bedarf kann dieser Beobachtungszeitraum aber verlängert werden. Die staatlichen Versi-

cherungen erhoffen sich von diesen Aktionen eine Reduzierung ihrer Defizite durch Leistungssenkungen, die privaten Gesellschaften eine Steigerung ihrer Gewinne.

Wann ein „begündeter Verdacht“ gegen Versicherte vorliegt, wird im Gesetzesstext nicht erklärt. Fotos, Film- und Tonaufnahmen sind demnach bis ins Schlafzimmer hinein erlaubt, sofern diese von außen einsehbar sind beziehungsweise Fenster oder Balkontüren offen stehen.

Die Befugnisse der beschönigend „Sozialdetektive“ getauften Privatermittler gehen damit weiter als die Rechte von Polizei und Geheimdienst bei Strafverfolgung und Terrorbekämpfung. Die Beamten dürfen Verdächtige nämlich nur an allgemein zugänglichen Plätzen observieren. Privatwohnungen sind für sie – zumindest offiziell – tabu.

Hintergrund des Eilverfahrens, mit der die rechte Mehrheit in Nationalrat und Ständerat die Novelle im Frühjahr gegen die Stimmen von Sozialdemokraten (SP) und Grünen durchsetzte, ist eine Entscheidung des Europäischen Gerichtshofes für Menschenrechte (EGMR). Der untersagte solches Treiben im Fall einer Frau, die 1995 angefahren wurde und eine Kopfverletzung davontrug. Die Unfallversicherung wollte die Leistungen schritt-

weise kürzen und ließ die Frau durch Privatdetektive beschatten. Die Friseurin zog dagegen bis vor den Europäischen Gerichtshof und bekam Recht: Den Luxemburger Richtern reichte die gesetzliche Grundlage für einen derart gravierenden Eingriff in die Privatsphäre nicht aus. Dauer und Zeitpunkt der Überwachung seien nicht klar geregelt gewesen. Infolgedessen wurden die Observationen generell eingestellt, gleichzeitig aber die Politik zum Handeln aufgefordert.

Die Mehrheit der Abgeordneten zeigte sich zunächst willig. Doch dann regte sich unerwarteter Widerstand. Drei Privatpersonen lancierten eine Unterschriftenkampagne, um die Gesetzesänderung per Volksabstimmung zu kippen. Die Schriftstellerin Sibylle Berg, der Rechtsanwalt Philip Stolkin sowie der sozialdemokratische Jungpolitiker Dimitri Rougy sammelten in nur zwei Monaten 55.241 Unterschriften – gut fünftausend mehr als für ein Referendum notwendig.

Unterstützung gab es vom ehemaligen Sprecher von Amnesty International, Daniel Graf. Er setzt auf ein gesundes Misstrauen in der Bevölkerung: „Viele haben Erfahrungen gemacht, dass sie im Schadensfall wie Betrüger behandelt werden und die Leistung nicht erhalten. Es sei denn, sie würden sich auf einen langwierigen und teuren Prozess einlassen.“

## Spione im Fichenstaat

Die Aktion löste einen Schneeballeffekt aus, dem sich auch SP und Grüne nicht entziehen konnten. Mittlerweile sind neben dem Gewerkschaftsdachverband Travail Suisse aber auch Behinderten- und Seniorenverbände auf den Zug aufgesprungen. Damit nicht genug, regen sich inzwischen selbst im konservativen Lager kritische Stimmen. Funktionäre der FDP-Jugendorganisation Jungfreisinn bekunden offen ihre Ablehnung. Alain Schwald (Vizepräsident der Zürcher Sektion) sieht durch das Gesetz „Tür und Tor für eine uferlose Überwachung“ geöffnet. Nicolas Rimoldi (stellvertretender Vorsitzender in Luzern) spricht von „verfassungswidrigen Versicherungsspionen für den Fichenstaat“, wie der allgegenwärtige Große Bruder bei den Eidgenossen gern genannt wird.

Nach Prüfung der Unterschriften durch die Bundeskanzlei wird die Volksabstimmung für den 25. November 2018 erwartet. Bei einem Scheitern des Referendums würde das Gesetz im kommenden Jahr in Kraft treten. (hag@ct.de) **ct**

Anzeige

# Elwis lebt – nicht mehr

## Die elektronische Lidl-Warenwirtschaft (Elwis) mit SAP ist am Ende

**Eine halbe Milliarde Euro und sieben Jahre Entwicklungszeit hat der Discounter Lidl investiert, um seine Logistik auf SAP HANA umzustellen. Doch jetzt hat der Vorstand die Reißleine gezogen und das Projekt abgebrochen.**

**Von Peter Schüler**

Lidl hat im Juli das Vorhaben, weltweit mehr als 10.000 Filialen und 140 Logistikzentren mit einer Memory-residenten Datenhaltung zu steuern, nach immensen Anstrengungen aufgegeben.

Im Jahr 2011 hatte die Handelskette Lidl mit großen Erwartungen einen Neubau ihrer Logistik-Software in Angriff genommen. Hoffnungsträger war SAPs wenige Monate zuvor freigegebene In-Memory-Datenbank HANA (High Performance Analytical Application) und die später darauf aufgebaute SAP-Anwendung Retail. HANA versprach erstens noch schnellere Datenanalysen als andere analytische Datenbanken, die ihre Daten auf persistenten Datenträgern wie Festplatten oder SSDs halten. Zweitens – und das war ein Quantensprung – war HANA als erste analytische Datenbank auch dafür konzipiert, Transaktionen in ihrem Datenbestand abzuwickeln, was den umständlichen Parallelbetrieb einer operati-

ven Transaktions-Datenbank und eines gesonderten analytischen Data-Warehouse verzichtbar machen soll.

Die neue Software sollte bei Lidl ein selbstentwickeltes Warenwirtschaftssystem ersetzen, das aus 90 Modulen für Einkauf, Filialsteuerung, Logistik und Angebotsabwicklung besteht und über mehr als 150 spezialisierte Schnittstellen mit anderen Anwendungen des Discounters kommuniziert. „Der größte Transformationsprozess in der Unternehmensgeschichte“, wie ihn Lidl's langjähriger Chef der Anwendungsentwicklung René Sandföhr titulierte, verschlang in sieben Jahren nicht weniger als 500 Millionen Euro. Er beschäftigte zum Einen die IT-ler bei Lidl, SAP und der Software AG – diese betreut die Prozesskoordination in der IT der Handelskette. Zum Anderen setzte Lidl, wie die Lebensmittelzeitung berichtet, auf eine dreistellige Zahl von Experten des Consulting-Unternehmens KPS, das am Markt mit dem Begriff „Rapid Transformation“ auftritt.

KPS betont auf seiner Webseite, das Unternehmen habe die Termine, Elwis zuerst in Österreich, dann 2016 in Nordirland und 2017 in den USA einzuführen, „punktgenau getroffen“. In diesen Ländern war es um die Erstinstallation eines Warenwirtschaftssystems gegangen.

Die Lebensmittelzeitung referiert allerdings, dort hätte sich bereits abge-

zeichnet, dass die neue Software für den Einsatz in umsatzstärkeren Ländern nicht leistungsfähig genug sei. Mitte 2017 unterhielt Lidl zum Beispiel in den USA 45 Filialen, in Deutschland rund 3200. Die Spekulation spült Wasser auf die Mühlen der SAP-Konkurrenz: Viele Mitbewerber äußern sich seit Längerem hinter vorgehaltener Hand, bei relevanten Transaktionslasten gehe die Performance der HANA-Datenbank unhaltbar in den Keller.

### Einstiegshürden

Öffentlich wurde Lidl's Entscheidung durch eine Meldung der Heilbronner Stimme, die sich auf eine interne Mitteilung der Handelskette an ihre Mitarbeiter beruft. Darin heißt es, mit Elwis seien „die ursprünglich definierten strategischen Ziele nicht mit vertretbaren Aufwand“ erreichbar. Der Entschluss zum Abbruch des Leuchtturm-Projekts sei „keine Entscheidung gegen SAP, sondern für ein eigenes System“ gewesen, schreiben die Vorstände Jesper Hojer und Martin Golücke, „In der Kosten-Nutzen-Abwägung spricht alles für die Weiterentwicklung der Wawi“ [Red.: der bisher genutzten Warenwirtschafts-Anwendung].

Die Aufgabe, 150 Modul-Schnittstellen, die überwiegend bei Lidl mit der Entwicklungsumgebung Gupta programmiert worden sind, in die komplett neue HANA-Landschaft zu übertragen, erscheint schwierig genug. Schon deshalb könnte man die Lidl-Kapitulation nachvollziehen. Dazu kommen aber noch weitere Hürden: Lidl bewertet seine Warenbestände traditionell anhand der regelmäßig aktualisierten Verkaufspreise. Diese Praxis gehört aber nicht zum Repertoire von SAP Retail: darin ist nur vorgesehen, Warenbestände anhand der Einkaufspreise zu bewerten, also jeden Posten mit einem unveränderlichen Betrag.

Alle Beteiligten erklären vehement, sie würden auch weiterhin miteinander kooperieren. Unausgesprochen wird deutlich: Weder ist der Discounter prinzipiell mit der an vielen Stellen verwendeten SAP-Software unzufrieden, noch scheint er ein Problem in deren Lizenzkosten zu sehen. Dennoch ist die versuchte Elwis-Einführung ein eindrucksvolles Beispiel für misslungene Projektarbeit. Dabei war die Umstellung nicht unbedingt zur Totgeburt verurteilt: Laut Lebensmittelzeitung läuft SAP HANA/Retail seit 2016 erfolgreich bei Aldi Süd. (hps@ct.de) **ct**

eLWIS is alive!



Im Mai 2015 schalteten wir in Österreich unser neues zentrales Warenwirtschaftsinformationssystem live. Zahlreiche „neue“ Prozesse und Schnittstellen zu Bestandssystemen wurden erstellt, um in einem Pilotlauf alle Filialen optimal zu beliefern. Gemeinsam mit KPS, SAP und der Software AG erledigten wir dieses neue Warenwirtschaftsinformationssystem auf Basis von SAP for Retail powered by SAP HANA. Unter Einsatz des neuen Datenhauses „ESB webMethods“ der Software AG verteilen, speichern und verarbeiten wir mit diesem System Millionen von Daten in Echtzeit. Damit beschleunigen wir künftig entscheidend unsere Abläufe und die Bereitstellung von wichtigen Kennzahlen im Unternehmen.

**abgebrochen**

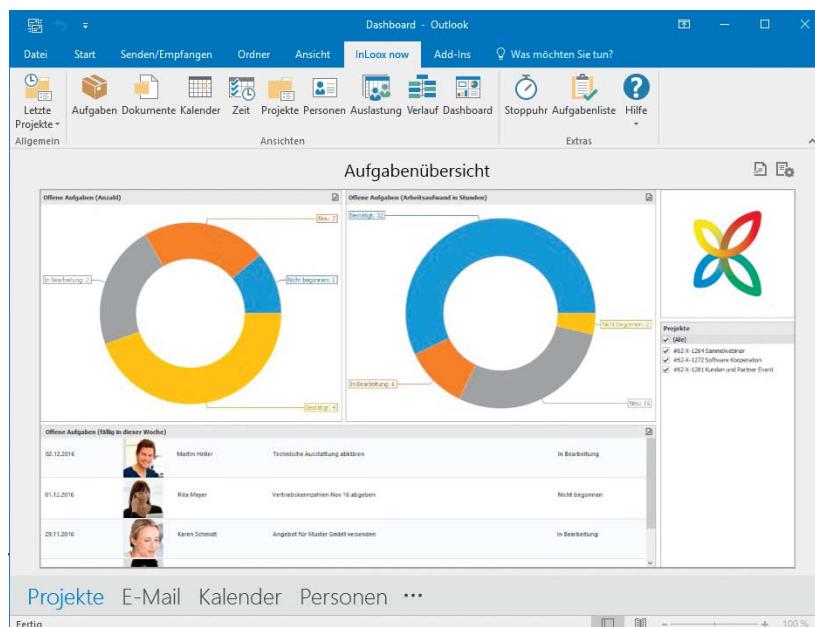
Nach euphorischen ersten Eindrücken betrachtet Lidl die Ziele des Projekts Elwis mittlerweile als unerreichbar.

# InLoox-Projektmanagement auch offline

Das servergestützte **Projektmanagement-System** InLoox 10 lässt sich vorübergehend auch ohne Serverkontakt betreiben. Voraussetzung dafür ist, dass der Anwender den InLoox-Client für Outlook verwendet. Der klinkt sich in das Microsoft-Programm ein und nutzt dieses nicht nur zur gemeinsamen Darstellung von Nachrichten, Aufgaben und Terminen, sondern auch zur Pflege der InLoox-spezifischen Datenstrukturen. Mit der neu eingeführten Schnellverbuchungsfunktion können Outlook-Anwender

E-Mails direkt als Dokumente oder Aufgaben zu einem Projekt oder sogar als neues eigenes Projekt ablegen.

InLoox gibt es in einer Ausführung ohne Namenszusatz mit einem vor Ort installierten Server sowie als Mietsoftware InLoox Now! mit Zugriff auf einen vom Hersteller gehosteten Server. In beiden Varianten kann man das System auch mit einem normalen Webbrowser bedienen, ist dann aber auf eine permanente Internet-Verbindung angewiesen. (hps@ct.de)



**InLoox 10** zeigt eine Projektübersicht sowie Teammitglieder und anstehende Aufgaben zu einem Projekt in Outlook auch offline an.

# DATEV Kassenarchiv Online freigegeben

Mit dem **Kassenarchiv Online** können Unternehmer, die Zahlungen über eine elektronische Registrierkasse erfassen, die zugehörigen Daten revisionssicher in der Cloud speichern. Der Webdienst der Steuerberatergenossenschaft DATEV übernimmt konform zum „Gesetz zum Schutz vor Manipulationen an digitalen Grundaufzeichnungen“ täglich die Daten für jeden Einzelvorgang und speichert sie unveränderbar im Rechenzentrum der DATEV. Um den Dienst nutzen zu können, benötigt man eine entsprechende Schnittstelle in der Kassensoftware. Diese muss die traditionellen Z-Journale mit den Tagesprotokollen gemäß einer eigens dafür vorgeschriebenen Taxonomie gliedern und über Internet ausgeben. Die Genossenschaft erwartet, dass Kassenhersteller solche Schnittstellen in neuen Produkten

implementieren oder bestehende Kassen damit aktualisieren. Als erster Hersteller hat Casio dazu auf der CeBIT ein Abkommen mit der DATEV geschlossen.

Die archivierten Daten stehen insbesondere für den Fall einer neuerdings vorgesehenen unangemeldeten Kassennachprüfung durch das Finanzamt bereit. Darüber hinaus können Nutzer von Kassenarchiv Online diese Daten nahtlos ihrem Steuerberater zugänglich machen, sodass sie sich automatisch in Steuererklärung und -anmeldungen berücksichtigen lassen. Anders als sonstige DATEV-Dienstleistungen kann man das Kassenarchiv aber auch ohne Beteiligung eines Steuerberaters abonnieren. Bis Ende 2018 gibt es den Dienst kostenlos, danach kostet die Nutzung netto 8 Euro je Monat und Kasse. (hps@ct.de)

Anzeige



# Knipsen und kucken

## Autarkes VR-Headset Lenovo Mirage mit passender 180-Grad-Kamera

**Das autarke Virtual-Reality-Headset Lenovo Mirage läuft auf Googles Daydream-Plattform und kann sich – anders als Konkurrent Oculus Go – auch im Raum orientieren. Obendrein gibts optional eine passende 180-Grad-3D-Kamera dazu.**

**Von Jan-Keno Janssen**

**A**utarke Virtual-Reality-Brillen sind praktisch: Im Vergleich zu PC-Brillen wie Oculus Rift oder HTC Vive fällt das Gefummel mit Kabeln und Sensoren weg; und anders als bei Gear VR und Daydream View muss man auch kein teures Smartphone irgendwo reinstecken. Bislang erhältliche Stand-alone-Headsets ließen allerdings in vielerlei Hinsicht zu wünschen übrig: Chinesische Billig-Headsets bieten zum Beispiel entweder nur ein minimales Softwareangebot oder funktionieren ausschließlich mit ruckeligen Minimal-VR-Apps à la Cardboard. Auch die teure Vive Focus (für über 500 Euro nur in Asien erhältlich, Test in c't 11/2018) hat zurzeit noch ein Softwareproblem.

Die Oculus Go für 200 Euro war bislang die einzige Stand-alone-Brille, die man wirklich benutzen kann (und will, siehe c't 12/2018). Allerdings trackt die Go lediglich Kopfdrehung und -neigung (3 Achsen), Bewegungen des ganzen Körpers werden nicht in die virtuelle Realität umgesetzt.

### Orientierungssinn

Die Lenovo Mirage beherrscht nun volles Raumtracking, man kann Objekte also auch von Nahem betrachten, wenn man sich zum Beispiel nach vorne beugt. Das Tracking klappt dank zwei in der Brillenfront eingebauten Kameras, die Technik heißt „WorldSense“ und wurde von Google entwickelt, ebenso wie der Software-Unterbau: Es laufen die gleichen Apps, die man auch mit Google-Daydream-kompatiblen Handys (plus Headset) verwenden kann. Der Lenovo Mirage liegt der gleiche Controller bei, den Google mit seiner Daydream-Halterung verkauft. Bildqualität und Mittendringefühl sind beim autarken Mirage-Headset besser als bei der Daydream-Brille und den von uns getesteten Smartphones: Die Linsen scheinen besser an das fest eingebaute Display angepasst, außerdem sorgt die Kombination aus pfeilschnellem Snapdragon-835-SoC und dem von normalen Handy-Apps befreiten An-

droid-Betriebssystem für stets ruckelfreien VR-Spaß mit 75 Hertz. Das Softwareangebot kann quantitativ nicht ganz mit der Oculus/Gear-VR-Plattform mithalten, die über 250 erhältlichen Titel sind aber größtenteils sehr liebevoll gestaltet; Schrott-apps gibt es wenig bis gar nicht. Die beeindruckenden Apps für Streetview und YouTube sind bislang sogar ausschließlich auf der Daydream-Plattform erhältlich.

Wermutstropfen: Das 665-Gramm-Headset ist 200 Gramm schwerer als die Oculus Go und sitzt schlechter. Außerdem gibt es keinen eingebauten Kopfhörer – man muss also einen anschließen. Und das geht ausschließlich mit Kabel; Bluetooth-Headsets werden nicht unterstützt, zumindest nicht mit der von uns getesteten Software-Version OVR1.180520.006. Außerdem schade: Obwohl die Tracking-Technik auch größere Bereiche abdecken könnte, schaltet das Headset schon nach einem kleinen Schritt vom Ausgangspunkt auf Schwarz und meldet „Bitte zurück in den sicheren Bereich gehen.“

### Kamera ohne Display

Lenovo bringt zusammen mit dem ersten autarken Daydream-Headset auch die erste sogenannte VR180-Kamera auf den

### Lenovo Mirage Solo

Autarkes VR-Headset	
Hersteller	Lenovo, <a href="http://www.lenovo.com">www.lenovo.com</a>
VR-Plattformen	Google Daydream (Android)
Display	LCD mit 2560 × 1440 Pixeln, 75 Hz
Integriertes SoC	Qualcomm Snapdragon 835 mit 4 GB RAM, 64 GB Flash
Schnittstellen	USB-B, WLAN 802.11 a/b/g/n/ac, MicroSD-Karte, 3,5mm-Klinke
Gewicht	665 g
Akkulaufzeit	Rund 2,5 Stunden (4000 mAh)
Lieferumfang	Headset, ein Controller, Ladegerät
Preis	400 €

### Lenovo Mirage Camera

Stereoskopische 180-Grad-Kamera	
Hersteller	Lenovo, <a href="http://www.lenovo.com">www.lenovo.com</a>
Auflösung	Foto: 3016 × 3016 (pro Auge), Video: 1920 × 2160 (pro Auge)
Sensoren	2 × 13 MP, F/2.1
Audio	2 × Mikrofone
Gewicht	139 g
Akkulaufzeit	max. 2 Stunden (2200 mAh)
Schnittstellen	USB-C, WLAN (802.11b/g/n 2,4 GHz), MicroSD-Kartenslot
Preis	290 €

Markt: die Mirage Camera. Google hat den Standard primär mit VR-Anwendungen im Hinterkopf entwickelt: Während die Fotos und Videos von herkömmlichen 360-Grad-Kameras auch auf Mobilgeräten nett bekuckbar sind (hier schaut man sich mit dem Finger um), sind die Aufnahmen der Mirage Camera vor allem auf die Nutzung mit VR-Headsets geeicht: Anders als die meist flachen 360-Grad-Inhalte ist VR180-Material grundsätzlich stereoskopisch, also dreidimensional.

Die Bedienung der Kamera geht auch ohne Kopplung mit einem Smartphone kinderleicht: Außer dem Auslöseknopf gibt es lediglich einen Umschalter zwischen Foto und Video. Wer mehr einstellen will, muss die von Google entwickelte VR180-App verwenden, hier lassen sich Belichtung und Weißabgleich einstellen – und außerdem mit der Live-Vorschau schon vor dem Auslösen das Foto komponieren, einen Sucher oder ein Display hat die Kamera nämlich nicht.

Ist die Kamera mit der App gekoppelt, kann man auch direkt live zu YouTube streamen. Die Videoqualität ist okay, man erkennt aber deutliche Pixel. Im Vergleich zu anderen günstigen Rundum-Kameras wie Ricoh Theta oder Samsung Gear 360 gefiel uns das Mirage-Bewegtbild besser, vor allem wegen des lebensechten 3D-Effekts. Fotos sehen besser aus als Videos, allerdings nur bei guten Lichtverhältnissen: Ist es zu dunkel, gibts Pixelbrei. Fotos und Videos werden automatisch auf den Google-Account hochgeladen und lassen sich dann in der Foto-App auf dem Headset anschauen. Die Brille muss zwingend mit dem Google-Account gekoppelt werden, die Kamera nicht: Man bekommt die Foto- und Videodateien auch manuell über ein USB-C-Kabel vom Gerät.

## Fazit

Die Lenovo Mirage Solo liegt in Sachen Auflösung und Bildqualität auf einer Stufe mit der ebenfalls sehr guten Oculus Go, bringt aber drei Bewegungssachsen mehr mit. Gerade für sensible Naturen steigt sich das Mittendrin-Gefühl dadurch immens: Es fühlt sich nämlich unnatürlich an, wenn die VR-Welt bei Körperbewegungen nicht mitgeht. Auf das Niveau von „großen“ Headsets wie Oculus Rift oder HTC Vive kommt die Mirage aber dennoch nicht, denn dazu fehlen ihr voll im Raum getrackte Controller – der mitgelieferte Daydream-Standarddrücker wird

nur in drei Bewegungssachsen getrackt; man kann also nur das Handgelenk bewegen, nicht den ganzen Arm.

Richtig Spaß macht das Headset mit der Mirage Camera: Stimmen Aufnahmewinkel und Lichtverhältnisse, kann man Fotos machen, die die Realität beeindruckend realistisch einfangen. Videos wir-

ken unschärfer als Fotos, sehen aber mit dem Headset betrachtet besser aus als ein Großteil der meisten 360-Grad-Videos. Besonders interessant fanden wir die unkomplizierte YouTube-Livestreaming-Funktion, mit der man VR-Brillenträger überzeugend an andere Orte beamen kann.

(jkj@ct.de) 

## App-Empfehlungen



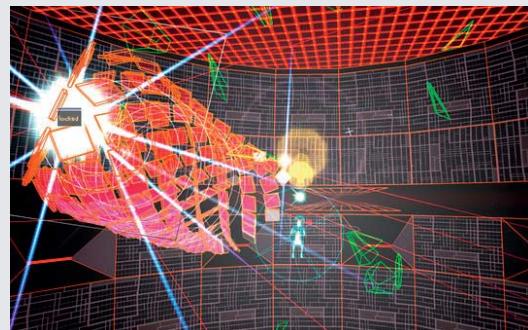
**Virtual Virtual Reality** (9,49 €) ist vollkommen durchgeknallt – und genau das macht den Reiz aus. Die Grafik hat wenige Polygone, wirkt aber absolut stilsicher.



**Netflix VR** (kostenlos, Abo erforderlich) lädt in ein virtuelles Wohnzimmer ein, in dem man das Netflix-Angebot durchstöbert. Schade: Eine Download-Funktion fehlt, die App funktioniert also nur im WLAN.



**Blade Runner Revelations** (8,99 €) kommt grafisch etwas altbacken daher, transportiert die Atmosphäre der Filme aber ordentlich. Das spielerisch konservative Point-and-Click-Adventure ist leider schon nach zwei Stunden durch.



**Rez Infinite** (9,99 €, Demo kostenlos) ist längst ein VR-Klassiker, den es bislang nur auf großen Headsets gab. Rez mag ein einfacher Railshooter sein – doch kaum ein anderes VR-Game spielt sich befriedigender.

Anzeige



## Billy-Boxen

**Neben Möbeln, Hotdogs und Softeis verkauft Ikea nun auch Lautsprecher, die sich besonders unauffällig in die Wohnung integrieren lassen.**

Auch im Verkauf von Elektronik versucht sich das Möbelhaus Ikea. Nachdem das erste Fernsehgerät hierzulande gefloppt ist, versuchen es die Schweden nun mit Bluetooth-Lautsprechern mit Netzanschluss. Die Eneby genannten Modelle gibt es in zwei quadratischen Größen: mit rund 20 und 30 Zentimeter Kantenlänge. Gleichzeitig sind sie aber nur 8 beziehungsweise 11 Zentimeter tief, sodass man sie besonders gut an die Wand montieren kann.

Die Gehäuse gibt es jeweils in Schwarz und Weiß mit dunkelgrau beziehungsweise grau melierter Textilfront. Wer es rustikaler wünscht, nimmt die Front ab und lässt den Lautsprecher seine Membranen präsentieren. Einziges Bedienelement ist ein Drehknopf mit LED, über den sich die Lautstärke einstellen lässt und die Boxen sich auf Druck einschalten und koppeln lassen. Die Verbindung kam im Test problemlos zustande.

Je nachdem, ob man die Lautsprecher mobil oder stationär in der Wohnung einsetzen möchte, bietet Ikea verschiedenes Zubehör an: Dem kleinen Eneby liegt ein Tragegriff bei. Ein schlichtes Gestell aus Alurohren für 10 Euro winkelt die Lautsprecher leicht an, sodass sie besser in

Richtung des Hörers abstrahlen, wenn sie auf dem Boden stehen. Kleine Halterungen für die Wandmontage kosten 3 Euro. Für den kleinen Eneby gibt es außerdem einen Akku für 20 Euro mit 2600 mAh beziehungsweise 37,4 Wh. Er hält gute 9 Stunden auf Zimmerlautstärke durch.

Der Klangunterschied zwischen den beiden Modellen fällt bis mittlerer Lautstärke nur gering aus. Beide Geräte sind recht basslastig abgestimmt und wummern leicht. Gleichzeitig verschlucken sie teilweise die Mitten. Zumindest die Höhen und Bässe kann man an den Boxen nachjustieren. Um quasselnde Menschengruppen bei Laune zu halten, reicht die Qualität locker. Beide Modelle sind laut genug, um mittelgroße Zimmer oder Gartenpartys zu bespielen. Bei höheren Lautstärken verliert der Eneby 20 aber an Bass und fängt in den höheren Tonlagen an zu zischeln. Lange möchte man ihm dann nicht zuhören. Der Eneby 30 bleibt in seinem Klangbild stabiler, müht sich aber auch hörbar im Bass- und Höhenbereich ab. Generell klingt der kleinere Lautsprecher blechener.

Audiophile Hörer werden mit beiden Boxen nicht glücklich. Dennoch reicht die Qualität locker für Hintergrundbeschallung drinnen und draußen. Ähnlich preiswerte Bluetooth-Lautsprecher wie der Eneby 20 klingen deutlich schlechter, sind meist aber nur halb so groß und handlicher. Und einige können sogar Spritzwasser und Sand überstehen. Der Eneby 30 spielt auf dem Niveau des populären UE Boom 2. An die Klangqualität des fast doppelt so teuren, aber deutlich kleineren Bose SoundLink Mini II reichen die Ikea-Lautsprecher nicht. Mit rein stationären Systemen wie von Sonos oder Teufel Raumfeld können die Eneby klanglich nicht mithalten. Sie lassen sich nicht miteinander koppeln und beherrschen folglich kein Multiroom-Betrieb.

(hc2@ct.de)

### Ikea Eneby

Bluetooth-Lautsprecher		
Modell	Ikea Eneby 20	Ikea Eneby 30
Maße (L × B × H)	19,8 cm × 19,9 cm × 8 cm	29,9 cm × 29,8 cm × 10,6 cm
Gewicht (mit Akku)	1587 g (1811 g)	3685 g
Bluetooth / Codecs	4.2 / SBC	4.2 / SBC
Preis	50 €	90 €



## Rund um die Uhr

**Die Huawei Watch 2 bietet Vollausstattung in Sachen Smartwatch-Technik. Man kann mit ihr sogar drahtlos bezahlen.**

Die Watch 2 von von Huawei läuft mit mit WearOS (ehemals Android Wear). Sobald sie über Bluetooth LE mit einem Android-Smartphone oder iPhone gekoppelt wurde, zeigt sie unter anderem Benachrichtigungen und Chat-Nachrichten an, erlaubt das Fernsteuern etwa der Musikwiedergabe und bietet per Sprachkommandos Zugriff auf den Google Assistant.

Das runde OLED-Display ist mit rund 3 Zentimetern etwas kleiner als bei Konkurrenzmodellen, lässt sich dank hoher Auflösung und Helligkeitssensor trotzdem jederzeit gut ablesen. Als Systemarchitektur kommt Qualcomms Snapdragon Wear 2100 zum Einsatz. Der Prozessor sorgt mit ausreichend Leistung für eine geschmeidig laufende Bedienoberfläche. Die Akkulaufzeit beträgt etwa anderthalb Tage. Da alle Modelle GPS und Glonass unterstützen, eignet sich die Watch 2 auch zum Navigieren.

Nicht alltäglich bei Android-Smartwatches ist der optische Pulssensor der Watch 2. Wer die Uhr zum Sport nutzen will, muss dank einer weiteren Besonderheit das Smartphone nicht mitschleppen: Gegen Aufpreis gibt es die Watch 2 auch mit einem Slot für SIM-Karten im Nano-Format und einer integrierte eSIM.

Bislang richten sich die eSIM-Tarife der Mobilfunkanbieter jedoch an Apple-Watch-Nutzer. Bis sich die eSIM durchsetzt, wird man deshalb vorerst auf eine klassische SIM zurückgreifen müssen.

Die Huawei Watch 2 gehört zu einer Handvoll von Smartwatches, die sich dank NFC-Schnittstelle zum mobilen

Bezahlen mit Google Pay eignen. Dafür muss auf dem gekoppelten Android-Smartphone die Google-Pay-App installiert sein. Die dort hinterlegte Kreditkarte lässt sich nach einmaliger Einrichtung für Zahlungen mit der Uhr nutzen.

Nachdem wir Google Pay erstmalig auf der Uhr starteten, öffnete sich automatisch die Pay-App auf dem Smartphone und führte dort durch die nötigen Schritte zum Freischalten der Kreditkarte. Hierfür mussten wir bei den unterstützten Banken die Aktivierung der Uhr als Bezahlmethode mit der jeweils voreingestellten Authentifizierung bestätigen.

Zudem forderte die Uhr das Einrichten einer Bildschirmsperre mittels Code, Muster oder PIN. Das soll bei verlorener oder geklauter Uhr vor ungewollten Zahlungen schützen. Ohne Entsperrung startete Google Pay auf der Watch 2 weder automatisch noch ließ es sich über die App-Übersicht aufrufen. Praktisch: Nachdem man die Uhr ums Handgelenk geschnallt hat, muss das Display dank der Trageerkennung nur erstmalig entsperrt werden. Zum Bezahlen reichte es aus, die Uhr für wenige Sekunden an das Kartenterminal an der Kasse zu halten.

Weniger gut gefiel uns, dass mit der Uhr vorgenommene Zahlungen nicht in der Google-Pay-App auf dem Smartphone auftauchen. Google verwaltet die Umsätze stattdessen lokal in der Pay-App auf der Smartwatch, wo sie sich wegen des kleinen Displays nur mühselig ablesen lassen. Das ist aber eine Eigenart von Google Pay und betrifft somit auch andere Smartwatches. Abgesehen davon fanden wir das Bezahlen ohne Portemonnaie sehr praktisch.

Von ihrer üppigen Ausstattung zählt die Huawei Watch 2 damit zu den Oberklasse-Modellen, ist mit einem Einstiegspreis von rund 260 Euro aber auch nicht besonders günstig. (spo@ct.de)

## Huawei Watch 2

Smartwatch mit Wear OS	
Systemanf.	Smartphone mit Android ≥ 4.4 oder iOS ≥ 9.3
Abmessungen (L × B × H)	49 mm × 45 mm × 13 mm
Gewicht	47 g
Display	1,2"-OLED, 390 × 390, 326 ppi
Ausstattung	Snapdragon Wear 2100, 768 MByte RAM, 4 GByte Flash, Bluetooth 4.1, WLAN (2,4 GHz, 802.11 b/g/n), LTE, Herzfrequenzsensor
Akku	420 mAh
Straßenpreis	ab 260 € (ohne 4G)

Anzeige



# Tintenbeutler

## Multifunktionsdrucker mit Tintenvorrat im Beutel

**Epsons WorkForce Pro WF-C5710DWF eignet sich als Ersatz für Lasergeräte am Arbeitsplatz. Der schnelle Multifunktionsdrucker nutzt statt Patronen Tintenbeutel für 5000 Seiten. Damit druckt er deutlich günstiger als die Laserkonkurrenz.**

**Von Rudolf Opitz**

Unser Testgerät WorkForce Pro WF-C5710DWF erhält seine Drucktinte nicht aus Patronen oder Kartuschen, sondern aus Tintenbeuteln. Tinte im Beutel – gab es das nicht schon? Ja, Epson stellte bereits 2014 Abteilungsdrucker mit RIPS-Tintenreservoir (Replaceable Ink Pack

System) für 75.000 Seiten vor. Aktuelle RIPS-Drucker schaffen sogar 84.000 Seiten mit einem Beutel. Für Arbeitsplatz- und Arbeitsgruppendrucker hat der Hersteller diese Technik nun verkleinert.

Zum Befüllen öffnet man eine Klappe unter der Papierkassette, hinter der sich vier herausnehmbare Fächer für Schwarz und die drei Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb verbergen. Die Tintenbehälter werden mit der Auslassöffnung in Aussparungen der Fächer gelegt und so fixiert. Die Behälter sind verwechslungssicher kodiert, sodass man Fächer mit einem falschen Tintenbeutel nicht in das Gerät zurückziehen kann.

Die Tintenbeutel haben eine Reichweite von 3000 ISO-Seiten (nach ISO/IEC 24711/12), die XL-Version enthält Tinte für 5000 Seiten. Damit hält der WorkForce Pro ebenso lange durch wie

vergleichbare Lasermodelle. Preislich gibt es aber deutliche Unterschiede: Mit den XL-Tinten kommt man auf 5,84 Cent pro ISO-Seite; der Schwarzanteil liegt bei sehr moderaten 1,33 Cent. Zum Vergleich: Bei Lasergeräten für Arbeitsgruppen fallen für den Toner mindestens 13 Cent pro ISO-Seite an [1] – die Kosten für Zusatzmaterial wie Ersatztrommeln nicht mitgerechnet.

Zu den Druckkosten gehört beim Epson-Gerät ein leicht wechselbarer Tintenauffangbehälter (Maintenance Box) für rund 30 Euro. Anders als bei Laserdruckern, die bei jedem Druckvorgang den überschüssigen Toner in ein Resttonerbehältnis überführen müssen, lässt sich die Reichweite bei dem Tintendrucker kaum kalkulieren: Tinte landet nur bei der Erstbefüllung des Schlauchsystems im Auffangbehälter und bei Reinigungsvorgängen. Die sind abhängig vom Druckaufkommen und den Standzeiten; regelmäßige Reinigungsvorgänge lassen sich beim WorkForce Pro deaktivieren.

### Ausstattung

Papier nimmt das robuste Multifunktionsgerät aus einer 250-Blatt-Kassette und einer hinteren Zufuhr für 80 Blatt Normalpapier oder Sondermedien entgegen. Wer mehr Vorrat braucht, kann ein 500-Blatt-Fach für etwa 140 Euro hinzukaufen. Die stabile Papierablage nimmt laut Datenblatt 150 Blatt auf. In unserem 200-Seiten-Test schaffte sie gut 170 Seiten, danach landeten die ersten Seiten auf dem Boden. Ein „Ablage voll“-Sensor fehlt.

Der Vorlageneinzug auf dem Scanner fasst 50 Blatt. Er ist duplexfähig, hat aber keine zweite Scanzeilie. Deshalb muss der Einzug die Vorlage zum Scannen der Rückseite wenden und erneut scannen (Reverse Automatic Document Feeder, RADF).

Bedient wird der WorkForce Pro über ein großes Touchdisplay und gut bedienbare Wähl- und Funktionstasten, die auf dem ankippbaren Frontpanel untergebracht sind. Hier findet man auch ein NFC-Tag zum schnellen Koppeln mit Smartphones.

Für den direkten Kontakt zum PC gibt es einen USB-2.0-Port; mit dem lokalen Netzwerk verbindet sich der Epson-Drucker per Ethernetkabel (100/1000-Base-T) oder WLAN. An der Frontseite lässt sich ein USB-Stick anstecken, von dem er JPEG- und TIFF-Fotos, aber keine PDF-Dokumente ausdruckt. Scans speichert der WorkForce Pro dagegen auch als PDFs auf dem Stick.

## **Bedienung und Netzwerk**

Alle wichtigen Funktionen findet man auf dem übersichtlichen Touchscreen-Menü schnell. Statusanzeigen geben ständig Auskunft über die Netzverbindung, ob der Leise-Modus aktiviert ist oder der Tintenvorrat sich dem Ende nähert. Unübersichtlicher wird es erst in den optionsreichen Einstellungen.

Ist der Drucker mit dem Netzwerk verbunden, empfiehlt sich das überarbeitete Web-Frontend mit in Reitern aufgeteilten Funktionsgruppen. Hier nimmt man alle Einstellungen bequem am PC vor, bearbeitet die Kontakte und richtet Netz- und Cloud-Funktionen ein.

Sicherheitsfunktionen sind bei professionellen Bürogeräten Pflicht: Der WF-C5710 kommuniziert über IPP standardmäßig nur verschlüsselt und WiFi Direct ist deaktiviert, was unbefugtes Koppeln eines Smartphone via NFC-Kontakt zum Drucken oder, kritischer, zum Scannen verhindert. SSL/TLS-Verschlüsselung, IPSec und das PIN-geschützte Drucken (Secure Printing) gehören ebenfalls zum Repertoire des Epson-Druckers.

Der WorkForce Pro arbeitet außerdem mit den Cloud-Diensten Google Cloud Print und Epson Connect zusammen. Epsons Dienst bietet E-Mail-Print – an eine gerätespezifische Mailadresse geschickte Mails werden inklusive Anhänge in gängigen Formaten ausgedruckt. Außerdem verbindet er den Drucker mit einem Cloud-Speicher (Box, Dropbox, Evernote, Google Drive, OneDrive), den man danach über den Touchscreen als Scanziel auswählen kann. Die Cloud-Dienste sind zwar praktisch, eignen sich aber nicht für sicherheitskritische Dokumente.

Beim Drucken vom Smartphone verbindet sich das Mobilgerät übers lokale WLAN oder via WiFi Direct mit dem WorkForce Pro. Einige Android-Plug-ins benutzen allerdings Cloud-Server zum Rendern von Fotos oder PDF-Dokumenten. Sicherer druckt man via Apple AirPrint oder über die App Epson iPrint, die auf dem Mobilgerät rendert.

## **Arbeitsproben**

Der WF-C5710 druckt für ein Tintengerät mit beweglichem Druckkopf rasend schnell und übertrifft mit 26 Seiten pro Minute so manches Lasermodell. In der Entwurfsqualität spart der Drucker Tinte und liefert blasse, aber lesbare Ergebnisse; bereits in der Standardqualität bekamen wir Prints auf annähernd Laser-Niveau. Der beidseitige Druck ist ebenfalls flott. Deutlich langsamer druckte der WorkForce Pro erst im Leise-Modus oder in der Einstellung „Stark“, bei der er Schrift und

Anzeige



Der Epson WorkForce Pro WF-C5710 hat für die Tintenbeutel gut zugängliche Fächer. Dank kodierter Führungen passt das mit dem Beutel bestückte Fach nur in den richtigen Einschub.

## Tinten-Multifunktionsdrucker fürs Büro

Gerät	WorkForce Pro WF-C5710DWF
Hersteller	Epson, <a href="http://www.epson.de">www.epson.de</a>
Druckverfahren / Tinten	Piezo PrecisionCore, 800 Düsen pro Farbe / 4
Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>	4800 dpi × 1200 dpi
Papierge wicht <sup>1</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ...256 g/m <sup>2</sup> (MF-Einzug)
Papierzufuhr / Papierablage <sup>1</sup>	250-Blatt-Fach, MF-Einzug 80 Blatt (optionales 500-Blatt-Fach 142 €) / 150 Blatt
autom. Duplexdruck / randloser Fotodruck	✓ / -
Drucken von USB-Stick	✓ (JPEG, TIFF)
monatl. Druckvolumen (empf. / max.)	250-2500 S. / 45.000 S.
Scannen, Kopieren und Faxen	
Scannertyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen <sup>1</sup>	CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physikalisch <sup>1</sup>	2400 dpi × 1200 dpi; ADF: 1200 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex / autom. Duplex-Kopie	50 Blatt / ✓ (RADF) / ✓
Twain- / WIA-Modul	✓ / -
PC-Fax (senden / empfangen)	✓ / ✓
Kurzwahladressen / Fax-Speicher <sup>1</sup>	200 / 550 Seiten
qualifizierter Sendebericht mit Faxkopie	✓
Netzwerk- / Cloud-Funktionen	
Scan to	E-Mail / FTP / SMB-Freigabe / USB-Stick / Cloud-Speicher
NFC / WiFi Direct	✓ / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria / Druck-App	✓ / ✓ / ✓ / Epson iPrint (Android, iOS)
Cloud-Dienste	Epson Connect, Google Cloud Print
Sonstiges	
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), RJ-11 (Fax, Telefon)
Betriebsabmessungen (B × T × H) / Gewicht	42,5 cm × 63 cm × 43 cm / 18,7 kg
Display	10,9-cm-Touchscreen (resistiv)
Treiber für Windows / Mac / Sonstige	ab Windows XP SP2, ab Server 2003 R2 / macOS ab 10.6.8 / Linux, Citrix
Software (Windows)	Epson Scan2, Fax-Utility, Event Manager
Druckersprachen / Sicherheit	GDI (Host-Based), ESC/P-R / Secure Print, SSL, IPsec
Tintenbeutel	
Schwarz (Reichweite <sup>1</sup> )	WF-C5XXX BK (3000 S.); WF-C5XXX XL BK (5000 S.)
Farbe (Reichweite <sup>1</sup> )	WF-C5XXX C,M,Y (je 3000 S.); WF-C5XXX XL C,M,Y (je 5000 S.)
Tintenkosten pro ISO-Farbseite (XL-Beutel)	5,84 Cent, Schwarzanteil 1,33 Cent
Verbrauchsmaterial	Tintenauffangbehälter 29,50 €
Messergebnisse	
Leistungsaufnahme	Aus: 0,2 W; Sparmodus: 1,5 W; Bereit: 8,8 W; Drucken: 24 W (51 VA)
Geräuschenentwicklung (normal / Leise-Modus)	Drucken: 9,9 sone / 3,7 sone; ADF-Scannen: 6,7 sone / 2,5 sone
ISO-Druckleistung	Entwurf: 27,2 S./min; Standard: 26,1 S./min; Leise: 6,5 S./min; Beste: 4,2 S./min
Kopieren	20 Kopien Farbe: 53 s; 20 Kopien ADF: 66 s; 10 Blatt Duplex: 148 s
Scannen	Vorschau: 5 s; Foto 600 dpi: 8 s; Text 300 dpi: 5 s; 10 Blatt Duplex (OCR): 146 s
Bewertungen	
Bedienung / Netzwerk	⊕ / ⊕⊕
Text- / Grafikdruck	⊕⊕ / ○
Fotodruck (Foto- / Normalpapier / via App)	○ / ○ / ○
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊖ / ○
Scanqualität / OCR	⊕ / ⊖⊖
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	⊕⊕ / ⊕⊕
Herstellergarantie	1 Jahr vor Ort
Gerätepreis (UVP / Straße)	360 € / 240 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe

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

Grafik kräftiger, aber etwas unsauberer zu Papier brachte.

Als GDI-Drucker überlässt der WF-C5710 das Berechnen der Druckseiten dem PC und druckte auch unsere grafiklastigen Testaufträge flott aus. Fotos gibt er auch auf Fotopapier nur mit Rand aus;

sie zeigten keine Streifen, aber Transportspuren, wenig Details in dunklen Bereichen und einen leichten Rotstich.

Beim Kopieren tritt der WorkForce Pro wieder aufs Gas, nur für Duplexkopien brauchte er wegen des langsameren Vorlageneinzugs etwas mehr Zeit.

Schrift kopierte unser Testgerät gut, bei Grafiken störten unsaubere Schräglinien und zu dunkle Farben. Für Schwarzweiß-Kopien von Text auf Farbpapier stellt man die Dichte auf Minimum und „Hintergrund entfernen“ auf Maximum. Im Test bekamen wir so sauberen Schwarz-auf-Weiß-Text, nur Vorlagen auf rotem Papier kopierte das Gerät als lesbaren Text mit deutlichem Grauhintergrund.

Die sehr lichtstabile DuraBrite-Tinte erwies sich beim Bearbeiten mit dem Textmarker 30 Sekunden nach Druck als erstaunlich wischfest. Als der Drucker „wenig Tinte“ meldete, konnten wir noch mehrere hundert Seiten drucken. Bei leerem Farbbeutel druckt das Epson-Gerät schwarz weiter.

Das Scan-Programm und Twain-Modul Epson Scan 2 bietet keinen manuellen Weißabgleich, dafür aber Filter zum Entfernen von Hintergründen und Moirés sowie eine Mehrfachausgabe. Der Scanner arbeitet sehr schnell. Fotos gefielen mit guter Durchzeichnung, doch fehlte etwas Blau. Scans unserer Grafiktestseite zeigten saubere Texte und Grauflächen, aber wie auf den Kopien unsaubere Schräglinien. Die integrierte Texterkennung ignorierte größere Überschriften und machte auch im Fließtext Fehler; für Tabellen mit kleinerer Schrift taugt sie gar nicht.

Vom Gerät aus lassen sich Scans auf Netzfreigaben, FTP-Server und auf den USB-Stick speichern oder per Mail versenden. Ist Epson Connect eingerichtet, klappt auch der Scan auf Cloud-Speicher. Eingehende Faxe kann man an Ziele im LAN, Mailadressen oder andere Faxnummern weiterleiten. Der Sendebericht enthält Epson-typisch entweder eine kleine Kopie der gesamten ersten Faxseite oder eine große des Briefkopfs (erstes Viertel).

## Fazit

Der Epson WorkForce Pro WF-C5710DWF druckt so schnell und fast so sauber wie ein Lasermodell, braucht dabei aber nur ein Zehntel an Energie und verursacht geringere Druckkosten. Wer ein Gerät mit PCL 6 und PostScript-Emulation braucht, greift zum 80 Euro teureren WF-C5790DWF, für den es außerdem einen XXL-Beutel für 10.000 Schwarzweiß-seiten gibt. (rop@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Rudolf Opitz, Druck-Spezialisten fürs Büro, Preiswerte Laser-Farbmultifunktionsdrucker mit Profi-Ausstattung, c't 8/2018, S. 112

Anzeige

Anzeige



## Neue ESP-Bauform

**Module mit dem Mikrocontroller ESP8266 gibt es bereits in vielen Bauformen. Jetzt legt Ai-Thinker den ESP-01M nach, eine kleine und günstige Steckplatine.**

Der chinesische Hersteller Ai-Thinker bringt ein sehr kompaktes ESP8266-Modul in den Handel: Der ESP-01M ist eine 18 mm × 18 mm große Steckkarte.

Die doppelseitige Kontaktleiste des Moduls bietet 11 GPIOs sowie einen Analog-Digital-Konverter für Projekte. Mit einer feinen Lötspitze konnten wir Jumper-Kabel trotz der engen Maße an die Kontakte des ESP-01M löten. Besonders praktisch: GPIO 16 wurde herausgeführt und liegt direkt neben „Reset“. Lötet man eine Brücke zwischen diesen Kontakten, weckt der mit dem Tiefschlaf-Timer verbundene GPIO den Prozessor nach maximal 71 Minuten.

Die fertigen Firmwares ESPEasy und Tasmota sowie einige Beispiele aus der Arduino-IDE liefen im Kurztest problemlos. Lediglich unser Fritzbox-Türklingel-Skript (siehe S. 142) wollte aus bisher ungeklärten Gründen nicht arbeiten. (amo@ct.de)

### Ai-Thinker ESP-01M

WLAN-Mikrocontroller	
Hersteller	Espressif / Ai-Thinker
Basis	ESP8285 (ESP8266 + 1024 KByte Flash-Speicher)
Taktfrequenz	80 / 160 MHz
WLAN	IEEE 802.11 b/g/n, 2,4 GHz
Firmware-Test (Tasmota / ESPEasy / Arduino-IDE)	✓ / ✓ / ✓
Maße	18 mm × 18 mm
Anschluss	doppelseitige Pinleiste: 2 × 9 Pins (0,8 mm Breite, 0,8 mm Abstand)
Timer-Pin (Deep-Sleep, GPIO 16)	✓
Preis	1,70 € - 5,50 € (je nach Händler und Lieferstandort)
✓ vorhanden	

## Scheuklappen

**Mit dem PanzerGlass Privacy Screen Protector vermeidet man Kratzer und unerwünschte Blicke.**

Der PanzerGlass-Schutzaufkleber bewahrt Smartphone-, Tablet- und Laptop-Bildschirme vor Dreck und Schäden. Er ist kratzfest und lässt sich leicht von Fingerabdrücken befreien.

In der Privacy-Variante kommt ein Sichtschutz aus Lamellen im Schutzglas hinzu, der das Display aus einem seitlichen Blickwinkel von mehr als 60 Grad schwer erkennbar macht – ab 45 Grad ist es fast gänzlich dunkel. Nur bei direkter Draufsicht sind Bildschirminhalte klar zu sehen. Von schräg oben ist aber alles lesbar. Insgesamt büßt das Display fast 45 Prozent Helligkeit ein. Im Alltag fällt das vor allem in vollem Sonnenlicht auf.

Das PanzerGlass ist etwa 0,4 Millimeter dick und an den Kanten deutlich spürbar. Beim Aufkleben können Bläschen entstehen, die sich aber vorsichtig wegreiben lassen und nach kurzer Zeit verschwinden. Auch der Aufkleber lässt sich simpel und rückstandslos entfernen.

Auf weißen Geräten sieht der dunkle Privacy-Schutz unschön aus. Standardausführungen, die sich für unterschiedliche Modelle eines Herstellers eignen sollen, passen leidlich. Möchte man es formschön, greift man zur auf das jeweilige Modell zugeschnittenen Variante. Die gäbts derzeit für Apple- und Samsung-Geräte – auch randlos, für abgerundete Displays sowie einige Tablets. Für manche Laptops von Lenovo und Dell sind die Display-Scheuklappen ebenfalls erhältlich. (jube@ct.de)

### PanzerGlass Privacy Screen Protector

Blcksicherer Display-Schutz	
Hersteller	PanzerGlass, <a href="http://www.panzerglass.com">www.panzerglass.com</a>
erhältlich für	Apple, Dell (Laptops), Lenovo (Laptops), Samsung
Preis	ab 15 €



## USB-Lader mit Beleuchtung

**Der besonders helle Fahrradscheinwerfer Luxos U von Busch + Müller bringt bis zu 90 Lux auf die Straße oder lädt das Smartphone des Fahrers.**

Strom braucht man auf dem Fahrrad nicht nur für die Beleuchtung, sondern zumindest auf längeren Touren auch für das Smartphone. Statt einer Powerbank lässt sich dazu auch der Nabendynamo mit einem Gleichspannungswandler einsetzen.

Einen solchen hat Busch + Müller in seinen LED-Scheinwerfer Luxos U eingebaut. Ein kleiner Pufferakku sorgt dafür, dass der Ladevorgang auch bei einem Ampelstopp nicht abbricht. Da die meisten Nabendynamos nicht viel mehr als 3 Watt liefern, können sie auch nur ein Endgerät speisen: die Beleuchtung oder das Smartphone. Das aber laden sie nur mit rund 500 mA, etwa auf dem Niveau von USB 2.0 (2,5 Watt).

Der Scheinwerfer bringt tagsüber ein Tagfahrlicht, nachts eine sehr homogene Lichtverteilung mit 70 Lux. Bei langsamer Fahrt leuchtet er mehr die Ränder aus, bei schnellerer mehr in die Ferne. Der Pufferakku hilft auch bei der Lampe: Nachts erhöht er die Leuchtstärke kurzzeitig auf 90 Lux, tagsüber dient er als Quelle für ein Lichthupensignal. Die notwendigen Taster und das USB-Kabel befestigt man am Lenker. Mit dem Luxos U bekommt man eine gute Fahrradlampe, die Ladefunktion hilft jedoch nur wenig weiter. (ll@ct.de)

## Busch + Müller Luxos U

Fahrradscheinwerfer mit USB-Ausgang	
Hersteller	Busch + Müller
Modellbezeichnung	179U
Anschluss	USB-A
Straßenpreis	110 €



## SSD-Winzling

**Toshibas M.2-SSD RC 100 ist gerade einmal halb so lang wie übliche M.2-SSDs. Notebook-Hersteller können damit Platz sparen, aber auch für die Nachrüstung ist sie interessant.**

Toshiba lötet nur einen Chip auf die Platine der RC 100. Dieser vereint Flash-Speicher und Controller, einen DRAM-Cache besitzt die PCIe-SSD nicht. Sie kann sich jedoch mit der NVMe-Funktion Host Memory Buffer etwas PC-Hauptspeicher zur Beschleunigung reservieren. Weiterhin nutzt Toshiba einen SLC-Cache; ein Teil des 3D-TLC-Speichers wird dabei in einen schnelleren SLC-Modus versetzt – eine übliche Vorgehensweise. Bei unserem 240-GByte-Testmuster beträgt die Größe des SLC-Caches etwa 15 GByte.

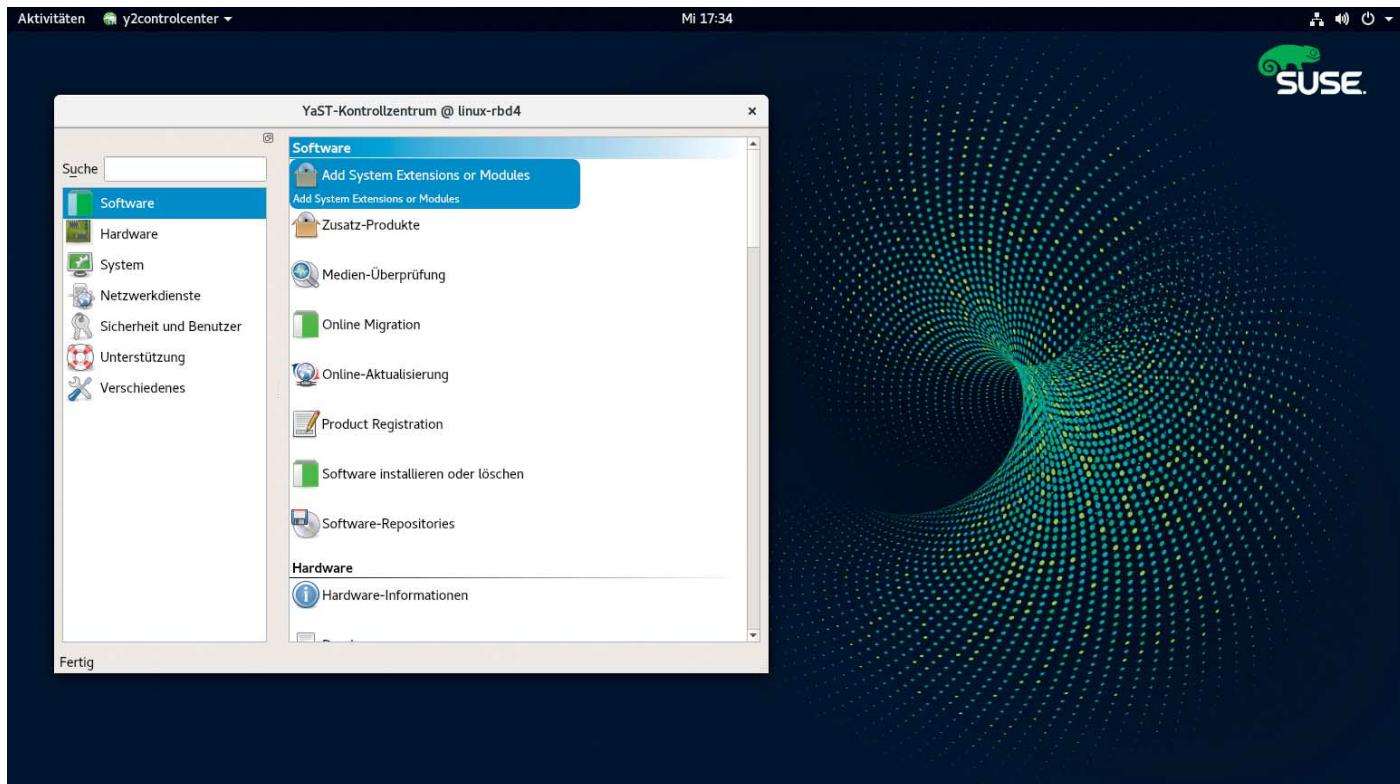
Bei den Übertragungsraten kann die RC 100 jedoch nicht mit ihren großen Brüdern mithalten: Sie schaffte beim Lesen sequenzieller Daten gerade einmal 1,25 GByte/s in der Spitz, im Mittel über eine Minute Messdauer jedoch nur noch rund die Hälfte. Beim Schreiben treten die Unterschiede noch stärker hervor: Die Geschwindigkeit sank von knapp 700 innerhalb weniger Sekunden auf nur noch 220 MByte/s. Die Leistungsaufnahme lag im Ruhezustand bei 3 Watt, im Betrieb bei knapp 4 – laut Herstellerangaben ist die SSD mit 1 Watt im Idle-Betrieb jedoch sparsamer.

Aufrüster könnten die SSD dennoch interessant finden: Sie bringt (niedrige) PCIe-Geschwindigkeit für einen geringen Aufschlag im Vergleich zu einer guten SATA-SSD. (ll@ct.de)

## Toshiba OCZ RC 100

M.2-SSD mit PCIe-Anschluss	
Hersteller	Toshiba
Modellbezeichnung	RC100-M22242-240G
Straßenpreis	68 €

Anzeige



# Chamaeleo modulo

## Suse hat Version 15 seiner Enterprise-Linux-Distribution freigegeben

**Mit Version 15 macht Suse Linux Enterprise einen Sprung nach vorn. Der Installer kann dank stärkerer Modularisierung nun alle Varianten der Distribution einspielen, sodass es nur noch ein Installationsmedium braucht. Erstmals ist auch Wayland-Unterstützung an Bord. Verabschiedet hat man sich von der hauseigenen Firewall.**

**Von Merlin Schumacher**

Auf Version 12 folgt nun die 15 bei Suse Linux Enterprise. Der Hintergrund ist kein technischer, sondern reiner Aberglauke. Die 13 ist landläufig als Unglückszahl bekannt, aber auch die 14 ist eine – zumin-

dest in Teilen Asiens. Mit Version 15 hat sich bei SLE Grundlegendes geändert.

Suses Streben nach einer stärkeren Modularisierung der Distribution ist weit gediehen: Es braucht nur noch ein Installationsmedium für alle Varianten der Distribution. Dem „Unified Installer“ ist es egal, ob man gerade Suse Linux Enterprise Desktop, Server oder etwa die neue Variante für High Performance Computing installieren will. Je nach Variante werden die zugehörigen Paketquellen eingebunden und die notwendigen Pakete installiert.

Zusätzlich kann man weitere Paketquellen einbinden, die Suse als „Module“ bezeichnet, etwa um Entwicklungswerkzeuge oder Container-Unterstützung einzuspielen. Das geht auch nachträglich mit dem altbekannten Systemverwaltungsprogramm Yast, falls sich die Anforderungen mal ändern. Der Modul-Support unter-

scheidet sich vom Rest der Distribution. Einige Module, wie die Hochverfügbarkeitserweiterung benötigen zusätzliche Lizenzen. Auch kann man nicht alles mit allem kombinieren, denn Suse muss die gewünschte Modulkombination freigegeben haben. Laut eigener Aussage hat Suse sich gegen bei anderen Distributionen übliche Meta-Pakete entschieden, um die Sichtbarkeit der Module zu erhöhen.

Um die Softwaresuche zu vereinfachen, kann das Paketmanagement-Werkzeug Zypper jetzt alle für die Installation verfügbaren Module durchsuchen, auch wenn diese nicht aktiviert sind. Welche Modul-Paketquelle für die gesuchte Software aktiviert werden muss, weist Zypper dann aus.

Der Unterbau von SLE 15 ist der gleiche wie der der Community-gepflegten Schwesterdistribution openSUSE Leap 15. Inzwischen ist die Angleichung von Leap und SLE soweit, dass Suse auch eine direkte Migration unterstützt. Die Distribution wird, wie gewohnt, zehn Jahre Support erhalten. Gegen Aufpreis erhalten Kunden drei weitere Jahre „Extended Support“.

### Innenleben

Unter der Haube von SLE 15 arbeitet der Linux-Kernel 4.12, der Anfang Juli 2017 erschien [1]. Dessen wichtigste Neuerungen sind bessere Unterstützung von AMD- und Nvidia-GPUs, die beiden neuen I/O-Scheduler Budget Fair Queueing (BFQ) und Kyber, sowie Verbesserungen an der Netzwerkschnittstellen-Schnellverarbeitung Express

Data Path (XDP). Bei XDP werden einige Pakete am Netzwerk-Stack des Kernels vorbeigeleitet, um bestimmte Aufgaben schneller zu erledigen. Erstmals ist die Sicherheitstechnik Kernel Address Space Layout Randomization (KASLR) aktiv.

Mit Version 15 hält auch das Wayland-Protokoll Einzug in Suses Enterprise Distro und wird in Kombination mit Gnome gleich zur ersten Wahl – sofern die Treiber mitspielen. Wer Nvidias proprietäre Treiber oder die auf Servern eher verbreiteten Matrox- oder Aspeed-Grafikchips einsetzt, bekommt wieder einen klassischen X-Server vorgesetzt. X.orgs X-Server ist nun in Version 1.19.6 neben Mesa 18.0.2 enthalten.

An der Datenspeicher-Front hat sich ebenfalls viel getan: Nur wenige dürften die Unterstützung von Disketten innerhalb des Systemverwaltungswerkzeugs Yast vermissen. Auch von ReiserFS verabschiedet sich Suse endgültig. Dmraid sagt langsam auf Wiedersehen und wird mit einem der zukünftigen Service Packs komplett entfernt. Man sollte also zeitnah auf das Software-RAID des Kernels wechseln.

Das Partitionierungsmodul hat Suse komplett umgebaut. Die neuerdings im Hintergrund werkende Libstorage-ng soll mehr Möglichkeiten zur Speicherverwaltung und -manipulation bereitstellen. Auf den ersten Blick sieht man keine Änderungen, außer dass die Tmpfs-Ramdisks nicht mehr erscheinen, denn die verwaltet jetzt Systemd nach Gutdünken. Ebenfalls neu ist, dass Partitionen automatisch an Sektorengrenzen der Speichermedien ausgerichtet werden. Das spart Lese- und Schreibzyklen und verbessert daher die Performance.

Administratoren, die Ihre Systeme automatisch mit Puppet konfigurieren, empfiehlt Suse Salt als Alternative, denn Puppet ist nicht mehr Teil von SLE. Ebenfalls ersetzt wurde das Subscription Management Tool (SMT). Der Nachfolger Repository Management Tool (RMT) soll alle Aufgaben des SMT übernehmen können. Entwickler dürften sich über den vollständigen Support von Python 3 freuen. Version 2 wird aber weiterhin unterstützt. Für Suse ist GCC 7 ab sofort der Compiler der Wahl und Perl liegt in Version 5.26 vor. Das neue Software-Modul mit dem Titel „Development Tools“ beerbtt das SLE SDK zur Entwicklung von Anwendungen für Suse Linux Enterprise. Die Development Tools bekommen jetzt aber offiziellen Support von Suse.

Für Mutige gibt es die nicht für den Produktivbetrieb freigegebenen „Technology Previews“: Auf x86-64-Prozessoren kann SLE einige Intel GPUs in VMs weiterleiten. Systeme mit AMD-CPUs können nun Secure Encrypted Virtualization einsetzen. Damit werden VMs so verschlüsselt, dass sie vor Angriffen von außen – auch über den Hypervisor – besser geschützt sind. Noch immer nur als Vorschau dabei ist KVM Nested Virtualisation, also der verschachtelte Betrieb von virtuellen Maschinen.

## Personalsachen

Gefeuert wurde die SuSEfirewall2. An ihrer Statt arbeitet jetzt die distributionsunabhängige Firewall-Verwaltung Firewalld. Das Yast-Modul für die SuSEfirewall2 wurde dementsprechend gegen das Firewalld-Frontend Firewall-Config ausgetauscht. Eine direkte Migration der Firewall-Regeln sieht Suse nicht vor, stellt aber ein Skript zur halbautomatischen Migration bereit. Auch von OpenLDAP hat man sich verabschiedet. Als Verzeichnisdienst setzt Suse jetzt den von Red Hat vorangetriebenen 389 Directory Server ein. Für die richtige Uhrzeit ist nun Chrony anstelle von Ntpd verantwortlich. Erstmals dabei ist der populäre Webserver Nginx.

Bei der Softwareauswahl der Desktop-Variante hätte man sich mehr Mühe geben können. Warum wird ein Konsolen-FTP-Client wie Lftp vorinstalliert, wenn der Dateimanager Nautilus mit den meisten Dateübertragungsprotokollen bestens klarkommt? Das Kommunikationsschlachtschiff Evolution bekommt vom spartanischen Konsolen-Mailer Mutt

Konkurrenz. Ein Client zur Fernwartung hätte es auch getan: Mit Remmina und TigerVNC bekommt man gleich zwei. Irritierend ist die mangelhafte Einbindung des Programms Gnome Software, das unter Suse lediglich zur Einrichtung von Gnome-Erweiterungen nützt, aber sporadisch dann doch das eine oder andere Gnome-Programm erkennt. Für Suse hat die Softwareverwaltung auf dem Desktop nur geringe Priorität, da man von Umgebungen mit zentraler Verwaltung ausgeht. In Zeiten von 4K-Monitoren und Retina-Displays könnte man auch die Yast-Icons in höherer Auflösung bereitstellen. Die werden in Gnomes Anwendungsübersicht bereits auf Full-HD-Monitoren zur unscharfen Pixel-Pampe, die das letzte Quantum „Rundheit“ vermissen lässt. Suse will das aber beheben.

## Fazit

Suse Linux Enterprise 15 bringt viele nennenswerte Neuerungen mit, auch wenn die meisten eher unter Distributionspflege fallen. Dass man von Insellösungen wie der SuSEfirewall2 Abschied nimmt, ist begrüßenswert. Die Modularisierung vermag den Admin-Alltag hin und wieder versüßen, mindestens, weil es nur noch ein Installationsmedium braucht. Insgesamt macht Suse Linux Enterprise 15 einen guten und runden Eindruck, auch wenn Administratoren sich bei einigen Dingen wie Firewall umgewöhnen müssen.

(mls@ct.de) ct

## Literatur

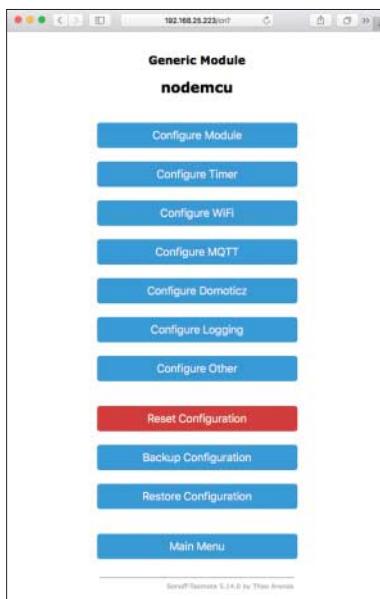
[1] Thorsten Leemhuis, Die Neuerungen von Linux 4.12, <https://heise.de/-3712705>

Systemrolle

Systemrollen sind vordefinierte Anwendungsfälle, die das System dem ausgewählten Szenario anpassen.

- GNOME-Desktop (Wayland)
  - Vollständige GNOME-Desktop-Umgebung einschließlich Office-Suite, E-Mail-Client, Dateiverwaltung.
  - Für die Installation auf physischen Systemen mit Wayland-Technologie optimiert.
  - Entfernter Zugriff auf die grafische GNOME-Desktop-Umgebung ist nicht verfügbar, wenn Wayland verwendet wird.
- GNOME-Desktop (X11)
  - Vollständige GNOME-Desktop-Umgebung, einschließlich Office-Suite, E-Mail-Client, Dateiverwaltung.
  - Unterstützt entfernten Zugriff auf die GNOME-Desktop-Umgebung.
- GNOME-Desktop (Basis)
  - Grundlegende GNOME-Desktop-Umgebung.
  - Vorinstalliert mit den grundlegenden grafischen Anwendungen (Dateiverwaltung, Webbrowser).
  - Verwendet die X11-Technologie.
- IceWM-Desktop (Minimal)
  - Grundlegende Desktop-Umgebung

Die Displayarchitektur Wayland ist nun die erste Wahl.



## Ent-Cloudet

**In vielen Schaltern, Steckdosen et cetera fürs smarte Home steckt grausige Firmware. Für die Sonoff-Produktfamilie und viele andere ESP8266-Geräte gibt es die nützliche Cloud-freie Alternative Tasmota.**

Praxisartikel in c't haben Tasmota als alternative Firmware für Sonoff-Gerätschaften und WLAN-Steckdosen schon mal thematisiert, ohne auf die Breite ihrer Fähigkeiten einzugehen. Wer das nicht verfolgt hat: In den Geräten steckt der ESP8266, ein gängiger 32-Bit-Mikrocontroller, der sie mittels WLAN-Chip in der Regel mit der Cloud des Herstellers verbindet. Tasmota löst die Geräte aus den Cloud-Klauen und eröffnet ihnen neue Wege.

Die Firmware baut auf dem Arduino-Fundament auf und eignet sich ebenso für nackte ESP8266-Geräte. In der Standardausführung versieht die Firmware die Geräte mit einer simplen Weboberfläche für die wesentlichen Einstellungen, einigen Routinen zum Einlesen von Sensordaten (etwa von einfachen Temperatursensoren wie DS18B20) und Fähigkeiten, mit einem MQTT-Broker in regen Austausch zu treten. Mit diesen Mitteln ausgerüstet, ist es dann ein Leichtes, die Geräte in die eigenen Automatisierungspläne aufzunehmen.

Teil der Firmware sind Emulationen, die ein Gerät kompatibel zu Belinks WeMo oder zu einer Hue Bridge machen. Auf diese Weise lassen sie sich aus Alexa-

Skills heraus ansprechen. Spezielle Firmware-Varianten enthalten besondere Anpassungen, etwa an KNX, oder sie kennen umfangreichere Sätze von Sensoren. Ihnen fehlen dafür andere Optionen, etwa für autonom ablaufende, zeitlich gesteuerte Vorgänge. Wer MQTT mit TLS absichern will, muss die Firmware leider selbst übersetzen und mit einem Fingerprint versorgen.

Wer sich detaillierter mit Tasmota auseinandersetzt, bemerkt, dass viel mehr drinsteckt, als die Weboberfläche preisgibt. Je nach Gerät gibt es mehrere Dutzend von Optionen, die man über eine (innerhalb der Webanwendung) erreichbare Konsole abfragen und setzen kann. Das gilt zum Beispiel für den Standardbetriebszustand nach dem Einschalten, für das Verhalten des Buttons und der LED sowie für den gewählten Stromsparmodus (standardmäßig nicht aktiv).

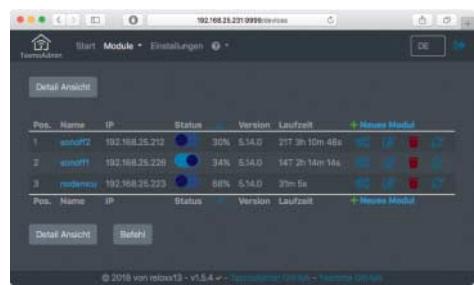
Im Wiki zur Firmware nennt der Autor solche Optionen Befehle. Sie lassen sich mit Regelsätzen kombinieren, sodass ein Gerät nach dem Einschalten bestimmte Schaltvorgänge ausführt, Sensordaten Aktionen auslösen oder ein Knopfdruck eine MQTT-Nachricht sendet.

Etwas knifflig ist es, die Firmware in fabrikfrische Sonoff-Ware hineinzubringen. Upgrades via WLAN (Over the Air, OTA) gelingen, wenn nicht schon die neuere Sonoff-Firmware im Gerät steckt. Die Installation auf diese Weise ist obendrein sehr arbeitsintensiv, weil sie viele Handgriffe erfordert, besonders weil man die Prozedur bei mehreren Geräten für jedes einzelne vor sich hat.

Einfacher geht es mit einem Programmieradapter am offenen Gerät. Statt eine Jumperleiste einzulöten, hält man sie etwas unter Spannung an die nicht bestückten Kontakte der Platine. Strom darf die Platine währenddessen ohnehin ausschließlich vom Programmieradapter erhalten. Man riskiert also keine heißen Finger und muss das nur einmal meistern: Die Tasmota-Firmware erlaubt später OTA-Updates. (ps@ct.de)

## Sonoff-Tasmota-Firmware

Cloud-freie Firmware für ESP8266-Geräte	
Hersteller	Theo Arends
Website	<a href="https://github.com/arendst/Sonoff-Tasmota">https://github.com/arendst/Sonoff-Tasmota</a>
Plattformen	iTeam Sonoff & Co. sowie verwandte Hardware
Preis	kostenlos (GPL3)



## IoT-Bändiger

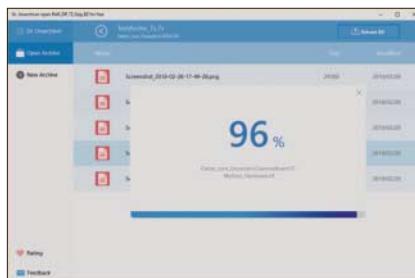
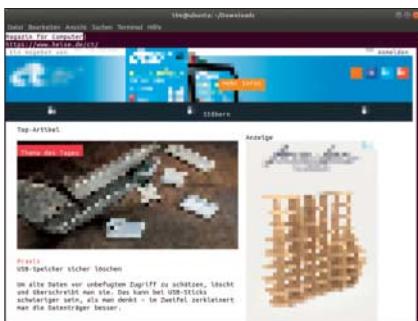
**TasmoAdmin bringt Sonoff-Geräte mit Tasmota-Firmware im Smart-Home-Flohzirkus in Reih und Glied.**

Wer auf den Geschmack gekommen ist und gleich mehrere WLAN-Schalter und Aktoren von Sonoff oder bau-gleiche Geräte in Betrieb genommen hat, muss jedes einzeln konfigurieren. Daran ändert auch Cloud-freie Firmware wie Tasmota nichts. Das Konfigurieren ist mühsam, weil viele nützliche Einstellungen der Tasmota-Firmware nur per Browser oder gar nur auf der Konsole zugänglich sind, etwa die zum Aktivieren der Energiesparfunktion. Man muss jedes Gerät einzeln im Browser ansteuern.

TasmoAdmin, das einst als SonWeb erschien, vereinfacht das erheblich. Es liefert eine Weboberfläche, über die sich komfortabel alle eigenen Sonoff-Geräte erreichen und konfigurieren lassen. Auf Wunsch durchsucht die Software das Netzwerk nach solchen Geräten; auch später hinzugefügtes kann sie per Suche nachtragen. Mit einem Klick lassen sich die Energiesparintervalle setzen. Das Bearbeiten solcher Felder geschieht direkt in der Tabelle durch einfaches Klicken und Eingabe des Wertes. Es ist möglich, in einem Rutsch auf alle Geräte eine neue Firmware zu spielen. TasmoAdmin zeigt obendrein je Gerät einen anderen Satz an Optionen an als die geräteeigene Web-Oberfläche. Die Software ist in diversen Formaten zu haben. Am bequemsten dürfte dabei die Installation als Docker-Image für Raspi und amd64 sein. (ps@ct.de)

## TasmoAdmin

Weboberfläche für IoT-Geräte mit Tasmota-Firmware	
Hersteller	Nils Sdun
Website	<a href="https://github.com/reloxx13/TasmoAdmin">https://github.com/reloxx13/TasmoAdmin</a>
Preis	kostenlos (GPL3)



## Terminal-Surfbrett

**Mit Browsh surft man direkt im Terminal. Der Browser unterstützt moderne Webstandards und übersetzt Bilder und Videos in eine Textdarstellung.**

Browsh ruft mithilfe von Firefox die gewünschte Website ab und zeichnet sie mit Textzeichen ins Terminal. Im Gegensatz zu Textbrowsern wie Lynx bleibt dabei das Layout der Seite erhalten, interaktive Elemente funktionieren weitgehend wie gewohnt; auch Tabs kennt Browsh. Bilder und Videos sind nur schemenhaft zu erkennen, Animationen ruckeln stark. Browsh kann per Tastatur oder Maus bedient werden.

Browsh verlangt ein Terminal mit Echtfarbendarstellung und einer Schrift, die den UTF-8-Standard unterstützt. Abhängig vom Terminal und seiner Schriftart können komplexe Layouts auseinanderfallen. Der Browser bietet dafür einen kargen Schwarz-Weiß-Modus, zudem gibt er sich bei Bedarf als Mobilgerät aus. In diesem Fall schalten einige Websites auf ein vereinfachtes Layout um.

Abgesehen vom Retroschick der Pixeloptik lohnt der Einsatz von Browsh, um Bandbreite zu sparen und schneller zu surfen. Sollen umfangreiche Websites nicht über die Mobilleitung wandern, kann Browsh samt Firefox im Headless-Modus auf einem Server mit günstigem Internetzugang laufen. Browsh ruft dann von dort aus die Websites auf; per SSH oder Mosh wandert dann nur die abgespeckte Fassung über die Leitung.

(Tim Schürmann/lmd@ct.de)

### Browsh 1.3.3

Webbrowser für Terminal	
Hersteller	Thomas Buckley-Houston, <a href="http://www.brow.sh">www.brow.sh</a>
Systemanf.	Linux, macOS, Windows (experimentell)
Preis	kostenlos

## Auspakthilfe

**Die minimalistische Windows-10-App „Dr. Unarchiver-open“ entpackt Dateiarchive diverser Formate rasend schnell – beim Packen beherrscht sie dagegen nur Grundfunktionen.**

Das kostenlose, durch unaufdringliche Werbung finanzierte Entpackprogramm öffnet Archive der Formate RAR, ZIP, 7Z, TAR, BZ(2), GZ und XZ sehr fix. Auch ein mit 7-Zip passwortgeschütztes Testarchiv ließ sich nach Eingabe des Passworts problemlos öffnen. Archivinhalte kann man wahlweise extrahieren oder lediglich betrachten, Dateien lassen sich auch einzeln entpacken.

Die App kann zwar auch Dateiarchive anlegen, bietet hierfür aber lediglich das Packen im ZIP-Format. Andere Archiv-Formate sind nicht im Angebot, ebenso wenig Passwortschutz oder Prüfsumme. In der Standardeinstellung packt „Dr. Unarchiver-open“ bedeutend langsamer, aber etwas kompakter als die Windows-Bordfunktion. Dabei war die App im Test weniger wählerisch in Bezug auf Sonderzeichen und extra lange Ordner- oder Dateinamen.

„Dr. Unarchiver-open“, das mit seiner übersichtlichen Oberfläche gefällt, gehört in die Kategorie „kann, muss aber nicht“. Die App integriert sich so gut ins Betriebssystem, dass man Dateiinhalte nach wenigen Klicks auf dem Bildschirm hat, bietet dabei aber nur wenig Optionen. Für Windows-10-Nutzer, die häufig Archive aus unterschiedlichen Quellen sichten, ist sie interessant, zum Packen von Dateiarchiven empfiehlt sie sich weniger. (dwi@ct.de)

Anzeige

### Dr. Unarchiver-open

Datei-Entpacker	
Hersteller	Trend Micro, <a href="http://www.trendmicro.com">www.trendmicro.com</a>
Systemanf.	Windows 10 ab 10240.0
Preis	kostenlos



# Foto-Mischpult

## Loupedeck+: aktualisiertes Steuerpult für Lightroom

**Die Konsole von Loupedeck gießt die wichtigsten Lightroom-Funktionen in Tasten und Drehregler. Für die überarbeitete Fassung verspricht der Hersteller bessere Haptik und ein flexibleres Design.**

**Von André Kramer**

**D**as Loupedeck+ hat etwa die Maße einer PC-Tastatur und ist fast ebenso schnell eingerichtet. Zunächst muss man die gut 50 MByte umfassende Software herunterladen und installieren. Nach Anschluss über USB steht das Steuerpult sofort in Adobes Raw-Entwickler Lightroom Classic CC zur Verfügung. Es läuft sowohl unter Windows als auch unter macOS. Das Loupedeck+ zeigt sich im Unterschied zum Vorgänger ohne Plus flexibler und bringt außer der Standardeinstellung Profile für die Programme Aurora HDR und Capture One mit. Im seit September 2017 verfügbaren, Cloud-gestützten Lightroom CC lässt es sich nicht nutzen.

Die Bedienelemente fassen die wichtigsten Verwaltungs- und Entwicklungseinstellungen der Anwendung zusammen. Jede Aktion auf der Konsole ruft sofort das entsprechende Werkzeug in Lightroom auf. Die Tasten links unten

vergeben Bewertungen und Farbetiketten. Die übers Board verteilten Drehregler stellen Belichtung, Kontrast, Farbtemperatur und Tonung, Schatten und Lichter, Schwarz und Weiß, Sättigung und Dynamik ein. Der größte Regler heißt „Control Dial“, beim Vorgänger hieß er noch „Rotate/Crop“. Bei einer Drehung öffnet er in Lightroom nach wie vor das Werkzeug „Freistellen und gerade ausrichten“.

Besonders praktisch sind die Tasten unten links zum Kopieren und Einfügen von Entwicklungseinstellungen. Weitere Tasten nehmen Arbeitsschritte zurück, wechseln zwischen Vorher- und Nachher-Ansicht oder öffnen den Exportieren-Dialog. Ein großer Block oben steuert den HSL-Dialog mit Reglern für acht Farbbereiche, die jeweils Farbton, Sättigung oder Luminanz einstellen.

Die Tasten L1 bis L3 aktivieren Korrekturpinsel, Radial- und Verlaufsfilter. Früher lag an dieser Stelle nur eine Taste namens „Brush“. Die Tasten C1 bis C6 markieren Fotos als „abgelehnt“, „ausgewählt“ sowie „Schnellsammlung“ und steuern die Zoom-Ansicht. Sie lassen sich in der Treibersoftware konfigurieren.

## Feiner Tastsinn

Verglichen mit dem Vorgänger hat der Hersteller deutlich hochwertigere Schalter eingebaut, die viel besser ansprechen.

In der ersten Version verhakten sich die Tasten leicht, wenn man sie nicht richtig erwischt. Das Problem hat Loupedeck gelöst. Die Tasten klappern weniger. Selbst die sanfteste Berührung quittiert die Software mit einem Ereignis.

Die Tasten für Bewertungen und Farbmarkierungen tragen nun auch Beschriftungen für die Funktionstasten Shift, Control, Cmd, Alt und Tab. Die runden Tasten mit den Beschriftungen L1 bis L3 sowie C3 bis C6 kann man frei einrichten, muss sich die Belegung aber auch merken. Mehr Flexibilität bedeutet damit weniger Klarheit. Der Abstand zwischen maximal flexibler PC-Tastatur und hochspezialisiertem Loupedeck für Lightroom wird mit dem Loupedeck+ ein wenig kleiner.

Die Belegung für den Raw-Entwickler Capture One ist mehr als nur ein wenig beta. Von den 13 Drehreglern lösen nur diejenigen für Belichtung, Sättigung, Temperatur und Tonung etwas aus. Alle anderen bewirken lediglich ein Flackern in der Menüleiste, obwohl Capture One durchaus Regler für Schatten, Lichter und andere Standardfunktionen bietet.

Ähnliches gilt für die meisten Tasten: Sternebewertung ja, Farbetiketten nein. Auch die Bedienelemente des HSL-Blocks zeigten keine Reaktion. Der große Drehregler wechselt von Bild zu Bild – ebenso wie die Pfeiltasten. Mag sein, dass sich dies mit neueren Treiberversionen noch ändert, bisher ist die Konsole unter Capture One aber kaum zu gebrauchen.

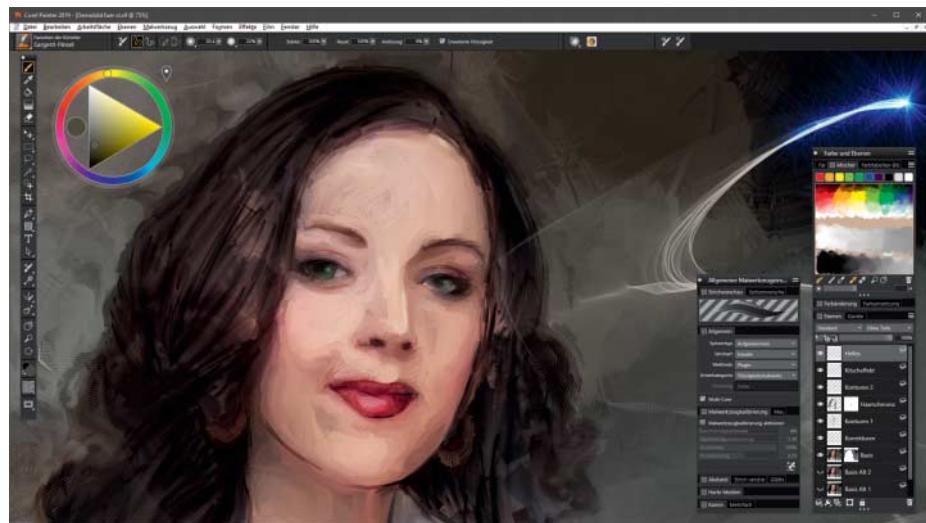
## Fazit

Das Loupedeck kann für den Lightroom-Workflow eine Freude sein und etliche lange Mauswege ersparen. Die Omnipräsenz der Bedienelemente kann zudem dafür sorgen, dass man zuvor selten angesteuerte Funktionen wie den HSL-Dialog häufiger benutzt und Lightroom somit umfassender einsetzt, als man es ohne Konsole tun würde. Die Tasten sind viel besser verarbeitet als beim Vorgänger. Trotz der Öffnung für andere Programme bleibt es aber ein Steuerpult für Lightroom.  (akr@ct.de) 

## Loupedeck+

Steuerkonsole	
Hersteller	Loupedeck, <a href="http://www.loupedeck.com">www.loupedeck.com</a>
Systemanforderungen	Windows ab 7, macOS ab 10.10
Preis	229 €

Anzeige



# Painter-Politur

## Malprogramm Painter 2019 für macOS und Windows

**Die Spezialität von Painter ist die Simulation realer Malwerkzeuge. In Version 2019 lockt Corel mit Neuerungen, die das Programm vor allem für Tablet-Anwender besser bedienbar machen.**

**Von Gerald Himmeltein**

Von jeher bietet Painter eine enorme Auswahl an realistischen Malwerkzeugen, darunter Ölfarben, Gouache und Acryl, flüssige Tinte und gleich drei Aquarell-Simulationen – insgesamt 541 Werkzeuge, die sich über Einstellungspalette bis ins letzte Detail anpassen lassen. Nach eingehender Erforschung der gebotenen Vielfalt kann man eine eigene Schwebepalette mit seinen Lieblingspinseln füllen.

Zusätzlich lassen sich Fotos zu Gemälden „klonen“, und das deutlich überzeugender als mit gängigen Photoshop-Plug-ins. Painter malt das Motiv mit fast jedem der bereitgestellten Malwerkzeuge nach, entweder vom Anwender geführt oder automatisch.

Die meisten Änderungen gegenüber der Vorversion sind kosmetischer Natur. Wieder einmal verspricht Corel schneller reagierende Malwerkzeuge, wovon im Test allerdings nicht allzu viel zu spüren

war. Der erweiterte Malwerkzeug-Cursor verschwindet jetzt, sobald der Stift zu malen beginnt. Das Farbschema „Dunkelgrau“ färbt die Paletten und Symbolleisten um, unter Windows bleiben Menüleiste und Fensterrahmen allerdings hell.

### Aus Liebe zu Tablets

Besitzern von Tablets mit Stiftbedienung kommt entgegen, dass das Zoom-Werkzeug jetzt auch Finger- und Zeigergesten kennt. Auch die größeren Symbole und Anpassungsregler sind vor allem für dieses Publikum interessant. Unter Windows wurde die Multitouch-Steuerung ausgebaut; zudem kann man die schwebende Farbauswahl jetzt auch dauerhaft auf der Arbeitsfläche ablegen (Strg+Alt+2).

36 Malwerkzeuge sind hinzugekommen; die meisten davon verteilen sich über die vorhandenen Kategorien. Die neue Kategorie „Stempel“ wirkt redundant: Sie ergänzt lediglich „Schlauch“ und „Musterzeichner“ um eine dritte Möglichkeit, Bitmaps zu versprühen.

Umwälzende Neuerungen sucht man vergeblich – das überrascht nicht, denn intern steht Painter bei Version 19. Wenn überhaupt, dann kann die Software zu viel: Einige Pinsel arbeiten mit flexiblen Borsensimulationen, andere mit in Echtzeit ausgeworfenen Partikelnetzen. Impasto

und „Dicke Farbe“ erzeugen plastisch erscheinende Striche; die Aquarell-Simulation fließt über welliges virtuelles Papier.

Als Gegengewicht führte Corel in den letzten Jahren Werkzeuge für schnelle Entwürfe ein – damit bedient Painter Grafikdesigner, für die realistische Simulationen weniger wichtig sind als gefällige Effekte. Hier fallen die Partikeleffekte aus dem Rahmen, die eher kitschig-digitale Akzente setzen, als in irgendeiner Form realistisch wirken zu wollen.

Genau dieses Publikum dürfte über diverse Eigenheiten des Programms stolpern. So verwendet Painter unter anderem für Tintenstriche, Aquarellpinsel und dicke Farbe dynamische Spezialebenen. Diese lassen sich weder spiegeln noch drehen, ohne dass sie zuerst zu Bitmap-Ebenen reduziert werden, was eine weitere Bearbeitung unmöglich macht.

Auch feiern mehrere Jahre alte Bugs fröhliche Urstände – minimierte Dokumente verschwinden hinter der Windows-Taskleiste; beim Zoomen entstehen kurzzeitige Linien-Artefakte; „Automatisch Malen“ stoppt immer noch, wenn sich ein anderes Programm in den Vordergrund drängt. Die Lokalisierung macht einen lustlosen Eindruck: Das „Datei“-Menü heißt auch unter Windows „Ablage“; Pinsel haben unsinnige Namen (u. a. „Leicht“ statt „Licht“). Übersetzungspatzer können Anwender selbst korrigieren, indem sie die XML-Dateien mit den lokalisierten Namen per Hand anpassen – sie liegen im Unterverzeichnis \Resources\19.0\DE des Painter-Programmordners.

### Fazit

Besitzer der 2018-Version finden wenig, was ein Upgrade rechtfertigen würde – Corel hält hier die Hand für Verbesserungen auf, die andere Hersteller kostenlos bereitstellen. Wer Painter auf einem Tablet mit Stiftbedienung einsetzt, dem kommen die Optimierungen der Oberfläche und die besser bedienbaren Regler sowie die skalierbaren Symbole entgegen. Wer vor Jahren Painter ausprobiert hat und ihm noch mal eine Chance geben will, wird hier bestens bedient. (akr@ct.de) **ct**

## Corel Painter 2019

Realistisches Malprogramm	
Hersteller	Corel, <a href="http://www.painterartist.com">www.painterartist.com</a>
Systemanforderungen	Windows ab 7, macOS ab 10.11
Preis	425 € (Upgrade: 220 €)

Anzeige



## Altmodische Zeitreise

**Square Enix schickt in Octopath Traveller acht Helden auf eine abenteuerliche Reise, die an alte SNES-Zeiten erinnert.**

Mehr Oldschool geht nicht: Passend zum Titel dürfen die Spieler acht verschiedene Helden und ihre Geschichten wählen, die sie im 16-Bit-Retrolook durch das fantastische Reich Orsterra führen. Pixel für Pixel wandern die Figuren durch die Landschaft, die Animationen sind spärlich und die Dialoge verlangen viel Geduld. Das einzige Zugeständnis an die Neuzeit ist ein stilvoller Unschärfeeffekt, der der Pixelgrafik etwas mehr räumliche Tiefe verleiht.

Ob man die Abenteuer gleichzeitig oder hintereinander erlebt, liegt ganz in den geduldigen Händen der Spieler. Da ist der edle Ritter, der den Tod seines Königs rächen will, eine Jägerin, die ihren Lehrmeister sucht, oder ein Zauberer, der einen Diebstahl aufklärt. Jede der acht Geschichten erzählt ein eigenständiges Abenteuer. Es gibt keine Überschneidungen.

Wenn sich der Spieler nur auf eine Story konzentriert, werden die anderen Helden als Helfer rekrutiert und die Spieldauer verkürzt sich erheblich. Hakt

er hingegen eine Geschichte nach der anderen ab, zieht sich das Spiel allzu sehr in die Länge. Die spannende Idee mit den unterschiedlichen Story-Ansätzen wird dann zur Fleißarbeit.

Ging es anfangs noch neugierig von einem Ort zum andern, stören spätestens dann die langen Wege, die technisch unspektakuläre Präsentation und die langatmigen Dialoge – das ist eine Spur Retro zu viel.

Typisch für diese spezielle Form des japanischen Rollenspiels (JRPG) sind die knackigen Rundenkämpfe. Unterwegs haben es reihenweise Monster oder Wegelagerer auf die Abenteurer abgesehen, die man in genretypischen Kampfarenen bezwingen muss. Statt einfach draufloszuschlagen, sollten die Spieler zuvor die Schwächen der Feinde analysieren. Sobald man nämlich deren Rüstungen durchbrochen hat, können sich die Gegner eine Runde lang nicht verteidigen – ein cleverer Dreh im ansonsten anstaubten Kampfsystem. Nach und nach steigen die Helden in neue Level auf. Attributpunkte für Leben oder Stärke verteilt das Spiel automatisch, nur bei der Ausrüstung hat der Spieler freie Wahl.

Mit dem stilsicheren Retrokonzept richtet sich Octopath Traveler in erster Linie an Fans von JRPG-Klassikern wie Chrono Trigger. Das Abenteuer ist umfangreich, hat ein paar clevere Ideen und verwöhnt mit einem prächtigen Soundtrack. Das langsame Spieltempo hinkt jedoch aktuellen Rollenspielen hinterher. Wer die Geduld aufbringt, darf sich auf etwa 40 Stunden mit diesem liebevoll gestalteten Retroabenteuer freuen.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

## Octopath Traveller

Japanisches Rollenspiel	
Vertrieb	Square Enix, <a href="http://octopathtraveler.nintendo.com">octopathtraveler.nintendo.com</a>
System	Switch
Preis	60 € (USK 12)



## Im Roboterhotel

**Im atmosphärischen Puzzlespiel „The Spectrum Retreat“ muss der Spieler dem Geheimnis eines Hotels auf die Spur kommen, das von Robotern geleitetet wird.**

Der Spieler erwacht im Penrose-Hotel, einem gewaltigen Bau mit endlosen Fluren. Betrieben von Roboter-Butlern und geleitet vom mysteriösen Direktor, ist es nicht der Ort, den es zu sein vorgibt. Gelenkt von einer Frauenstimme streift der Spieler durch das Hotel, um dessen Geheimnis zu lösen. Die gesperrten Bereiche des Hauses sehen nach purer Science-Fiction aus.

Um die Geheimräume zu erkunden, muss der Spieler Barrieren beseitigen, indem er komplexe Rätsel löst und farbige Kuben in die richtige Reihenfolge bringt. Unterwegs sammelt er Würfel ein, die stückweise die Natur des Penrose enthüllen. Die Rätsel wurden gut ausbalanciert. Jeder Raum bietet gerade so viele bewegliche Teile, dass man viel herumprobieren muss, ohne dabei frustriert zu werden.

Das solide Rätselspiel stammt vom 20-jährigen Briten Dan Smith. Bereits vor zwei Jahren wurde er für den Prototyp mit dem BAFTA für junge Entwickler ausgezeichnet. Das nun fertige Spiel erfindet das Genre allerdings nicht neu, es erinnert stark an das bekannte „The Talos Principle“. So fehlt The Spectrum Retreat eine Verbindung zwischen den Rätseln, der Story und den Charakteren; das Hotel dient lediglich als hübscher Rahmen für die Puzzles. Der Preis ist für etwa vier Stunden Rätselspaß aber angemessen.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

## The Spectrum Retreat

Puzzle-Spiel	
Vertrieb	Ripstone Games, <a href="http://ripstone.com">ripstone.com</a>
Systeme	Windows ab 10, PS4, Xbox One, Switch
Preis	13 €



## Finsternes Endspiel

**Die nordische Banner Saga endet im dritten Teil mit gewaltigem Getöse und harten Rundenkämpfen, die den Spieler um das Schicksal von Alette und ihren Mitstreitern zittern lassen.**

Wer Freund ist und wer Feind, lässt sich bei Banner Saga 3 noch schwerer ausmachen als in den 2014 und 2016 erschienenen Vorgängern. Die Bogenschützin Alette zieht mit einer Horde von Clan-Kriegern und wechselnden Verbündeten durch ein verwüstetes Fantasy-Nordland, um die Bewohner vor einer ominösen Dunkelheit zu retten. Dazu muss sich Alette dem machtgierigen Krieger Rugga stellen sowie diversen Clan-Chefs der Großstadt Arberrang, die zu Beginn von Mutantenhorden belagert wird.

Die deutschen Dialoge sind hervorragend geschrieben, wenn auch leider nicht vertont. Die Antworten sollte man stets mit Bedacht wählen, denn die Gesprächspartner erweisen sich als vielschichtige und selbstbewusste Persönlichkeiten: Die wortkarge Oddleif ist rasch gekränkt, der sensible Lanzenträger Tryggvi sehnt sich nach Zuwendung, und wer die gehörnten Varl-Krieger düpiert,

sollte sich über deren schwindende Waffentreue nicht wundern.

Für die schachbrettartigen Rundenkämpfe wählt man zusätzlich zu den Helden weitere Mitstreiter aus, die man im Spielverlauf aufrüsten und hochleveln darf. Eine ausgewogene Mannschaft ist wichtig für den Sieg, denn die Gegner sind bereits auf der zweiten der drei Schwierigkeitsstufen derart stark, dass man um das Leben wertgeschätzter Nebenfiguren bangt. Neu hinzugekommen sind wellenweise angreifende Gegner sowie eine spezielle Zauberkraft nach gelungenem Totschlag. Die Wegfindung ist jedoch nach wie vor miserabel und lässt Yver, Alette und Konsorten mitunter durch Lavapützen stiefeln. Wenn die Figuren auf dem Schlachtfeld allzu dicht gedrängt stehen, kann man in die Szene hineinzoomen. Generell ist Vorsicht geboten, denn Befehle lassen sich nicht widerrufen.

Dank der unterschiedlichen Kampfstile und zig Zusatzkräften bleiben die Kämpfe einigermaßen abwechslungsreich. Bei der Regie hat sich das texanische Stoic Studio selbst übertragen: Die hübschen Zwischensequenzen sorgen mit ihrer mitreißende Geräuschkulisse für Spannung. Jederzeit kann ein plötzliches Ereignis die aufgeregten Gespräche jäh unterbrechen.

Die meisterliche Verknüpfung von Story, Figurenentwicklung und Kampf machen das rund 20-stündige letzte Kapitel der Banner Saga zu einem Pflichttitel für alle Kenner der Serie. Neulinge sollten unbedingt die Trilogy-Edition kaufen und zunächst die ersten beiden Teile spielen, andernfalls verstehen sie nur Bahnhof. (Peter Kusenberg/hag@ct.de)

## Banner Saga 3

Taktik-Rollenspiel	
Vertrieb	Versus Evil, <a href="http://bannersaga.com">bannersaga.com</a>
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.7, PS4, Xbox One, Switch
Preis	25 €



## Da fliegt das Blech weg

**In Wreckfest geht es nur um eines: so viel Blechschaden wie möglich zu produzieren.**

Nach langer Entwicklungszeit schickt das finnische Studio Bugbear sein Rennspiel auf die Schotterpiste. Der Spieler wählt aus 22 aufwendig gestalteten Fahrzeugen, die von amerikanischen Muskelmaschinen über elegante Europäer bis zu japanischen Flitzern reichen. Deren Leistung lässt sich mit neuen Fahrzeugteilen aufrüsten. Vor allem an der Panzerung sollte man nicht sparen, sonst wird aus einem stolzen Mustang in wenigen Minuten ein Klumpen moderner Kunst. Die hauseigene Engine ROMU beeindruckt mit ihrer Grafik und Schadensphysik. Einzig auf Regen und Schnee muss man verzichten.

Auf Einzelspieler warten fünf Meisterschaften mit jeweils zehn Veranstaltungen. Die Modi reichen von Rennen auf erdigen Pisten über „Last Man Standing“-Kämpfe bis hin zu Rasenmäher-Duellen. Die computergesteuerten Gegner sollte man nicht unterschätzen, sie halten die Rennen bis zur Ziellinie spannend. Online treten bis zu 24 Fahrer gegeneinander an; die Rennen liefen im Test sauber und schnell. Wer will, kann eigene Online-Server mit bis zu 23 Strecken aufsetzen. Ein Split-Screen-Modus fehlt jedoch.

Wreckfest lässt sich nicht nur per Gamepad, sondern auch mit zahlreichen Lenkrädern steuern. Insgesamt richtet sich das unterhaltsame Rennspiel mit seinen kurzen Strecken eher an Spaßraser als an Simulationsprofis.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

## Wreckfest

Rennspiel	
Vertrieb	THQ Nordic, <a href="http://wreckfestgame.com">wreckfestgame.com</a>
Systeme	Windows ab Vista, PS4, Xbox One
Preis	45 €

# Undichte Stelle

## Mobilcom verweigert Gewährleistung für Smartwatch

**Korrosionsschäden an einer wasserdichten Smartwatch sollten eigentlich ein Garantiefall sein. Nicht so jedoch bei LG.**

**Von Tim Gerber**

Vorletzten Sommer legte sich Alexander S. eine Smartwatch vom Typ LG Watch Urbane für 180 Euro zu. Mit der Uhr war er ganz zufrieden, bis sie Ende vergangenen Jahres ihren Geist aufgab und auf ihrem Display nur noch orange Streifen zu sehen waren. Deshalb schickte Alexander S. sie an den Hersteller LG, der sie Anfang Februar zurückschickte. Laut Reparaturbericht des LG Servicecenters in Polen wurde das Mainboard der Uhr getauscht.

Zurück bei ihrem Besitzer funktionierte die Uhr nur wenige Tage. Bereits nach kurzer Zeit zeigte sich dasselbe Bild: wieder erschienen orange Streifen auf dem Display. Also sandte Alexander S. die Uhr ein zweites Mal zum Hersteller, der abermals das Mainboard tauschte und die Uhr Anfang März an den Kunden zurückschickte. Doch auch diesmal war die Freude über die gegückte Reparatur nur von kurzer Dauer. Wieder fiel nach nur wenigen Tagen das Display aus und zeigte die bekannten orangen Streifen.

Nun verlangte Alexander S. eine funktionierende Ersatzuhr oder den Kaufpreis zurück, schließlich hatten zwei Reparaturversuche nichts gefruchtet. Doch LG verwies ihn an seinen Vertragshändler, den zum Freenet-Konzern gehörenden Webshop von Mobilcom, über den Alexander S. die Smartwatch erworben hatte. Zur Begründung schrieb ihm LG: „Eine eventuelle Bitte um Rücknahme beziehungsweise Austausch eines Gerätes muss immer zwischen den Vertragspartnern Käufer und Verkäufer geklärt werden. Wir müssen Sie daher leider für alle Fälle außer einer Prüfung an Ihren Händler verweisen,



da wir uns nicht in einen Kaufvertrag zweier anderer Parteien einmischen können. Dieser kann im Rahmen der gesetzlichen Gewährleistung einen Retourenantrag wegen gescheiterter Mehrfachreparatur an seinen Lieferanten stellen. Es wird dann auf Gutschrift oder Umtausch geprüft.“

Also wandte sich Alexander an Mobilcom. Von dort hieß es dazu, er solle die Uhr zunächst einschicken. Nach Eingang der Uhr werde er sein Geld erhalten, teilte man ihm am Telefon mit. Also sandte Alexander S. die Uhr am 23. April an Mobilcom und wartete nun auf sein Geld. Doch

stattdessen erhielt er am 18. Mai die Nachricht, seine Uhr befindet sich beim Hersteller und sei dort geprüft worden. Es liege ein Wasserschaden vor, deshalb sei die Reparatur auf Garantie seitens LG abgelehnt worden. Er werde demnächst einen Kostenvoranschlag erhalten.

Prompt wandte Alexander S. ein, dass die Uhr doch als staub- und wasserdicht zertifiziert sei und er mit ihr nie schwimmen oder gar tauchen gewesen sei. Der angebliche Wasserschaden an der wasserdichten Uhr könne also nur auf einem Fehler des Herstellers beruhen.

Doch die Proteste halfen nichts. Ende Mai erhielt er den angekündigten Kostenvoranschlag von Pro Repair im Auftrag von Mobilcom. Demnach sei am genannten „Telefon“ ein Korrosionsschaden durch eingetretene Flüssigkeit festgestellt worden, der durch die Herstellergarantie nicht gedeckt sei. Eine Reparatur sei wirtschaftlich nicht mehr möglich. „Sie können sich gern in jeder Mobilcom-Debitel Filiale zum Neukauf eines Gerätes beraten lassen“, hieß es weiter. Für die Rücksendung seiner Uhr sollte Alexander S. gar eine Pauschale von 20 Euro berappen.

Auf seine Intervention erhielt der Kunde am 30. Mai eine weitere Nachricht inklusive zweier Fotos zum Beweis des angeblichen Wasserschadens. Die von ihm gewünschte Kaufpreiserstattung könne erst nach Prüfung durch Mobilcom und mindestens zwei Reparaturversuchen durch diese erfolgen, hieß es nun. Bei der Prüfung sei ein Feuchtigkeits-beziehungsweise Korrosionsschaden festgestellt worden. Wodurch dieser entstanden sei, werde nicht durch das Repaircenter von Mobilcom bewertet. Eine Reklamation der Vorreparaturen oder nicht eingehaltener Garantiezusagen in Bezug auf den Feuchtigkeitsschutz könne nur bei dem Hersteller selbst erfolgen. „Laut den uns übermittelten Herstellervorgaben handelt es sich nicht um einen Garantiefall.“

Nun wusste sich Alexander S. keinen Rat mehr und wandte sich an die Redaktion der c't. Wir baten zunächst am 21. Juni die Pressestelle von Mobilcom um Auskunft zu der Frage, warum die gesetzliche Gewährleistung verweigert wird. Schließlich haftet der Verkäufer unabhängig vom Hersteller zwei Jahre lang für Sachmängel. Angesichts der Vorgeschiede spricht einiges dafür, dass der Mangel

schon vorgelegen hat, als die Uhr verkauft wurde. Anders sind Korrosionsschäden an den vergoldeten Kontakten einer wasserdichten Uhr kaum zu erklären.

Zunächst stellte uns die Pressestelle von Mobilcom am 29. Juni in Aussicht, prüfen zu wollen, wie man Alexander S. helfen können. Nachdem wir innerhalb des angekündigten Zeitrahmens keine weitere Nachricht erhalten, hakten wir am 9. Juli nach. Darauf hieß es am 11. Juli, die endgültige Lösung in der Sache werde

noch etwas Zeit in Anspruch nehmen. „Wir möchten Ihnen jedoch auf diesem Wege mitteilen, dass wir in der Sache aus Kulanz und ohne Anerkennung einer Rechtspflicht im Sinne von Herrn S. entscheiden werden“, hieß es in der Mail weiter.

Zugleich fragten wir bei LG an und wollten unter anderem wissen, wie man sich dort die Garantieabwicklung vorstellt und warum der Konzern die Erstattung des Kaufpreises verweigert. Am 16. Juli teilte uns Unternehmenssprecher Klaus Petri mit, dass man sich „aus rechtlichen Gründen“ nicht in die Reklamationsabwicklung eines Dritten, also Mobilcoms, einmischen könne. Durch Garantie abgedeckt seien nur Schäden, bei denen kein Fehlverhalten in der Nutzung vorliege. Das zu klären sei inzwischen jedoch praktisch unmöglich, da LG die Uhr nicht vorliege und sie bereits an anderer Stelle geöffnet worden sei.

Auf die Frage, warum die Korrosion an den Kontakten nicht bei den Reparaturen aufgefallen sei, wies Petri darauf hin, dass die Uhr im Februar und März bei LG gewesen sei. Jetzt sei schon Juli. LG könne also nicht beurteilen, was zwis-



Auch nach zweimaligem Reparaturversuch zeigt die Smartwatch LG Urban von Alexander S. nur orange Streifen.

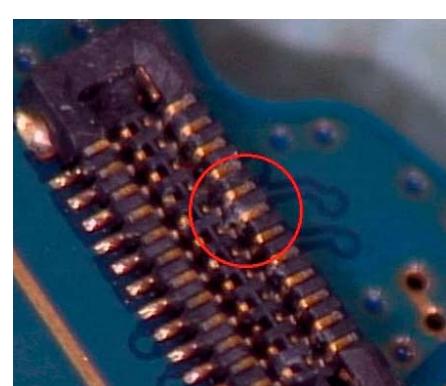
schenzeitlich mit der Uhr passiert sei. Seinen Anspruch auf Kaufpreiserstattung müsse der Kunde „aus rechtlichen Gründen“ beim Verkäufer geltend machen, „LG hat und hatte keine direkten Geschäftsbeziehung mit dem Kunden, kann daher auch keine Beträge zurückerstatte, die wir direkt nie erhalten haben“, meint der Konzernsprecher.

## Nachgelesen

Die Auffassung von LG steht allerdings im Widerspruch zum Gesetz, namentlich Paragraph 443 des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB). Nach dessen Absatz 1 stehen dem Käufer Ansprüche aus einer Garantie gegenüber demjenigen zu, der die Garantie gegeben hat. Und Absatz 2 regelt die gesetzliche Vermutung, dass ein während der Garantiezeit auftretender Sachmangel die Rechte aus der Garantie begründet. LG müsste also beweisen, dass der Schaden durch eine fehlerhafte Behandlung der Uhr durch Alexander S. verursacht wurde.

Dass sich Hersteller zur Rückerstattung gern ihrer Distributoren bedienen, hat keine rechtlichen, sondern organisatorische Gründe. Dagegen spricht grundsätzlich auch nichts. Schließlich kann es dem Kunden im Ergebnis egal sein, von wem er sein Geld zurückbekommt.

Leider versuchen solche Gespanne wie hier LG und Mobilcom zu oft, Kunden mit mehr oder minder frei erfundenen „rechtlichen Gründen“ ins Boxhorn zu jagen und sie um die ihnen zustehenden Rechte zu bringen. Ganz besonders, wenn ein Mangel wie hier gegen Ende der Garantie- und Gewährleistungsfristen auftritt. Kurz vor Redaktionsschluss teilte Alexander S. mit, dass ihm Mobilcom nun doch den Kaufpreis der Uhr erstattet habe. (tig@ct.de) **ct**



Ein Wasserschaden an der wasserdichten Uhr soll zu Korrosion an den Kontakten geführt haben – Garantie ausgeschlossen.

# Drei-Klassen-Gesellschaft

## DisplayHDR: VESA-Standard für kontrast- und farbstarke Monitore

**Bislang wird HDR vor allem für Videos am großen Fernsehschirm genutzt, jetzt sollen auch Monitore und Notebooks von der kontrastreicherer Darstellung profitieren.**

**Von Ulrike Kuhlmann**

**H**igh Dynamic Range (HDR) stellt an Displays spezielle Anforderungen: Sie müssen besonders dunkle Schwarzwerte und besonders helle Lichter zeigen und sehr satte Farben. Außerdem müssen sie die Videosignale mit 10-Bit-Auflösung pro Farbkanal entgegennehmen.

Damit HDR auch am PC besser genutzt werden kann, hat die Video Electronic Association (VESA) einen eigenen HDR-Standard für PC-Monitore und Notebooks vorgestellt. Er ergänzt das für Fernseher konzipierte HDR10 um eigene Kriterien. Inzwischen sind die ersten kompatiblen Monitore im Handel.

Im HDR-Standard für Monitore definiert die VESA drei Klassen: Einstiegsgeräte (DisplayHDR 400), die Mittelklasse (DisplayHDR 600) und High-End-Monitore (DisplayHDR 1000) müssen unterschiedliche Anforderungen in zehn Kategorien erfüllen.

### Schwarz und Weiß

Die Klassenbezeichnung bezieht sich auf die erforderliche Leuchtdichte auf einem zu 10 Prozent weißen Bild – die Latte liegt bei HDR 1000 mit 1000 cd/m<sup>2</sup> sehr hoch, herkömmliche Displays bleiben üblicherweise unter 500 cd/m<sup>2</sup>. Diese Spitzenhelligkeit setzt ebenso wie der geforderte Schwarzwert von 0,05 cd/m<sup>2</sup> voraus, dass das Backlight lokal gedimmt wird.

Für jede Leuchtdichtemessung hat die VESA Testbilder spezifiziert: Mit dem sogenannten Center-Patch-Test wird die Spitzenhelligkeit auf einem kleinen Segment (10 Prozent Weiß) gemessen. Von ihr profitiert man am Monitor beispielsweise bei der Wiedergabe von HDR-Fotos. In Spielen und Filmen sind es dagegen Sequenzen wie Explosionen, bei denen der Schirm kurzzeitig gleichmäßig hell werden muss. Dafür ermittelt man die Leuchtdichte auf einem für zwei Sekunden weiß aufleuchtenden Bildinhalt. Wer sein Notebook oder seinen Monitor in heller Umgebung nutzt, braucht wiederum über längere Zeit eine möglichst hohe Schirmleuchtdichte. Dieser Wert wird auf einem komplett weißen Standbild ermittelt. Gemessen wird 30 Minuten lang einmal pro Minute in der Bildmitte; alle 30 Messwerte müssen über dem Mindestlevel der jeweiligen Klasse liegen.

Die Angabe „Weiß“ bezieht sich bei allen Testprozeduren auf CIE D65 für Tagessicht mit einer Farbtemperatur von 6500 Kelvin. Alle statischen Testbilder soll der Monitor 30 Minuten lang anzeigen: Die VESA geht davon aus, dass even-

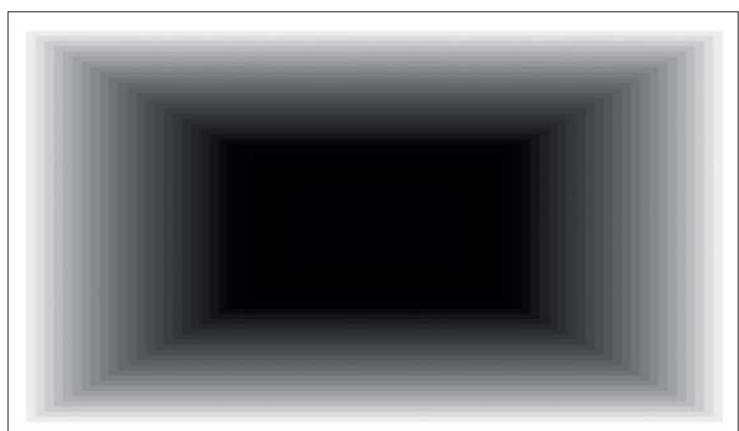
tuelle Probleme durch Überhitzung spätestens innerhalb dieser Zeit auftreten.

Der Schwarzwert wird auf einem schwarzen Bildinhalt gemessen, der in den vier Ecken kleine helle Boxen enthält. Die Boxen haben dasselbe Seitenverhältnis wie der komplette Schirm und zeigen statt Vollweiß ein helles Grau. Sie sollen verhindern, dass sich das Backlight während der Messung komplett abschaltet und so ein unrealistischer Schwarzwert vorgegaukelt wird.

Die auch für HDR10 geforderte 10-Bit-Farbauflösung nebst Backlight-Dimming wird anhand des Tunnel-Testbilds überprüft: ein 32-stufiger Grauverlauf, der von Hellgrau zu einem tiefschwarzen Kasten in der Mitte führt. Gemessen wird in der Bildmitte innerhalb der ersten fünf Sekunden nach Anzeige der Grautreppe. Wie bei allen anderen Messungen soll das Display zuvor 60 Sekunden lang ein komplett schwarzes Bild anzeigen, um es in einen definierten Ausgangszustand zu bringen. Das geforderte Ergebnis des Tunneltestbilds ist für alle drei Monitorklassen identisch: Die schwarze Box darf höchstens mit 0,1 cd/m<sup>2</sup> schimmern.

### Farbe und Schaltzeiten

Supersatte Farben gefallen, sie sind für DisplayHDR aber keine Pflicht: Während die unterste Klasse nur 95 Prozent des Videofarbraums BT709 abdecken muss – er entspricht ungefähr sRGB –, sind es bei DisplayHDR 600 und 1000 mindestens 99 Prozent. Das fehlende Prozent ist der Abdeckung geschuldet: Der angezeigte Farbraum kann durchaus größer sein, aber nicht 100-prozentig mit BT709 übereinstimmen. Der deutlich größere Farbraum DCI-P3 ist eine Vorstufe des mit 4K-TVs angestrebten BT2020; er deckt sRGB und AdobeRGB komplett ab. Für die 400er-Klasse bleibt ein derart großer



**Am Tunnel- testbild lässt sich sehr schnell erkennen, wie gut das Display Grau- stufen auf- lösen kann.**

## Zuspieler für DisplayHDR

DisplayHDR stellt nicht nur an die Displays, sondern auch an PCs und Notebooks Anforderungen. So muss darauf mindestens Windows 10 Creators Update in Version 1703 (Build 15063 oder höher) installiert sein und eine Grafikkarte von AMD (Radeon Rx 5 und Rx Vega) oder Nvidia (Geforce 1000) im Rechner stecken. Bei integrierter Intel-Grafik müssen eine CPU ab der 7. Generation mit HD Graphics 630 (alle Core i5 und i7 sowie mobile Core i7 der Gen 7) sowie ein Intel-Grafiktreiber ab Version 15.60.4832 vorhanden sein. Für MacOS liefert die VESA aktuell keine Mindestbedingungen.

Farbraum unerreicht, die Klassen 600 und 1000 müssen aber mindestens so satte Farben zeigen, dass sie DCI-P3 zu 90 Prozent abdecken. Hierfür nutzen die Hersteller derzeit spezielle Phosphore an den LEDs oder Quantenpunkte im Backlight. Die Farbkoordinaten ermittelt man auf schirmfüllenden roten, grünen und blauen Testbildern.

Ohne globales oder lokales Dimmen der Hintergrundbeleuchtung (Backlight) können LC-Displays keine ausreichend hohen Kontraste erreichen. Dafür müssen sie zugleich flink genug auf schnelle Helligkeitswechsel reagieren können, also kurze Schaltzeiten haben. Allerdings sehen die Display-Hersteller eine Hysterese in der Backlight-Ansteuerung vor, um Bildflimmern durch das Dimmen des Backlights bei sehr schnellen Helligkeitswechseln zu vermeiden. Diese Hysterese hat laut VESA den größten Anteil an der Latenz bei Helligkeits- respektive Bildwechseln. Die Verzögerung stört insbesondere beim Spielen, sie kann aber auch bei schnellen Mausbewegungen nerven (der Gummibandeffekt).

Erstaunlicherweise wird die Latenz im Standard zwar ausführlich beschrieben, aber nicht nachgeprüft. Einzig die Schaltzeit des Panels ist Teil der Testprozedur: Gemessen wird die Rise-Time (der Helligkeitswechsel von Schwarz nach Weiß) auf einem zu 10 Prozent weißen Bildinhalt. Allerdings sind blickwinkelstabile Displays fast ausschließlich „normally black“ und bei ihnen ist der

lahmre Schaltvorgang derjenige von Weiß nach Schwarz. Es scheint, als habe sich die VESA bei den Schaltzeitenmessungen sehr an den Bedürfnissen der Displayhersteller statt an denen der Nutzer orientiert.

Das Display muss die Videodaten von der Grafikkarte oder dem Grafikchip mit 10 Bit entgegennehmen. Im Idealfall werden sie in derselben Farbauflösung durch die gesamte Verarbeitungskette bis zum Panel weitergeleitet. Echte 10-Bit-Panels nebst passendem Controller sind allerdings sehr teuer und deshalb Spezialmonitoren etwa in der professionellen Bildbearbeitung vorbehalten. Deshalb fordert die VESA bei DisplayHDR, die Videodaten intern mit mindestens 8 Bit zu verarbeiten und auszugeben – 6-Bit-Panels mit FRC (Frame Rate Control), wie man sie noch häufig in Notebooks antrifft, verbieten sich hier also. Für die HDR-Klassen 600 und 1000 müssen die Signale intern mit mindestens 8 Bit + FRC, besser mit 10 Bit, bis zum TCON (Timing Controller) und den Treiberstufen am LC-Panel weitergereicht werden. Messen kann man die interne Signalverarbeitung von außen zwar nicht, aber an speziellen Grautestbildern überprüfen.

## Ausblick

Auch für HDR10 am TV, das alle drei DisplayHDR-Klassen unterstützen müssen, ist Backlight-Dimming erforderlich – allerdings nur bei LCDs, denn im OLED lassen sich die Pixel ohnehin einzeln dimmen. Leider gibt es derzeit keine PC-Monitore mit organischem Display: Dells UP3017Q war nur sehr kurz auf dem



DisplayHDR hat ein eigenes Logo bekommen, mit dem Monitorhersteller künftig ihre Geräte schmücken können.

Markt und wurde schnell durch ein LCD-Modell ersetzt.

Mit dem von der VESA veröffentlichten Satz von Testprozeduren können die Hersteller ihre Geräte selbst zertifizieren und Nutzer, Tester von Hardware und der Handel die Zertifikate überprüfen. Auch c't wird diese Routinen künftig beim Test von HDR-Monitoren nutzen. Die Testtools stellt Microsoft unter <https://displayhdr.org/> bereit.

Falls die Displaytechnik wesentlich verbessert wird oder es beispielsweise irgendwann doch (wieder) OLED-Monitore gibt, kann der DisplayHDR-Standard um neue Klassen erweitert werden. Zu den Mitgliedern, die aktiv an der Entwicklung mitgewirkt haben, gehören LG, Samsung, Dell, HP und Lenovo ebenso wie AMD, Nvidia, Intel und Microsoft. Insofern darf man wohl davon ausgehen, dass sich DisplayHDR tatsächlich als Standard etablieren wird.

(uk@ct.de)

## DisplayHDR für PC-Monitore und Notebooks

HDR-Klasse	DisplayHDR 400	DisplayHDR 600	DisplayHDR 1000	Testsequenz
<b>Weißpegel</b>				
Peak-Leuchtdichte min.	400 cd/m <sup>2</sup>	600 cd/m <sup>2</sup>	1000 cd/m <sup>2</sup>	weiße Box auf schwarzem Grund
Flash-Leuchtdichte min.	400 cd/m <sup>2</sup>	600 cd/m <sup>2</sup>	1000 cd/m <sup>2</sup>	für 2 Sekunden komplett weißer Bildinhalt
konstante Leuchtdichte min.	320 cd/m <sup>2</sup>	350 cd/m <sup>2</sup>	600 cd/m <sup>2</sup>	für 30 Minuten komplett weißer Bildinhalt
<b>Schwarzpegel</b>				
Schwarzwert mit aktivem Backlight max.	0,4 cd/m <sup>2</sup>	0,1 cd/m <sup>2</sup>	0,05 cd/m <sup>2</sup>	schwarzer Bildinhalt mit kleinen hellen Boxen in den Ecken
Schwarzwert für Realkontrast max.	0,1 cd/m <sup>2</sup>	0,1 cd/m <sup>2</sup>	0,1 cd/m <sup>2</sup>	schwarze Box in Grautreppe
<b>Farben und Ansteuerung</b>				
Farbraumabdeckung BT709 min.	95 %	99 %	99 %	Farbtreppen
Farbraumabdeckung DCI-P3 min.	-	90 %	90 %	Farbtreppen
Farbsignalverarbeitung intern	10 Bit	10 Bit	10 Bit	Farbtreppen
Ansteuerung Pixeltransistoren min.	8 Bit	8 Bit	8 Bit	Farbtreppen
<b>Schaltzeiten</b>				
Schwarz nach Weiß max.	8 frames	8 frames	8 frames	weiße Box auf schwarzem Grund

# Mehr ist mehr

## FritzOS 7: Erste Messungen und Testerfahrungen

**AVM hat die neue Hauptversion 7 seines Router-Betriebssystems FritzOS herausgebracht. Im c't-Labor erfreute das kostenlose Update mit einer Vielzahl neuer Funktionen und deutlich mehr Leistung bei NAS-Zugriffen. Doch streng genommen ist FritzOS 7 noch nicht mal ganz fertig.**

Dušan Živadinović

Mit dem neuen FritzOS 7 hat AVM sein Router-Betriebssystem grundlegend renoviert. Insgesamt 77 Neuerungen und Verbesserungen in den Bereichen WLAN, Mesh, Smart Home, Telefonie und Internet führt der Hersteller auf. Als erste haben das Update die Fritzbox-Modelle 7590 und 7580 erhalten; installierte Router sollten nun im Menü darauf hinweisen, dass es erhältlich ist. Falls nicht, können Sie es von AVMs Server herunterladen (siehe

ct.de/ymzt). Den aktuellen Entwicklungsstand wollen die Berliner wie üblich schrittweise für weitere Produkte nachreichen.

Wir haben die wichtigsten Verbesserungen auf einer Fritzbox 7590 unter die Lupe genommen: Optisch auffällig ist die weiter vereinheitlichte und vereinfachte Netzwerkverwaltung: Die Fritzbox zeigt als grafische Heimnetzübersicht alle mit ihr verbundenen Geräte an. Gehören diese zur AVM-Familie, dann kann man zentral Firmware-Updates auf Repeatern, Powerline-WLAN-Adapttern und Fritz-Telefonen anstoßen.

Weil die Box nun im 5-GHz-Band im Hintergrund lauscht, kann sie schneller pflichtgemäß auf einen freien Kanal springen, wenn sie ein Radarsignal detektiert (Zero-DFS). Das HAN-FUN-Protokoll für Smart Home hat AVM erweitert, sodass die Box auch Sensoren und Aktoren anderer Hersteller ansprechen kann.

Eine dringend erwartete Optimierung betrifft den NAS-Zugriff auf USB-Speicher über LAN: Dieser soll bei NTFS-formatierten Speichern deutlich schneller ge-

worden sein. Wir haben an einer Fritzbox 7590 mit USB-3.0-SSD und per LAN gekoppeltem Windows-10-Notebook nachgemessen.

### NAS-Beschleuniger

Mit FritzOS 6.92 schaffte die 7590 über eine Windows-Freigabe noch dürftige 26 MByte/s beim Lesen und 11 MByte/s beim Schreiben einer 1,2 GByte großen Datei. FritzOS 7 verdoppelt die Raten annähernd – nun sind es 53 MByte/s beim Lesen und 24 MByte/s beim Schreiben. Damit greift sie auf NTFS-Freigaben so schnell wie auf VFAT/FAT32-Freigaben zu. Bei Ext4-formatierten Freigaben ist die 7590 noch ein Quäntchen schneller. Unter Strich erreicht sie nun das Niveau von 100-Euro-NAS-Gehäusen des Jahrgangs 2015. Aktuelle Einsteiger-NAS wie das DS218j sind schneller.

Auch im FritzOS 7 steckt der veraltete Samba-Server 3.0.37 vom Oktober 2009, der nur das anfällige und langsame SMB1 spricht. Netzwerkspeicher nutzen seit langem SMB2 und SMB3. Manche Windows-Versionen muss man nach der Installation erst dazu überreden, SMB1 zu nutzen. Falls Ihr Windows die Fritzbox nicht findet, geben Sie in der PowerShell ein: `Enable-WindowsOptionalFeature -Online -FeatureName smb1protocol`.

Schon mit älteren FritzOS-Versionen liefen Fritzboxen auch als Mesh-WLAN-Repeater. Mit FritzOS 7 arbeiten sie parallel auch als Telefonie-Repeater, egal ob sie per LAN oder WLAN gekoppelt sind [1].

Dafür übernimmt eine Box von ihrem Mesh-Master nicht nur die WLAN-, sondern auch die Telefonie-Einstellungen. Sie reagiert dann auf dieselben Rufnummern wie die Hauptbox – das Fritzbox-Mesh wird zu einer verteilten Telefonanlage. Mit älteren FritzOS-Versionen lässt sich diese Funktion nur sehr umständlich konfigurieren.

Mit den IEEE-Spezifikationen 802.11k (Radio Management) und 11v (BSS Transition) hilft FritzOS kompatiblen Clients in Mesh-WLANs beim Zellenwechsel. FritzOS 7 zeigt an, welche Clients diese IEEE-Funktionen an Bord haben. Betreiber von Cafés, Restaurants oder Arztpraxen dürfte freuen, dass sie das Gastnetz auch als unverschlüsselten Hotspot einrichten können. Dazu kann man im FritzOS-Menü wie bisher eine Vorschaltseite gestalten und etwa Nutzungsbedingungen aufführen. Kunden sehen sie dann beim erstmaligen Anmelden im Browser.

The screenshot shows the Fritz!Box 6890 LTE's Online-Monitor interface. It displays the following information:

- DSL-Verbindung:**
  - DSL: verbunden, + 99,7 Mbit/s ↑ 41,0 Mbit/s
  - Internet, IPv4: verbunden seit 27.07.2018, 12:25 Uhr, Telekom  
IPv4-Adresse: 217.239.6.157
  - Internet, IPv6: verbunden seit 27.07.2018, 12:25 Uhr, Telekom  
IPv6-Adresse: 2003:c0:8fff:268fe:228:6dff:fe79:b75c/64, Gültigkeit: 14234/16345  
IPv6-Präfix: 2003:c0:8f26:8f00::/56, Gültigkeit: 13910/13105
  - Genutzte DNS-Server: 217.0.43.1, 217.0.43.193, 2003:180:2:4000::1:0:53, 2003:180:2:3000::1:0:53
- Mobilfunk-Verbindung:**
  - LTE: verbunden, + 35,9 Mbit/s ↑ 13,9 Mbit/s
  - Internet, IPv4: verbunden seit 27.07.2018, 12:25 Uhr, Telekom  
IP-Adresse: 10.19.82.159
  - Genutzte DNS-Server: 10.74.210.210, 10.74.210.211
- Weitere Verbindungen:**
  - MyFRITZ!: http://fritzbox.yourdomain.myfritz.net:456, Benutzername: netze@heise.de
  - MyFRITZ!-Freigaben: aktiv, 1 MyFRITZ!-Freigabe eingerichtet

Für das Router-Flaggschiff Fritzbox 6890 LTE gibt es bisher nur eine Vorschauversion auf FritzOS 7. Damit lassen sich beide, das DSL- und das LTE-Modem, parallel betreiben.

Mit dem neuen Lets-Encrypt-Client kann sich die Box automatisch ein TLS-Zertifikat einer offiziellen Certificate Authority (CA) beschaffen. Das erspart lästige Sicherheitswarnungen des Browsers beim Fernzugriff auf die Box per HTTPS.

## Was nicht auf dem Zettel steht

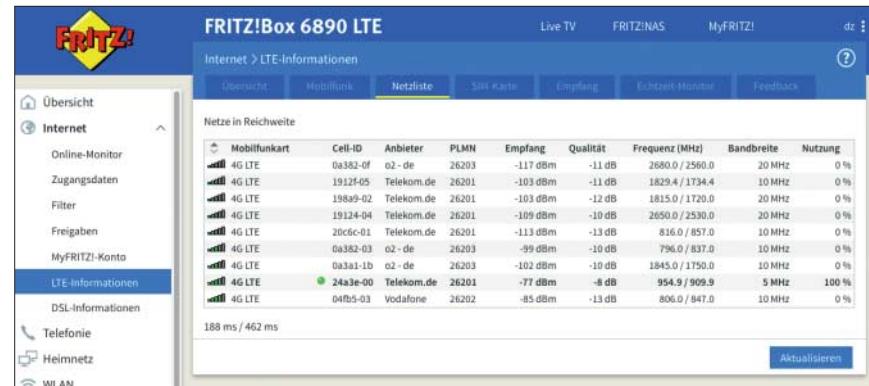
In seiner kompletten Liste der Verbesserungen nennt AVM auch noch diverse kosmetische Verbesserungen – Sie finden sie über ct.de/ymzt. Was der Hersteller dort aber nicht aufführt, sind die Verbesserungen, die nur dem Topmodell 6890 LTE zu Gute kommen werden. Es hat als einzige Fritzbox sowohl ein DSL- als auch ein Mobilfunkmodem an Bord. Damit ist es prädestiniert für kleine Arbeitsgruppen und Firmen.

Das Potenzial der beiden Modems schöpft die Box mit FritzOS 6.85 aber nicht aus. Man kann das Mobilfunkmodem entweder als alleinigen Internet-Zugang oder im Zusammenspiel mit DSL/WAN als Fallback nutzen. Das ist für Firmen immerhin nützlich, um Internet-Ausfallzeiten zu verkürzen.

Erst mit dem FritzOS 7 kann man die beiden Modems parallel betreiben. Dafür bringt das Update, das man anlässlich der IFA-Messe in Berlin erwarten kann, Funktionen zur Lastverteilung mit. Damit kann man dann beliebige Mobilfunk- oder Festnetzangebote, auch unterschiedlicher Anbieter, einzeln oder kombiniert nutzen. Hybrid-Tarife für geschlossene Systeme sind mangels offengelegter Schnittstellen der Anbieter ausgeschlossen (z. B. Viprinet oder Telekom Magenta-Zuhause Hybrid).

Einen Vorgeschmack auf das FritzOS 7 für die 6890 LTE gibt die Beta-Version 06.98-59138, die wir mit SIM-Karten von 1&1, O2 Telefonica und Telekom erfolgreich getestet haben. Die Fritzbox entscheidet bei Parallelbetrieb für jede Übertragung (Session), ob der Weg über LTE oder DSL genommen wird. Alternativ kann man den WAN-Port mit einem externen Modem für den Parallelbetrieb mit LTE nutzen. Auch kann man beim Parallelbetrieb entscheiden, über welchen Zugang die IP-Telefonie laufen darf, DSL, LTE oder über beide.

Näher besehen lässt die FritzOS-Beta aber auch Wünsche offen. Für viele Einstellungsänderungen muss die 6890 LTE neu starten, was ein, zwei Minuten dauert. Feste öffentliche IP-Adressen lassen sich



**Praktisch:** In der Netzliste führt die Fritzbox 6890 LTE sämtliche LTE-Funkbänder auf, die sie an einem Standort findet. Das erleichtert die Wahl der passenden SIM-Karte.

auf den WAN-Anschlüssen nicht eintragen. DynDNS-Einträge kann man nicht separat für jeden Anschluss anlegen. Auf Anfrage führte AVM aus, dass die Box für DynDNS immer die primäre Verbindung nutzt. Bei Parallelbetrieb ist das immer DSL/WAN und andernfalls die gerade aktive Verbindung.

Schön: Man kann die zu nutzenden Frequenzbänder manuell wählen. Wenn man weiß, dass sich bestimmte SIM-Karten nur für bestimmte Bänder eignen, kann man die übrigen wegklicken und so die Netzsuche und das Einbuchen beschleunigen.

Die Box weist mit nur einer LED auf DSL- und LTE-Betrieb hin, sodass man nicht weiß, ob beide Anschlüsse funktionieren oder nur einer. AVM hält dagegen: Für das Fallback und den Parallelbetrieb sei primär wichtig, dass der Internetzugriff überhaupt funktioniert. Und weil diese Funktion „auf Selbstheilung ausgelegt“ sei, bedürfe es keiner Blinksignalisierungen.

Im Alltagsbetrieb gefiel die Laborversion dennoch insgesamt gut und macht Appetit auf die vollständige Anpassung an die 6890 LTE. Vom Parallelbetrieb sollte man aber keine Wunderdinge erwarten. Doch leider suggeriert AVM mehr, als die Box halten kann: „Bei Kombination von LTE und DSL können bis zu 600 MBit/s im Downstream erreicht werden“, schreibt der Hersteller im ChangeLog. Kombiniert

man LTE mit einem externen Glasfasermodem, seien sogar noch „signifikant höhere Geschwindigkeiten“ zu erreichen.

Stimmt – aber nur, wenn man wie AVM die Aussage auf den gesamten WAN-Durchsatz der Box bezieht. Sie kann nämlich eine einzelne Übertragung nicht auf zwei Modems verteilen – bei reinen Load-Balancing-Routern wie der Fritzbox klappt das grundsätzlich nicht. Vom Parallelbetrieb dürften also vor allem kleine Firmen oder Büros in gut ausgebauten Gebieten profitieren, weil sich damit dieselbe Arbeitsgruppe nicht nur einen, sondern zwei schnelle Anschlüsse teilt.

Vollständige Leitungsbündelungen liefern bisher nur Sonderlösungen wie Telekoms Magenta Hybrid. Dabei gehen die Pakete über zwei oder mehr Leitungen zu einem VPN-Server im Internet und von dort mit dessen einziger IP-Adresse zum Ziel [2].

## Fazit

FritzOS 7 dürfte den Fritzboxen Auftrieb geben. Die Feinarbeit am User-Interface und die zahlreichen neuen Funktionen machen sich in der Praxis bezahlt, ob beim NAS-Durchsatz oder der WLAN-Anwendung. Bei der Fritzbox 6890 LTE wird AVM demnächst sogar noch mehr draufsatteln – und damit mehr Interessenten aus dem geschäftlichen Umfeld ansprechen.

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

## Dual-WAN-Betriebsarten

Primäre Verbindung	Fallback auf
DSL	Mobilfunk
Mobilfunk	DSL
WAN	Mobilfunk
Mobilfunk	WAN

## Literatur

- [1] Ernst Ahlers, Neue Masche Nr. 7, Fritzbox: Was das neue FritzOS 7 bringt, c't 14/2018, S. 22
- [2] Dušan Živadinović, Ernst Ahlers, Schnelles Doppel, Internet-Zugang mit dem Telekom Speedport Hybrid, c't 7/2016, S. 150

**FritzOS-7-Neuerungen:** [ct.de/ymzt](http://ct.de/ymzt)

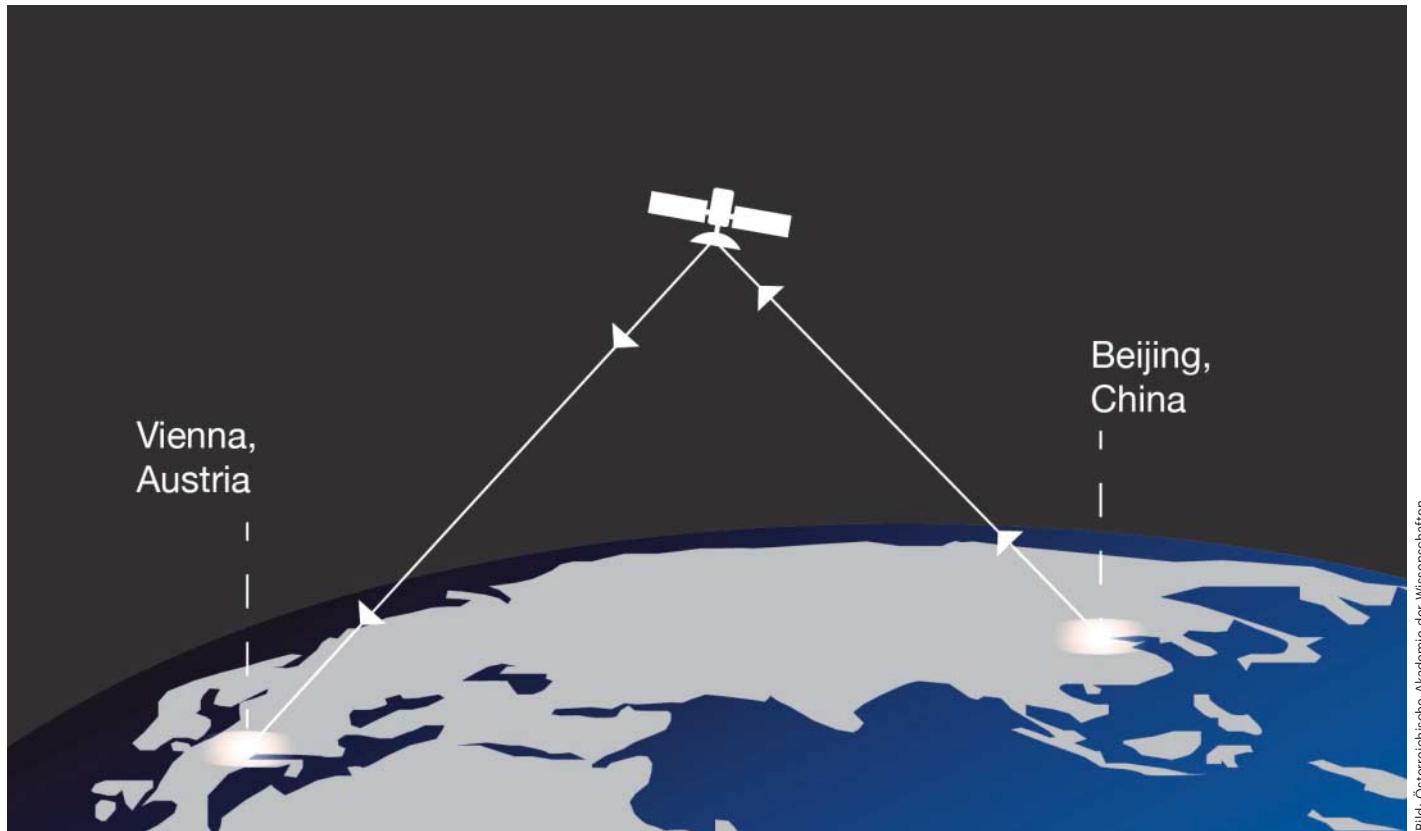


Bild: Österreichische Akademie der Wissenschaften

# Quantensicher verschlüsselt

## Verschränkte Photonen sollen Kommunikation in Europa schützen

**Forscher in China haben es vorgemacht und mit quantenverschränkten Lichtteilchen eine sicher verschlüsselte Satellitenkommunikation aufgebaut. Die Europäische Kommission will die Quantentechnologie fördern und nimmt dafür eine Milliarde Euro in die Hand. Ihr erstes Ziel: eine europäische Infrastruktur für Quantenkryptografie.**

**Von Arne Grävemeyer**

**F**luch der Zukunftstechnik: „Bereits in zehn Jahren knackt der Quantencomputer 1024-Bit-public-Key-Systeme“, sagt Professor Jonathan Dowling von der Louisiana State University voraus. Der US-Pionier in der Quantenforschung re-

feriert Anfang Juli in einer der obersten Etagen des IBM Watson IoT Center München, mit Blick auf Allianz-Arena und Schwabing. Auf der Fachkonferenz, veranstaltet durch das Netzwerk Münchener Kreis, wollen 170 Teilnehmer aus Wirtschaft und Forschung die Bedeutung der Quantentechnologie ergründen. In einer Abwandlung des Mooreschen Gesetzes postuliert Dowling: „Wir erleben derzeit, dass sich die Zahl der verfügbaren Qubits alle sechs Monate verdoppelt.“

Die Einschätzung von Dowling bedeutet nichts weniger als das erwartbare Ende unserer heutigen Public-Key-Infrastruktur. Transportsicherung wie in Banküberweisungen, Zertifikate zum Beispiel für Software-Updates und natürlich auch für vertrauliche Daten sind dann nicht mehr sicher. Zwar arbeiten Wissenschaftler weltweit an neuen Verschlüsselungssystemen, die sogenannte Post-Quantum-Kryptografie, aber was deren verlässliche

Algorithmen für die Zukunft sein können, steht heute noch in den Sternen.

Allerdings zeichnet sich das Auftauchen eines universellen Quantencomputers mit stabilen 1024 Qubits noch nicht klar ab. Das liegt vor allem an den erforderlichen, aber äußerst empfindlichen Qubits. Ein Qubit oder Quantenbit ist ein quantenphysikalisches System, das zwei sicher unterscheidbare Zustände einnehmen kann, 0 und 1; darüber hinaus aber noch unendlich viele weitere, was sich dann beispielsweise als 70 Prozent 1 und 30 Prozent 0 interpretieren lässt. Die Anzahl der Qubits gilt als ein Maß für die Mächtigkeit eines Quantencomputers. Allerdings stellen die verschiedenen Realisierungsansätze hohe technische Anforderungen, zumeist Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt. Zudem muss man veröffentlichte Qubit-Zahlen grundsätzlich in Frage stellen, da die fragile Technik noch hohe Fehlerraten im Com-

puting aufweist und daher stets eine erhebliche Zahl von Qubits allein zur Fehlerkompensation abgerechnet werden muss.

Trotzdem sind die technischen Möglichkeiten verlockend und schon seit einigen Jahren werfen sich Schwergewichte wie Google, IBM und Microsoft mit viel Geld und Expertise auf dieses Feld und lösen ein ums andere technische Problem. Die jüngsten Fortschritte sind rasant: Jahrzehntelang lag die höchste Qubit-Zahl in einem System unter 10, nun ist sie innerhalb der vergangenen zwei Jahre auf 72 hochgeschnellt. Die Bewertung dieser Anzahl und der Sicherheit der eingesetzten Technik beziehungsweise deren praktische Fehlerrate ist aber schwierig.

### Verschränkung aus dem All

Auf einem anderen Feld hat die Quantentechnologie hingegen schon den Schritt in die Welt der realen Geschäftsanwendungen geschafft: in der abhörsicheren Quantenkommunikation, der sogenannten Quantenkryptografie. Seit den frühen 2000ern gibt es dazu kommerziell verfügbare Systeme, allerdings bisher nur mit begrenzter Reichweite.

Im August 2016 startete eine Rakete vom chinesischen Weltraumbahnhof Jiuquan und beförderte einen ungewöhnlichen Kommunikationssatelliten in eine erdnahe Umlaufbahn. „In China konnte das Programm zur satellitengestützten Quantenkommunikation sehr schnell umgesetzt werden“, betont Professor Cheng-Zhi Peng, Universität Hefei Shi, nicht ohne Stolz. Peng gibt ebenfalls dem Münchener Kreis die Ehre. Das Besondere am neuen Quantenkommunikations-Satelliten ist, dass er eine Quelle für verschränkte Photonen (Lichtteilchen) in sich trägt.

Bei der Verschränkung handelt es sich um ein weiteres Phänomen der Quantenmechanik. Zwei Teilchen sind verschränkt, wenn sie sich einen gemeinsamen Zustand teilen – und zwar ganz unabhängig von ihrer Entfernung zueinander. Was nun für viele Menschen schwer zu fassen ist: Nach herrschender Lehrmeinung wird ein konkreter Teilchenzustand erst bei seiner quantenmechanischen Messung festgelegt. So führt die Messung an einem der verschränkten Teilchen zu dem überraschenden Phänomen, dass gleichzeitig auch der Messwert am anderen Teilchen festgelegt wird. Und das gilt selbst dann, wenn dieses viele hundert Kilometer entfernt ist – ein Umstand, den selbst Albert Einstein nie akzeptierte

und den er als „spukhafte Fernwirkung“ lächerlich machen wollte.

Werden zwei verschränkte Teilchen nun getrennt an zwei Empfänger gesandt, wobei eine der Übertragungen abgehört und der Zustand eines der verschränkten Teilchen bestimmt wird, so kann diese Manipulation am anderen verschränkten Teilchen sofort erkannt werden – der Laufer fliegt auf.

Verschränkte Photonen korrelieren in Bezug auf ihre Polarisation. Misst man die Polarisation des einen, wird dadurch auch die des anderen festgelegt. Mithilfe des neuen Quantensatelliten Micius gelang die Ausstrahlung von zwei verschränkten Photonen an zwei chinesische Bodenstationen in Delingha in der Provinz Qinghai und Lijiang in Yunnan. Zwei quantenverschränkte Teilchen, empfangen und beobachtet in einem Abstand von über 1200 Kilometern – neuer Weltrekord. Aber dieser Durchbruch war nicht das eigentliche Ziel der chinesischen Wissenschaftler um Professor Jian-Wie-Pan von der Universität Shanghai. Ihnen ging es um die Verwirklichung des abhörsicheren Austauschs von Quantenschlüsseln, das derzeit wichtigste Verfahren der Quantenkryptografie.

„Die Verteilung der Quantenschlüssel verläuft unabhörbar mittels verschränkter Photonen vom Satelliten zu zwei verschiedenen Bodenstationen“, erklärt Peng, Co-Autor der vorbereitenden wissenschaftlichen Arbeiten von Pan. Professor Peng referiert vor dem Münchener Kreis über die chinesische Pionierleistung des satellitengestützten und sogar interkontinentalen Quantenschlüsselaustauschs (QKD; Quantum Key Distribution). Professor Dowling pflichtet Peng bei: „Dadurch, dass Quan-

tenzustände nicht kopiert werden können, kann Quantenkommunikation wie hier bei der Übertragung der Schlüsseldaten nicht unbemerkt belauscht werden.“

„Die eigentliche Kommunikation muss nach der Übertragung des Schlüssels nicht mehr über Satellit laufen“, berichtet Peng. Sie könne dann sicher verschlüsselt konventionell erfolgen. Beispielsweise ist damit eine One-Time-Pad-Verschlüsselung möglich, mathematisch beweisbar eine absolut sichere Methode.

### Quantenkommunikation Peking – Wien

Der Satellit Micius sendet bis zu 5,9 Millionen Paare verschränkter Photonen pro Sekunde aus. Durch seine Flugbahn in 500 Kilometer Höhe bewegt er sich relativ schnell über den Nachthimmel von China, dann wenn keine Sonnenstrahlen die Übertragung stören. Es bleiben pro Durchgang nur ein paar Minuten, um die Senderoptik und die Empfänger der Bodenstationen genau aufeinander auszurichten und beständig nachzuführen. Trotz dieser Widrigkeiten und aller Photonen-Verluste bei der Übertragung durch die Atmosphäre an die Empfängerstationen konnten die chinesischen Forscher noch so viele intakte verschränkte Photonenpaare empfangen, dass sich daraus sichere Quantenschlüssel bilden ließen.

Nach einem Jahr gelang sogar der Aufbau einer quantensicheren Videokonferenz zwischen Peking und Graz. Über die gesamte Entfernung von 7600 Kilometern auf der Erde konnte der Satellit seine verschränkten Photonen nicht verteilen. Stattdessen vereinbarten die Bodenstationen in Xinglong und in Graz je-

**Jonathan Dowling**  
beobachtet derzeit  
schnelle Fortschritte  
auf dem Weg zum  
General-Purpose-  
Quantencomputer.



Bild: Stefan Piebow, Münchener Kreis



Bild: Stefan Pielow, Münchner Kreis

**Cheng-Zhi Peng schildert, dass die Infrastruktur für sichere Quantenschlüssel bereits heute ein Viertel der Chinesen erreicht.**

weils einen quantensicheren Schlüssel mit dem Satelliten selbst. Dieser diente anschließend als vertrauenswürdiges Relais, bildete eine Exklusiv-Oder-Verknüpfung der beiden Schlüssel und sendete diese beim nächsten Überflug an Xinglong und Graz. Damit konnten beide Partner den Schlüssel der jeweiligen Gegenseite ermitteln, ein etwaiger Lauscher jedoch nicht. So ausgestattet konnten die Wissenschaftler eine quantensicher verschlüsselte Interkontinental-Videokonferenz einrichten zwischen Projektleiter Pan in Peking und dessen ehemaligem Doktorvater Professor Anton Zeilinger in Graz.

### China in der Vorreiterrolle

Vom Projektbeginn 2011 an gerechnet konnte bereits nach fünf Jahren der eigens entwickelte Quantensatellit Micius in seiner Umlaufbahn installiert werden. Peng hofft, dass die Kosten für Satelliteneinsatz in Zukunft weiter sinken, denn nach heutiger Technik könnte bereits mit drei bis fünf kleineren Satelliten ein System aufgebaut werden, dass Gesamt-China mit allen Inseln zuverlässig abdeckt.

Theoretisch ist QKD mit verschränkten Photonen absolut sicher. In der Realität muss jedes Protokoll aber berücksichtigen, dass Photonen gestreut oder absorbiert werden können – oder dass Bits falsch übertragen wurden. Das bedeutet, ein gewisses Maß an Fehlern muss das Protokoll immer berücksichtigen. Diesen Umstand, genau wie Sicherheitslücken in

der Elektronik, den Sensoren und der Steuersoftware von QKD-Geräten, haben Hacker in der Vergangenheit immer wieder ausgenutzt – bisher allerdings nur im Labor. Satelliten zu hacken, die noch dazu mit verschränkten Photonen Kontakt zu zwei Bodenstationen gleichzeitig aufnehmen, dürfte sehr, sehr viel schwieriger werden, aber es ist nicht unmöglich.

Parallel zum Satellitenprogramm ist in China ein Glasfasernetz zur Unterstützung der sicheren Quantenkommunikation aufgebaut worden. Die Leitungen erstrecken sich von Peking über Jinan und Hefei bis nach Shanghai, eine Strecke von über 1900 Kilometern. Auch über Glasfaserleitungen lassen sich verschränkte Photonen versenden und damit quantensichere Schlüssel verteilen. Allerdings nehmen die Übertragungsverluste bei mehr als 100 Kilometern drastisch zu, mehr als 200 Kilometer Glasfaser sind auch in absehbarer Zeit technisch nicht zu überwinden und Signalverstärker, sogenannte Quantenrepeater, sind noch nicht erfunden, wie Peng ausführt.

Also ist die Glasfaserstrecke in Abschnitte unterteilt, die über 32 Relais-Stationen miteinander verbunden sind. Für jede Verbindung zwischen zwei Knoten lassen sich quantensichere Schlüssel austauschen, aber jeder Knotenpunkt bildet selbst ein Einfallstor für Hacker. Das macht 32 Einfallstore – aber eben nur 32; ohne Quantenkommunikation konnte theoretisch jede Übertragung an jeder Stelle ihres Weges abgehört und gehackt

werden, heben die chinesischen Wissenschaftler hervor.

Inzwischen lebt etwa ein Viertel der chinesischen Bevölkerung im Umfeld der Infrastruktur des QKD-Verfahrens, bis 2020 sollen weitere Ballungszentren wie etwa Guangzhou angeschlossen werden, sagt Peng. Längst bieten Finanzdienstleister ihren Kunden in dieser Region quantensichere Schlüssel für den Schutz ihrer Finanztransaktionen. Glasfasertechnik und Satellitentechnik ergänzen sich auf dem chinesischen Weg in die Quantenkommunikation.

### Eine Milliarde Euro von der EU

Liegt Europa nun in der Quantenkommunikation technologisch weit hinter China zurück? „Es wird in den kommenden Jahren eine starke Unterstützung für die Erforschung der Quantentechnik durch die EU geben. Das könnte die Verhältnisse ändern und in der Folge europäische Partner zu wichtigen Global Playern machen“, referiert Professor Tommaso Calarco, Institut für komplexe Quantensysteme an der Universität Ulm. Calarco hat als Wissenschaftler und Mitglied der EU-Expertengruppe für Quantentechnologie die Europäische Kommission zum Flaggschiff-Projekt Quantentechnik beraten. Rund eine Milliarde Euro soll allein im Rahmen dieses EU-Projektes über zehn Jahre in die Entwicklung von Quantencomputern, Quantenkommunikation und damit zusammenhängende Basistechnologien fließen. Weitere Fördergelder könnten aus



Bild: ÖAW, Klaus Pichler

**Ein UV-Laser bestrahlt einen speziellen Kristall und erzeugt so verschränkte Photonen wie auf dem Quantensatelliten Micius, hier in einer Versuchsanordnung am Institut für Quantenoptik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.**

dem EU-Programm Digital Europe fließen, in dem es um konkrete Umsetzungen geht.

„In der strategischen Förderung der Quantentechnik liegen Chancen für Europa. Die Abwanderung der Wissenschaftler lässt sich stoppen“, sagt Calarco. In dieser Weltregion bestehe eine anerkannt starke Masse an Zulieferern und Start-ups. Gleichwohl würdigen die beteiligten europäischen Wissenschaftler die Leistungen der chinesischen Forscher. Auch deren Kooperation mit den Kollegen aus Wien und Graz laufe gut, neue Ideen können jederzeit eingebracht und effizient umgesetzt werden, wie Calarco aus Gesprächen zu berichten weiß. Aber das betrifft eben nur die wissenschaftliche Seite der Kooperation. „Ich gehe davon aus, dass selbstverständlich nicht alle strategischen oder möglicherweise militärischen Aspekte dieser Technik von China aus mit Europa geteilt werden.“

## Abhörsichere Zukunft

Calarco berichtet aus seinen Gesprächen mit der Europäischen Kommission, dass die Umsetzung der Quantenkryptografie in Europa, vergleichbar der im Micius-Projekt, einen Schwerpunkt europäischer Forschung in der Quantentechnologie bilden wird. „Eine echte Man-on-the-Moon-Mission“, nennt Calarco das. Wenn das einmal in Europa umgesetzt wird, bedeutet das, dass Kommunikation nicht mehr von einer fremden Macht abgehört werden kann; ein bedeutender Faktor für Politik und Wirtschaft. Quantensichere Kommunikation wird nun einmal durch physikalische Gesetze der Quantenmechanik geschützt, im Gegensatz zu heutigen Verschlüsselungssystemen, die nur so lange sicher sind, wie das Verfahren nicht von Mathematikern und Hochleistungstechnern geknackt werden konnte.

Auch für den Endanwender wird diese Entwicklung vielfältige Auswirkungen haben. Mit einer sicheren Quantenkryptografie in Europa können viele Schranken der Digitalisierung fallen. Es geht beispielsweise um den abgesicherten Zugriff aufs Bankkonto und sogar um die Abhörsicherheit beliebiger elektronischer Kommunikationswege. Mehr Vertrauen in die Verschlüsselung würde auch den Umgang mit Krankheitsdaten verändern. Viele Anwendungen, vor denen wir heute noch zurückschrecken, werden damit vertretbar – beispielsweise auch beim Zugriff auf die Fahrzeugdaten oder im Smart Home der Zukunft.

(agr@ct.de) 

# Gegen den Brain Drain

**Professor Tommaso Calarco leitet das Institut für komplexe Quantensysteme an der Universität Ulm und ist Mitglied der EU-Expertengruppe für Quantentechnologie.**

**c't:** Professor Calarco, worauf sollte sich die europäische Forschung im Bereich der Quantentechnik fokussieren? Wo liegt die Stärke der Europäer?

**Tommaso Calarco:** Die europäische Stärke liegt sicherlich in der wissenschaftlichen Exzellenz und in der Entwicklung neuer Ideen und Konzepte. Beim jüngsten Erfolg der Einrichtung einer satellitengestützten Quantum Key Distribution (QKD) in China handelt es sich um die Umsetzung von Ideen, die in Europa entwickelt wurden. Es ist kein Zufall, dass es sich bei dem Chef dieses Projektes, Dr. Jian-Wie Pan, um einen ehemaligen Doktoranden von Professor Anton Zeilinger in Wien handelt. Was die Europäische Kommission heute vermeiden will, ist, dass derartige Ideen auch zukünftig hier entwickelt und dann in anderen Regionen zur Wertschöpfung genutzt werden. Microsoft hat erst vor Kurzem drei prominente Forschergruppen aus Kopenhagen, Delft und Zürich eingekauft.

**c't:** Aber wissenschaftlicher Austausch sollte doch stets möglich sein?

**Calarco:** Bei der chinesischen Umsetzung von QKD geht es aber nicht nur um Wissenschaft, sondern um strategische Infrastruktur. Deswegen ist es wichtig, dass wir in Europa eine eigene Umsetzung dieser Technik verwirklichen. Einfach damit wir Sicherheit im Umgang mit Daten gewinnen. Das erfordert eine eigene harte Infrastruktur, mit Geräten, die nicht etwa Einfallsstore für fremde Dienste darstellen.

**c't:** Sie haben die Hoffnung, dass Europa strategisches Know-how und führende Köpfe effektiv halten kann?

**Calarco:** Vor ein paar Jahren sprach ich mit Hartmut Neven, Entwicklungsleiter des Google Quantum Artificial Intelligence Lab. Ich fragte ihn, wie sich in



Bild: Universität Ulm

**Tommaso Calarco fordert eine eigene harte Infrastruktur für Kommunikation für Europa.**

Europa ein vergleichbares Engagement der Industrie in die Quantentechnik herauslocken ließe. Seine lapidare Antwort: „Das könnt Ihr nicht, weil Ihr nicht auf einem Sack voll Geld sitzt.“ Es ist nicht so, dass die europäische Industrie nicht die Vision hat oder die Ambition oder etwa nicht risikobereit genug wäre. Aber die großen Profite der Internet-Revolution sind nach außerhalb von Europa geflossen. Diesen Teufelskreis müssen wir durchbrechen und durch EU-Förderung viele Kollegen, Unternehmen und Start-ups überzeugen, dass in Europa beste Bedingungen für Quantentechnik herrschen.

**c't:** Es entbehrt nicht einer gewissen Komik: Quantencomputer bedrohen heutige Kryptografie-Systeme, aber Quantentechnik schafft auch neue Chancen für sichere Kommunikation.

**Calarco:** Das finde ich auch, das ist wahrhaft komisch. Ein echter Glücksfall, denn wenn sich diese Chance nicht eröffnen würde, dann wäre die Entwicklung des Quantencomputers eher ein Problem als eine Lösung für die gesellschaftlichen Probleme.

# Vom Darknet lernen

**Spannende Techniken und Lösungsansätze  
aus dem Darknet**



<b>Vom Darknet lernen</b> .....	<b>Seite 70</b>
<b>Der Tor-Browser</b> .....	<b>Seite 74</b>
<b>Treuhänder-Modelle</b> .....	<b>Seite 76</b>
<b>Grenzen der Anonymität</b> .....	<b>Seite 80</b>

## Auch jenseits von illegalem Schwarzmarkt und Anonymität hat das Darknet viel zu bieten. Wer sich nicht von Sensationsgeschichten blenden lässt, findet spannende Lösungen für Probleme, die uns auch im Alltag beschäftigen.

Von Jürgen Schmidt

**D**as Darknet – fast jeder denkt dabei sofort an illegale Waffen, Drogen und Kinderporno-Tauschringe. Ja, all das gibt es im Darknet. Doch darum sollen es in den folgenden Artikeln nicht gehen. Denn das Darknet hat viel mehr zu bieten als Illegales. Es ist ein einzigartiges Biotop mit interessanten Formen der Interaktion und spannenden Lösungen für Probleme, die uns auch im ganz normalen Leben umtreiben. Wer genau hinschaut, findet im Darknet Ansätze, die sich auch auf den Alltag und die helle Seite des Internet anwenden lassen.

Zum Beispiel Marktplätze: Wer schon mal versucht hat, im Internet ein gebrauchtes iPhone zu verkaufen, kennt das Problem. Teile der ganz normalen Internet-Märkte sind derart von Kleinkriminellen dominiert, dass man seine Waren oder sein Geld auch gleich wegwerfen kann – und sich dann wenigstens den Ärger spart. Im Darknet ist die Ausgangssituation noch krasser: Man muss dort davon ausgehen, dass das Gegenüber ein gewissenloser Betrüger ist, der jede sich bietende Gelegenheit nutzen wird, einen skrupellos über den Tisch zu ziehen. Und Sie werden keinerlei Möglichkeit haben, ihn dafür zu Rechenschaft zu ziehen. Wie soll man da noch Geschäfte machen?

Doch genau das funktioniert auf manchen Schwarzmarkt-Plattformen erstaunlich gut. Der Käufer bekommt die ihm zugesicherte Ware und der Verkäufer sein Geld; Betrugsfälle sind selten. Das hat rein gar nichts mit der bekannteren ohnehin nicht vorhandenen Ehre unter Dieben zu tun. Sondern es beruht auf einem raffinierten Treuhändermodell. Bei dem übrigens die Treuhänder in aller Regel ebenfalls Gauner sind. Wie das alles funktioniert, erklärt der Artikel „Handel unter Gaunern“ auf Seite 76 ausführlicher.

Doch auch wer sich weniger für sozio-ökonomische Studien interessiert als für solide Technik, kommt auf seine Kosten. Denn vor allem im Bereich Security und Privacy kann das Darknet mit interessanter Technik und pragmatischen Lösungen glänzen, die keineswegs auf illegale Aktivitäten beschränkt sind.

### Das Tor zum Darknet

So pflegen die Tor-Entwickler einen Browser, der sich vorzüglich als unabhängiger Zweit-Browser eignet. Damit muss man seinen Alltags-Browser nicht mit unkomfortablen Einschränkungen vernageln, sondern kann für all die Fälle, in denen man gern „auf Nummer sicher“ gehen will, auf den Tor-Browser zurückgreifen. Der setzt nämlich die Sicherheit ganz kompromisslos an die erste Stelle: kein Flash, nur explizit erlaubtes JavaScript und wo immer möglich erzwungene Verschlüsselung (siehe S. 74).

Apropos Tor: Dieses Netz im Netz bildet die technische Grundlage für große Teile des Darknet. Das liegt daran, dass Tor sehr weitreichende Garantien für Anonymität und Abhörsicherheit bietet,

die bei Kriminellen hoch im Kurs stehen. Doch man muss nicht kriminell sein, um sich im Internet mehr Privatsphäre zu wünschen.

Die versprochene Anonymität erzeugt das Tor-Netz, indem das „Tor Onion Routing“ die Daten über mehrere Zwischenstationen schickt, die auf einer strikten „Need to know“-Basis operieren. Im normalen Internet trägt jedes Datenpaket die IP-Adresse des Absenders und des Empfängers; jede Station auf dem Weg kann diese Information einfach mitlesen. Bei Tor sieht jeder Netzwerknoten immer nur den jeweiligen vorigen und nächsten Hop – aber keiner kennt sowohl Absender als auch Empfänger.

Erst wenn die Daten das Tor-Netz verlassen, um etwa an einen herkömmlichen Internet-Server geschickt zu werden, sieht der dafür zuständige Tor-Exit-Knoten die wirkliche Zieladresse. Er weiß aber nicht mehr, wer der ursprüngliche Absender war. Den kennt nur der sogenannte Tor Entry Guard – der aber weder Empfänger noch Inhalt der Daten sehen kann.

Diese Anonymität hat allerdings durchaus Grenzen. Sie liegen jedoch nicht bei den bekannten technischen Limitierungen, wie unsere Recherchen zur Praxis der Strafverfolgung im Darknet zeigen. Auch Tor ist kein universeller Garant für Anonymität – im Zweifelsfall steht das Sonderkommando schneller vor der Haustür, als man es sich träumen lässt. Der Artikel auf Seite 80 erklärt, warum das so ist.

### Abhörfreier Raum

Anders sieht es mit der Abhörsicherheit aus. Die von Tor eingesetzte Verschlüsse-

Auf vielen Darknet-Marktplätzen geht es vor allem um Drogen – viel spannender ist jedoch die Technik dahinter.

lung funktioniert tatsächlich auf einem so hohen Niveau, dass Polizei und auch Geheimdienste davor schlicht kapitulieren und andere Wege suchen, an die gewünschten Daten zu kommen. Das geschieht dann etwa über Spionage-Trojaner, die sie auf den Endgeräten der Verdächtigten installieren.

Dabei geht die Abhörsicherheit von Tor noch einen Schritt weiter, als man das von der Transport-Verschlüsselung TLS im herkömmlichen Internet kennt. Die legt nämlich immer noch offen, wer wann welche Dienste nutzt. Wenn Sie etwa regelmäßig Heise über die mittlerweile standardmäßig verschlüsselte HTTPS-Verbindung lesen, sehen Ihr Provider oder die Admins Ihres Arbeitgebers immer noch, dass und wann Sie mit dem Heise-Server sprechen. Und die mit entsprechenden Verfügungen ausgestattete Staatsgewalt hat ebenfalls Zugriff auf diese Daten.

Das ist einer der Gründe, warum heise Investigativ einen eigenen Briefkasten im Darknet eingerichtet hat. Nicht nur wir als Empfänger sehen dabei nicht, woher das eingehendebrisante Material stammt. Auch eventuelle Lauscher im Netz sehen bestenfalls, dass da jemand Tor benutzt. Selbst wenn jemand den kompletten Datenverkehr einer Zielperson mitlesen und analysieren kann, wird er keinen Hinweis auf eine Verbindung zwischen dem Tippgeber und dem Heise-Investigativ-Briefkasten finden. Das ist gelebter Informanten-Schutz.

Die offen einsehbare Information, wer wann welche Webseiten abruft, mag in

Deutschland derzeit noch kein großes Problem sein. Doch als im arabischen Frühlingpressive Regimes in Bedrängnis gerieten und die Machthaber mit voller Staatsgewalt zurückschlugen, sah das völlig unvermittelt ganz anders aus. Die vornehmlich jugendlichen Demonstranten organisierten ihren Protest nämlich hauptsächlich über Facebook. Und plötzlich war die intensive Facebook-Nutzung zur falschen Zeit ein verräterisches Indiz, das im Zweifelsfall sogar Lebensgefahr bedeutete.

Als direkte Konsequenz aus diesen Vorkommnissen bietet Facebook deshalb mittlerweile einen Zugang über einen so genannten Hidden Service im Darknet (<https://facebookcorewwi.onion/>) an. Der nutzt exakt die gleiche Technik wie die illegalen Marktplätze und ist einer der meistgenutzten Darknet-Dienste. Allerdings spielt Anonymität dabei keine Rolle. Denn spätestens nach der Anmeldung weiß Facebook sehr genau, wer da am anderen Ende ist. Es geht einzig darum, dass kein Dritter sehen kann, dass jemand Facebook benutzt.

Facebook ermöglicht Nutzern mit dem Hidden Service also einen abhörsicheren Zugang, auch wenn deren Leben vielleicht davon abhängt, dass sie niemand dabei beobachtet. In der Praxis bedeutet das natürlich, dass schon die Nutzung von Tor verdächtig macht und oft sogar technisch unterbunden wird. Auch da gibt es eine Reihe von Tricks, das zu umgehen, die an dieser Stelle jedoch zu weit führen würden.

Technisch realisiert Tor die Abhörsicherheit durch eine mehrstufige Ver-

schlüsselung, bei der jeder Tor-Knoten nur für ihn – und alle potenziellen Lauscher – unlesbaren Cipher-Text transportiert. Im Wesentlichen sieht er nur nutzlose Nullen und Einsen, die er an einen anderen Tor-Knoten weiterleiten soll. Die mehrstufige Verschlüsselung legt sich dabei wie Schalen um die zu schützenden Inhalte – was die Zwiebel des Tor-Logos symbolisieren soll.

## Versteckte Dienste

Tor Hidden Services machen einen Großteil des Darknet aus. Jeder kann einen solchen versteckten Dienst aufsetzen und betreiben (ein c't-Artikel in Ausgabe 22/2017 beschreibt das genauer). Anwender müssen nur den exakten Namen kennen, um ihn aufzurufen. Damit können Sie den Dienst dann wie gewohnt im Tor-Browser öffnen und benutzen. Doch hinter den Kulissen funktioniert einiges anders als im World Wide Web.

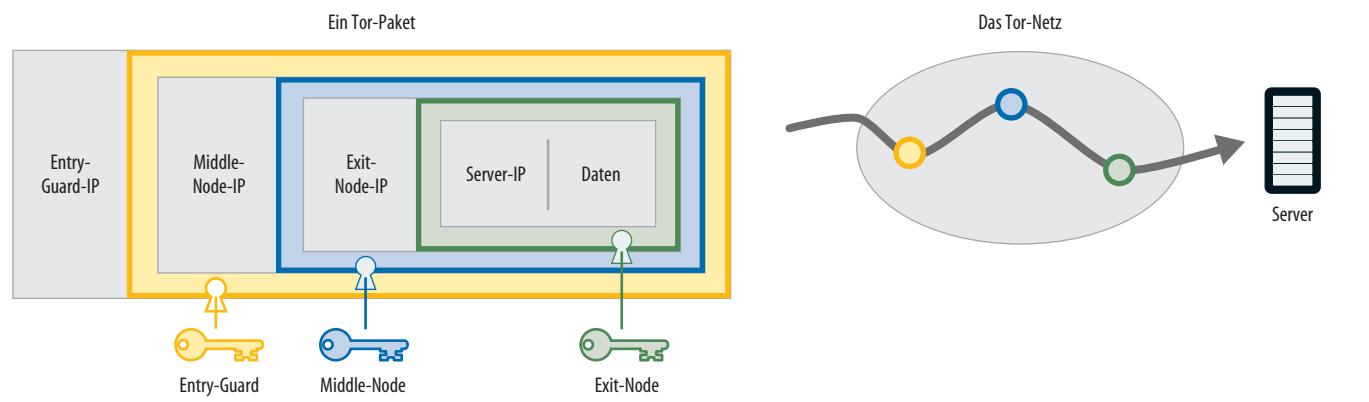
Das beginnt bei den Namen, die bei Hidden Services immer in .onion enden. Das ist eine künstliche Top-Level-Domain, die über normale Domain Namen System (DNS) nicht aufgelöst werden kann. Stattdessen muss man einen Tor Directory Server konsultieren, der dann einen Introduction Point für die Tor-Verbindung zum Hidden Service im Tor-Netz liefert. Das alles klingt komplizierter als es ist. In der Praxis übernimmt der Tor-Browser das im Hintergrund; der Anwender muss dort nur wie gewohnt die URL eintippen und los gehts.

Wichtig ist dabei, dass der Tor-Nutzer und der Hidden Service – anders als im In-

## Anonymität und Abhörsicherheit

Der Tor-Client baut sich seine eigene Route durch das Tor-Netz, bestehend aus Entry Guard , Middle Node  und Exit Node .

Jedes Daten-Paket ist mehrfach verschlüsselt, und zwar so, dass die Empfänger der Reihe nach die IP-Adresse der nächsten Station entschlüsseln können. Erst der letzte in der Reihe, der Exit-Node, sieht die Adresse des Ziel-Servers und die für ihn bestimmten Daten. Er kennt aber den Absender nicht.



ternet – keinen direkten Kontakt haben. Das bedeutet, dass man vom einen Ende der Leitung aus nicht feststellen kann, wo der andere wirklich ist. Wegen des Tor-Routings über mehrere Zwischenstationen und eines zwischengeschalteten Rendezvous-Points im Tor-Netz kann man den physischen Server, auf dem ein Hidden Service läuft, nicht über das Netz aufspüren.

Das führt dazu, dass unter anderem illegale Schwarzmarkt-Plattformen sehr gern als Hidden Service operieren, um der Strafverfolgung zu entgehen. Wie dann jedoch Waffen- und Drogenumschlagplätze wie der berüchtigte Hansa Market dennoch hoppsgenommen wurden, erklärt der bereits erwähnte Artikel zu den Grenzen der Anonymität auf Seite 80.

## Vertrauen ist Namenssache

Zurück zu den Namen, die eine wichtige Funktion im Tor-Netz innehaben. Der Teil vor dem .onion ist meistens unmerkbares Kauderwelsch. Das kommt daher, dass die Namen aus Hash-Werten über einen öffentlichen Krypto-Schlüssel gebildet werden. Auf diesem Weg löst Tor nämlich das Grundproblem der Verschlüsselung gänzlich anders als das normale Web.

Für die Heise-HTTPS-Seiten bestätigt eine angeblich vertrauenswürdige Zertifizierungsstelle (CA), dass ein Schlüssel tatsächlich Heise gehört. Doch Diginotar und andere CAs wurden gehackt; Symantecs CA wurde mehrfach dabei erwischt, dass sie unberechtigt Zertifikate ausgestellt hat. Und wer sich auf diesem Weg ein Heise-Zertifikat mit der Unterschrift einer CA erschleicht, kann sich in die Verbindung zwischen dem Heise-Server und dem Browser einklinken und alles mitlesen. Das mit dem Vertrauen im Web – das funktioniert also bestenfalls so lala.

Beim Tor-Netz gibt es hingegen nur einen Schlüssel, der zu „sq4lecqyx4izcpkp“ passt. Und das ist der, den wir auf dem Server des Heise-Investigativ-Briefkastens auf <http://sq4lecqyx4izcpkp.onion/> deponiert haben. So lange Sie den richtigen Namen (etwa aus dem Impressum der c't) verwenden und wir unseren Original-Schlüssel sicher verwahren, kann niemand so tun, als ob er der richtige Heise-Investigativ-Server wäre und sich etwa in eine verschlüsselte Verbindung zum Heise-Briefkasten einklinken. Keine Zertifizierungsstelle der Welt kann einen passenden Schlüssel für diesen Server ausstellen.

**Das Darknet ist kein rechtsfreier Raum: Die Polizei hat die zentralen Marktplätze Alpha-Bay und Hansa geschlossen und die Betreiber verhaftet.**



Der Nachteil ist, dass die Namen in aller Regel sehr kryptisch und schwer zu merken sind. Facebook hat enorm viel Rechenzeit verbraucht, um Millionen und Aber-Millionen von Schlüsseln zu erzeugen, bis sie die halbwegs sinnvolle Zeichenkette facebookcorewwi hatten (die ich trotzdem jedes Mal nachschauen muss).

Damit die potenziellen Nutzer einen Dienst finden, benötigen sie also dessen Namen, der – anders als im Web – in aller Regel nicht aus dem Namen des Dienstes ableitbar ist. Dreh- und Angelpunkt des Darknet sind deshalb Verzeichnisse der verfügbaren Hidden Services und deren Onion-URLs. Das erinnert ein wenig an die digitale Steinzeit, als Sites wie Yahoo versuchten, das Internet zu katalogisieren – und fühlt sich in der Praxis auch oft so

an. Das historisch wichtigste Verzeichnis ist das Hidden Wiki; Fresh Onions klappt das Darknet selbst nach neuen Diensten ab und liefert aktuellere Listen. Etwas gezielter kann man über die Darknet-Suchmaschinen „Not Evil“ und „Torch“ navigieren (siehe [ct.de/yrdc](http://ct.de/yrdc)).

Doch der erste eigene Kontakt mit dem Darknet führt ohnehin fast zwangsläufig zu Frust und Enttäuschung. Viele Links sind bereits kaputt; die verfügbaren Inhalte sind oft trivial oder ganz offensichtliche Betrugsversuche. Ersparen Sie sich das und lesen Sie lieber die nächsten Artikel zum Tor-Browser, den Treuhändermodellen oder den Grenzen der Anonymität. [ju@ct.de](mailto:ju@ct.de) **ct**

**Einstieg ins Darknet: [ct.de/yrdc](http://ct.de/yrdc)**

## Was ist das Darknet?

Für die meisten ist Darknet ein eher flapsiger Begriff für die „dunklen Seiten des Internet“ – also vor allem für illegale Inhalte und Angebote. Manche machen das Dunkle auch daran fest, dass die Inhalte anders als das „Clearnet“ nicht einmal von den quasi allwissenden Suchmaschinen wie Google durchleuchtet und erfasst werden. Das firmiert dann auch unter Deep Web.

Diese Definition bezieht aber alle Communities mit ein, auf die man erst nach einer Registrierung Zugriff erhält. Also beispielsweise sogenannte Carder-Foren, in denen Kreditkarten-Betrüger und solche, die's werden wollen, Tipps und Erfahrungen austauschen. Aber natürlich auch kommerzielle Inhalte, auf

die man nur gegen Bezahlung zugreifen kann oder die private Nachbarschafts-Community, zu der man nur auf Einladung Zugang erhält.

Eher technisch orientierte Menschen nutzen Darknet als Oberbegriff für Overlay-Netze, die das Internet lediglich als Transport-Medium nutzen und darauf eine eigene, auf Anonymität der Teilnehmer abzielende Infrastruktur aufbauen. Das prominenteste Netz dieser Art ist The Onion Router, kurz Tor; I2P, Freenet, GNUnet und RetroShare sind weitere Vertreter. Ursprünglich bezeichneten Internet-Techniker die Teile des Internet als Darknet, die nicht geroutet werden. Diese Definition ist jedoch heute nicht mehr gebräuchlich.

# Safer Internet

## Tor-Browser als sicherer Zweitbrowser



**Mal eben auf den Link in einer E-Mail klicken? Besser nicht, Angreifer nutzen Social Engineering, um ihre Opfer auf präparierte Websites zu locken und sie dort gezielt mit Browser-Exploits anzugreifen. Mit dem Tor-Browser schlagen Sie Hackern ein Schnippchen, denn der lädt problematische Inhalte gar nicht erst.**

**Von Mirko Dölle**

**H**abenweise JavaScript, nachzuladende Fonts und Videos – moderne Websites sind gespickt mit potenziell problematischen Inhalten. Schon eine Sicherheitslücke in einem Video-codec reicht aus, damit Angreifer Schadcode einschleusen können. E-Mails mit plausiblem Inhalt sind in Zeiten von Social Engineering eine beliebte Methode, die Opfer auf entsprechend präparierte Websites zu locken – der Browser lädt dann willig alle eingebetteten Inhalte herunter, Schadcode inklusive.

Mit dem Tor-Browser passiert das nicht: Hat man beim ersten Start einmalig die höchste Sicherheitsstufe eingestellt, lädt er nur noch HTML-Dateien, CSS und Bilder – JavaScript, Schriftarten, Videos und dynamische HTML5-Inhalte hingegen lässt er links liegen. Damit bietet er Angreifern eine deutlich kleinere Angriffsfläche als herkömmliche Browser und eignet sich gut, um unbekannte oder suspekte Websites in Augenschein zu nehmen.

### Tor zur Welt

Den Tor-Browser gibt es auf <https://tor-project.org> für Windows, macOS und Linux kostenlos zum Download. Anwender sollten ihn stets selbst installieren, damit die automatischen Updates des Browsers auch zuverlässig funktionieren und nicht etwa an mangelnden Rechten

scheitern. So erhält man Sicherheitsaktualisierungen unmittelbar nach ihrer Veröffentlichung und muss nicht etwa warten, bis der Linux-Distributor die Änderungen in sein Paket-Repository übernommen hat.

Der Tor-Browser ist eine modifizierte und erweiterte Variante von Firefox ESR, der wiederum für den Unternehmenseinsatz gedacht ist. Die wichtigste Erweiterung ist der Tor-Daemon, der zusammen mit dem Browser installiert wird. Er arbeitet als Proxy für den Browser und sorgt dafür, dass der Datenverkehr mehrfach verschlüsselt über mindestens drei Knoten des Tor-Netzwerks durch alle Welt geleitet wird, bevor er am Ziel ankommt. So lässt sich praktisch nicht feststellen, woher eine Anfrage kam, man surft anonym. Außerdem eröffnet der Tor-Daemon den Weg ins Darknet, sodass man sogenannte Hidden Services mit der Domain .onion ansurfen kann.

Die wichtigste Sicherheitskomponente des Tor-Browsers ist das Plug-in NoScript, das bereits vorinstalliert und scharf geschaltet ist. Mit den Sicherheitsstufen haben die Tor-Entwickler eine komfortable Möglichkeit implementiert, die doch zahlreichen NoScript-Optionen auch für Laien handhabbar zu machen.

In der höchsten Sicherheitsstufe sorgt NoScript dafür, dass weder JavaScript noch andere dynamische Inhalte automatisch geladen oder gar ausgeführt werden – nicht einmal Fonts. Das führt auf mit Weitblick gebauten Webseiten nur zu geringen Verfremdungen, etwa bei der Deutschen Bahn. Etliche Seitenbetreiber, insbesondere solche, die mit vielen Frameworks arbeiten, sind derart auf JavaScript angewiesen, dass ihre Seite mit scharfgeschaltetem NoScript unbedienbar sind.

Ohne JavaScript geht es dann nicht weiter. Sie sollten dann NoScript aber nicht einfach deaktivieren, sondern die Möglichkeit des Plug-ins nutzen, Skripte nur für einzelne Domains zu erlauben. So können Sie den Schutzschild nach und nach senken, bis Sie die gewünschte Funktionalität erreicht haben. Auf diese Weise bekommt man auch ein gutes Gefühl dafür, wie viele externe Inhalte manche Websites einbinden.

Andere Seiten kann der Tor-Browser bei höchster Sicherheitsstufe selbst dann nicht darstellen, wenn man JavaScript aktiviert. Ein solches Negativbeispiel ist die Homepage von Volkswagen: Bei den Wolfsburgern erhält man nur ein leerer

Fenster mit einem kleinen VW-Symbol – auch dann, wenn NoScript gar nicht mehr im Spiel ist. Erst wenn man die Sicherheitsstufe im Tor-Browser auf das Minimum reduziert, sieht man den regulären Inhalt und kann auf der Seite navigieren.

## Tor kicken

Es gibt auch Websites, die Tor gezielt blockieren, etwa die deutsche Homepage von Ferrari: Erkennt die über Cloudfront ausgelieferte Seite einen Zugriff aus dem Tor-Netz, liefert sie lediglich den Fehler-Code 403. Außerdem kostet die mehrfache Umleitung der Verbindung über drei Tor-Knoten Zeit, und die Bandbreite ist je nach Datenaufkommen bei den einzelnen Nodes ziemlich beschränkt. Längere Ladezeiten sind deshalb keine Seltenheit, was gerade interaktive Websites stark ausbremsen kann.

Welchen Weg Ihre Daten durch das Tor-Netz nehmen, bekommen Sie durch einen Klick auf das Zwiebelsymbol in der Adressleiste heraus: Dort zeigt der Tor-Browser die IP-Adressen und das Land der einzelnen Tor-Knoten an. Indem Sie auf den Menüeintrag „Neuen Kanal für diese Seite“ klicken, können Sie den Tor-Browser eine neue, möglicherweise schnellere Route zum Ziel suchen lassen.

Blockiert die Zielseite den Tor-Browser oder finden Sie keine schnelle Route, können Sie den Datenverkehr des Tor-Browsers an Tor vorbeilaufen lassen und so auf direktem Weg und mit der vollen Internetbandbreite Ihres Anschlusses surfen. Anonym sind Sie dann allerdings nicht mehr – jeder Server, den Sie ansur-

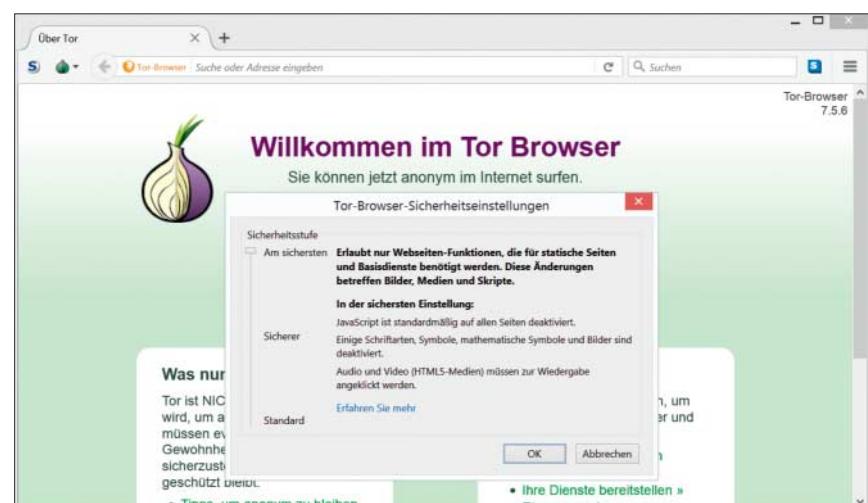
fen, wird Ihre tatsächliche IP-Adresse zu sehen bekommen.

Dazu gehen Sie in die Einstellungen des Tor-Browsers und klicken unter „Erweitert“ auf das Register „Netzwerk“ und dort unter „Verbindung“ wieder auf „Einstellungen“ – womit Sie in der Proxy-Konfiguration des Tor-Browsers landen. Hier ist standardmäßig der im Hintergrund laufende Tor-Daemon als Proxy mit der Adresse 127.0.0.1, dem Port 9150 und dem Proxy-Protokoll SOCKS5 eingetragen. Außerdem löst der Browser DNS-Anfragen über den Proxy auf.

Indem Sie zuerst die DNS-Auflösung über den Proxy deaktivieren und erst dann den Internet-Zugriff auf „Kein Proxy“ setzen, kappen Sie die Datenverbindung zwischen dem Tor-Browser und dem Tor-Daemon. Nicht betroffen ist davon die Kontrollverbindung auf Port 9151 – der Tor-Browser versucht weiterhin, im Hintergrund einen Tor Circuit bestehend aus drei Tor-Knoten bis zum Ziel aufzubauen, auch wenn er sie anschließend nicht nutzt.

Die Kontrollverbindung dürfen Sie nicht kappen, andernfalls startet der Tor-Browser nicht mehr, weil er keine Verbindung zum Tor-Netz findet. Außerdem werden die Proxy-Einstellungen nach jedem Neustart wieder auf die Standardwerte zurückgesetzt – um wieder torlos zu surfen, müssen Sie die Proxy-Einstellungen also erneut deaktivieren. Das ist auch gut so, verhindert diese Automatik doch, dass sich jemand dauerhaft deanonymisiert, der den Proxy nur versehentlich abgeschaltet hatte.

(mid@ct.de) 



**Schotten dicht: In der höchsten Sicherheitsstufe lädt der Tor-Browser weder JavaScript noch Schriften oder dynamische Inhalte wie Videos und Audiodateien. So bietet der Browser Hackern kaum eine Angriffsfläche.**



# Handel unter Gaunern

## Sichere Geschäfte dank Multisignatur-Treuhand

**Wer keine Skrupel hat, im Darknet harte Drogen an Jugendliche zu verkaufen, wird auch nicht zögern, per Vorkasse gezahlte Gelder ohne Gegenleistung einzustreichen. Dank ausgeklügelter Treuhandverfahren sind Betrügereien aber die Ausnahme – und das, obwohl niemand eine rechtliche Handhabe hat. Davon können aber auch Foren für Autoliebhaber oder Sammler profitieren, um Verkäufe unter Mitgliedern abzusichern.**

**Von Daniel Cooper**

**D**ie Polizei rufen? Das wäre wohl das Dümme, was man tun könnte, wenn man vom Darknet-Dealer gelinkt wurde und statt des bestellten Koks nur ein Tütchen Backpulver bekommen hat. Wie konnte man auch nur

einem kriminellen Drogenhändler vertrauen und im Voraus bezahlen?

In der Praxis funktioniert der illegale Drogenhandel im Darknet hingegen zuverlässiger, als gebrauchte Smartphones bei eBay zu kaufen. Das ist nicht als Werbung für illegale Marktplätze zu verstehen – durch Analyse der Geschäftsprozesse im Darknet lernt man lediglich, worauf es beim Entwurf robuster Handelsplattformen wirklich ankommt.

### **Trau, schau, wem?**

Der Schlüssel für das Funktionieren der verschiedenen Darknet-Handelsplattformen ist, dass Treuhanddienste (Escrow) für alle Händler verbindlich vorgeschrieben sind. Auf AlphaBay etwa, nach Silk Road eine der bekanntesten Darknet-Plattformen für Drogenhändler, liefern Zahlungen stets über ein Konto des Betreibers. Erst wenn der Kunde den korrekten Erhalt der Ware bestätigt hatte, bekam der Händler das Geld ausgehändigt – abzüglich der Provision, die AlphaBay für seine

illegalen Dienste berechnete. Außerdem konnten die Kunden Feedback in einem Forum hinterlassen und so eine Bewertung abgeben – was anderen Konsumenten bei der Auswahl ihres Lieferanten half.

So hatten die Händler ein großes Interesse daran, ihre Käufer zufriedenzustellen: Einmal schreckten negative Kommentare Neukunden ab, zum anderen sorgten häufige Beschwerden dafür, dass AlphaBay die Gelder an die Kunden zurückgab oder nur verzögert auszahlte. Händler, bei denen es nur selten Reklamationen gab, bekamen hingegen einen Rabatt auf AlphaBays Provision. Kundenfreundlichkeit und Großzügigkeit waren daher die Regel, nicht die Ausnahme.

Doch in diesem klassischen Treuhandsystem ist ausgerechnet der Treuhänder das schwächste Glied: Käufer und Verkäufer sind gezwungen, ihm ihr Geld anzuvertrauen. Als AlphaBay im Juni 2017 beschlagnahmt und die Betreiber verhaftet wurden, war das Geld auf den Treuhandkonten verloren. Gelegentlich gab es

auch sogenannte Exit Scams, bei dem jemand als letzte Aktion vor dem endgültigen Abtauchen alles Greifbare mitnimmt. Das geschah etwa im Mai 2016 bei Crime Network, wo ein Treuhänder erst längere Zeit nichts mehr ausbezahlt und schließlich mit etlichen Bitcoins von der Bildfläche verschwand.

Abseits der großen Marktplätze hat sich deshalb ein Treuhandverfahren etabliert, bei dem der Treuhänder die beiden Parteien nicht mehr einfach um ihr Geld betrügen kann. Dabei wird das Geld bis zur Ankunft der Ware in einem gemeinsamen Multisignatur-Wallet aufbewahrt. Vorreiter dieses Treuhanddienstes war das inzwischen von den Behörden beschlagnahmte Darknet-Forum „Deutschland im Deep Web“ (DiDW). Das Verfahren eignet sich aber genauso gut für ein Autofreunde-Forum, in dem Mitglieder Ersatzteile untereinander verkaufen, oder ein Sammler-Forum, in dem Sammelsobjekte gehandelt werden.

Der große Vorteil gegenüber klassischen Treuhandverfahren ist, dass der Treuhänder selbst gar nicht vertrauenswürdig sein muss, denn er kann weder das Geld noch die Ware unterschlagen. Es muss lediglich sichergestellt sein, dass der Treuhänder nicht mit Käufer oder Verkäufer paktiert oder sich von einem der beiden bestechen lässt. Außerdem muss der Treuhänder erst aktiv werden, wenn es zum Streit zwischen Käufer und Verkäufer kommt – so lange sich beide einig sind, bekommt der Treuhänder von dem Geschäft überhaupt nichts mit. Er muss lediglich einmalig ein Basis-Wallet für Treuhandgeschäfte anlegen und den dazugehörigen Public Key veröffentlichen.

Ein Multisignatur-Wallet lässt sich gut mit dem Bankkonto eines Vereins vergleichen. Es gibt insgesamt drei Verfügungsberechtigte: den Vereinsvorsitzenden, dessen Stellvertreter sowie den Kassenwart, wobei für jede Verfügung die Unterschriften von zwei Berechtigten benötigt werden. Um Missbrauch vorzubeugen, benötigt der Kassenwart also für jede Verfügung stets die Unterschrift des Vorsitzenden oder dessen Stellvertreters.

## Vier-Augen-Prinzip

Übertragen auf Bitcoin entspricht dies einem 2/3-Multisig-Wallet mit Käufer, Verkäufer und Treuhänder als Verfügungsberechtigten, wobei für Abhebungen zwei Unterschriften erforderlich sind. So kann nicht einmal der Treuhänder mit

dem Geld abhauen – er bräuchte dafür die Hilfe von Käufer oder Verkäufer.

Das Gleiche gilt für Käufer und Verkäufer: Einzeln kommt niemand an das Geld aus dem Multisig-Wallet. Hat der Käufer das Geld auf das Multisig-Wallet eingezahlt, kann sich der Verkäufer sicher sein, dass der Käufer über das Geld verfügt und dass er es nicht – wie etwa bei PayPal – eigenmächtig wieder zurückbuchen kann. Der Verkäufer kann dann die Ware an den Käufer schicken, am besten als Paket: So kann er über die Sendungsverfolgung des Paketdienstes nachweisen, dass der Versand erfolgt ist und bei wem das Paket schließlich angekommen ist. Im Darknet ist es üblich, dass der Käufer das Auspacken der Sendung filmt, um eventuell nachweisen zu können, dass der Verkäufer ihm falsche Ware geliefert hat.

War alles in Ordnung, veranlasst der Verkäufer die Auszahlung des Gelds an sein privates Standard-Wallet und lässt sich die Transaktion vom Käufer gegenüberzeichnen. In diesem Fall bleibt der Treuhänder völlig unbehelligt. Erst wenn es Streit gibt und sich Käufer und Verkäufer nicht einigen können, muss er sich mit dem Fall befassen. Er ist in seiner Entscheidung jedoch nicht völlig frei, denn für die Umsetzung benötigt er weiterhin entweder die Zustimmung des Käufers oder des Verkäufers.

## Angelegt

Bevor sie ein Multisig-Treuhandgeschäft ins Leben rufen, müssen Käufer, Verkäufer und Treuhänder jeder für sich ein Standard-Wallet anlegen, dessen Schlüssel

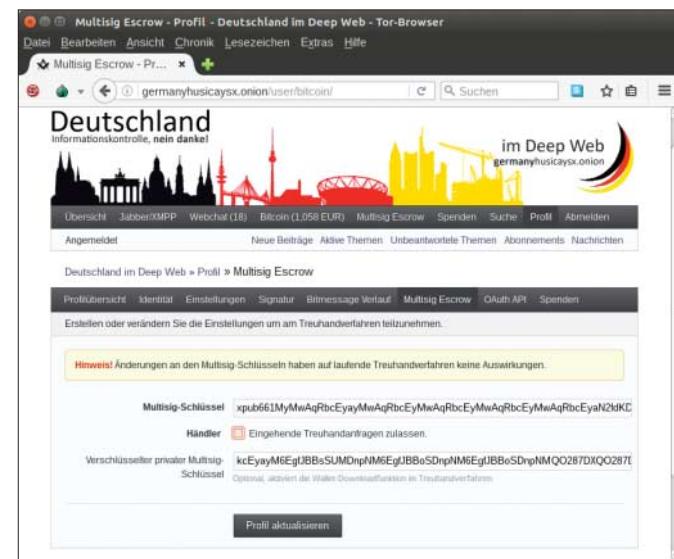
auslesen und als Basis für alle künftigen Multisignatur-Wallets der jeweiligen Person notieren. Das ist leider nicht besonders unterhaltsam, sondern eine Fleißarbeit, die sich auszahlt, weil man so die interessanten nächsten Schritte versteht.

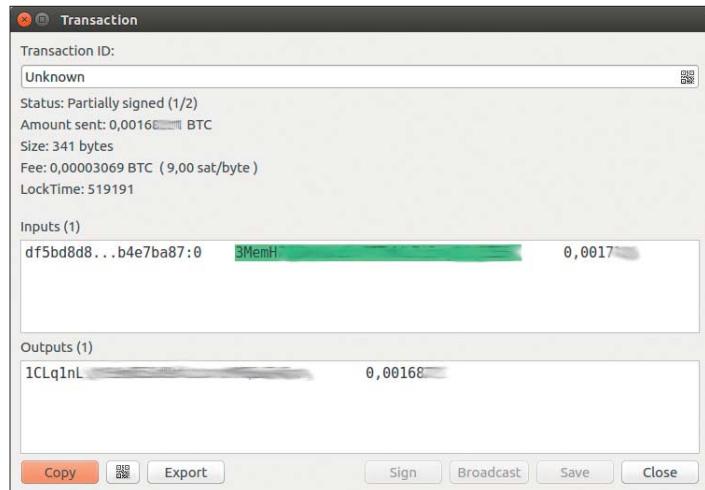
Wir haben uns bemüht, die Anleitung möglichst einfach zu halten und uns deshalb für den Bitcoin-Client Electrum entschieden. Wählen Sie nach dem Start von Electrum im Menü „File“ den Eintrag „New/Restore“ und vergeben einen Dateinamen für das neue Wallet. Der Wallet-Typ muss „Standard“ sein und Electrum soll eine neue Standard-Seed erzeugen. Diese muss unbedingt an sicherer Stelle notiert werden, mit ihr lassen sich alle Multisig-Wallets wiederherstellen, sollten sie oder das Passwort dafür einmal verloren gehen.

Besonders wichtig ist die sorgfältige Auswahl des Passworts für das neue Treuhand-Basis-Wallet: Es sollte ein langes Passwort mit vielen Buchstaben, Zahlen und ein paar Sonderzeichen sein. Denn sollten Sie später den automatisierten Wallet-Download eines Forums oder einer Website nutzen, ist dieses Passwort das Einzige, was einem Angreifer den Zugriff auf Ihre Multisig-Wallets verwehrt. Electrum bietet außerdem an, das Wallet zu verschlüsseln – diese Option sollten Sie deaktivieren.

Hat Electrum das Wallet erzeugt, ruft jeder über den Menüpunkt „Wallet/Information“ den Master Public Key seines Wallets ab und gibt ihn an die anderen beiden Zeichnungsberechtigten weiter. Alternativ können Sie die den Schlüssel auch direkt aus der Wallet-Datei heraus-

**Vorreiter: Wer im inzwischen beschlagnahmten Darknet-Forum „Deutschland im Deep Web“ seinen mit Passwort geschützten privaten Schlüssel eintrug, konnte sich bei Treuhandgeschäften das gebrauchsfertige Wallet direkt aus dem Forum herunterladen.**





Um Geld aus einem Multisig-Wallet abzuziehen, genügt nicht nur eine Signatur. Man muss die nur teilweise signierte Transaktion zum Gegenzeichnen an einen der Partner weiterleiten.

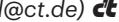
den Button „Max“. So wird zuverlässig verhindert, dass Restgeld auf dem Wallet verbleibt. Hat man auf „Send“ geklickt, verlangt Electrum die Eingabe des Passworts für den Schlüssel, signiert die Transaktion und zeigt eine Zusammenfassung an.

Dort, wo bei herkömmlichen Transaktionen aus einem Standard-Wallet heraus als Status „Signed“ stehen würde, zeigt Electrum nun lediglich „Partially signed“ an. Indem man auf „Copy“ klickt, kopiert Electrum die noch unvollständige Transaktion in die Zwischenablage.

Diese unvollständige Transaktion sendet der Verkäufer via E-Mail oder über ein Foren-Nachrichtensystem an den Käufer oder Treuhänder. Um die Transaktion zu signieren, tragen Käufer oder Treuhänder ebenfalls ihren Master Private Key im Multisig-Wallet ein, öffnen es in Electrum und wählen dort aus dem Menü „Tools“ unter „Load transaction“ den Eintrag „From text“. Anschließend kopieren sie die unvollständige Transaktion des Verkäufers in das Eingabefenster und klicken auf „Load transaction“.

Indem sie in der Transaktionsübersicht auf „Sign“ klicken und ihr Passwort eingeben, fügt Electrum die fehlende Signatur hinzu, sodass die Transaktion nun vollständig ist. Wichtig ist nun noch, dass man auf „Broadcast“ klickt, damit die Transaktion in das Bitcoin-Netzwerk übertragen und dann verarbeitet wird. So erhält der Verkäufer sein Geld.

Bei Streitigkeiten muss im Zweifel der Treuhänder eine Lösung erarbeiten, die mindestens der Käufer oder der Verkäufer mittragen. Erhält der Käufer etwa sein Geld zurück, erzeugt dieser anstelle des Verkäufers eine Auszahlungstransaktion auf sein privates Wallet und lässt sie von Verkäufer oder Treuhänder zusätzlich signieren.

Von diesen Streitfällen einmal abgesehen, wickeln Käufer und Verkäufer ihre Geschäfte selbstständig ab. Das bedeutet jedoch auch, dass der Treuhänder nichts für seine Dienste bekommt, weshalb diese Rolle zumindest in Darknet-Foren meist Moderatoren des Forums übernehmen. Dieser Personenkreis wäre auch für herkömmliche Foren eine gute Wahl, werden dafür doch meist Leute ausgesucht, die sich als fair und zumindest als im Grundsatz vertrauenswürdig erwiesen haben. Und in die Versuchung, mit Geldern anderer Forenbenutzer abzuhauen, kommen sie ja dank Multisignatur-Verfahren gar nicht erst. (mid@ct.de) 

kopieren, Sie finden ihn in der Zeile, die mit „xpub“: beginnt.

Indem man alle drei Master Public Keys in eine Datei mit folgender Struktur einträgt, erhält man das Multisig-Wallet:

```
{
  "wallet_type": "2of3",
  "x1/": {
    "type": "bip32",
    "xpub": "xpub661..."
  },
  "x2/": {
    "type": "bip32",
    "xpub": "xpub661..."
  },
  "x3/": {
    "type": "bip32",
    "xpub": "xpub661..."
  }
}
```

Da dieses Wallet lediglich die öffentlichen Schlüssel enthält, eignet es sich nur dazu, die Bitcoin-Adressen für Einzahlungen und den aktuellen Kontostand des Multisig-Wallets zu ermitteln – man spricht von einem Read-Only-Wallet. Das ist praktisch für Foren: Haben Käufer, Verkäufer und Treuhänder ihre Schlüssel in ihrem Profil hinterlegt, kann das Forum daraus automatisch das Read-Only-Wallet generieren und dessen Kontostand anzeigen.

Für die Einzahlung gelten keine Besonderheiten, der einzige Unterschied zu Überweisungen auf Standard-Bitcoin-Wallets ist, dass die Adressen von Multisig-Wallets stets mit einer 3 beginnen. Ist das Geld im Multisig-Wallet angekommen, verschickt der Verkäufer die Ware.

Außerdem erzeugt er eine Überweisung des Geldes aus dem Multisig-Wallet auf sein Standard-Wallet. Das geht nicht

mit einem Read-Only-Wallet, um die Transaktion signieren zu können, muss der Verkäufer erst eine Version des Wallets erzeugen, die den Master Private Key enthält. Diesen Schlüssel finden Sie im Basis-Wallet in der Zeile, die mit „xprv“: beginnt. Anschließend fügen Sie den Schlüssel im Read-Only-Wallet ein und ergänzen den Parameter „use\_encryption“:

```
{
  "use_encryption": true,
  "wallet_type": "2of3",
  "x1/": {
    "type": "bip32",
    "xprv": "vsWqbv0...",
    "xpub": "xpub661..."
  },
  ...
}
```

Im DiDW-Forum war dies nicht nötig: Wer neben seinem Master Public Key (xpub) auch den mit Passwort gesicherten Master Private Key (xprv) im Benutzerprofil hinterlegt hatte, musste lediglich Verkäufer und Treuhänder auswählen und konnte sich die gebrauchsfertige Wallet-Datei herunterladen. Die Erfahrung zeigt, dass dies die Nutzung von Multisig-Treuhänder fördert, weil es Benutzern zu mühsam ist, die Wallets selbst anzulegen.

## Ausgezahlt

Weiter geht es mit den interessanteren Aspekten des Treuhandels: Ist der Master Private Key im Multisig-Wallet des Verkäufers gespeichert, kann er die Auszahlungstransaktion auf sein privates Wallet erzeugen und signieren. Dazu wechselt man in Electrum wie üblich in den Tab „Send“, trägt dort die Adresse des eigenen Wallets ein und klickt bei „Amount“ auf

Anzeige



# Die Grenzen der Anonymität

## So fangen Strafverfolger Kriminelle im Darknet

**Das Darknet bietet nicht nur Whistleblowern und politisch Verfolgten Schutz. Auch Drogen- und Waffenhändler ziehen vermehrt von der Straße auf vermeintlich anonyme Marktplätze um und ihre Kunden bestellen bequem vom heimischen Sofa. Sie alle ahnen nicht, wie gut klassische Ermittlungsarbeit auch im verschlüsselten Untergrund funktioniert.**

**Von Olivia von Westernhagen**

**E**s ist Dienstag, der 16. August 2016. Am Busbahnhof der hessischen Kleinstadt Marburg wartet ein junger Mann auf einen alten Bekannten. Hin und wieder sieht er sich prüfend um, tasst nach dem Gegenstand unter seiner Jacke. Die Männer, die sich an ihn heranschleichen, scheint er nicht zu bemerken. Vielleicht ahnt er nicht einmal, dass sie da sind – denn innerlich ist er schon bei dem Geschäft, das in wenigen Minuten über die Bühne gehen soll.

„Die Einsatzlage war für uns sehr anspruchsvoll“, erinnert sich der stellvertretende Kommandoführer der Zentralen Un-

terstützungsgruppe Zoll (ZUZ), der SEK-Einheit des Zolls. „Wir mussten davon ausgehen, dass er eine Schusswaffe griffbereit bei sich führt.“ Hochkonzentriert, mit perfekt aufeinander abgestimmten Bewegungen nähern sich die Beamten dem jungen Mann – und lassen ihm letztlich keine Chance, der Festnahme zu entgehen.

Der Mann, den die ZUZ an jenem Tag festnimmt, ist der Waffenhändler Philipp K., der David S., dem „Amokschützen von München“, im Darknet eine Glock 17 verkauft. Mit der mitgelieferten Munition erschoss David S. am 22. Juli 2016 erst neun Menschen und dann sich selbst.

K., der auch nach der Bluttat weiter mit Waffen dealte, hatte sich am Marburger Busbahnhof mit einem Kunden verabredet – und wirkte, so der ZUZ-Beamte, „sehr überrascht“, stattdessen auf die Einsatzkräfte zu treffen.

## Verzerre Welt

Waffenkäufe wie der von David S. prägen das Bild der Öffentlichkeit vom Darknet. Das Bild einer unüberschaubaren Unterwelt, in der an jeder Ecke – oder besser: auf jeder Onion-Website – Waffen und Drogen angeboten werden.

Das Darknet ist tatsächlich groß: Aktuell beläuft sich die Zahl der Hidden Services im Tor-Netz auf rund 110.000. Gut zwei Millionen Menschen nutzen Tor täglich. Angesichts der (falschen) Vorstellung von einem Darknet, das durchweg aus Schmuddelecken besteht und in dem Millionen zwielichtiger Gestalten ihren dunklen Geschäften nachgehen, scheinen ausgeklügelte High-Tech-Werkzeuge für die Verbrecherjagd unverzichtbar.

Fakt ist zwar, dass es technische Ansätze zur Überwachung im Darknet gibt (siehe Kasten auf S. 84). Tatsächlich spielen sie bei Ermittlungen aber kaum eine Rolle. Wir erfuhren, dass die Ermittler im Darknet die größten Erfolge erzielen, indem sie sich auf menschliche Schwachstellen konzentrieren.

## Licht ins Dunkel

Um das zu verstehen, muss man mit den zuvor beschriebenen Darknet-Klischees aufräumen.

Zunächst einmal greifen nur ein bis zwei Prozent, also 20.000 bis 40.000 der zwei Millionen täglichen Tor-Nutzer überhaupt auf Tors Hidden Services zu, die einen Großteil des Darknet ausmachen. Die übrigen nutzen den Schutzmantel der Anonymität und Abhörsicherheit im „normalen“ Internet, im Fachjargon auch Clearnet genannt, um der Verfolgung durch repressive Staaten zu entgehen. Oder weil sie ihre Privatsphäre vor Lauschangriffen von NSA, BND und Co. schützen wollen, wie Tor-Chefentwickler Roger Dingledine kürzlich erklärte.

Und auch die Darknet-Besucher führen nicht alle Böses im Schilde: Viele surfen etwa die Tor-Variante von Facebook an – laut Dingledine der meistbesuchte Hidden Service. Und das vermutlich ebenfalls, um sich vor staatlicher Verfolgung zu schützen. Oder sie besuchen andere Sites mit legalen Inhalten. Die machen immer-

hin 50 Prozent aller Hidden Services aus, wie Statistiken des Schweizer Darknet-Experten Marc Ruef und eine Studie der Threat-Intelligence-Plattform Intelliagg übereinstimmend belegen.

Wer neugierig ist, was es im Darknet so gibt, kann aus sicherer Entfernung einen Blick hineinwerfen. Das IT-Sicherheitsunternehmen Hyperion Gray hat im Rahmen eines Forschungsprojekts im Januar 2018 per Skript Screenshots von rund 6608 Onion-Websites gemacht und daraus eine Art scroll- und zoombare Landkarte zusammengesetzt (siehe [ct.de/ym72](http://ct.de/ym72)). Durch Entfernen eines Teils des Contents, der nach US-Recht strafbar ist, sind einige weiße Flächen entstanden. Wer an die übrigen Screenshots auf der Karte heranzoomt, entdeckt zwar weiterhin Shops mit illegalen Waren und geschlossene Foren, deren Aufmachung wenig Zweifel daran lassen, dass ihr Inhalt für Strafverfolgungsbehörden interessant ist. Daneben gibt es aber auch private Homepages, Verschwörungs-Blogs und mitunter seltsame, aber eben nicht illegale sexuelle Spielarten.

Laut Ruefs Auswertungen hat die andere Hälfte des Darknet allerdings einen kommerziellen Hintergrund: Von illegalen Waren über hochbrisante Unternehmens-interna und Glücksspiel bis hin zu Hacking-as-a-Service gibt es hier tatsächlich so ziemlich alles, was die meisten Leute mit dem Darknet assoziieren. Inklusive Kinderpornografie.

Relativ klein ist nach wie vor die Anzahl populärer Darknet-Marktplätze, deren Größe langwierige und kostspielige Ermittlungen rechtfertigt. Derzeit listet die recht beliebte Darknet-News-Site Deep Dot Web nur um die 30 relevanten Markets, deren Erreichbarkeit schwankt. Bei der Kundschaft dieser Shops dürfte es starke Überschneidungen geben. Somit

sind gezielte Ermittlungen innerhalb eines überschaubaren Personenkreises möglich.

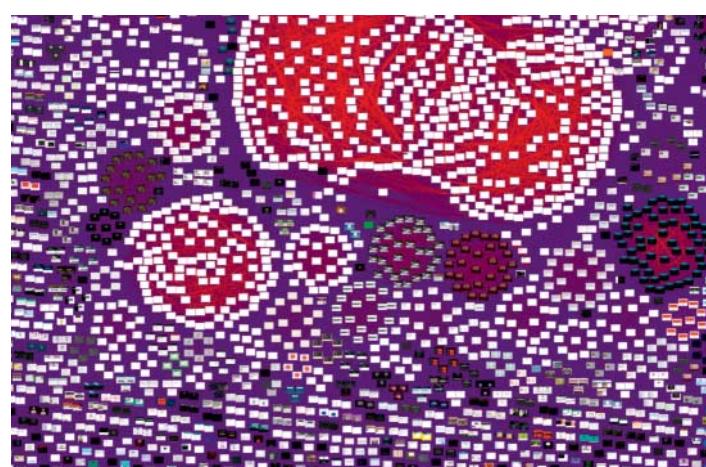
Möchte man nun einen Waffenhändler wie Philipp K. fassen, schrumpft der potenzielle Täterkreis noch einmal stark zusammen: Eine Studie von Europol in Zusammenarbeit mit dem European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA) nahm zwischen 2013 und August 2017 die illegalen Waren unter die Lupe, die auf den (mittlerweile teils abgeschalteten) Darknet-Marktplätzen AlphaBay, Dream Market, Hansa, Trade-Route and Valhalla gehandelt wurden. Neben Betrug und Fälschungen (44 Prozent) und „Guides und Tutorials“ (30 Prozent) spielte sich vor allem Drogenhandel (26 Prozent) ab. „Nur“ in zwei Prozent der Fälle ging es um Waffen oder Sprengstoff.

## Social (Net)hacking

Im Fall Philipp K. führte die Zentralstelle zur Bekämpfung der Internetkriminalität, kurz „ZIT“, die Ermittlungen. Die 2010 gegründete Sondereinheit der Generalstaatsanwaltschaft Frankfurt am Main hat sich auf Ermittlungsverfahren zu besonders schweren und komplexen Online-Straftaten spezialisiert. Dazu zählen neben „normaler“ Internet- und Cyberkriminalität auch Verbrechen im Darknet. Dabei arbeiten die mittlerweile zehn Staatsanwälte der ZIT eng mit BKA, Landeskriminal- und Zollfahndungssämttern zusammen.

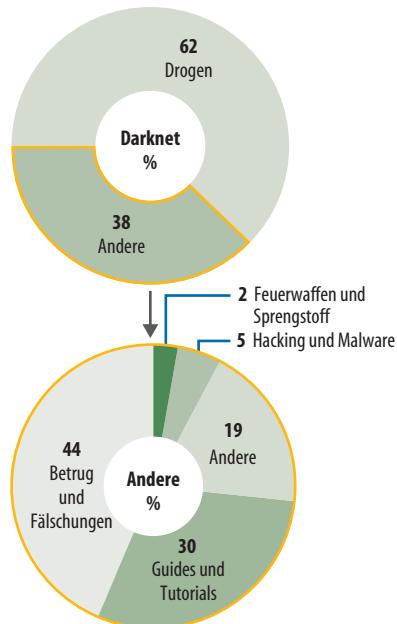
Die Ermittlungen gegen Philipp K. waren laut Oberstaatsanwalt Georg Ungefuk, früher selbst aktiver Ermittler und seit 2016 Pressesprecher der ZIT, Teil eines größeren Komplexes, der sich ab dem Jahr 2015 mit Waffenhandel auf der Plattform „Deutschland im Deep Web“ (DiDW) beschäftigte.

Wer sich traut,  
zoomt ran:  
Hyperion Grays  
„Landkarte“  
zeigt alle  
Facetten des  
Darknet.



## Waren im Darknet

Auf Untergrund-Marktplätzen gibt es weit weniger Waffen, als man denkt – dafür aber jede Menge Drogen.



DiDW war kein typischer Darknet-Marktplatz, sondern das bis dato größte deutschsprachige Darknet-Forum. In diversen Unterforen führten User politische Diskussionen, spannen krude Verschwörungstheorien zusammen, plauderten über Serien und Filme ebenso locker wie über Drogenherstellung oder die Frage, wie man sich am besten vor Strafverfolgung schützen kann. Im Grunde durfte dort jeder alles äußern, was er wollte.

Betreiber Lucky, der sein Forum mit dem Sammeln von Spenden finanzierte, war ein entschiedener Verfechter der Meinungs- und Zensurfreiheit, löschte nichts. Auch nicht die Angebote im sogenannten „Spackentreff“, jenem Unterforum von DiDW, in dem Philipp K. und andere Händler Waffenverkäufe anbahnten. Da DiDW auch über das Clearnet erreichbar und auch ohne Registrierung zugänglich war, wurden die eigentlichen Deals meist über private Direktnachrichten abgewickelt – Treuhandservice inklusive (siehe Artikel „Handel unter Gaunern“, S. 76).

Um Händlern und Käufern auf die Spur zu kommen, legten die Ermittler eigene Accounts an und mischten sich unter die Nutzer. Sie diskutierten, knüpften Kontakte, gewannen das Vertrauen einzelner Personen und entlockten ihnen nach und nach Informationen, die Rück-

schlüsse auf deren Identität zuließen. Solches „Social Hacking“ mussten sie aber gar nicht immer anwenden: Mitunter führte auch eine kurze Recherche im Clearnet zum Ziel. Ungefuk hat Fälle erlebt, in denen User ihre Nicknames und Profilbilder aus Clearnet-Foren einfach im Darknet weiternutzten. In alten Clearnet-Postings der Nutzer fanden die Ermittler dann E-Mail-Adressen, griffen auf die zugehörigen Mail-Accounts zu – und entdeckten dort tatsächlich echte Adressdaten.

Nachdem sie einzelnen Usern auf die Schliche gekommen waren, übernahmen sie deren Accounts. Auch hier war kein Hacking im Spiel. Stattdessen leitete die ZIT Ermittlungsverfahren ein und bewegte die Beschuldigten dazu, ihre Nutzer-Accounts zur Verfügung zu stellen. Einen Anreiz dazu könnte die Aussicht auf Strafmilderung gemäß Paragraf 46b StGB geboten haben.

Das Anlegen von Fake-Accounts und die Weiterführung von Accounts ist schon seit ein paar Jahren gängige Praxis deutscher Strafverfolgungsbehörden: Eine kleine Anfrage der Linken-Fraktion an den Bundestag ergab, dass allein die Bundespolizei in den Jahren 2016 und 2017 insgesamt über 450 Accounts für verdeckte Ermittlungen im Darknet und auf anderen Kommunikationsplattformen nutzte. Statistiken für BKA und Zollfahndung gibt es nicht. Die Linken-Abgeordnete Martina Renner schätzt jedoch vor allem bei letzterer die Zahl der Fake-Accounts noch höher.

Auch an den verdeckten Ermittlungen im DiDW-Waffenkomplex beteiligten sich Mitarbeiter des Zolls. Sie tätigten Scheinkäufe, überführten Händler, kommunizierten mit deren Kunden und enthüllten auf diese Weise weitere Identitäten. Unter dem Pseudonym eines Waffen-

händlers, mit dem Philipp K. bereits einige Monate zuvor ein Tauschgeschäft durchgeführt hatte, vereinbarte ein Zollbeamter schließlich das Treffen, bei dem die Handschellen klickten.

Im Verlauf der Ermittlungen zum DiDW-Waffenkomplex enttarnte das Team der ZIT die Identität von je 50 Waffenkäufern und -verkäufern.

„Wir haben den Komplex bewusst nie groß in den Medien dargestellt“, sagt Ungefuk. Dass er nun recht offen über die Undercover-Aktion spricht, hat einen einfachen Grund: DiDW gibt es nicht mehr. Die Ermittler haben das Forum im Juni 2017, wie man im Darknet-Jargon sagt, „gebusted“ und den Betreiber „Lucky“ festgenommen.

Wie sie „Lucky“ auf die Spur kamen, will Ungefuk bis heute nicht verraten: Man habe sich über eine interessante technische Methode an ihn herangestellt. „Die Szene weiß wohl noch immer nicht recht, wie das damals funktioniert hat“, stellt er fest. Das wiederum schaffe Verunsicherung – und auch damit könne man als Ermittler arbeiten.

### Stille Post geht anders

Nicht alle Darknet-Händler sind so leichtsinnig, sich auf persönliche Treffen einzulassen: Viele vertrauen stattdessen lieber auf den guten alten Postweg. Schaut man sich die Europol-Statistik mit der Verteilung der Waren-Listings auf den Marktplätzen an, ahnt man, dass vor allem Drogenverkäufer viele Geschäfte abwickeln und somit viele Päckchen zu verschicken haben. Damit das nicht auffällt, bringen sie ihre Ware zu wechselnden Packstationen oder abgelegenen Briefkästen, variieren die Absenderadressen und sorgen dafür, dass nicht alle WarenSendungen gleich aussehen.

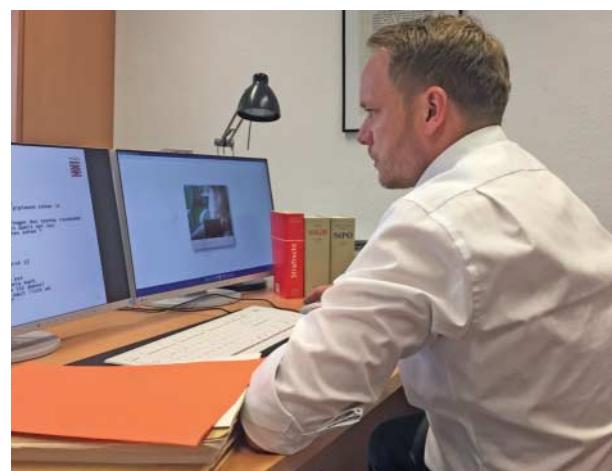


Bild: Zentralstelle zur Bekämpfung der Internetkriminalität (ZIT)

Undercover-Einsätze auf Darknet-Marktplätzen, aber auch im Bereich Kinderpornografie gehören zum Ermittlungsalltag der ZIT.

Dass dabei dennoch Fehler passieren, zeigte unter anderem die Festnahme des Dealers Shiny Flakes, der im echten Leben Maximilian S. heißt. Der Zwanzigjährige, der noch zu Hause wohnte, betrieb aus seinem Leipziger Kinderzimmer heraus in Eigenregie einen riesigen Drogen-Shop. Das Geschäft lief gut: Zwischen Dezember 2013 und Februar 2015 verschickte er insgesamt 600 Kilogramm Drogen an Gelegenheitskonsumenten, Stammkunden und Großabnehmer vor allem in Deutschland.

Vermutlich hätte er sein Business noch eine ganze Weile unbehelligt weiterbetrieben – wäre er nicht nachlässig geworden. Irgendwann begann er, unzureichend frankierte Päckchen zu versenden. Die geisterten dann im Raum Leipzig herum, bis sie von der dortigen Poststelle geöffnet wurden. Angesichts ihres verbotenen Inhalts alarmierten die Postbeamten die Polizei.

Die forschte, um den Absender zu ermitteln, nach ähnlichen Vorfällen in anderen Regionen, begann, Packstationen zu observieren – und kam Maximilian S. so auf die Spur. Was folgte, waren Scheinkäufe in Kombination mit weiteren Observierungen und letztlich die Festnahme durch die sächsische Polizei. Auf seinem Laptop fand sie eine säuberlich geführte Excel-Tabelle mit Kundennamen nebst Adressen und Bestellungen – die Grundlage für Ermittlungsverfahren gegen mehrere tausend Kunden.

Der Postweg birgt noch viele weitere Stolpersteine. Jens Ferner, Rechtsanwalt aus Alsdorf, vertritt häufig Mandanten, die im Darknet gegen das Betäubungsmittelgesetz verstößen, sprich: Drogen ver- oder gekauft haben. Oft hört er Storys von kaputten Verpackungen, aus denen weißes Pulver rieselt – aber auch von wiederholten Fehleinwürfen bei Nachbarn, die irgendwann misstrauisch werden. Denn längst nicht alle Drogenkäufer sind gewieft genug, mit gefälschten Ausweisen registrierte Packstationen als „tote Briefkästen“ zu verwenden.

Die Kunden seien häufig „Menschen, die aus persönlicher Not oder nach Schicksalsschlägen mit dem Konsum angefangen“ hätten, sagt Ferner. Er berichtet von Mandanten, die ihre nicht therapierbare Migräne mit Cannabis aus dem Darknet einzudämmen versuchten – und von naiven Studenten, die „aus Spaß“ Gras im Internet bestellten und angesichts erfolgreicher Polizeiernmittlungen schlagartig kuriert schienen. Glaubt man dem



Bild: Zoll

**Observierung eines Verdächtigen: Beim Darknet-Handel entsteht immer ein Link in die reale Welt.**

aktuellen Global Drug Survey, der weltweit größten Umfrage zum Drogenkonsum, gilt für viele Drogendealer ähnliches: Neben medial spannenden „Ausnahmetalenten“ wie Shiny Flakes tummeln sich im Darknet überwiegend Kleinkriminelle. In der scheinbaren Anonymität fühlen sie sich, so auch der Eindruck des stellvertretenden ZUZ-Kommandoführers, „sicher und unantastbar“.

Laut Anwalt Ferner müssen nicht nur große Fische mit Konsequenzen rechnen: Auch vermeintliche Bagatellfälle wie der Erwerb von ein paar Gramm Gras oder einzelnen Ecstasy-Pillen werden (zumindest zunächst) strafrechtlich verfolgt. Manch einen holt dann das schlechte Gewissen ein. „Oft führt die Tätigkeit von Ermittlungsbehörden im eigenen Umfeld zu einem Umdenken“, sagt Ferner – und bei Aussicht auf Strafmilderung manchmal auch zur Bereitschaft, mit den Behörden zu kooperieren. Dealer denunzierten wiederum recht häufig ihre direkte Konkurrenz, um selbst möglichst glimpflich davonzukommen.

### Ins falsche Netz gegangen

Mitunter kommen nützliche Hinweise aber auch aus ganz unerwarteter Quelle – so wie jener Tipp, der 2017 Ermittlern den Takedown von Hansa Market ermöglichte, dem damals größten europäischen Darknet-Marktplatz. Der Takedown war Teil der 10-monatigen „Operation Bayonet“, bei der die US-Behörden FBI und

Drug Enforcement Administration (DEA) mit Europol, der niederländischen Nationalpolizei sowie BKA und ZIT auf deutscher Seite zusammenarbeiteten.

Der bereits erwähnte Tipp an die niederländische Polizei kam von einer IT-Sicherheitsfirma. Die hatte durch Zufall die IP-Adresse eines mit dem Clearnet verbundenen Servers entdeckt, den die Hansa-Betreiber zum Testen neuer Features nutzten. Die Polizei kontaktierte daraufhin den Hoster und veranlasste die Überwachung des Servers, der praktischerweise in einem Rechenzentrum in den Niederlanden stand. So fand sie letztlich die Identität zweier Hansa-Admins aus Deutschland heraus.

Der ZIT gelang es, die beiden festzunehmen und sie zur Preisgabe ihrer Accounts zu bewegen. Diese nutzten die Niederländer dann aber nicht etwa, um Hansa sofort zu schließen. Stattdessen manipulierten sie den Quellcode von Hansas Darknet-Server, lehnten sich zurück und warteten entspannt die Aufregung ab, die die Szene bald erfassen würde.

Im nächsten Schritt legte das FBI AlphaBay still – den damals größten Darknet-Markt, auf dem nach Angaben der Betreiber rund 200.000 Käufer und 40.000 Verkäufer aktiv waren. Wieder einmal führten menschliche Fehler die Beamten auf die Spur des Betreibers: Der 25-jährige Alexandre C. verwendete seinen echten Vornamen und sein Geburts-

datum als Bestandteil seiner E-Mail-Adresse und legte Bankkonto und PayPal-Account mit seinen echten Daten an. Außerdem nutzte er identische Passwörter für mehrere Dienste.

Nach der Schließung von AlphaBay liefen massenhaft Händler und Kunden zu Hansa über. Durch die vorangegangene Modifizierung des Quellcodes konnten die Ermittler nun jede Menge Daten – darunter Passwörter, IP- und Bitcoin-Adressen sowie PGP-verschlüsselte Nachrichten – sammeln. Erst nachdem sie hatten, was sie zur Identifizierung und strafrechtlichen Verfolgung tausender Hansa-Nutzer weltweit benötigten, knipsten sie auch dort das Licht aus.

## Blick in die Zukunft

Anders als die Operation Bayonet vermuten ließ, fand nach der Schließung von Hansa keine starke Abwanderung der früheren Nutzer zum nächstgrößeren noch aktiven Konkurrenten Dream Market statt. Zumindest keine klar erkennbare. Stattdessen stieg, wie die niederländische Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) herausfand, die Zahl „komplett neuer Identitäten“. Die Forscher werten die offensichtliche Verun-

sicherung der Nutzer und ihre erhöhte Vorsicht als Erfolg für die Ermittler.

Die neue Vorsicht der Kriminellen kann jedoch auch zum Problem werden: Georg Ungefuk sieht aktuell einen „Trend zur Innovation“ in der Szene, der Social Hacking erschwert. So sichere etwa die Übernahme der Identität eines Forenmitglieds Ermittlern „kein langes Überleben“ in der Szene mehr.

Denn auf vielen Darknet-Marktplätzen gehören „Anti-Ermittler-Tests“ zum Ausschließen von Account-Übernahmen mittlerweile zum normalen Geschäftsgebaren. Dazu zählt beispielsweise die Forderung, beim Kauf gestohlener Kreditkarten Kartendaten aus früheren Geschäften zu nennen. Aber auch – viel schlimmer – die Aufforderung zum regelmäßigen Upload eigener Missbrauchsbilder auf Kinderporno-Plattformen. Denn die Betreiber wissen, dass nach deutschem Recht selbst der Upload virtuell erstellter, täuschend echt aussehender Bilder verboten ist. Von einer digitalen Agenda, die das Hessische Justizministerium derzeit vorbereitet, erhofft sich Ungefuk diesbezüglich Gesetzesänderungen.

Nachbesserungsbedarf sieht er auch im Strafrecht. Derzeit gebe es keinen Straf-

tatbestand für das Bereitstellen von Infrastruktur für illegale Machenschaften im Darknet: Nach aktueller Gesetzeslage handele es sich dabei lediglich um Beihilfe zu einer Straftat. Das (höher bestraft) Bilden einer kriminellen Vereinigung, das vor allem Marktplatz-Betreibern häufig vorgeworfen wird, sei hingegen kaum nachweisbar und unzeitgemäß, da sich die Beteiligten bis zum ersten Gerichtstermin häufig noch nie persönlich getroffen haben.

Aus Anwalt Ferners Perspektive hingegen fallen die Strafen für Darknet-Kriminalität oft zu hart aus, da Ermittlern und Richtern in einigen Fällen das erforderliche Fachwissen fehle, um Darknet-Zusammenhänge zu begreifen und angemessen zu urteilen: „Es wäre verfehlt, hier von besserem Verteidigungspotential zu sprechen, [...] da beispielsweise aufgewendete kriminelle Energie ein Strafzumesungskriterium ist und Gerichte bei falschem Verständnis der Abläufe schnell Sachverhalte härter beurteilen, als es im Hinblick auf die tatsächlichen Umstände angezeigt ist.“ Ferner wünscht sich deshalb Spezialkammern für IT-Recht.

Um illegalen Waffenhandel und das Ausmaß dieses Verbrechens zu begreifen, braucht man hingegen – gerade angesichts eines Amoklaufs – keinen technischen Sachverstand: Philip K. sitzt für sieben Jahre hinter Gittern. Und Forenbetreiber Lucky? Der ist laut Süddeutscher Zeitung seit Ende letzten Jahres wieder frei. Laut Bericht kann sich die Eröffnung des Prozesses noch hinziehen. Denn um Lucky wegen strafbarer Beihilfe anzuklagen, „müssen die Ermittler nachweisen, dass er wusste, was die Nutzer auf seiner Plattform trieben.“

Ein DiDW-Nachfolgeforum gibt es übrigens schon lange. Dessen Betreiber geht von vornherein auf Nummer sicher: Ein spezielles Unterforum für den Waffenhandel gibt es hier nicht und entsprechende Angebote werden gelöscht.

Wer sich dort umschaut, findet Schmuddelecken und Schattengestalten – aber auch interessante, kontroverse Diskussionen und „ganz normale Menschen“, die aus ganz unterschiedlichen Gründen Wert auf Anonymität legen. Das Darknet abschalten, so versicherte BKA-Präsident Holger Münch bereits 2016, wolle niemand. Und so liegt es letztlich in der Verantwortung jedes einzelnen, auf welche Seite(n) er sich begibt. (ovw@ct.de) **ct**

**Interessante Links zur Verbrecherjagd im Darknet: [ct.de/ym72](http://ct.de/ym72)**

## Technische Deanonymisierung

Einer der wohl bekanntesten Deanonymisierungs-Angriffe war eine Aktion des FBI im Rahmen der Ermittlungen um die Kinderporno-Seite Playpen 2015. Da präparierte das FBI den beschlagnahmten Web-Server mit einem Zero-Day-Exploit, der ganz gezielt auf den Tor-Browser zugeschnitten war. Er schob den Besuchern Schadcode unter, der vom Rechner des Webseiten-Besuchers ein Ping an das FBI schickte. Details dazu hat das FBI nach wie vor nicht offengelegt.

Rund 8000 Besucher der KiPo-Seiten hat das FBI damals enttarnt. Doch dieser Fahndungserfolg lässt sich nicht ohne Weiteres wiederholen, weil man dafür neue Zero-Day-Exploits bräuchte – und die sind nicht nur dünn gesät, sondern auch sehr teuer. Und außerdem wäre dieses Vorgehen in Deutschland gar nicht zulässig.

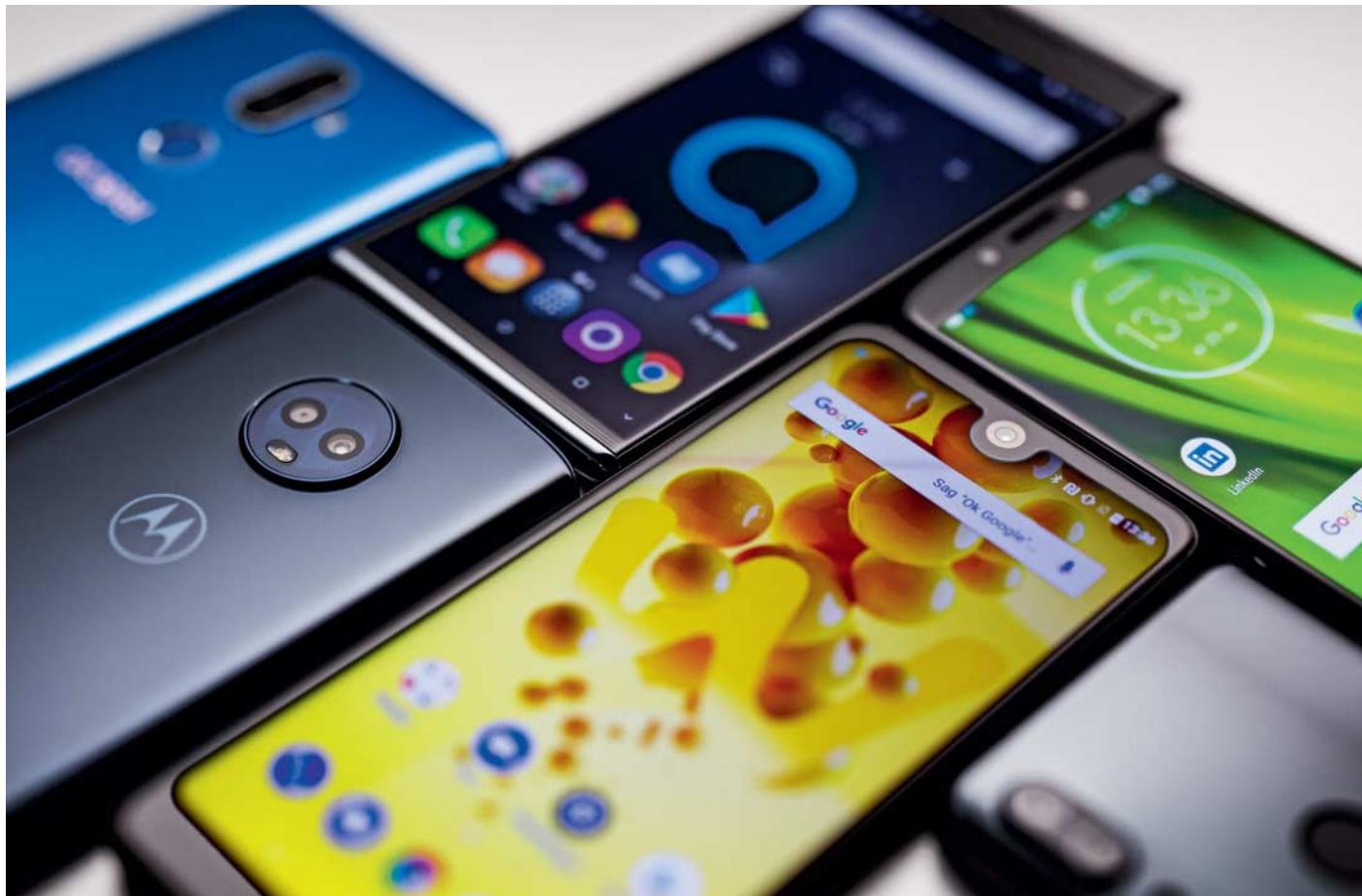
Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Fehlern bei der Darknet-Nutzung, die die Anonymität platzen lassen können.

Klartext-DNS-Anfragen etwa oder unverschlüsselte Verbindungen via Tor, die auf Exit-Nodes mitgelesen werden.

Auch Tor selbst hat seine Schwächen (siehe c't 22/17, S. 148). So ist es prinzipiell nicht geeignet, vor einem Gegner zu schützen, der große Teile des Internet überwachen kann. Denn der kann durch sogenannte Korrelations-Angriffe die Anonymisierung aushebeln. Das ähnelt der Vorgehensweise bei einem unentwirrbaren Kabelsalat, bei dem man an einem Ende zupft und dann sieht, wo sich auf der anderen Seite etwas bewegt.

Und schließlich stellen Forscher immer wieder theoretische und teilweise sogar praktische Angriffe auf das Tor-Netz vor. So gelang es Forschern 2014, eine große Zahl bösartiger Tor-Knoten in das Netz einzuschleusen, die zum Teil sogar als Verzeichnisdienste für Hidden Services agierten und die Nutzer bestimmter Dienste bloßstellten.

Anzeige



# Günstig vs. günstiger

## 6 Smartphones zwischen 170 und 300 Euro im Familienduell

**Im Kampf um Marktanteile besetzen die Smartphone-Hersteller jede noch so kleine Nische. Um herauszufinden, welche Kombinationen sinnvoll sind und welche Gimmicks nur den Preis nach oben treiben, lassen wir drei Hersteller mit je zwei Modellen gegeneinander antreten.**

**Von Julius Beineke und Alexander Spier**

**N**ehme ich das Smartphone mit dem größeren Akku oder das mit der höheren Auflösung? Letzteres hat einen langsameren Prozessor, dafür aber eine Doppelkamera und mehr Arbeitsspeicher als das Modell mit dem besseren WLAN,

das wiederum 20 Euro weniger kostet – so unübersichtlich wird es schnell, will man das passende Smartphone im Android-Haufen finden.

Wir haben uns deswegen sechs Geräte der unteren Mittelklasse geschnappt und geschaut, welches die beste Balance findet und worauf man beim Kauf achten sollte. Es treten an: Für Alcatel das 3v und das 5 zu rund 170 Euro, für Motorola das Moto G6 und das G6 Play, die 250 und 190 Euro kosten, sowie für Wiko das View 2 und das View 2 Pro zu 170 und 300 Euro.

### Dual-SIM für alle

Die Android-Geräte unterstützen LTE und können mit zwei SIM-Karten umgehen. Einige gibt es optional als Single-SIM-Modell, doch im Handel spart man damit kein Geld. Auch das Moto G6 kann nun LTE und UMTS parallel nutzen wie der Rest, fällt also nicht mehr wie der Vorgänger

zwangsläufig mit der zweiten Karte auf 2G (GSM) zurück. So lässt sich Dual-SIM auch dort nutzen, wo das 2G-Netz schon abgeschaltet wurde. Daten auf beiden Karten parallel zu funken, geht bei keinem Gerät.

Die beiden Motorola-Handys und das Alcatel 3v erlauben es, zwei SIM-Karten und zusätzlich eine MicroSD-Karte einzusetzen, bei den anderen heißt es zwischen zweiter SIM- und Speicherkarte zu wählen. Alle vertragen MicroSDXC-Karten, die inzwischen bis zu 512 GByte fassen. Speicherkarten lassen sich als interne Speicher formatieren, sodass man auch die meisten Apps einfach auf die Karte auslagern kann. Dringend nötig ist das bei keinem Gerät mehr, lediglich die 16 GByte interner Speicher des Alcatel 3v sind etwas mager, ansonsten gibt es mindestens die doppelte Menge.

Im 5-GHz-WLAN funken nur das Alcatel 3v und das Moto G6, der Rest

muss sich mit n-WLAN über eine Antenne im verstopften 2,4-GHz-Band begnügen. Das klappte aber immerhin bei allen ausreichend stabil und mit brauchbarer Reichweite – bei günstigeren Modellen nicht immer selbstverständlich. Die beiden Motorola-Geräte haben keinen Kompass, was besonders die Fußgänger-Navigation erschwert.

Erstaunlich ähnlich sind die Rückansichten der Geräte, denn bis auf das Alcatel 5 imitieren alle die glänzenden Glasrückseiten der aktuellen High-End-Geräte. Nur dass die Rückseiten hier aus Kunststoff bestehen und durch Fingerabdrücke ziemlich schnell ziemlich schäbig aussehen – egal ob farbenfrohe oder schwarz-glänzende Rückseiten, die man schon vor Jahren überwunden geglaubt hatte. Der Einsatz einer Schutzhülle relativiert das natürlich, Motorola legt eine einfache gleich bei. Übergreifend geht die Verarbeitung in Ordnung, lediglich beim Alcatel 3v ließ sich die Rückseite etwas eindrücken. Dank abgerundeter Rückseite lagen alle gut in der Hand, wirklich handlich war aber nur das Alcatel 5, auch dank seines niedrigen Gewichts.

## Displays

In Sachen Displayhelligkeit liegen die Geräte auf einem ähnlichen Level und schaffen im Schnitt über 400 cd/m<sup>2</sup>, was für den Außeneinsatz im Schatten reicht. Das Moto G6 schlägt sich dank Boost-Modus auch bei direkter Sonneneinstrahlung noch recht wacker. Mit guten Kontrasten und zumindest zuschaltbar knalligen Farben warten alle Bildschirme auf. Farbtreue und größere Farbräume als sRGB darf man hier aber nicht erwarten.

Alle Bildschirme sind extra lang, also mindestens im 2:1-Format (18:9). Wiko zieht seine Displays noch um die Frontkamera herum und kommt so auf ein 19:9-Verhältnis. Auf beiden Seiten der Einkerbung wird die Android-Statusleiste angezeigt. Jedoch frisst sich die Kamera deutlich weiter ins Display hinein als bei anderen Geräten, weshalb die Leiste den Platz nur bedingt ausfüllt. Im Vollbild-Modus nutzen einige Apps die Zusatzfläche, ansonsten bleibt sie schwarz.

Trotz riesiger Displaydiagonalen zwischen 5,7 und 6 Zoll sehen auch die HD-Bildschirme (720 Pixel in der Breite) noch ausreichend scharf aus; kleine Schrift auf Webseiten bleibt gut genug lesbar. Das Wiko View 2 disqualifiziert sich allerdings durch sein streifiges Display, was trotz

identischer Auflösung grobpixliger als bei der Pro-Variante wirkt. Die beiden Full-HD-Bildschirme (1080p) von Alcatel 3v und Moto G6 sehen im direkten Vergleich knackiger aus als die des restlichen Feldes. Pixelstufen sieht man hier überhaupt nicht mehr, Videos und Bilder wirken einen Hauch schärfer.

## Performance

Im Testfeld kommen fünf Geräte mit Acht-Kern-Prozessoren daher, nur eines hat vier. Trotzdem darf man keine riesigen Performance-Sprünge erwarten, denn grundsätzlich kommen für unter 300 Euro immer die gleichen Kerne mit ARMs eher langsamem, aber genügsamem Cortex-A53-Design zum Einsatz. Daher sollte man auch auf die Taktrate schauen, denn von der profitieren alle Apps gleichermaßen. Mehr Kerne vom gleichen Typ helfen dagegen, wenn im Hintergrund Prozesse laufen, etwa wenn Android App-Updates einspielt.

Die beiden teuersten Kandidaten, das Moto G6 und View 2 Pro, setzen sich mit 1,8 GHz dann auch in den Single-Thread-Benchmarks an die Spitze, der Rest folgt mit Respektabstand. Wenn alle Kerne gefordert sind, wächst der Abstand weiter, weil bei den billigeren Modellen vier der acht Kerne noch langsamer takten müssen. Schlusslicht ist der Quad-Core-Prozessor im Alcatel 3v. Die Grafikleistung ist ähnlich verteilt, G6 und View 2 Pro vorne, das 3v hinten. Für 3D-Spiele reicht letzteres nicht, die anderen bekommen in we-

niger anspruchsvollen Titeln eine spielbare Framerate hin.

Im Alltagsbetrieb sind besonders die beiden Alcatel-Geräte spürbar lahm. Die Oberfläche reagiert teils zögerlich, die Tastatur poppt mit Gedankensekunde auf, beim Scrollen ruckelt es sehr oft und Ladezeiten sind auffallend lang. Dazu dürfte auch der langsame interne Speicher seinen Teil beitragen. Das 3v hemmt seine hohe Auflösung in Verbindung mit dem asthmatischen Prozessor und der lahmsamen Grafikeinheit im Feld, das 5 hat dafür keine rechte Entschuldigung.

Sprinter sind auch die Konkurrenten nicht, doch die Behäbigkeit kommt seltener zum Vorschein. Erst bei umfangreichen und leistungshungrigen Apps werden Ladezeiten spürbar lang und es ruckelt gelegentlich. Einmal in den Arbeitsspeicher geladen, laufen die Programme aber in der Regel geschmeidig.

Grundsätzlich sind die Prozessoren 64-Bit-fähig, Motorola betreibt allerdings seine beide Geräte ebenso wie Alcatel das 3v im 32-Bit-Modus. Im Alltag sind die Auswirkungen derzeit minimal, weil nahezu alle Apps auch mit 32-Bit-Systemen zuretkommen. Doch reine 64-Bit-Apps lassen sich nicht installieren und im Coremark und anderen Benchmarks sind bis zu 15 Prozent Leistungsverlust messbar.

Weitgehend Einigkeit herrscht bei der Akku-Größe, nur dem Moto G6 Play steht mit 4000-mAh-Akku ein Drittel mehr Saft zur Verfügung. Das münzt es auch in

## Laufzeiten

Modell	Video (normale Helligkeit) [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) [h]	WLAN-Surfen (normale Helligkeit) [h]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Alcatel 3v	7,2	3,5	10,1
Alcatel 5	10,2	4,1	12,8
Motorola Moto G6	10,1	6	12,4
Motorola Moto G6 Play	14,3	6,3	20,2
Wiko View 2	10	4,1	11,4
Wiko View 2 Pro	10,7	6,4	13

Normale Helligkeit: 200 cd/m<sup>2</sup>, Spiel: Asphalt 8, Surfen: Abruf einer Standard-Webseite alle 30 s

## Benchmarks

Modell	Coremark Single-Thread [Punkte]	Coremark Multi-Thread [Punkte]	GFXBench 3.0 Manhattan offscreen [fps]	GFXBench 3.0 Manhattan onscreen [fps]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Alcatel 3v	3835	15151	4,2	4,1
Alcatel 5	4498	27761	5,4	11
Motorola Moto G6	4859	38575	9,3	8,7
Motorola Moto G6 Play	3772	26281	7,1	14
Wiko View 2	4274	29913	7,5	14
Wiko View 2 Pro	15526	44008	9,4	17

die längsten Laufzeiten im Vergleich um. Besonders die 20 Stunden beim Surfen über WLAN sind hervorragend, die anderen Laufzeiten immer noch auf dem Niveau von High-End-Geräten. Die anderen Handys ordnen sich meist mit rund 10 Stunden Videowiedergabe und 12 Stunden Surfen im guten Mittelfeld ein. Schlusslicht auch hier das Alcatel 3v, dessen Display offenbar die Laufzeit drückt. Zudem braucht das Gerät geschlagene drei Stunden zum Aufladen, doppelt so lange wie das G6 mit dem beiliegenden Schnellladegerät. Drahtlos laden lässt sich keines der Modelle.

## Alltags-Fotos

Die Geräte über 200 Euro machen im direkten Vergleich die deutlich besseren Fotos. Moto G6 und Wiko View 2 Pro schlagen sich auch bei schlechten Lichtverhältnissen ordentlich und retten viele Details bei noch annehmbarem Rauschen. Erst bei nahezu völliger Dunkelheit müssen sie passen. Beide machen bei Tageslicht detailreiche und scharfe Aufnahmen, das G6 schafft dabei die kräftigeren und wärmeren Farben, Fotos des View 2 Pro wirken eher blass. An die High-End-Modelle kommen sie insgesamt nicht heran, für Schnappschüsse reicht die Qualität aber völlig aus.

Unter 200 Euro behauptet sich das G6 Play noch am besten, auch wenn es wie die anderen bei schwacher Beleuchtung schon erheblich rauscht. Dafür sind die Tagaufnahmen recht ausgewogen. Beim View 2 geraten diese viel zu dunkel. Das Alcatel 5 hat mit Lichteinstreuungen zu kämpfen, die oft wie ein Schleier wirken und das 3v produziert teilweise Bilder, die wie Doppelbelichtungen aussehen. Insgesamt ärgert man sich bei den günstigeren Modellen recht oft über verwackelte und misslungene Aufnahmen und die guten beeindrucken selten.

Die Kräfteverhältnisse sind bei den Videoaufnahmen ähnlich. Auch hier

räumt das G6 den ersten Platz ab, besonders durch seine erstaunlich wirkungsvolle Bildstabilisierung per Software. Die arbeitet aber nur bis 30 fps, wer geschmeidige 60 Bilder pro Sekunde möchte, muss auf sie verzichten und das Handy ruhig halten. Die ruckligen und blassen Videos in HD vom Alcatel 3v, die keine 30 fps erreichen, wären dagegen selbst 100-Euro-Smartphones peinlich. 4K-Videos beherrscht keines der Geräte.

Doppelkameras sind in den unteren Preisklassen weiterhin vor allem Spielerei, ist doch die zweite Kamera eine billige, mit geringem Nutzen für eine künstliche Tiefeunschärfe. Zwar müht sich das G6 redlich und bekommt diese auch am besten hin, doch an den Rändern franst das Motiv erkennbar aus und spätestens bei den Haa- ren gerät die Software an ihre Grenzen und raubt oft die Illusion. Das Ergebnis wirkt unnatürlich. Die 120-Grad-Weitwinkelkamera bei View 2 Pro leidet an geringer Auflösung und starker Verzerrung. Die Front-LEDs bei den beiden Motorola ermöglichen es, nun auch Selfies totzublitzten.

## Android mit Schuss

Die Zeiten der vom Hersteller verhunzten Gruseloberflächen sind erfreulicherweise vorbei. Motorola und Wiko nutzen eine lediglich dezent um weitere Funktionen ergänzte Android-Oberfläche. Motorola etwa punktet wie gewohnt mit seiner umfangreichen Gesteuerung. Alcatel bietet auch das Android-Standardlayout, der Launcher mit eigenen Icons und gedrängter Schrift wirkt aber verspielt. Hier gibt es mit eigenem App-Store und vorinstallierten Spielen zudem einiges an Bloatware. Anderseits können etwa Programme gezielt vom Autostart ausgenommen werden und Apps wie WhatsApp oder Facebook geklont werden, um damit zwei Accounts parallel nutzen zu können.

Inzwischen bieten alle Geräte eine Gesichtserkennung an, und das sogar aktiv bei oder nach der Einrichtung. Mit

den aufwendigen Lösungen des iPhone X oder denen für Windows Hello hat das wenig zu tun, genutzt wird lediglich die herkömmliche Frontkamera. Durch das Abfragen von mehr Datenpunkten ist das weniger leicht mit simplen Tricks wie einem Foto zu umgehen als in den Anfangsstufen von Android. Dennoch sind Fingerabdruck, lange PIN oder gar ein Passwort sicherer.

In guten Momenten klappt das Entsperren sehr bequem, bei Wiko sogar durch Anheben des Geräts. Egal ob Brillenwechsel oder andere Frisur, das Entsperren gelang bei allen im Tageslicht quasi sofort. Nur die Alcatel-Geräte zeigten sich teils zickig während der Einrichtung und späteren Abrufen, was erst durch eine Neueinrichtung behoben werden konnte.

In Sachen Aktualität haben Wiko und Alcatel beim 3v die Nase vorn, die drei Geräte laufen mit Android 8.0 und dem Android-Patchlevel vom Mai. Motorola ist ähnlich wie die letzten Jahre hinten dran und kommt mit vier Monaten altem Patchlevel. Auf dem Alcatel 5 kommt gar noch das veraltete Android 7 mit Patchlevel vom Februar zum Einsatz.

Gelegentliche Sicherheitsupdates sind von allen Herstellern zu erwarten, ein Update auf Android 9 höchstens nach langer Wartezeit. Alle Android-8-Geräte unterstützen immerhin Project Treble, was Updates und die Verfügbarkeit von Custom-ROMs wahrscheinlicher werden lässt. Doch schon jetzt lässt sich festhalten, dass direkte Konkurrenten wie das Nokia 5 oder bq Aquaris U2 in Sachen Updates die Nase vorne haben.

## Fazit

Ein weiteres Jahr in Folge kann Motorola seine Spitzenposition in der Mittelklasse behaupten, denn mehr Ausstattung fürs Geld bietet kein anderer Hersteller. Wer 250 Euro für ein Smartphones ausgeben will, sollte das G6 zumindest in die engere Auswahl nehmen. Doch die Alleinherr-



Frisch geputzt sehen die Rückseiten der Smartphones ziemlich schick aus, doch Fingerabdrücke machen den schönen Anblick in Minuten kaputt. Nur das matte Alcatel 5 ist dagegen gefeit.



## Alcatel 3v

Das Alcatel 3v hat zusammen mit dem Moto G6 das größte und am höchsten auflösende Display im Vergleich – mit den guten Kontrasten sieht das richtig hübsch aus. Gleichzeitig ist es auch der größte, aber nicht der schwerste Brocken im Test.

Die Freude am großen Screen wird allerdings schnell durch den lahmen MediaTek-Prozessor mit nur vier Kernen und die kurzen Laufzeiten getrübt. Immerhin ist beim 3v bereits Android Oreo angekommen – anders als beim Testkollegen Alcatel 5. Aber auch das aktuelle Betriebssystem verleiht dem Prozessor keine Flügel. Menü-Navigation und App-Wechsel ruckeln wie nichts Gutes. Von Spielen, die von dem großen Display profitieren könnten, mal ganz abgesehen.

Das spiegelnde Plastikgehäuse mutet schick an und ist es auch, so lange man es mit Samthandschuhen anfasst. Wie bei fast allen Geräten im Vergleich ist es anfällig für Fingerabdrücke und Schlieren. Bei unserem Testgerät ließ sich außerdem die Rückseite des Gehäuses eindrücken, was auf keine allzu hochwertige Verarbeitung schließen lässt.

Die Hauptkamera macht Bilder, die höchstens das Gütesiegel „in Ordnung“ verdienen. Sie rauschen wenig, neigen allerdings zu Blässe, Überbelichtung und vermatschten Details. Die gelbstichigen HD-Videos ruckeln mit 20 Bildern pro Sekunde vor sich hin. Ergänzt wird die Kamera durch einen zusätzlichen Zwei-Megapixel-Sensor für einen mageren Tiefunschärfe-Effekt.

- ⬆ großes Display
- ⬇ sehr langsam
- ⬇ kurze Laufzeiten



## Alcatel 5

Das Rückseite des Alcatel 5 mutet auf den ersten Blick wie Metall an, ist aber aus Plastik, dank hübscher Textur dennoch schick und als einzige im Vergleich fingerabdruckresistent. Dazu ist das Handy schlank und nur 140 Gramm leicht. Schade ist das niedrig auflösende Display, das immerhin gute Kontraste liefert. Der Akku hält bis zu 13 Stunden Videowiedergabe durch.

Die acht Prozessorkerne machen das 5er ein wenig flinker als seinen Markenkollegen 3v. Wirklich schnell reagiert es dennoch nicht – das nervt regelmäßig beim App-Wechsel oder der Menü-Navigation. Der Finger ist oft ein paar Hundertstel schneller als das System. Man denkt, man habe die Schaltfläche vielleicht nicht richtig erwischt und landet dann beim entnervten Zweitipp auf den falschen Buttons im nächsten Menü.

Die 12-Megapixel-Hauptkamera mit Doppelblitz macht passable Fotos. Die Bilder rauschen nur in Maßen und sind wie beim Kollegen 3v etwas blass, dafür gehen hier nicht ganz so viele Details verloren. Videos werden in Full-HD aufgenommen, sind allerdings unscharf und die Bildstabilisierung per Software macht eher seekrank. Die Frontkamera ist ähnlich durchschnittlich und wird durch eine ebenso mäßige zweite mit Weitwinkelobjektiv ergänzt.

Im Vergleich zum Schwestergerät fehlt 5-GHz-WLAN und es läuft noch Android 7.0 mit einer Alcatel-eigenen Oberfläche auf dem 5. Android Oreo ist bisher nicht in Sicht.

- ⬆ leicht und schick
- ⬇ kein Android 8
- ⬇ ruckeliges Android



## Motorola Moto G6

Motorolas Moto G6 ist verhältnismäßig schwer, liegt aber durch die abgerundeten Ecken und das glatte Gehäuse gut in der Hand. Die Rückseite ist aus spiegelndem Plastik. Das sieht leider nur so lange schmuck aus, bis erste Fingerabdrücke und Schlieren das Pseudoglas zieren. P2i-Beschichtung macht das Smartphone spritzwasserresistent.

Mit fast 500 cd/m<sup>2</sup> und einer Auflösung von 2160 × 1080 Pixeln ist das Display das hellste und eines der schärfsten des Testfelds. Praktisch: Bewegt man die Hand oder das Gesicht über das Gerät oder nimmt man es hoch, sind Batteriestand, Zeit und Benachrichtigungen zu sehen – ohne Entsperrern.

Qualcomms Achtkerner Snapdragon 450 ist der leistungsstärkste Prozessor im Vergleich. Apps und System laufen ruckelfrei, und auch das eine oder andere 3D-Spiel läuft flüssig. Trotzdem liegt es in Sachen Akkulaufzeit im guten Mittelfeld, und kein anderer Akku im Vergleich ist nach nur gut anderthalb Stunden wieder voll.

Fotos mit der 12-Megapixel-Hauptkamera sehen bei ausreichernder Beleuchtung sehr gut aus. Sie fallen ebenso wie die schicken Full-HD-Videos nur etwas zu warm aus. Die elektronische Bildstabilisierung funktioniert einwandfrei und sorgt für nur wenig Seegang. Zusammen mit dem Blitz stecken die Kameras in einem über einen Millimeter dicken, kreisrunden Kamera-Bump, der schnell Kratzer sammelt, weil er häufig irgendwo hängenbleibt.

- ⬆ flotter Prozessor
- ⬆ gute Kamera
- ⬆ Kieselstein-Feeling



## Motorola Moto G6 Play

Äußerlich unterscheidet sich die Play-Variante des G6 kaum vom großen Bruder. Daher liegt es ebenfalls sehr gut in der Hand und die Rückseite verschmutzt ebenso schnell unansehnlich. Aufgrund des großen Akkus wiegt das Play spürbar mehr, doch das Opfer bringt man für die erfreulich langen Laufzeiten gerne. Hier lässt es die Mittelkasse ebenso wie High-End-Smartphones teils deutlich hinter sich. Bei mäßiger Nutzung sollten zwei Tage ohne Aufladen drin sein. Erfreulicherweise legt Motorola ein Schnellladegerät in die Packung, sodass der Vorgang trotzdem kurz ausfällt.

In den CPU-Benchmarks landet das Play auf den hinteren Rängen, die Performance reicht im Alltag dennoch und ist in Ordnung für den Preis. Ganz ohne Denkpausen beim Öffnen von Apps oder Menüs geht es nicht ab, doch wenn sich die Daten erst mal im Arbeitsspeicher befinden, läuft das Play geschmeidig. Die Displayauflösung ist niedriger als beim großen Bruder, der Bildschirm mit hohem Kontrast und kräftigen Farben aber ansehnlich.

Die Kameraaufnahmen wirken blass, wenn auch im Nahbereich ordentlich detailliert. Weiter entfernte Bereiche werden recht schnell unscharf und dunkle Bereiche saufen ab. In Innenräumen vermasschen die Bilder deutlich. Motorola verwendet den Ohrhörer auch als einzigen Lautsprecher, allerdings lässt der Klang dabei arg zu wünschen übrig. Was fehlt, ist ein moderner USB-C-Anschluss, 5-GHz-WLAN sowie NFC.

- ⬆ lange Laufzeit
- ⬆ gute Verarbeitung
- ⬇ mieser Lautsprecher



## Wiko View 2

Ein Smartphone mit Ausbuchtung im Display für die Frontkamera sieht man unter 200 Euro bisher selten. Das View 2 weist dadurch einen vergleichsweise hohen Displayanteil auf und kommt durch den gestreckten Bildschirm auf üppige 6 Zoll Bildschirmdiagonale.

Das sieht im Vergleich kurzzeitig beeindruckend aus – leider zeigt das IPS-Display bei genauer Betrachtung unschöne Streifen. Trotz gleicher Pixelanzahl (1528 x 720) wie beim großen Bruder sieht es klar schlechter aus, denn auch der Kontrast ist deutlich niedriger. In den Benchmarks behauptet sich das View 2 gut und übertrifft die gleich teure Konkurrenz sogar minimal. Mit durchschnittlichen Laufzeiten von bis zu 11 Stunden kommt es einigermaßen souverän über den Tag.

Fotos geraten im Freien besonders bei grellem Sonnenlicht tendenziell zu dunkel, aber recht scharf. Besser wird es erst im Schatten; innen und bei Dunkelheit neigt das View aufgrund des lahmen Autofokus zu unscharfen Aufnahmen, rauscht aber weniger als die Konkurrenz. An den kleinen Dingen hat Wiko erfreulicherweise nicht gespart, so sind NFC und Kompass vorhanden, in der Packung liegt ein brauchbares Headset. Auch die Verarbeitung ist tadellos.

Der lahme Fingerabdruckscanner auf der Rückseite und der schwache Vibrationsmotor nerven jedoch, das können andere auch zu diesem Preis besser. Zudem leidet die Verständlichkeit beim Telefonieren durch das schwache Mikro.

- ⬆ gute Performance
- ⬇ streifiges Display
- ⬇ Lahmer Fingerabdruckscanner



## Wiko View 2 Pro

Mit 300 Euro kostet das Wiko View 2 Pro deutlich mehr als der direkte Konkurrent Moto G6. Dem hat es den Metallrahmen voraus, der optisch in der schwarzen Variante leider kaum zur Geltung kommt. Die Verarbeitung des Wiko ist ebenso wie die Haptik ansonsten mindestens ebenbürtig.

In den Benchmarks krönt sich das View 2 Pro zum Sieger, auch weil es zeitgemäß mit einem 64-Bit-System läuft. In der Praxis denkt Android aber auch hier hin und wieder mal länger nach und Animationen ruckeln beim Nachladen, das kaschiert Motorola besser. Vom größten RAM im Vergleich merkt man wenig, von den üppigen 64 GByte interner Speicher hat man dagegen eher was.

Hinter dem G6 Play erreicht das Pro die zweitbesten Laufzeiten im Vergleich und gehört zum guten Durchschnitt in der Mittelklasse. Die langen Laufzeiten hat es aber zum Teil seiner niedrigen Auflösung zu verdanken. Das Display ist mit 285 dpi Pixeldichte zwar nicht unansehnlich, doch es fehlt die knackige Schärfe der höher auflösenden Konkurrenz. Auch das vermeintlich randlose Design mit ins Display hineinragender Frontkamera beeindruckt nur wenig, dazu sind die verbleibenden schwarzen Balken zu groß.

Von der 16-Megapixel-Kamera kommen gute und scharfe Bilder, die jedoch etwas blass wirken. Das Rauschen bei nachlassendem Licht ist gering, auch gibt es kaum verwackelte oder unscharfe Aufnahmen. Da hält die zweite weitwinkelige Kamera auf der Rückseite nicht mit.

- ⬆ ausreichend flott
- ⬆ viel Speicherplatz
- ⬇ niedrige Auflösung

schaft ist gefährdet, denn mit der lahmen Update-Politik und dem seit Google-Zeiten stagnierenden Zusatzfunktionen gefährdet Lenovo den Nimbus der G-Serie.

Einen Blick wert ist das G6 Play für 60 Euro weniger. Es ist ungewöhnlich langsam und hält dank großem Akku ziemlich lange durch. Die geringere Auflösung stört kaum, eher schon die schlechtere Kamera.

Das Wiko View 2 Pro bietet dem Moto G6 zwar einigermaßen Paroli und übertrifft es bei Performance und Laufzeit sogar. Doch für fast 300 Euro ist es schlicht zu teuer, zumal man auch noch auf eine höhere Auflösung und 5-GHz-WLAN verzichten muss. Die zusätzliche Displayfläche ist kaum der Rede wert. Generell keine gute Figur gibt Alcatel ab,

trotz schickem Design. Das 3v bietet zwar durchaus in Teilen attraktive Hardware, doch der lahme Chip macht all das zunichte und das Gerät nur für geduldige Naturen ertragbar. Das Alcatel 5 bringt fürs gleiche Geld mehr Power mit, doch fällt es bei der restlichen Ausstattung teilweise sogar hinter den nominell kleineren Bruder zurück.

(asp@ct.de) 

## Android-Smartphones

Modell	3v	5	Moto G6	Moto G6 Play	View 2	View 2 Pro
Hersteller	Alcatel (TCL)	Alcatel (TCL)	Motorola (Lenovo)	Motorola (Lenovo)	Wiko	Wiko
Betriebssystem / Android-Patchlevel	Android 8.0.0 / Mai 2018	Android 7.0.0 / Februar 2018	Android 8.0 / März 2018	Android 8.0 / März 2018	Android 8.0 / Mai 2018	Android 8.0 / Mai 2018
Prozessor / Kerne × Takt	MediaTek MediaTek MT6735 / 4 × 1,4 GHz	MediaTek MT6750 / 8 × 1,5 GHz	Qualcomm Snapdragon 450 / 8 × 1,8 GHz	Qualcomm Snapdragon 430 / 4 × 1,4 GHz, 4 × 1,1 GHz	Qualcomm Snapdragon 435 / 4 × 1,4 GHz, 4 × 1,1 GHz	Qualcomm Snapdragon 450 / 8 × 1,8 GHz
Grafik	ARM Mali-T720	ARM Mali-T860 MP2	Qualcomm Adreno 506	Qualcomm Adreno 505	Qualcomm Adreno 505	Qualcomm Adreno 506
RAM / Flash-Speicher (frei)	2 GByte / 16 GByte (10,4 GByte)	3 GByte / 32 GByte (22 GByte)	3 GByte / 32 GByte (23 GByte)	3 GByte / 32 GByte (24,69 GByte)	3 GByte / 32 GByte (22,8 GByte)	4 GByte / 64 GByte (53,31 GByte)
Wechselspeicher / Format	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n-150 / ✓	IEEE 802.11 b/g/n-72 / –	IEEE 802.11 a/b/g/n-150 / ✓	IEEE 802.11 b/g/n-72 / –	IEEE 802.11 b/g/n-72 / –	IEEE 802.11 b/g/n-72 / –
Bluetooth / NFC / GPS	4.2 / ✓ / ✓	4.2 / ✓ / ✓	4.2 / ✓ / ✓	4.2 / – / ✓	4.2 / ✓ / ✓	4.2 / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / Gyrosensor	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE Cat. 4 (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 4 (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 4 (150 MBit/s Down, 100 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 4 (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 6 (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 6 (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA
SAR-Wert <sup>1</sup>	1,26 W/kg	1,44 W/kg	0,64 W/kg	0,66 W/kg	0,43 W/kg	1,2 W/kg
Dual-SIM (MicroSD zusätzlich) / SIM-Typ	✓ (✓) / nanoSIM	✓ (–) / nanoSIM	✓ (✓) / nanoSIM	✓ (✓) / nanoSIM	✓ (–) / nanoSIM	✓ (–) / nanoSIM
USB-Anschluss (Geschwindigkeit / Schnellladung)	Micro-USB (USB 2.0) / –	Typ-C (USB 2.0) / –	Typ-C (USB 2.0) / Turbo Power	Micro-USB (USB 2.0) / Turbo Power	Micro-USB (USB 2.0) / –	Micro-USB (USB 2.0) / –
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3000 mAh (11,6 Wh) / – / –	3000 mAh (11,6 Wh) / – / –	3000 mAh (11,6 Wh) / – / –	4000 mAh (15,4 Wh) / – / –	3000 mAh (11,6 Wh) / – / –	3000 mAh (11,6 Wh) / – / –
Ladezeit bis 50 / 100 Prozent	1,4 h / 2,9 h	0,8 h / 2,1 h	0,5 h / 1,6 h	0,8 h / 2 h	1 h / 2,3 h	0,8 h / 1,9 h
Abmessungen (H × B × T)	16,2 cm × 7,6 cm × 0,92 cm	15,3 cm × 7,1 cm × 0,89 cm	15,4 cm × 7,2 cm × 0,95 cm	15,4 cm × 7,2 cm × 0,97 cm	15,5 cm × 7,2 cm × 0,95 cm	15,3 cm × 7,3 cm × 0,98 cm
Gewicht	148 g	143 g	160 g	175 g	157 g	161 g
vor Staub / Wasser geschützt	–	–	✓ (Spritzwasser)	–	–	–
<b>Kamera-Tests</b>						
Kamera-Auflösung Fotos / Video	12,6 MPixel (4096 × 3072) / FHD (1920 × 1080)	12,6 MPixel (4096 × 3072) / FHD (1920 × 1080)	12,6 MPixel (4096 × 3072) / FHD (1920 × 1080)	13 MPixel (4160 × 3120) / FHD (1920 × 1080)	13 MPixel (4160 × 3120) / FHD (1920 × 1080)	15,9 MPixel (4608 × 3456) / FHD (1920 × 1080)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (2)	✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (2)
maximale Blende / optischer Zoom	2,0 / –	2,2 / –	1,8 / –	2 / –	2 / –	1,8 / –
Dual-Kamera / Typ	✓ / Tiefenschärfe	–	✓ / Tiefenschärfe	–	–	✓ (3264 × 2448) / Weitwinkel
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	4,9 MPixel (2560 × 1920) / 1280 × 720	13 MPixel (4160 × 3120) / 1920 × 1080	8 MPixel (3264 × 2448) / 1920 × 1080	8 MPixel (3264 × 2448) / 1920 × 1080	15,9 MPixel (4608 × 3456) / 1920 × 1080	15,9 MPixel (4608 × 3456) / 1920 × 1080
<b>Display-Messungen</b>						
Technik / Größe (Diagonale)	LCD (IPS) / 6 Zoll (13,6 cm × 6,8 cm)	LCD (IPS) / 5,7 Zoll (12,9 cm × 6,4 cm)	LCD (IPS) / 5,7 Zoll (12,9 cm × 6,5 cm)	LCD (IPS) / 5,7 Zoll (12,9 cm × 6,5 cm)	LCD (IPS) / 6 Zoll (13,7 cm × 6,4 cm)	LCD (IPS) / 6 Zoll (13,7 cm × 6,4 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	2160 × 1080 Pixel (403 dpi) / 18:9	1440 × 720 Pixel (284 dpi) / 18:9	2160 × 1080 Pixel (425 dpi) / 18:9	1440 × 720 Pixel (284 dpi) / 18:9	1528 × 720 Pixel (283 dpi) / 19:9	1528 × 720 Pixel (283 dpi) / 19:9
Helligkeit / Ausleuchtung	3 ... 415 cd/m <sup>2</sup> / 86 %	14 ... 429 cd/m <sup>2</sup> / 93 %	5 ... 511 cd/m <sup>2</sup> / 92 %	4 ... 457 cd/m <sup>2</sup> / 85 %	3 ... 413 cd/m <sup>2</sup> / 91 %	4 ... 462 cd/m <sup>2</sup> / 88 %
Kontrast / Farbraum	1554:1 / sRGB	1846:1 / sRGB	1073:1 / sRGB	1378:1 / sRGB	1020:1 / sRGB	1523:1 / sRGB
<b>Bewertung</b>						
Bedienung / Performance	○ / ⊖	○ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ⊕
Ausstattung Softw. / Hardw.	⊕ / ○	⊕ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ○
Display	⊕	○	⊕	○	⊖	○
Laufzeit	⊖	○	○	⊕⊕	○	⊕
Kamera Fotos / Videos	⊖ / ⊖	○ / ○	⊕ / ⊕	○ / ○	○ / ○	⊕ / ○
Straßenpreis	175 €	170 €	250 €	190 €	170 €	299 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe



# Edle Klänge

## Acht High-End-Kopfhörer im Vergleich

**Heutzutage bekommt man schon für 200 bis 300 Euro richtig gute Kopfhörer. Lohnt es sich da, für Luxusmodelle das Fünf- bis Zehnfache auszugeben?**

**Von Hartmut Gieselmann**

In kaum einem Segment vermischen sich Esoterik, Halbwissen und reale Messungen so sehr wie im High-End-Audiobereich. Manche Hersteller versprechen wahre Wunder und fordern ab-

surde Preise. Besonders lukrativ sind Kopfhörer: Die Materialkosten sind gering, die Margen hoch. Käufer haben jedoch wenig Möglichkeiten, den Klang verschiedener Modelle selbst zu vergleichen. Schließlich streiten sich Wissenschaftler noch immer, wie ein idealer Frequenzgang aussehen sollte (siehe „Kurvendiskussion“ in c't 15/2018, S. 146). Da ist die Gefahr groß, dass man enttäuscht ist, wenn das eigene Gehör die angepriesenen „Wunder“ nicht nachvollziehen kann – schließlich hat jeder Mensch eine eigene Wahrnehmung.

Für diesen Test haben wir acht Kopfhörer zwischen 700 und 2400 Euro eine

simple Aufgabe gestellt: Sie müssen sich im A/B-Vergleich mit einem möglichst neutral klingenden Mittelklassemodell messen. Wir wählten dazu den Sennheiser HD 600, der zu einem Straßenpreis von rund 300 Euro zu haben ist. Das Messinstitut Sonarworks empfiehlt ihn als besonders neutral, der Grammy-nominierte Produzent Tom Ammermann stimmte mit ihm aus demselben Grund seine 3D-Kopfhörermixe von Kraftwerk ab. Für Kopfhörer, die das Doppelte bis Achtfache kosten, müsste es doch ein Klacks sein, so ein 300-Euro-Modell zu übertrumpfen, oder?

### Das Testfeld

Während sich im mittleren Preisbereich Bluetooth-Modelle großer Beliebtheit erfreuen, halten High-End-Kopfhörer an der guten alten Kabelübertragung fest. Nur der Beyerdynamic Amiron Wireless unterstützt zusätzlich Bluetooth. Er und der AKG N90Q können zudem ihren Klang individuell an den Anwender anpassen – dazu später mehr.

Neben dem klassischen dynamischen Aufbau der Schallwandler findet man bei High-End-Kopfhörern auch magnetostatische Planarwandler. Dabei schwingt eine Folienmembran vor einer Reihe von Magnetstäben. Davon versprechen sich die Hersteller niedrige Verzerrungen, besonders im Bassbereich. Allerdings sind planare Wandler oftmals schwerer als dynamische, vor allem, wenn die Magnete wie beim Audeze LCD-X die Membranfolie vorne und hinten umgeben. Mr. Speakers beschränkt sich beim Aeon hingegen auf eine einseitige Führung, weshalb der Kopfhörer deutlich leichter ist.

Diese vergleichen wir mit vier herkömmlichen dynamischen Kopfhörern: Grundsätzlich muss man dabei zwischen geschlossenen und offenen Modellen unterscheiden. Die geschlossenen wie der Ultrasone Edition 8 EX und der Sennheiser HD 820 kapseln den Zuhörer besser von der Umwelt ab. Der halboffene Beyerdynamic T1 und der offene Sennheiser HD 800 S versprechen stattdessen luftigere Höhen. Für sie benötigt man aber eine ruhige Umgebung, um andere nicht zu stören und selbst nicht gestört zu werden.

Alle Modelle mit einer Impedanz unter 100 Ohm (siehe Tabelle Seite 97) lassen sich problemlos an Smartphones betreiben. Die beiden Kopfhörer von Sennheiser sowie der T1 von Beyerdynamic benötigen mit 300 bis 600 Ohm hingegen kräftige Kopfhörerverstärker.

Der letzte Schrei bei High-End-Kopfhörern sind XLR- oder Pentaconn-Stecker, die eine symmetrische Signalführung erlauben. Sennheiser liefert sie für seine Modelle mit und bietet dazu passende Kopfhörerverstärker an. Laut Matthias Carstens, Chefentwickler des Audio-Spezialisten RME, kann eine solche symmetrische Signalführung ein Übersprechen zwischen dem rechten und linken Kanal verringern. Das ist Carstens zufolge mitunter messbar. Im Hörtest konnten wir allerdings keine klanglichen Unterschiede zum asymmetrischen Klinkenanschluss feststellen.

## Messaufbau

Für unseren Test wählten wir einen RME ADI-2 Pro FS als Kopfhörerverstärker. Dieses Audio-Interface betreibt zwei Kopfhörer parallel mit exakten, getrennt einstellbaren Lautstärken. So konnten wir den Klang zweier Modelle bei identischer Lautstärke vergleichen. Das ist wichtig, denn sonst würden die meisten Zuhörer den lauteren bevorzugen.

Zunächst ermittelten wir den Frequenzgang der Kopfhörer über eine Messung mit einem kalibrierten Kunstkopf (Minidsp EARS). Jeder Kopfhörer wurde dazu im klimatisierten Raum je dreimal links und dreimal rechts vermessen und die Ergebnisse gemittelt (1/3-Oktavglättung). Um die Kurven besser interpretieren zu können, entzerrten wir sie per Diffusfeldkurve, die der Hersteller passend zum EARS-System anbietet. Die blauen Kurven der Testkandidaten wurden schließlich mit der des neutralen HD 600 (gelbe Kurve) verglichen.

Da jedoch die beste Kunstkopfmessung nicht immer den Höreindruck akkurat abbildet, führten wir zusätzlich eine Terzbandanalyse durch, bei der schmalbandiges Rauschen von 20 Hz bis 20 kHz auf die Kopfhörer gegeben wird (siehe „Messung per Ohr“, c't 15/2018, S. 150). Ein Zuhörer peilt das Testmodell bei jedem schmalen Rauschband so ein, dass es auf ihm genauso laut zu hören ist wie auf dem HD 600. Die daraus resultierenden treppenförmigen roten Terzbandkurven finden Sie zusammen mit den Kunstkopfmessungen in den Einzelbesprechungen auf den folgenden Seiten. Anhand des Stufenverlaufs können Sie sehen, welcher Frequenzbereich auf dem jeweiligen Kopfhörer lauter oder leiser als auf einem HD 600 klingt.

So kann es bei manchen Modellen durchaus vorkommen, dass die EARS-Messung beispielsweise einen stärkeren Schalldruck im Bassbereich angibt, sich dieser im direkten Hörvergleich jedoch weniger bemerkbar macht. Die liegt etwa an der Lautstärkewahrnehmung des Gehörs (SLD-Effekt), an eventuell undichten Polstern sowie an den unterschiedlichen akustischen Eigenschaften eines echten Kopfes und der Gummiohren der Messapparatur.

## Abweichungen

Drei Frequenzbereiche entpuppten sich bei der anschließenden Klangbeurteilung als besonders wichtig, viele der High-End-Modelle wichen hier von der neutralen Kurve des HD 600 ab:

**200 bis 500 Hz:** Wenn man diesen Bereich zu sehr verstärkt, klingt die Musik mulmig und undurchsichtig. Viele Hersteller reduzieren ihn deshalb, um die Musik transparenter wirken zu lassen. Doch Vorsicht: Fällt der Bereich zu stark ab, klingen Stimmen plötzlich zu dünn und der Sound verliert an Fülle.

**2 bis 4 kHz:** Wenn man hier verstärkt, klingen Stimmen frischer, aber auch auf-

dringlicher. Bei knapp 3 kHz liegt bei den meisten Menschen auch die Resonanzfrequenz des Ohrkanals. Kopfhörer-Hersteller senken hier deshalb gerne ab, damit Stimmen mehr Abstand bekommen und die Musik räumlicher wirkt. Übertreibt man es dabei, dann wirkt der Klang schnell dumpf.

**Über 6 kHz:** In den Höhen treffen Schallwellen nur noch über Bande auf das Trommelfell und werden vorher vom Außenohr reflektiert. Bei jedem Menschen entsteht dabei ein individuelles Frequenzmuster. Weil der Schall vom Kopfhörer jedoch in einem anderen Ab-

## Hörtest

Zur Beurteilung des Klangs verglichen wir die Kopfhörer an einem Audio-Interface RME ADI-2 Pro FS mit einem Sennheiser HD 600 und maßen die Frequenzgänge mit einem EARS-Kunstkopf von Minidsp. Beim Hörvergleich kamen unter anderem folgende Aufnahmen zum Einsatz: Sting „Perfect Love Gone Wrong“, Gretchen Peters „If Heaven“, Cassandra Wilson „Forty Days and Forty Nights“, Kraftwerk „Heimcomputer“ (Stereo- und 3D-Kopfhörer-mix vom Album Kraftwerk 3D), Korn „Blind“, Chick Corea „Return to Forever“ (vom Album Chinese Butterfly), Anne-Sophie Mutter „Schubert: Forellenquintett 1. Allegro vivace“, Gilbert Kaplan & Wiener Philharmoniker „Mahler Symphony No. 2, 1st Movement, Tempo 1“ (Track 12).



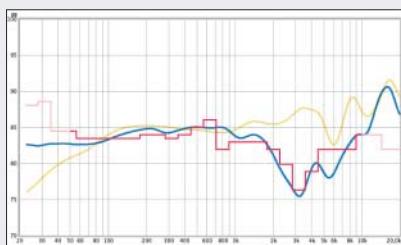


### Audeze LCD-X

Dank seiner planaren Wandler überträgt der LCD-X insbesondere Bassfrequenzen äußerst sauber und kräftig. Das ohrumschließende Modell sitzt im ersten Moment bequem. Allerdings stört das immense Gewicht von 650 Gramm – für diesen wuchtigen Klotz benötigt man auf Dauer einen Stiernacken.

Der LCD-X klingt im Vergleich zum HD 600 etwas dumpfer. Bis 1 kHz verlaufen ihre Frequenzkurven weitgehend parallel. Ab etwa 1,5 kHz sackt der LCD-X jedoch mächtig ab; bei 3 kHz liegt er knapp 10 dB unterhalb des HD 600. Darunter leiden sowohl die räumliche Abbildung als auch die Detailwahrnehmung. Stimmen klingen weniger präsent.

Bei der Abstimmung hat Audeze offenbar den US-amerikanischen Markt im Visier gehabt, da Amerikaner generell etwas mehr Bass bevorzugen als europäische Zuhörer. Der LCD-X ist



sozusagen die Antithese zum Sennheiser HD 800 S. Fans von Klassik und Jazz wünschen sich ein luftigeres Klangbild. Freunde basskräftiger Stilrichtungen wie Hip-Hop können sich mit dem LCD-X hingegen eher anfreunden.

- ⬆ kräftiger, klarer Bass
  - ⬇ etwas dumpfe Höhen
  - ⬇ hohes Gewicht
- Preis: 1450 € (Straße)

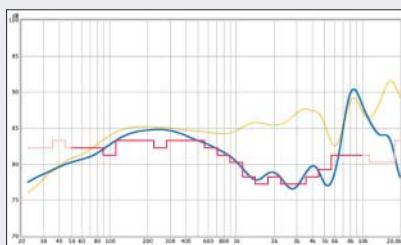


### Beyerdynamic T1

Der T1 kam 2015 in der zweiten Generation auf den Markt. Die großen Muscheln des stabil verarbeiteten Kopfhörers lassen sich angenehm tragen, wenn sie auch nicht ganz den Komfort der 800er-Reihe von Sennheiser erreichen.

Durch die hohe Magnetstärke und die fein gewickelte massearme Spule des Tesla-Wandlers verspricht Beyerdynamic eine besonders detailreiche Wiedergabe. Die hohe Impedanz von 600 Ohm verlangt allerdings einen kräftigen Zuspieler. Der T1 ist daher nichts für unterwegs.

Im Frequenzbild fällt der Abfall der Mitten im Bereich zwischen 1 und 6 kHz auf – ähnlich wie beim fast doppelt so teuren 8 EX von Ultrasone. Im direkten Vergleich betont der T1 jedoch Bass und Höhen weniger aggressiv. Sein Klangbild wirkt sanfter und ausgeglichener. Als halboffener Kopfhörer bildet er Höhen luftiger ab



und schält Details klarer heraus. Er ist ein guter Allrounder für alle Stilrichtungen.

- ⬆ detailreiches Klangbild
  - ⬆ gute Räumlichkeit
  - ⬇ Stimmen fehlt etwas Präsenz
- Preis: 900 € (Straße)

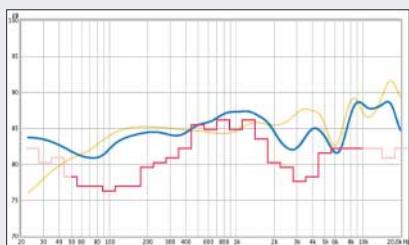


### Mr. Speakers Aeon

Relativ neu auf dem Markt ist Mr. Speakers aus den USA, der just erst einen Vertrieb in Europa aufbaut. Der Aeon ist mit seinen sehr weichen Polstern angenehm leicht zu tragen – vor allem, wenn man bedenkt, dass seine Wandler magneto-statisch arbeiten. Um Gewicht zu sparen, sind diese aber nur einseitig zur Membran ausgeführt und nicht doppelseitig wie beim Audeze LCD-X.

Der geschlossene Aeon betont die Mitten zwischen 500 Hz und 2 kHz und fällt bei 3 kHz leicht ab. Außerdem schwächt er im Vergleich zum HD 600 zwischen 50 und 160 Hz. Dadurch fehlt basskräftigen Stücken der Druck. In den Höhen würde man sich mehr Luftigkeit wünschen, um Details besser herauszukitzeln.

Trotz der Mittenbetonung klingt der Aeon nicht schlecht. Er bleibt aufgrund der leichten Schwächen im



Bass und in den Höhen aber hinter dem HD 600 zurück und kann seinen höheren Preis nicht rechtfertigen.

- ⬆ bequemer Sitz
  - ⬇ schwacher Bass
  - ⬇ luftarme Höhen
- Preis: 900 €

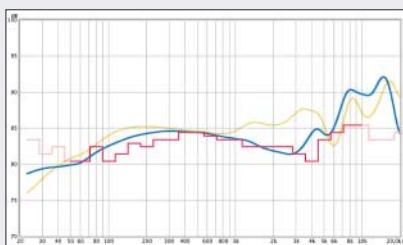


### Sennheiser HD 800 S

Beim HD 800 S hat Sennheiser gegenüber dem HD 800 den Frequenzverlauf leicht angepasst. Der Kopfhörer soll vor allem auf dem asiatischen Markt punkten. Dank der riesigen Ohrmuscheln sitzt er überaus angenehm. Die großen Wandler sollen bewirken, dass der Schall möglichst natürlich auf das Außenohr trifft und reflektiert wird. Das soll die Räumlichkeit verbessern und die Im-Kopf-Ortung verringern.

In der Tat klingt Musik auf dem HD 800 S deutlich luftiger als auf dem HD 600. Man erkennt wesentlich mehr Details. Der Frequenzverlauf ähnelt in weiten Teilen der Kurve des HD 600, was dem ausgewogenen Klangbild zugute kommt. Lediglich um 3 kHz herum hält sich der HD 800 S zurück, wodurch Stimmen weniger aufdringlich wirken und mehr Abstand gewinnen.

Im Vergleich zum HD 820 hält sich der Tiefbassbereich des HD 800



S zurück, dafür knickt er aber bei 300 Hz nicht ein, wodurch Stimmen ihre Fülle behalten. Das klingt klasse bei Jazz und Klassik; Fans bassbetonter Pop- oder Hip-Hop-Musik wünschen sich zuweilen jedoch mehr Wumms.

- ⬆ sehr detailreich und räumlich
  - ⬆ sehr bequemer Sitz
  - ➡ Bass könnte mehr Druck machen
- Preis: 1600 €

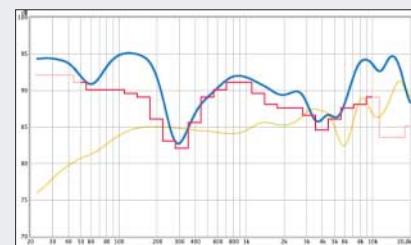


### Sennheiser HD 820

Der HD 820 ist der geschlossene Bruder des HD 800 S. Auffällig sind die durchsichtigen Glasscheiben außen an den Hörmuscheln. Sie sind konkav gebogen und sollen Resonanzen verringern, indem sie den Schall in die Polster reflektieren. Dank der riesigen Muscheln sitzt der Kopfhörer sehr angenehm.

Im Vergleich zum HD 800 S sind die Unterschiede gering: Das Klangbild ist ebenso detailreich und luftig und kitzelt deutlich mehr Nuancen aus der Musik als der HD 600. Durch den leichten Einbruch zwischen 3 und 5 kHz wirken Stimmen weniger aufdringlich. Der HD 820 klingt weiträumiger als viele offene Kopfhörer.

Auffällig ist der relativ starke Einbruch des Frequenzgangs bei 300 Hz. Er unterstützt den transparenten Klang, führt jedoch dazu, dass Stimmen mittunter dünn wirken. Im Vergleich zum HD 800 S ist der Bassbereich kräftiger.



Daher ist der HD 820 auch abseits von Jazz und Klassik eine sehr gute Wahl.

- ⬆ sehr detailreich und räumlich
  - ⬆ sehr bequemer Sitz
  - ➡ Stimmen wirken etwas dünn
- 2400 €

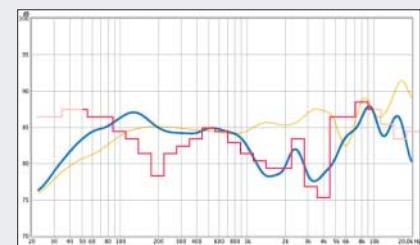


### Ultrasone Edition 8 EX

Der süddeutsche Hersteller Ultrasone hält für seine Kopfhörer ein Patent namens S-Logic EX. Es beschreibt die Anordnung der Wandler in einem bestimmten Winkel, der die Im-Kopf-Lokalisation verringern soll. Man muss unbedingt aufpassen, dass man den Kopfhörer richtigerum aufsetzt und zurechtrückt, damit die kleinen, harten Polster richtig abschließen.

In der Tat wirken Stimmen hier weiter weg als beim HD 600. Durch den breiten Frequenzeinbruch zwischen 1,5 und 5 kHz klingt der 8 EX jedoch verfärbt – als wenn in der Mitte etwas fehlt. Im Bassbereich deckten sich unsere Höreindrücke nicht mit der Messkurve. Die Höhen klangen aufgrund des steilen Anstiegs bei 5 kHz unangenehm scharf und könnten mehr Luftigkeit vertragen.

Bei beiden Testhörern hinterlässt der 8 EX ein zwiespältiges Bild: Die verringerte Im-Kopf-Ortung wird mit



einem verfärbt wirkenden Frequenzgang erkauft. Interessenten sollten den EX 8 vor dem Kauf unbedingt probehören und mit anderen Modellen – etwa dem Beyerdynamic T1 – vergleichen.

- ⬆ verringerte Im-Kopf-Ortung
  - ➡ verfärbte Mitten
  - ➡ scharfe Höhen
- Preis: 1800 €

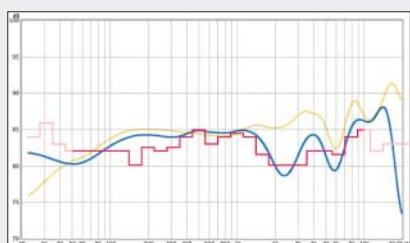


### AKG N90Q

Mit einem Frequenz-Sweep misst der N90Q Resonanzen in der Ohrmuschel und passt den Sound per DSP an. Das klappt sehr gut und hat je nach Anwender spürbare Auswirkungen auf den Klang. So kann der N90Q beispielsweise die Resonanzfrequenz des Ohrkanals recht treffsicher schmalbandig absenken. Die Abstimmung wirkt dadurch sehr ausgewogen, wenn wir auch im Vergleich zum HD 600 ein wenig Luftigkeit vermissten. Wer will, kann zwischen drei Klangprofilen wählen, Bass und Höhen anpassen sowie künstlichen Raum zufügen – besser klingt's dadurch aber nicht.

Die Polster schmiegen sich weicher an als beim Ultra-zone 8 EX, hätten aber gerne größer ausfallen können. Wenn auch nicht so klotzig wie der Audeze LCD-X, wirkt der N90Q für unterwegs etwas zu wuchtig.

Der N90Q lässt sich im Unterschied zum Amiron nicht passiv betreiben – bei der Kabelverbindung muss die Elektronik aktiv sein. Reisende freuen sich über die wirkungsvolle aktive Geräuschunterdrückung (ANC). Dumm ist nur, dass man sie nicht abschalten kann und der Kopfhörer dadurch



permanent rauscht. Bei leiseren Musikpassagen hört man dies deutlich – ein Showstopper bei Jazz und Klassik. Bei Pop & Co. macht er eine gute Figur, wenn er sich auch klanglich vom HD 600 nicht absetzen kann.

⬆ ausgewogener Klang dank Einmessung

⬇ ANC rauscht permanent

⬇ kein passiver Kabelbetrieb

Preis: 1500 €

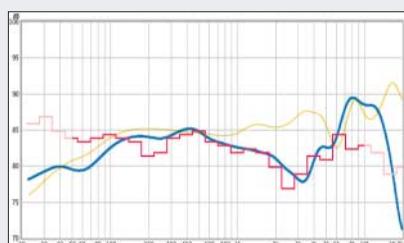


### Beyerdynamic Amiron Wireless

Der Amiron Wireless wurde ähnlich konstruiert wie der T1 und sitzt ebenso bequem. Per Bluetooth unterstützt er Kompressionsformate wie AAC, AptX HD und AptX LL. Musiker betreiben den Amiron aufgrund der Latenzen aber besser passiv per Kabel; leider liefert Beyerdynamic nur ein kurzes Exemplar mit 3,5-mm-Stecker mit.

Im Frequenzgang unterscheidet sich der Amiron vom T1: Er senkt den Bereich um 3 kHz schmalbandiger ab, wodurch Stimmen nicht so viel an Präsenz verlieren. Die Abstimmung wirkt harmonisch, Bass und Höhen wurden gut getroffen, Stimmen wirken weniger aufdringlich als beim HD 600. Bei den Details und der Räumlichkeit liegt er zum T1 gleich auf.

Wer den Amiron per Bluetooth betreibt, kann über die zugehörige App (iOS/Android) ein individuelles Hörprofil einstellen. Es bleibt im Kopfhörer gespeichert und auch bei anderen Zuhörern aktiv – bis man es in der App deaktiviert. Die Technik stammt von Mimi und misst die Hörschwelle mit leise pulsierenden Tönen. Anschließend wird das Hörprofil automatisch angepasst. Der Nutzer kann nur die Stärke des Effekts bestimmen.



Im Test wirkte die Anpassung jedoch übertrieben, weil sie die Lautstärke um etwa 6 Dezibel anhebt und laut Beyerdynamic leise Musik mit zusätzlichen Obertönen aufpeppt. Das sorgt im ersten Moment für einen Wow-Effekt, wirkt auf Dauer jedoch ermüdend. Ohne diese Anpassung hinterlässt der Amiron aber einen guten Eindruck.

⬆ ausgeglichener Klang

⬆ Bluetooth ohne Klangeinbußen

⬇ nur kurzes Klinkenkabel (3,5 mm)

Preis: 700 €

stand und Winkel auftrifft als beim natürlichen Hören, ergeben sich hier andere Muster und Gruppenlaufzeiten. Bei einem guten Kopfhörer klingt die Musik luftig und detailreich, bei einem schlechten wirken die Höhen spitz und unnatürlich.

Um das Problem zu lösen, gehen die Hersteller unterschiedliche Wege: Sennheiser baut besonders große Schallwandler, sodass die Muscheln das Ohr extrem weiträumig umschließen. Ultrasone setzt seine Wandler hingegen in einem bestimmten Winkel ein. AKG versucht wiederum, die Resonanzfrequenzen mit einem Mess-Sweep zu ermitteln und per Signalprozessor zu unterdrücken.

## Hörtest

Schließlich bewerteten zwei in der Ton-technik geschulte Testhörer den Klang an-hand verschiedene Musikstücke und Genres (siehe Kasten S. 93). Im Harman-Test „How to listen“ erzielten die trainierten Testhörer bei allen Prüfungen mindestens einen Score von 8, was wissenschaftlichen Ansprüchen genügt.

Neben der Frequenzabstimmung bewerteten sie, wie gut unter den Kopfhörern klangliche Details zum Vorschein kommen, sowie die Räumlichkeit des Klangs: Idealerweise sollten die Kopfhörer die Musiker nicht im Kopf platzieren, sondern auf einer weiten Bühne. Dazu verglichen die Zuhörer den Sound zunächst mit einem ebenso laut eingestellten HD 600. Modelle mit ähnlichen Klangeigenschaften wurden anschließend direkt miteinander verglichen, um weitere Nuancen zu erkennen. Die Ergebnisse – bei denen sich beide

Testhörer stets einig waren – lesen Sie in den Kästen der Einzelbesprechungen.

## Fazit

Der HD 600 erwies sich als große Hürde, dessen ausgewogenes und luftiges Klangbild nur wenige Testkandidaten klar verbesserten. An erster Stelle sind hier der HD 800 S und HD 820 von Sennheiser zu nennen. Beide Modelle kitzeln wesentlich mehr Details aus der Musik und schaffen eine große luftige Bühne. Der HD 800 S ist dabei ideal für Musikproduzenten, die ihren Mix in allen Details überprüfen wollen, sowie vor allem für Jazz- und Klassik-Liebhaber. Die Unterschiede zum HD 820 sind hörbar, dürften aber nur für wenige Kunden einen Aufpreis von 800 Euro rechtfertigen.

Die beiden Modelle von Beyerdynamic hatten ebenfalls gegenüber dem HD 600 die Nase vorn – wenn auch mit weniger Abstand. Sie überzeugen mit ihren Details und der guten räumlichen Abbildung. Der Amiron Wireless wirkte auf uns harmonischer abgestimmt als der ältere T1, der im Präsenzbereich ruhig kräftiger aufspielen durfte. Für unterwegs ist der Amiron dank ausdauernder Bluetooth-Verbindung eine sehr gute Wahl. Seiner elektronischen Einmessung per App konnten wir hingegen nichts abgewinnen: Sie blähte den Sound unnötig auf, weshalb wir sie deaktivierten.

Bei den Modellen von AKG und Audeze hielten sich hingegen die Vor- und Nachteile gegenüber dem HD 600 die Waage. Der AKG N90Q punktet dank seiner Einmessung mit einem sehr ausgewogenen Frequenzgang, verspielt diesen Vorteil jedoch mit seiner nicht abschalt-

baren aktiven Geräuschunterdrückung (ANC). Zwar unterdrückt sie effektiv Geräusche aus der Umgebung, pflegt jedoch selbst permanent zu rauschen, was den Kopfhörer für dynamische Musik mit leisen Passagen disqualifiziert. Der fast ebenso teure Audeze LCD-X arbeitet überaus sauber im Bass, vernachlässigt jedoch die Höhen. Der an Beats erinnernde Sound mag manch jungem Amerikaner gefallen, uns älteren Europäern fehlten im Vergleich zum HD 600 jedoch die luftigen Höhen. Zudem strapazierte sein Kampf gewicht die Nackenmuskulatur.

Mr. Speakers hat mit dem Aeon einen an sich gut klingenden und angenehm zu tragenden Kopfhörer entwickelt. Nur bleibt er mit seiner leichten Mittenbetonung etwas hinter dem HD 600 zurück – dafür ist er mit 900 Euro dann doch zu teuer. Weiter auseinander driften Klangqualität und Preisvorstellungen jedoch bei Ultrasone: Ja, der 8EX rückt Stimmen weiter nach hinten als der HD 600. Allerdings bezahlt man diesen Vorteil nicht nur mit 1800 Euro, sondern auch mit einem relativ großen Frequenzloch in den Mitten, das den Klang unnatürlich wirken lässt. Zumindest unseren Ohren gefiel das nicht. Der nur halb so teure T1 von Beyerdynamic schafft das nämlich bei ähnlicher Abstimmung eleganter, ohne in den Höhen so aggressiv zur Sache zu gehen.

Generell sollten Sie jedoch einen Kopfhörer vor dem Kauf unbedingt mit Ihren eigenen Ohren prüfen – gerade in diesen Preisregionen. Denn einen persönlichen Höreindruck kann Ihnen kein Test der Welt vermitteln. (hag@ct.de) **ct**

## High-End-Kopfhörer (ohrumschließend)

Modell	N90Q	LCD-X	Amiron Wireless	T1	Aeon	HD 800 S	HD 820	Edition 8 EX
Hersteller	AKG	Audeze	Beyerdynamic	Beyerdynamic	Mr. Speakers	Sennheiser	Sennheiser	Ultrasone
Bauweise	geschlossen, dynamisch	geschlossen, planar	geschlossen, dynamisch	halboffen, dynamisch	geschlossen, planar	offen, dynamisch	geschlossen, dynamisch	geschlossen, dynamisch
Anschlüsse	3,5/6,3 mm Klinke, USB-Stromversorgung	3,5/6,3 mm Klinke	3,5 mm Klinke, USB, Bluetooth 4.2	3,5/6,3 mm Klinke	3,5/6,3 mm Klinke	6,3 mm Klinke, XLR-4	6,3 mm Klinke, XLR-4, Pentacconn	3,5/6,3 mm Klinke
Impedanz	32 Ohm	20 Ohm	32 Ohm	600 Ohm	13 Ohm	300 Ohm	300 Ohm	38 Ohm
Gewicht	460 g	650 g	380 g	360 g	340 g	330 g	360 g	330 g
Laufzeit	17 h (gemessen)	–	30,5 h (gemessen)	–	–	–	–	–
Besonderheiten	ANC, Mikrofon, Einmessung, Zusatz-Akku		Mikrofon, App für Einmessung			individuelle Messdaten	individuelle Messdaten	
<b>Bewertung</b>								
Details	○	○	⊕	⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	○
Räumlichkeit	○	○	⊕	⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Tragekomfort	○	⊖	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	○
Preis (circa)	1500 €	1450 € (Straße)	700 €	900 € (Straße)	900 €	1600 €	2400 €	1800 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe	

# Relevante, selbstverwaltete Schlagzeilen

## Nachrichten mit RSS maßschneidern

**Mit RSS-Feeds stellen Sie Ihr persönliches, schick aufbereitetes Nachrichtenangebot zusammen. Anders als bei Facebook, Twitter & Co. pfuscht Ihnen dabei niemand in Ihre Timeline hinein.**

**Von Jo Bager**

**N**achrichten-Overkill überall: Google News auf sämtlichen Geräten, zusätzlich die Apps der Zeitung und der Online-Portale. Facebook und Twitter als soziale Nachrichtenverstärker. News-Bots. Und allen hat man das Recht eingeräumt, einen per Direktnachricht über „wirklich wichtige“ Nachrichten zu informieren.

Übersichtlich ist so was nicht: Die angeblich so intelligenten Algorithmen, die die Timeline der sozialen Medien sortieren, spülen Fake News und irrelevanten Clickbait-Schrott nach oben. Man erhält von mehreren Tickern Push-Nachrichten, wenn Mats Hummels nicht bei der Fußball-WM spielen kann. Derart überinformiert übersieht man aber gerne einmal das interessante Blog-Post über einen neuen Ansatz in der KI.

### Überblick mit RSS

Dabei ist es gar nicht so schwer, Struktur in den News-Input zu bringen. Ausgerechnet ein Relikt aus den Urzeiten des Web ist der Schlüssel dazu: RSS. Das Kürzel steht für Really Simple Syndication (oder Rich Site Summary). In RSS-Feeds – oder den verwandten Atom-Feeds – stellen Websites jeweils ihre jüngsten Meldungen in einem für Anwendungen lesbaren Format bereit. Mit speziellen Webdiensten und Desktop-Programmen, den so genannten RSS-Aggregatoren oder RSS-

Readern, abonniert man diese Feeds, um sich einen schnellen Überblick über die Nachrichtenlage zu verschaffen.

RSS-Feeds enthalten mindestens die Schlagzeilen der Meldungen und die Links zu den jeweiligen Originalseiten beim Urheber. Sie können aber auch die Vorlauffotos oder die kompletten Meldungsinhalte umfassen sowie Bilder, Video- und Audiodateien einbetten. Podcasts etwa sind nichts anderes als RSS-Feeds.



Der Standard RSS wurde Ende des letzten Jahrtausends ursprünglich für das My Netscape Network entwickelt, eine individualisierbare Nachrichtenseite von Netscape. Schnell wurde RSS unter Bloggern beliebt. Die stellen damit auch heute noch anderen die Inhalte ihrer Blogs zur Verfügung. Websites aller Art profitieren ebenfalls davon: Man findet kaum ein News-Angebot, das keine RSS-Feeds anbietet. Nachrichtensites stellen vielmehr oft Dutzende Feeds bereit, etwa einen pro Rubrik oder spezielle Feeds für einzelne Themen.

Falls eine Website keinen Feed unterhält, dann springen Dienste wie FetchRSS in die Bresche. Der Freemium-Anbieter generiert zum Beispiel aus Twitter- oder

Instagram-Kanälen Feeds. Und FBRSS (ebenfalls Freemium) erzeugt RSS-Feeds aus Facebook-Timelines. Mit Diensten wie IFTTT oder Zapier lassen sich fast beliebige Anwendungen und Internet-of-Things-Dienste mit RSS-Feeds versehen oder verknüpfen. So kann man zum Beispiel RSS-Nachrichten in den Messenger Slack posten lassen.

### Aggregator-Fülle

RSS und seine Nutzung hat eine wechselvolle Geschichte. Das zeigt sich vor allem bei den RSS-Readern. Immer mal wieder wurden bekannte und beliebte RSS-Dienste und -Anwendungen eingestellt. Der größte Einschnitt fand 2013 statt, als Google seinen damals äußerst populären Web-Reader einstampfte. Der Google-Dienst war damals so etwas wie die RSS-Zentrale: Viele Anwender lasen dort ihre Nachrichten direkt im Browser. Google Reader unterhielt aber auch eine Programmierschnittstelle, über die sich externe Anwendungen mit News versorgen und ihren Nachrichtenbestand mit dem Dienst synchronisieren konnten.

Die Rolle von Google Reader teilen heute mehrere Webdienste unter sich auf, allen voran Feedly, aber auch Inoreader, The Old Reader und einige mehr. Eine komplette Übersicht finden Sie unter ct.de/tyra. Diese Dienste unterhalten eine Weboberfläche, auf der man seine News im Browser liest, sowie eine Programmierschnittstelle, über die sich externe Anwendungen mit ihnen abgleichen können. Da sich die Dienste bei ihrem API von Google haben inspirieren lassen, spielt das Google Reader API in der Szene immer noch eine Rolle.

Wer seine News nicht bei einem Fremdanbieter lagern möchte, kann mit einer Reihe von Projekten einen RSS-Reader mit Browser-Oberfläche auf seinem

Webspace selbst installieren. Das wohl beliebteste Paket dieser Art ist Tiny Tiny RSS. Dank einer großen Entwicklergemeinde, die viele Erweiterungen beisteuert, ist dieser RSS-Reader gar nicht mehr so tiny.

Daneben gibt es eine Fülle an nativen RSS-Readern für alle Plattformen: Clients, die sich mit einem oder mehreren der Online-Aggregatoren synchronisieren, aber auch Programme und Apps, die sich selbst um die Feed-Verwaltung kümmern. Thunderbird etwa kann mit RSS-Feeds ebenso umgehen wie Firefox, Opera und Internet Explorer. Was diese Programme eint: Ihre RSS-Funktionen sind recht rudimentär. Echte RSS-Spezialisten bieten mehr in puncto Darstellung, Filterung und ganz generell bei der Handhabung. Der Artikel ab Seite 100 vergleicht empfehlenswerte RSS-Reader für Android.

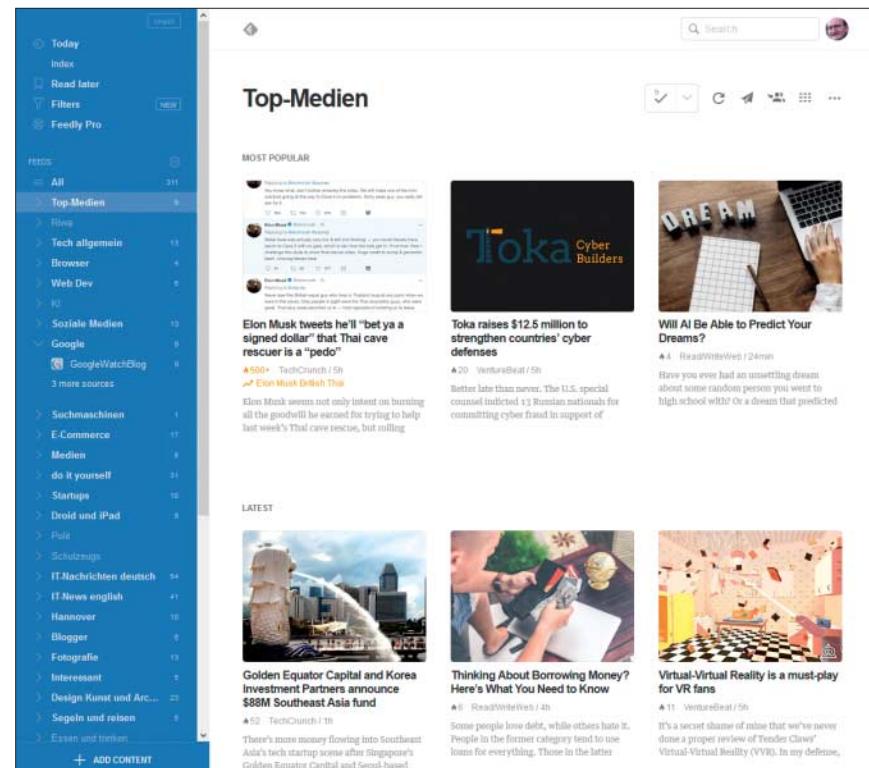
Verknüpfungen mit den verschiedensten Online-Diensten machen RSS-Reader zur Schaltzentrale in der persönlichen Nachrichtenwelt. Ein Text ist zu lang, um ihn mal schnell im Reader zu lesen? Dann wandert er mit einem Mausklick zu Instapaper, Pocket oder Evernote, wo man ihn sich später in Ruhe zu Gemüte führt. Ein Fundstück ist für andere interessant? Dann versendet man es schnell per Mail, postet es per Mausklick bei Facebook oder Twitter – oder lässt Buffer diesen Job übernehmen.

## Unterschätztes Werkzeug

RSS und die zugehörigen Reader sind in vielerlei Hinsicht das Gegenmodell zu sozialen Medien wie Facebook und Twitter. Das RSS-Ökosystem ist nicht geschlossen und wird nicht von einem Unternehmen kontrolliert, im Gegenteil: Der Zugriff auf die Feeds ist in aller Regel unbeschränkt, jeder kann sich aus dem riesigen Angebot frei bedienen.

In der RSS-Welt versucht auch kein Site-Betreiber oder App-Entwickler, Nutzer einzusperren. So gut wie jedes Angebot unterstützt den Import- und Export der RSS-Feeds in Form von OPML-Dateien. Das sind strukturierte Bookmarks mit den URLs der Feeds, mit denen man problemlos von einem zum anderen Anbieter umziehen kann.

RSS-Reader stellen die Inhalte einzeln nach Feed oder nach Themen gesammelt dar, bereiten sie nüchtern als Tabelle oder schick in Magazin-Manier mit großen Vorschaubildern auf. Mitunter lassen sich Meldungen ausfiltern, die bestimmte Schlagworte enthalten. Wie auch immer:



Fast so hübsch wie ein Online-Magazin bereitet Feedly seine Inhalte auf.

Der Anwender behält die Kontrolle, welche Inhalte er wie aufbereitet sehen möchte. Anders als bei Twitter, Facebook und Co. gibt es keine intransparenten und nicht beeinflussbaren Automatismen, die in die Timeline eingreifen.

Obwohl RSS sehr nützlich und vielseitig ist, führt es eher ein Nischendasein. Das ist wohl die Schattenseite der Tatsache, dass keiner der Internet-Riesen dieses Projekt vorantreibt – sie sind stattdessen eher darauf bedacht, ihre Nutzer auf den eigenen proprietären Plattformen einzuschließen. Es wäre ein Leichtes für Facebook und Twitter, selbst RSS-Feeds für ihre Timeline bereitzustellen, was sie in der Vergangenheit auch getan haben. Dass Google seinen Reader eingestellt hat, hat wohl damit zu tun, dass Google keine Monetarisierungsmöglichkeit gesehen hat und dass der Reader in Konkurrenz zu Google News stand.

Medienunternehmen verdienen mit RSS noch weniger als mit ihren normalen Webseiten. Zwar streuen sie mitunter Werbung in ihre RSS-Feeds ein – aber so viele Banner wie auf der normalen Webseite wollen sie RSS-Nutzern nicht zumutten. Ebenso wenig trauen sie sich, die RSS-Abonnenten zu vergraulen und die Feeds komplett einzustellen, denn RSS-Nutzer sind oft wichtige Multiplikatoren

wie Blogger und Journalisten. In der Folge führt RSS auf vielen Online-Portalen ein Mauerblümchendasein: Während unter jedem Artikel diverse Social-Media-Buttons prangen, muss der Besucher nach den Feeds regelrecht suchen.

Andererseits spricht es für RSS, dass sich dieses Relikt aus einer anderen Web-Epoche bis heute so hartnäckig gehalten hat. Und es scheint, dass RSS wieder mehr Auftrieb bekommt. Nach diversen Daten- und Fake-News-Skandalen haben viele Anwender jedenfalls die Nase voll von geschlossenen Plattformen und ihren Nebenwirkungen und suchen nach Alternativen. Auf dem Spezialgebiet der Podcasts, das ebenfalls lange Zeit nur ein Nischendasein fristete, erlebt RSS schon jetzt einen Boom. Vielleicht besinnt sich die Netzgemeinde ja auf die alten Qualitäten von RSS.

Als jemand, der ohne seinen RSS-Reader mit gut 200 Newsquellen kaum klarkäme, kann ich Ihnen nur empfehlen: Probieren Sie es aus! Es bedeutet zwar ein wenig mehr Arbeit, seine Nachrichtenquellen bei Feedly & Co. zu pflegen – aber es lohnt sich, denn so bleiben Sie selbst der Herr Ihrer Informationsquellen.

(jo@ct.de)

**Übersichten mit RSS-Diensten:**  
[ct.de/ytra](http://ct.de/ytra)

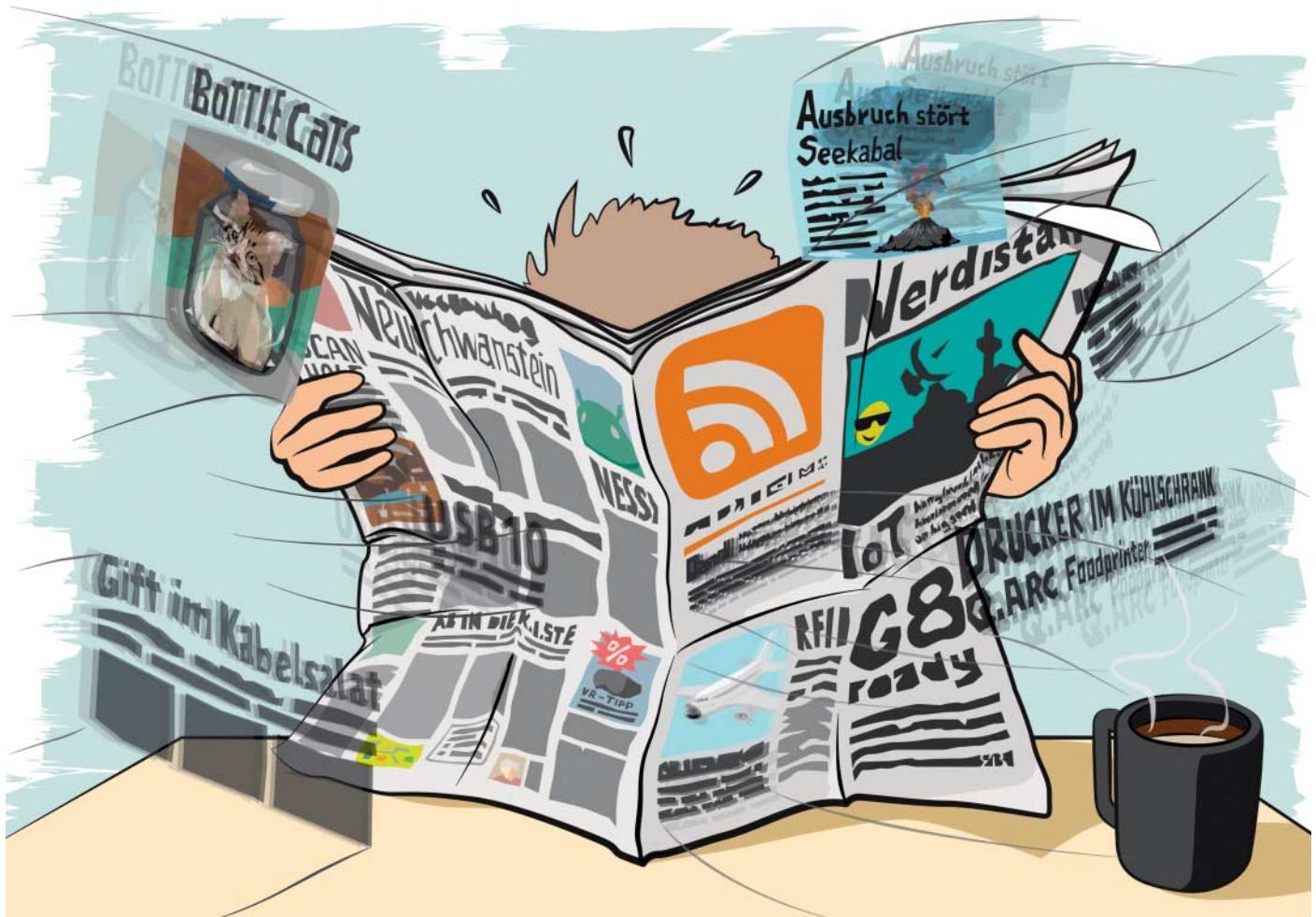


Bild: Rudolf A. Blaha

# Mobile News-Manager

## Sechs RSS-Reader für Android im Vergleich

**Unterwegs will man so gut informiert sein wie im Büro. Das funktioniert hervorragend mit RSS-Aggregatoren, die die Nachrichtenfülle gut aufbereiten, die Spreu vom Weizen trennen und sich mit Online-Diensten synchronisieren.**

**Von Jo Bager**

**S**o aggressiv Twitter und Facebook auf das Smartphone und das Tablet drängen, so leistungsfähig und vielseitig etwa Google News und Samsungs News-App upday auch sein mögen: Wer sich unabhängig, individuell und ökonomisch auf dem Mobilgerät über die Nachrichtenlage

informieren will, kommt an einem RSS-Reader nicht vorbei. Nur hier wählt der Benutzer frei aus, welche Nachrichten er sehen möchte, nur hier ist er frei von geheimen Algorithmen, die seine Timeline manipulieren – siehe auch den vorigen Artikel.

Dieser Artikel stellt sechs RSS-Reader für Android vor: Feedly, FeedMe, Inoreader, Newsfold, spaRSS und SwipeNews. Mit dieser Auswahl haben wir uns auf Reader beschränkt, in denen Sie Ihre Feeds selbst verwalten können. Einige populäre Apps wie Flipboard und News360 bleiben dagegen außen vor – sie werden zwar auch als RSS-Reader bezeichnet, präsentieren dem Nutzer aber nur vorselektierte News-Kost aus vorgegebenen Quellen.

Bei der Auswahl mussten wir feststellen, dass viele altbewährte Apps nicht

weiterentwickelt werden. Das führt zum Beispiel bei der lange Zeit empfehlenswerten App gReader dazu, dass sie Feeds nicht mehr zuverlässig aktualisiert. Bevor Sie sich mit einem Reader anfreunden, sollten Sie aufmerksam die Kommentare im App Store lesen. Dort finden sich Hinweise auf Fehler, die man nicht sofort bemerkt. Palabre etwa kommt mit bestimmten Feeds grundsätzlich nicht klar, zum Beispiel mit dem von heise online, und stellt sie überhaupt nicht dar.

Fünf der sechs hier vorgestellten RSS Reader – Feedly, FeedMe, Inoreader, Newsfold und SwipeNews – sind Clients für einen Webdienst wie Feedly, The Old Reader oder Bazqux (siehe vorigen Artikel). Sie verlassen sich auf den jeweiligen Dienst, der die Feeds aus verschiedenen Quellen abruft und zusammenträgt und gleichen sich und ihren Nachrichten-

stamm über das API des Dienstes ab. Das hat eine Reihe von Vorteilen. So greift der Benutzer über die Weboberfläche des Dienstes und über Clients immer auf den gleichen Datenstamm zu.

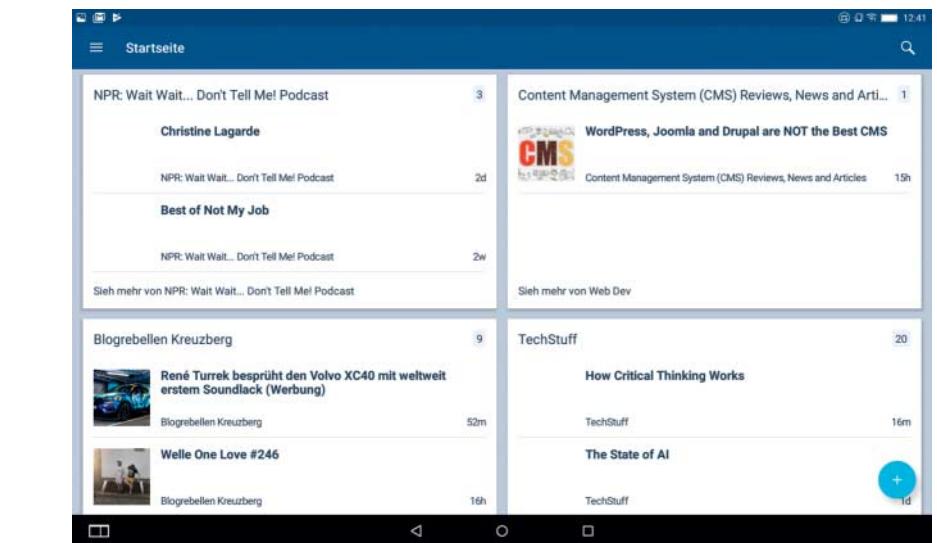
Die Zeit der autarken RSS-Reader, die ohne einen Online-Dienst im Hintergrund selbst ihre Feed-Liste abarbeiten, scheint dagegen zu Ende zu gehen. spaRSS ist die einzige App in diesem Test, die ihre RSS-Feeds eigenständig verwaltet.

## News-Aufbereiter und -Verbreiter

Viele, viele kleine Details machen das Benutzererlebnis mit dem RSS-Reader aus, etwa bei der Darstellung. Die Tabelle auf Seite 104 listet zentrale Eigenschaften der Testkandidaten, darunter deren Ansichtsoptionen wie eine ultrakompakte Übersicht der Schlagzeilen für die schnelle Durchsicht, eine magazinige mit Bildern und Anrisstexten sowie eine Cards-Ansicht.

Apps mit Widget für den Android-Homescreen muss der Anwender nicht extra öffnen, um zu sehen, ob es Neuigkeiten gibt. Insbesondere bei großen Feed-Sammlungen ist es hilfreich, die Reihenfolge der Feed-Gruppen in der App individuell vergeben zu können beziehungsweise diejenige nutzen zu können, die man im Online-Dienst verwendet – und nicht eine alphabetische Sortierung diktiert zu bekommen.

Der RSS-Reader dient vielen Anwendern als News-Verteiler: Ein spannender Link wird auf Twitter geteilt, an Kollegen gemailt oder im persönlichen Später-Lesen-Dienst gespeichert. Das geht in



Die Startseite der Inoreader-App präsentiert aus jedem Feed eine Auswahl neuer Meldungen.

allen Apps über das Android-Sharing. Schöner ist es, wenn sich häufig benutzte Teilen-Funktionen zum Beispiel per Wischgeste einrichten lassen.

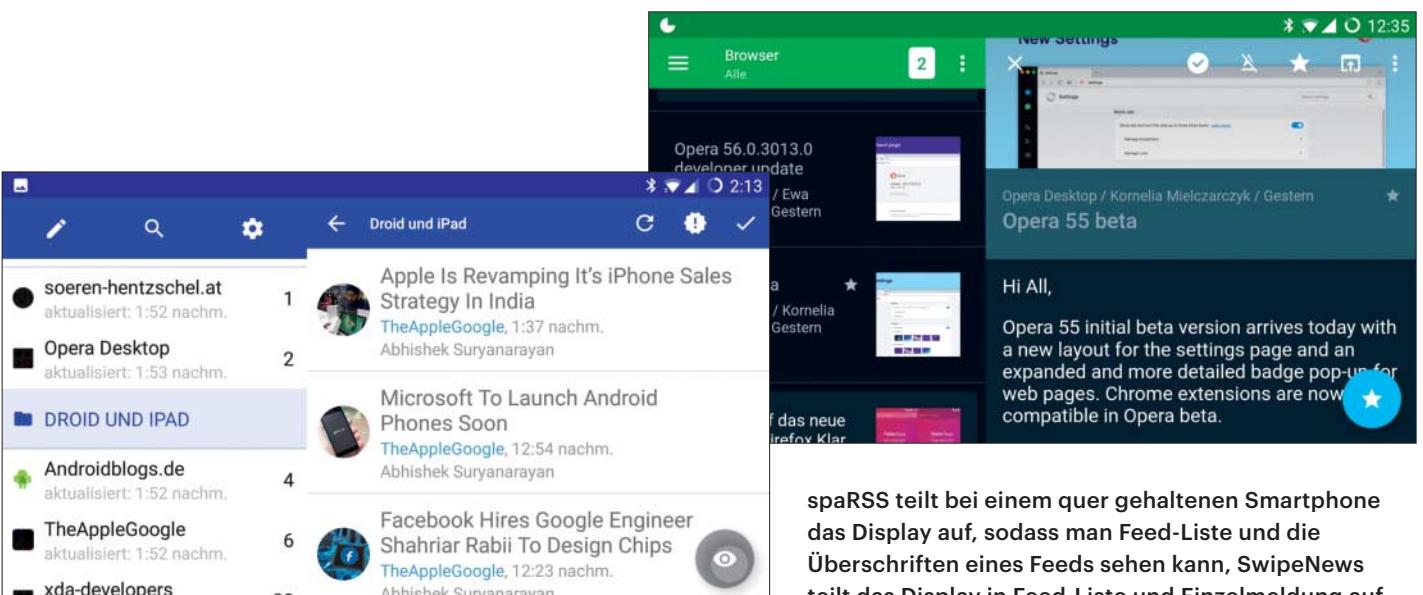
Einige der bei den Feedly- und Inoreader-Apps besprochenen Organisationsmöglichkeiten stammen streng genommen nicht von den Apps, sondern vom jeweiligen Server, etwa die Suche und Feed-Empfehlungen. Wir besprechen sie trotzdem, weil sie wichtige Hilfen darstellen – die in anderen Apps fehlen.

Alle getesteten Apps sind kostenlos erhältlich, Newsfold unterliegt einem Freemium-Preismodell. Wir haben bei Newsfold die werbefreie Pro-Version getestet (2,37 Euro). Je nach Nutzung kom-

men außer bei spaRSS dazu noch Kosten für das Abonnement eines RSS-Dienstes hinzu. Feedly und Inoreader bieten Basisvarianten ihrer Dienste gratis an, die für Einsteiger und zum Hineinschnuppern allemal genügen. Gratis lassen sich bei Feedly nur bis zu 100 Feeds abonnieren, Inoreader lässt dagegen auch kostenlos beliebig viele Feeds zu. Für Power-Nutzer empfehlen wir bei Feedly den Pro-Tarif (5,41 Euro pro Monat) und bei Inoreader den Plus-Tarif (29,99 Euro pro Jahr).

## Fazit

Unter den getesteten Apps ist für jeden Bedarf etwas dabei. Für Einsteiger eignen sich Newsfold und spaRSS mit ihren auf-



spaRSS teilt bei einem quer gehaltenen Smartphone das Display auf, sodass man Feed-Liste und die Überschriften eines Feeds sehen kann, SwipeNews teilt das Display in Feed-Liste und Einzelmeldung auf.



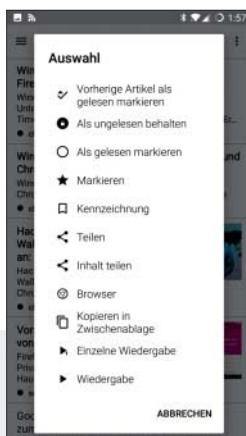
## Feedly

Die Feedly-App ist ausschließlich als Client für den Dienst ihres Anbieters konzipiert. Sie sieht einen Benutzer und einen Account vor und ist auf eine Online-Verbindung angewiesen. Ruft man sie ohne Netzwerk auf, meldet sie nur „No network“. Der Benutzer kann einige Gesten ein- und ausschalten, etwa „Long Press to Save“, das bei langerem Druck auf eine Meldung diese beim bevorzugten Speicherdiensst wie Pocket unterbringt. Feedly stellt nur zwei Widgets bereit: einen Zähler für die neuen Meldungen sowie eine Karte mit jeweils einer Meldung.

Eine Stärke von Feedly sind die Organisationsfunktionen des Dienstes, die auch in der App bereitstehen. Der Anwender kann in seinem gesamten Nachrichten-Feed bestimmte Schlüsselbegriffe mit Keyword Alerts beobachten lassen. Filter dämmen das Rauschen im News-Strom ein. Mit „Today“ präsentiert die App eine Auswahl der Meldungen aus der individuellen News-Liste, die der Dienst für die wichtigsten hält. Fundstücke kann der Benutzer in sogenannte Boards sammeln.

Von rechts wischt er die Explore- und die Suchfunktion herein. Feedly sucht je nach Bedarf innerhalb der eigenen Feeds, „darüber hinaus“ (also in allen Feed-Inhalten, die es kennt) oder nach News-Quellen, die den Suchbegriff enthalten. Der Suchzeitraum lässt sich auf „Today“, „Last 7 Days“ und „Last 30 Days“ einschränken, das ebenso vorhandene „Forever“ funktionierte im Test nicht.

- ⬆ gute Such- und Organisationsfunktionen
- ⬆ Feed-Empfehlungen
- ⬇ funktioniert nicht offline



## FeedMe

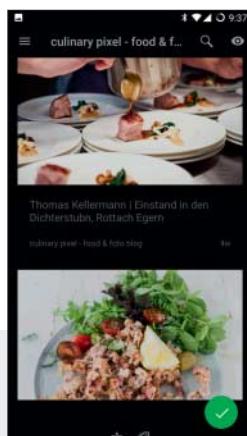
FeedMe gleicht die Feeds eines Nutzers bei einem der Dienste Feedly, Inoreader, Bazqux, The Old Reader, Feedbin, Tiny Tiny RSS oder FreshRSS ab. Schon bei den Optionen zur Offline-Nutzung zeigt sich die Vielseitigkeit der App. Der Benutzer kann etwa für jede Gruppe von Feeds einzeln einstellen, ob die App sie synchronisieren und ob sie dabei Bilder laden soll. Enthalten Feeds nur Textanrisse, lädt FeedMe auf Wunsch die kompletten Inhalte.

Der Benutzer kann die Aktionen für viele Gesten ebenso anpassen wie etliche Elemente der Bedienoberfläche, etwa das Kontextmenü für die Übersicht einer Feed-Gruppe. Mehr als 50 Dienste-Verknüpfungen bot FeedMe an.

Ein Alleinstellungsmerkmal ist die Vorlesefunktion. Einzelne Artikel oder komplette Feed-Gruppen lassen sich per Mausklick einer Wiedergabeliste hinzufügen. FeedMe nutzt die Sprach-Engine für die Wiedergabe und passt auf Wunsch sogar die Sprechgeschwindigkeit an. Die künstliche Stimme ist aber ein wenig gewöhnungsbedürftig.

Kleiner Wermutstropfen: FeedMe stellte die Abonnements in unserem Test nur alphabetisch dar, ohne die Möglichkeit, die Reihenfolge anzupassen. Bei den Kachelansichten auf dem Tablet, „Karten“ und „Vision“, sprangen Kacheln mitunter nervös hin und her. So vielseitig die App sein mag, für Neuanwender dürfte sie anfangs unübersichtlich sein. FeedMe ist kostenlos; durch In-App-Käufe kann man den Entwickler unterstützen.

- ⬆ unterstützt viele (RSS-)Dienste
- ⬆ Vorlesefunktion
- ⬇ gewöhnungsbedürftige Bedienung



## Inoreader

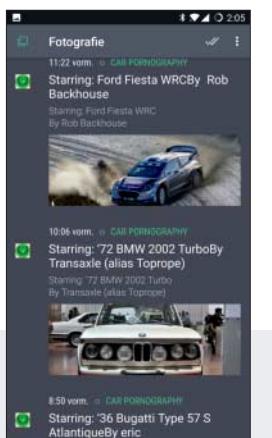
Inoreader scheint sich in vielerlei Hinsicht offenbar stark am Konkurrenten Feedly zu orientieren, so auch bei der App, die wie bei Feedly nur bei bestehender Internet-Verbindung funktioniert. Es gibt aber auch einige deutliche Unterschiede. So unterstützt die Inoreader-App mehrere Accounts.

Die Sortierung der Artikelrubriken lässt sich zwischen alphabetisch und der Sortierung auf dem Server umschalten. Aus Suchen erzeugt die App auf Wunsch „aktive Suchen“, mit denen man bestimmte Schlüsselbegriffe immer im Blick behält. Auch thematische Boards lassen sich anlegen.

Als einzige App im Test stellt Inoreader drei Widgets bereit. Neben einem Zähler und einer Kartenansicht für eine Rubrik gehört auch eine Liste mit den Meldungen einer Rubrik dazu. Übersichtlich: Auf dem Tablet präsentiert die Inoreader-App eine Startseite, die aus jedem Feed mit Updates ein oder zwei Meldungen enthält. Eine weitere Parallele zu Feedly: Die Abonnieren-Funktion gibt dem Anwender thematisch vorsortierte Empfehlungen.

Die Optionen versprechen einige Funktionen, die im Test nicht liefen – etwa ein App-eigenes Sharing, Artikelübersetzungen sowie Inoreader-interne soziale Funktionen wie Kommentare. In der Praxis ist das aber kein Problem: Das Android-Sharing funktioniert reibungslos und die sozialen Funktionen von Inoreader werden nach unseren Beobachtungen kaum genutzt.

- ⬆ gute Organisationsfunktionen
- ⬆ Widgets, insbesondere Listenansicht
- ⬇ funktioniert nicht offline



## Newsfold

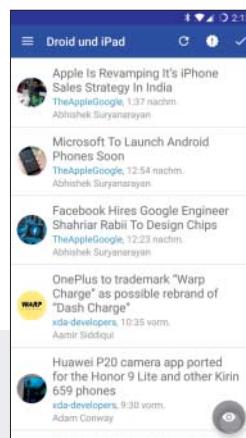
Newsfold synchronisiert sich mit Feedly und Inoreader. Die App kann mehrere Accounts verwalten, auch mehrere pro Dienst. Sie eignet sich in Grenzen für die Offline-Nutzung: Was die App gecacht hat, stellt sie auch ohne Netzverbindung zur Verfügung.

Einige Umsteiger von iOS nennen Newsfold als ihren Lieblings-Reader unter Android. Das liegt offenbar an der sehr einfach gehaltenen Bedienoberfläche und den relativ eingeschränkten Optionen: Man verliert sich nicht in Einstellungsmöglichkeiten.

Anders als bei den anderen Apps lässt sich die Feed-Liste nicht zur Seite wegwischen. Man tippt von der Liste aus zur gewünschten Kategorie, um durch einen weiteren Tipp sämtliche News oder nur die News eines Feeds abzurufen. Ist man damit fertig, tippt man sich zur Feed-Liste zurück. Das ist ein wenig umständlicher als bei den anderen Kandidaten.

Newsfold stellt die Feed-Inhalte nur als Liste dar, wahlweise ohne, mit kleinen oder mit großen Vorschaubildern. Insbesondere die letzte Ansicht zeigt aber, dass Newsfold vor allem für hochkant gehaltene Smartphones entworfen wurde. Bei quer gehaltenem Smartphone werden die Bilder so schmal beschnitten, dass man oft nicht erkennen kann, was zu sehen sein soll. Außerdem laufen die Texte leseunfreundlich sehr breit. Das gilt auch für die Darstellung auf dem Tablet – hoch und quer. Widgets stellt Newsfold nicht zur Verfügung.

- ⬆️ einfache Bedienoberfläche
- ⬇️ beschränkte Ansichtoptionen
- ⬇️ keine Widgets



## spaRSS

Die Open-Source-App spaRSS ist ein Fork des ebenfalls als Open Source erhältlichen Flym. spaRSS arbeitet ausschließlich als autarker Reader, kümmert sich also selbst um den Download und die Aufbereitung der Feeds. Mit RSS-Diensten wie Feedly arbeitet diese App nicht zusammen. Der Funktionsumfang entspricht den Minimalanforderungen an einen RSS-Reader: Der Benutzer verwaltet eine strukturierte Liste mit Feeds, die spaRSS in vorgebbaren Intervallen herunterlädt. Dabei legt der Anwender fest, ob die App nur im WLAN aktiv werden oder zumindest nur die Bilder im WLAN laden soll.

spaRSS kann Feed-Listen importieren. Der Anwender kann deren Reihenfolge aber nachträglich nicht mehr ändern: spaRSS listet immer alle Feed-Rubriken und alle Feeds in einer langen Liste auf. Das führt bei Nutzern mit vielen Abonnements zu einer ziemlichen Scrollerei. Schön: Unter jedem Feed zeigt spaRSS auf, wann dieser zum letzten Mal aktualisiert wurde beziehungsweise was es für Probleme bei der Aktualisierung gab.

spaRSS kann die Inhalte der in den Feeds verlinkten Meldungen zum Offline-Lesen komplett herunterladen – allerdings ist die Einstellung Feed-spezifisch. Wer also Dutzende Feeds offline verfügbar machen will, muss Dutzende Häkchen setzen. Bei den Feed-Einstellungen finden sich auch die Filter, mit denen der Nutzer Nachrichten mit bestimmten Inhalten ausblenden lassen kann – sogar mit regulären Ausdrücken.

- ⬆️ einfache Bedienoberfläche
- ⬆️ arbeitet autark
- ⬇️ unflexible Feed-Liste



## SwipeNews

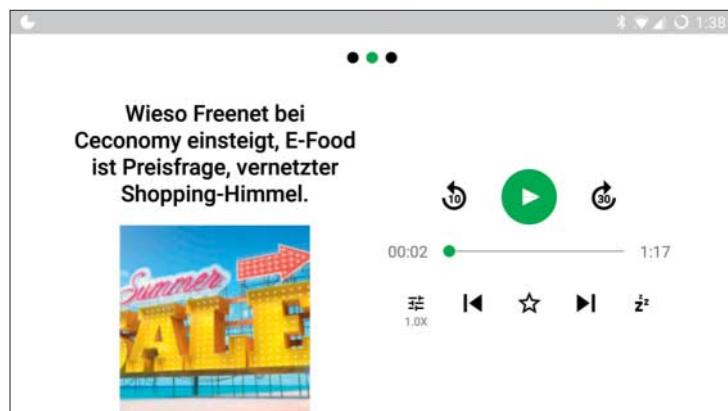
SwipeNews ist noch nicht offiziell veröffentlicht, funktionierte im Test allerdings bereits zuverlässig – zumindest im Zusammenspiel mit Inoreader, mit dem wir getestet haben. Die Feedbin-Anbindung ist nach Angaben des Entwicklers noch experimentell.

SwipeNews wird seinem Namen gerecht: Wischt man in der Listenansicht einen Eintrag nach links, markiert die App die Nachricht als Favorit, wischt man nach rechts, markiert die App sie als gelesen. Ein einfacher Tipp öffnet die Vollansicht, hält man den Finger länger darauf, erscheint ein Kontextmenü mit vielen weiteren Optionen. Auch die anderen Apps unterstützen Steuerungsgesten und ermöglichen es, diese an die eigenen Bedürfnisse anzupassen – SwipeNews ist dabei aber am flexibelsten.

SwipeNews kennt nur eine Listen- und eine Kartenansicht der Feeds, wobei letztere nichts anderes als eine aufgeblähte Listenansicht ist (siehe Abbildung). Beides geht insbesondere auf quer gehaltenen Geräten recht verschwenderisch mit dem Platz auf dem Display um.

Die App kann auf Inoreaders aktive Suchen und Nachrichten-Boards (Schlagwörter) zugreifen und fasst sie in seiner Bedienoberfläche unter „Etiketten“ zusammen. Neue aktive Suchen lassen sich nicht anlegen – weil die Suchfunktion generell fehlt. SwipeNews stellt keine Widgets bereit.

- ⬆️ flexible Gestenoptionen
- ⬇️ keine Suche
- ⬇️ keine Widgets



Auf Wunsch liest FeedMe seine Nachrichten auch vor.

können mehrere Accounts verwalten. Das ist zum Beispiel praktisch, wenn man dienstliche von privaten News-Quellen trennen will.

Vor bösen Überraschungen beim Datenaufkommen bewahren einen sämtliche Apps. Feedly und Inoreader laden Inhalte nie im Hintergrund. Alle anderen Apps lassen sich so einstellen, dass sie die Feeds nur im WLAN aktualisieren – oder zumindest ohne WLAN auf das Herunterladen von Bildern verzichten. Um Nachrichten offline zu lesen, eignen sich nur FeedMe, Newsfold, spaRSS und SwipeNews.

Mit den integrierten Browsern können alle Apps irgendwie Video- und Audio-Inhalte abspielen, FeedMe enthält sogar eine Art Podcast-Player. Spaß macht das Podcasts-Hören aber mit keiner der Apps. Dafür empfehlen wir einen Spezialisten [1]. (jo@ct.de) 

## Literatur

[1] Lea Lang, *Horizonerweiterung zum Mitnehmen, Podcast-Apps für Android und iOS*, c't 4/2018, S. 126

geräumten Bedienoberflächen am besten. Newsfold setzt einen Feedly- oder Inoreader-Account voraus. Wer sich nicht an einen Online-Dienst binden will, ist bei spaRSS gut aufgehoben, das sich selbst um die Nachrichten- und Feed-Verwaltung kümmert. Vielleser, die Geschmack am effizienten Newskonsum mit RSS gefunden haben, dürften früher oder später bei einem der Online-Dienste landen. Wer Feedly oder Inoreader benutzt, für

den ist die App des jeweiligen Herstellers auf jeden Fall eine gute Wahl.

FeedMe und SwipeNews empfehlen sich mit ihren vielen praktischen Zusatzfunktionen als Zweit-Reader. Mit FeedMes Vorlesefunktion etwa kann man sich zum Beispiel beim Radfahren die News vorlesen lassen. Ein Problem haben wir nie erlebt, wenn mehrere Apps auf die Inhalte von Feedly oder Inoreader zugriffen haben. Newsfold und Inoreader

## RSS-Reader für Android

Name	Feedly	FeedMe	Inoreader	Newsfold	spaRSS	SwipeNews
Versionen für andere Plattformen	iOS, Browser-Add-ons	–	iOS, Browser-Add-ons	–	–	–
Synchronisation mit	Feedly	Feedly, Inoreader, Bazqux, The Older Reader, Feedbin, Tiny Tiny RSS, FreshRSS	Inoreader	Feedly, Inoreader	–	Inoreader, Feedbin (experimentell)
mehrere Accounts	–	–	✓	(✓) <sup>1</sup>	–	✓
App verwaltet Feeds selbst	–	–	–	–	✓	–
Aktualisierung / Bilder nur im WLAN	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
Artikel offline verfügbar machen	–	✓	–	✓	✓	✓
<b>Darstellung und Wiedergabe</b>						
brauchbare Smartphone- / Tablet-Anzeige	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Ansicht: Überschriften / Liste / Magazin / Kacheln	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – / ✓	– / ✓ / – / –	– / ✓ / – / –	– / ✓ / – / –
Tagesübersicht / Feed-Empfehlungen	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	– / –	– / –	– / –
Vorlesefunktion	–	✓	–	–	–	–
Widgets: Zähler / Karte / Liste	✓ / ✓ / –	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	– / – / –	✓ / – / ✓	– / – / –
individuelle Reihenfolge der Feed-Gruppen	✓	–	✓	–	–	✓
<b>Organisieren und Weiterverteilen</b>						
Suche in den aktuellen Meldungen / im Archiv	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	– / –	– / –	– / –
smartes Suchen / Filter anlegen	✓ / ✓	– / –	✓ / –	– / –	– / ✓	– / –
Artikel-Favoriten / -Boards	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	– / –	✓ / ✓
Teilen per Facebook / Twitter / Buffer / Mail	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / – / – / –	– / – / – / –	– / – / – / –	– / – / – / –
Speichern bei Pocket / Instapaper / Evernote / OneNote	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / – / – / –	✓ / ✓ / – / –	– / – / – / –	✓ / ✓ / – / –
Kosten	kostenlos	kostenlos, Spende: ca. 1 €	kostenlos	kostenlos, Pro (werbefrei): 2,37 €	kostenlos	kostenlos
<b>Bewertung</b>						
Bedienfreundlichkeit	⊕	○	⊕	⊕⊕	⊕	⊕
Darstellung und Wiedergabe	⊕	⊕	⊕	⊖	○	○
Organisieren und Weiterverteilen	⊕	⊕	○	⊖	⊖⊖	⊖

<sup>1</sup> in der Pro-Version

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

Anzeige



# Kinder-Sprechstunde

## Spielzeugdinosaurier mit Sprachassistent und Programmierschnittstelle

**Mit einem Spielzeugdino, der dank IBMs künstlicher Intelligenz Watson kindgerechte Antworten gibt, heimste Cognitoys unzählige Preise ein. Nun bietet das US-Unternehmen einen Nachfolger an, der sich sogar programmieren lässt, den Stemosaur.**

**Von Nico Jurran**

**C**ognitoys verkauft seinen Stemosaur mit integriertem Sprachassistenten nur auf dem nordamerikanischen Markt, Amazon USA versendet ihn aber auch nach Deutschland. Wir bestellten ein

Exemplar, da bereits der einfach „Dino“ genannte Vorgänger als Musterexemplar dafür gilt, welche Beziehungen Menschen zu Sprachassistentensystemen aufbauen können [1], und weil etwas Vergleichbares für den deutschen Markt nicht in Sicht ist. Wer es uns nachtun will, sollte beachten, dass Cognitoys aktuell keine deutsche Fassung plant und der Stemosaur nur englische Sätze versteht und nur auf Englisch antwortet.

Da Amazon mit der Bestellung neben den Versandkosten gleich die Einfuhrumsatzsteuer einzieht, kostete uns der Import am Ende rund 145 Euro. Kleine Randnotiz: Der Online-Händler verschickte den Dino bei 15 Euro Versandkosten in dessen Originalkarton ohne weitere Umverpackung. Wir waren überrascht, dass

der auf dem Transport recht lädierte Karton am Ende ein heiles Exemplar enthielt.

### Bau mich zusammen

Laut Cognitoys fängt beim Stemosaur der Spaß schon vor dem ersten Einschalten an. Dafür liefert der Hersteller im Unterschied zum ersten Dino kein Fertigmodell, sondern sieben Einzelteile aus, die man erst einmal zusammenfügen muss. Dies soll dem Kind den Spaß an Technik vermitteln, „während es herausfindet, wie sein Spielzeugdino funktioniert“. So recht geht das Konzept nicht auf: Letztlich ist man nur einige Minuten damit beschäftigt, verpolungssichere Pfostenstecker unterschiedlicher Länge in das Mainboard zu stecken, ein Dutzend Schrauben in das Plastikgehäuse des Dinos zu versenken und das Batteriefach mit vier AA-Zellen einzuführen. Das ist weder sonderlich spannend, noch erklären sich die Funktionen der einzelnen Komponenten von selbst.

Der Stemosaur hat keine beweglichen Teile und kann nicht laufen oder Ähnliches; praktisch handelt es sich um einen Sprachassistenten im Kostüm eines Dinos. Wie sein Vorgänger verbindet er sich über WLAN mit dem Internet und dem Cloud-Dienst von Cognitoys; die Einrichtung läuft über eine zugehörige App auf dem Smartphone (Android oder iOS). Da es zum ersten Dino diverse Klagen über Verbindungsprobleme gab, waren wir positiv überrascht, wie problemlos sich unser Testexemplar ins Netz hängen ließ. Mit einem Satz Batterien soll der Dino bei moderatem Gebrauch bis zu sechs Wochen laufen; nimmt man längere Zeit keine Eingabe vor, verabschiedet er sich in einen stromsparenden Schlafmodus.

In der App lässt sich außer dem Namen des Kindes und dessen Geburtstag optional eine Schlafens- und Aufstehzeit festlegen, zwischen denen der Dino stumm bleibt und nicht auf Eingaben reagiert. Will man diese Funktion nutzen, muss man aber eine Zeitdifferenz von sechs Stunden einrechnen, da der Stemosaur stur davon ausgeht, an der US-Ostküste zu wohnen. Deshalb begrüßt er nach dem Einschalten (über einen Schiebeschalter an der Unterseite) das Kind mit der falschen Tageszeit.

### Sprich mit mir

Die Stimme des Stemosaur hat sich im Vergleich zum Vorgänger nicht verändert. Sie erinnert noch immer ein wenig an Yoda, aber immerhin stehen die Wörter

hier in korrekter Reihenfolge. Punkten kann er vor allem bei der Sprachmelodie, dank derer man auch längeren Geschichten zuhören mag. Vor allem Apples Siri klingt dagegen oft wesentlich künstlicher.

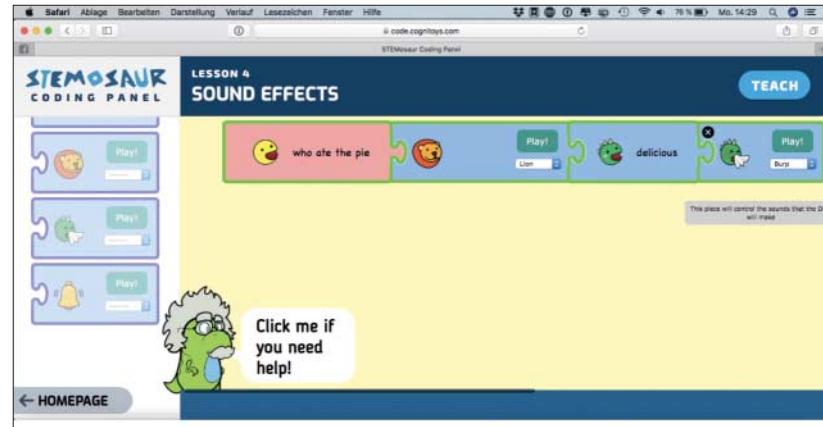
Im Unterschied zu vielen „erwachsenen“ Assistenzsystemen horcht der Stemosaur nicht mit Fernfeldmikrofonen auf ein Aktivierungswort. Vielmehr muss man während der Spracheingabe den großen Knopf auf seinem Bauch drücken. Man holt sich also keine Wanze in die Wohnung. Der Spielzeugdino ermuntert sein menschliches Gegenüber anders als Alexa & Co. zudem nach dem Einschalten, sich mit ihm zu beschäftigen. Oft spricht er dafür ein in den USA gerade aktuelles Monats- oder Tagesthema an, zum Beispiel den „National Fresh Fruit and Vegetables Month“ im Juni. Für manche deutschen Nutzer wirkte dieser erzieherische Ansatz etwas gezwungen.

Der Stemosaur kann unter anderem Gute-Nacht-Geschichten erzählen, Lieder abspielen, Witze erzählen, Rätsel stellen, Wörter buchstabieren und allgemeine Fragen beantworten. Bei letzterem Punkt fiel auf, dass er teilweise brauchbarere Antworten liefert als die Sprachassistenten von Amazon und Google. Die lesen beispielsweise bei Fragen nach Filmen oft nur die ersten Zeilen des jeweiligen Wikipedia-Eintrages vor, während der Dino nach allgemeinen Angaben zum Film wie Regisseur und US-Veröffentlichungsdatum einen nachvollziehbaren Abriss des Plots liefert.

Die dabei einsetzenden Monologe zeigten allerdings auch, wo es beim Stemosaur hakt: Sein Redeschwall lässt sich entgegen den Angaben des Herstellers durch das Kommando „Stopp“ praktisch nicht stoppen. Ein zweiter Schwachpunkt ist die Geschwindigkeit, mit der die Spracheingaben verarbeitet werden: Oft starrt man sekundenlang auf den verschiedenfarbig aufleuchtenden Mund des Stemosaur, bis eine Antwort kommt.

## Ich antworte Dir

Den ersten Dino bewarb Cognitoys mit IBMs künstlicher Intelligenz Watson, bei Stemosaur sucht man diesen Hinweis vergeblich. Nach eigenen Angaben betreibt der Hersteller nun den Cloud-Dienst komplett selbst. An den Antworten hat dies wenig geändert; sie sind immer noch auf das Alter des Kindes zugeschnitten. So nennt der Assistent einem 9-Jährigen auf die Frage, wie weit der Mond entfernt ist,



Eine interaktive Anleitung, bei der man immer wieder den verbundenen Stemosaur bedienen muss, ermöglicht es auch jüngeren Programmierern, die Schritte nachzuvollziehen.

die genaue Entfernung, während er einem 5-Jährigen lediglich erklärt, dass die Distanz zu groß ist, um dorthin zu gehen. Verfängliche Fragen – wie die, wo die Babys herkommen – bügelt der Dino geschickt ab und schlägt vor, einen Erwachsenen zu fragen. Auf Beleidigungen erhält man jedoch oft nur die Antwort, dass die Eingabe nicht verstanden wurde. Überrascht wurden wir, als wir dem Dino mitteilten, traurig zu sein. Als Reaktion schlug der Sprachassistent eine geführte Meditation vor, bei der er Atemübungen anleitete und passende Musik und Geräusche einspielte.

Die Anpassung an das menschliche Gegenüber hat allerdings Grenzen: Da der Dino seine Gesprächspartner nicht unterscheiden kann, orientiert er sich an dem Namen und dem Alter des Kindes, die in der App angegeben beziehungsweise ihm zuletzt per Spracheingabe genannt wurden.

Neu hinzugekommen ist die Möglichkeit, auf die Antworten des Dinos Einfluss zu nehmen. Dafür loggt man sich mit seinem Account auf der Cognitoys-Website ein und fügt in einem einfachen Baukasten-System Code-Elemente in Form von Puzzlestücken zusammen. Aktuell stehen vier Lektionen bereit, die zeigen, wie man eigene Fragen und Antworten formuliert – entweder als einzelne Erwiderungen oder mit bis zu fünf Antworten, aus denen das System zufällig auswählt. Der Dino kann der Reaktion ein Geräusch anhängen, das man aus einer Reihe von Vorgaben wählt.

Das Ergebnis spielt man mit einem Mausklick in die Cognitoys-Cloud. Ist die Frage bereits im System vorhanden, wird die neue Antwort den bisherigen hinzugefügt. Korrekturen und Löschungen sind

bislang leider nicht möglich. Eine weitere Lektion mit umfangreicheren Programmiermöglichkeiten ist angekündigt, allerdings ohne konkreten Veröffentlichungszeitpunkt.

## Fazit

Alles in allem ist Cognitoys Stemosaur ein interessantes Produkt, das auf manche Fragen bessere Antworten liefert als andere Sprachassistentensysteme. Der Zusammenbau und die Programmiermöglichkeiten sind allerdings (noch) recht beschränkt. Ob der Dino tatsächlich als tolles Spielzeug wahrgenommen wird, dürfte stark vom Kind abhängen. Manche Kollegen winkten bereits wegen der angesprochenen Verzögerungen zwischen Fragen und Antworten ab, andere gingen davon aus, dass der Reiz des Neuen schnell verflogen sein dürfte. Hinzu kommt hierzulande die Sprachbarriere. So oder so legt Cognitoys die Latte für kommendes vernetztes Spielzeug recht hoch.

(nij@ct.de)

## Literatur

- [1] Nico Jurran, Digitale Kinderstube, Sprachassistenten und ihre komplexe Beziehung zum Nutzer, c't 3/2018, S. 122

## Stemosaur

Spielzeugdinosaurier mit Sprachassistenten	
Hersteller	Cognitoys, <a href="http://www.cognitoys.com">www.cognitoys.com</a>
Sprache	Englisch
Systemvoraussetzungen	Smartphone mit Android oder iOS, WLAN (nur 2,4 GHz)
Lieferumfang	Dinosaurier (in Einzelteilen), Schrauben, Schraubendreher, Batterien, Anleitung in englischer Sprache
Preis	120 US-Dollar (rund 145 Euro inkl. Versand und Einfuhrumsatzsteuer)

# Diskrete Dienstleister

Was Office-PCs besonders macht



**Was Office-PCs besonders macht** ..... Seite 108  
**Test von vier Komplettsystemen** ..... Seite 110  
**Bauvorschläge für preiswerte Office-PCs** ..... Seite 114

## Bürorechner verrichten ihre Aufgaben zuverlässig, leise und schnell. Damit das klappt, muss man Komromisse bei der Ausstattung eingehen. Wir geben Tipps, wie Sie den richtigen Office-PC für Ihre Zwecke finden.

Von Christian Hirsch

Computer für Büroarbeitsplätze sind dann am besten, wenn sie ihre Arbeit unbemerkt verrichten. Dazu gehört außer flüsterleisem Betrieb und unauffälligem Design ein möglichst geringer Wartungsaufwand. Denn während der Ausfallzeiten für Firmware- und Treiber-Updates oder bei Defekten können in Unternehmen keine Rechnungen geschrieben, keine Mails beantwortet und keine Aufträge entgegengenommen werden.

Office-PCs haben eine schlanke Hardwareausstattung, denn was nicht eingebaut ist, fällt auch nicht aus. Sollte doch einmal etwas kaputtgehen, gibt es lange Garantien inklusive Vor-Ort-Service innerhalb weniger Stunden. Dank wartungsfreundlichem Aufbau lassen sich die meisten Bauteile ohne Schraubendreher leicht tauschen. Weniger Schnittstellen erhöhen zudem die Sicherheit, da diese nicht als Einfallstore für Viren und Würmer dienen können. Ungenutzte USB-Ports lassen sich im BIOS-Setup abschalten.

### In allen Größen

Der klassische beige oder schwarze Midi-Tower ist aus vielen Büros bereits verschwunden: Stattdessen reichen für einfache Aufgaben wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und E-Mail butterdrosengroße Mini-PCs, in denen die gleiche Mobiltechnik wie bei den Business-Notebooks für Außendienstmitarbeiter steckt [1]. Dazu zählen unter anderem Rechner für Windows 10 oder Linux auf Basis der Barebones Intel NUC, Gigabyte Brix oder Zotac ZBox sowie die Chromebögen von Asus und HP mit Googles Cloud-Betriebssystem ChromeOS. Typischerweise stecken in diesen Winzlingen sparsame Dual-Cores und M.2-SSDs.

Mehr CPU-Performance bei nur geringfügig größeren Abmessungen bieten die Office-PCs im sogenannten Ultra Small Form Factor (USFF) mit rund einem

Liter Gehäusevolumen, welche die Hersteller auch als Micro (Dell) oder Tiny (Lenovo) bezeichnen. Sie nehmen Desktop-Prozessoren mit bis zu sechs CPU-Kernen der aktuellen, achten Core-i-Generation von Intel auf. Wie die kleineren Büro-Minis lassen sie sich per VESA-Halterung hinter dem Monitor oder unter der Tischplatte verstecken.

Spielt die Größe nur eine untergeordnete Rolle und wird beispielsweise ein optisches Laufwerk oder zusätzlich zur SSD eine Festplatte benötigt, kann man aus einem riesigen Angebot an Micro- und Midi-Tower-PCs auswählen.

Office-PCs von den fünf großen Herstellern Acer, Dell, Fujitsu, HP und Lenovo sind vor allem für größere Unternehmen und global vertretene Konzerne interessant. Sie können Rechnerkonfigurationen durch ihr weltweites Vertriebsnetz in hohen Stückzahlen in viele Ländern liefern und dort vor Ort Support leisten. Kleinere, lokale Anbieter von Bürocomputern können wiederum individueller auf

### Fernwartung

Damit Administratoren auch in Außenstellen Probleme bei Büro-PCs diagnostizieren und beheben können, integriert Intel in den Chipsätzen der Q-Serie (aktuell: Q370 und QM370) die Active Management Technology (AMT). Rechner lassen sich damit aus der Ferne ein- und ausschalten und man kann per Remote-KVM das BIOS-Setup konfigurieren sowie die Firmware aktualisieren. Für Privatanwender und kleine Firmen lohnt der Aufpreis in der Regel nicht. Zudem ist AMT komplex, bei Bugs und Konfigurationsfehlern drohen erhebliche Sicherheitsrisiken. Für private Zwecke reichen kostenlose Programme wie Teamviewer oder VNC aus, mit denen sich das Betriebssystem aus der Ferne bedienen lässt.

spezielle Anforderungen für wenige geordnete Geräte eingehen.

### Sparsame Hardware

Bürorechner sind auch im Jahre 1 nach Ryzen immer noch die klare Domäne von Intel-Prozessoren. Das liegt weniger an der CPU selbst, sondern an den für den Firmeneinsatz wichtigen Fernwartungs- und Sicherheitsfunktionen sowie den erheblich größeren Fertigungskapazitäten für die geforderte lange Verfügbarkeit der Hardwareplattform.

Im Unterschied zu den gängigen Angeboten von Allround-PCs aus dem Elektromarkt ist das Betriebssystem bei Bürorechnern schon seit einem halben Jahrzehnt auf flotten SSDs statt auf trügen Festplatten installiert. Für Windows 10 Pro und gängige Bürossoftware reicht eine 120-GByte-SSD meist vollkommen aus, da die Daten in Unternehmen sowieso auf Servern liegen.

Grafikkarten fehlen bei den meisten Office-PCs, weil die höhere 3D-Leistung im Vergleich zur im Prozessor integrierten GPU für typische Büroanwendungen überflüssig ist und nur unnötig Energie kostet. Eine Ausnahme sind Rechner, die für einfache CAD-Anwendungen wie Architekturplanung oder Design gedacht sind und in denen Profi-Grafikkarten der Serien AMD Radeon Pro oder Nvidia Quadro stecken. Typischerweise hängen Monitore per DisplayPort an Büro-PCs, weil dieser Schnittstellenstandard schon länger als HDMI hochauflösende Displays unterstützt. Zudem lassen sich im Unterschied zu HDMI an einem einzelnen DisplayPort mehrere Monitore im Daisy-Chain-Modus in einer Kette betreiben.

### Fertig- oder Selbstbau-PC?

Im nachfolgenden Artikel auf Seite 110 haben wir vier aktuelle Office-PCs mit unterschiedlichen Formfaktoren und Prozessoren der Serien Core i-8000 sowie Ryzen 2000 unter anderem auf ihre Tauglichkeit für den privaten Schreibtisch getestet. Wer statt eines Komplettsystems lieber einen Büro-PC nach eigenen Wünschen zusammenbauen möchte, findet auf Seite 114 zwei preiswerte Bauvorschläge. Auch dort haben Sie die Wahl zwischen AMD- und Intel-Prozessor. (chh@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Florian Müssig, Geschäftsreisende, Vier 14-Zoll-Business-Notebooks und ihre Docks, c't 8/2017, S. 86



# Ohne Schnörkel

## Bürorechner mit AMD- und Intel-Prozessoren

**Aktuelle PCs für den Büroeinsatz bieten dank Mehrkern-Prozessoren Leistung satt und nehmen wenig Platz in Anspruch. Doch sind Komplett-PCs von der Stange dabei auch leise und sparsam?**

**Von Carsten Spille**

**E**s tut sich was im Büro. Denn in der klassischen Intel-Domäne gibt es inzwischen auch einige Angebote mit einem Ryzen-Prozessor. Ein Vorteil, den diese Komplett-PCs bieten: Hard- und Software kommen aus einer Hand und sind idealerweise aufeinander abgestimmt. Läuft mal etwas nicht, gibt es genau einen Ansprechpartner für Gewährleistung und Garantie.

Unsere Wunschkandidaten für diesen Test sollten Prozessoren aus den aktuellen Modellreihen Core i-8000 oder Ryzen 2000G, eine SSD sowie mindestens 8 GByte Speicher haben. Vier Bürorechner von Dell, Extra Computer, HP und Wortmann im Bereich von 680 bis 910 Euro stellten sich den Anforderungen: OptiPlex

Micro 7060, Exone Business 1303, Pro-Desk 400 G5 und Terra Business PC 6000. Zwei Mal internationaler Großkonzern und zwei Mal deutscher Mittelstand also.

Mit der Einführung der Ryzen-Kombiprozessoren hat AMD sich im Februar dieses Jahres den Weg in die Angebotspalatten der PC-Hersteller geebnet, da nun keine zusätzliche Grafikkarte mehr nötig ist. Denn die neuen Kombimodelle (kurz APU) Ryzen 3 2200G und Ryzen 5 2400G verfügen über leistungsstarke, integrierte Grafikeinheiten. Die eignen sich sogar für einfache Spiele. Was im Büro verpönt ist, nimmt man aber gerne mit, wenn der Rechner daheim auch zur Unterhaltung dienen soll. Intel bietet mit den aktuellen Core i-8000 deutlich mehr Rechenleistung als zuvor, da im Core i3 vier statt zwei Kerne aktiv sind, im Core i5 und i7 sechs Kerne rechnen und im i7 zudem Hyper-Threading haben.

Aber es gibt einen Haken: Gegenüber einem Vierkerner ist ein Hexacore nicht schneller, wenn es um Aufgaben wie Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation geht. Daher stören Hintergrund-Tasks wie das Windows-Update den Arbeitsfluss weniger.

### Nicht nur fürs Büro

Ein sparsamer, leiser PC ohne Schnörkel ist auch für viele Heimanwender attraktiv, frei nach dem Motto „was nicht vorhanden ist, kann auch nicht kaputtgehen“. Zwar kosten daheim Ausfall- oder Wartezeiten kein bares Geld wie im Produktiveinsatz, aber wer möchte sich schon in seiner kostbaren Freizeit über laute, unzuverlässige PCs ärgern und deren Probleme beheben?

Im Zweifel sind die Garantieversprechen der Hersteller bei den Business-Produkten umfangreicher – inklusive Vor-Ort-Service mit schneller Reaktionszeit, auch wenn das meist extra kostet. Bei Dell etwa gibt es eine um zwei auf fünf Jahre verlängerte Standard-Garantie für knapp 45 Euro. ProSupport samt „Mission Critical Service“ innerhalb von 4 Stunden kostet 275 Euro.

Im Unternehmenseinsatz aus Sicherheitsgründen vorteilhaft, ist das Fehlen von WLAN für den Heimgebrauch eventuell nervig, wenn keine Verkabelung parat liegt. Abhilfe schafft zur Not ein USB-WLAN-Adapter.

### Performante Hardware

Die Testkandidaten haben mindestens vier, in der Regel sechs Prozessorkerne.

Zwei setzen dazu auf Simultaneous Multi-Threading (SMT, entspricht Intels Hyper-Threading).

Alle SSDs im Testfeld stecken in M.2-Slots. Die im Dell OptiPlex und im Exone Business 1303 arbeiten noch mit dem langsameren SATA-Protokoll. Zum Glück fällt das im typischen Büro-Betrieb kaum ins Gewicht, denn hier kommt es vielmehr auf schnelle Zugriffszeiten an.

Im Exone Business 1303 sind zwei der vier RAM-Fassungen mit je 4 GByte ausgestattet. Das kommt der Leistung speziell bei 3D-Grafik zugute, nutzt mit DDR4-2400 aber bei weitem nicht die maximal spezifizierten DDR4-2933 der AMD-APU aus. Dell, HP und Wortmann bestücken die Intel-Systeme mit jeweils nur einem RAM-Riegel. Auch hier ist eine spätere Aufrüstung noch möglich, aber der Speicher läuft nur im etwas langsameren Single-Channel-Modus. Wortmann nutzt zudem die maximal erlaubte RAM-Geschwindigkeit der CPU nicht aus und setzt DDR4-2400 anstelle von DDR4-2666 ein.

USB 3.1 Gen 2 mit 10 GBit/s taucht offenbar erst allmählich auf dem Radar der Office-Lieferanten auf: Von den vier PCs verfügt lediglich der OptiPlex über eine entsprechende Buchse. HP und Exone verzichten bewusst darauf und beim Wortmann ist die Wahl des abgespeckten H310-Chipsatzes Schuld, der nur Gen-1-Geschwindigkeit liefert.

Bei den digitalen Display-Anschlüssen setzen Dell und HP konsequent auf den bei Büromonitoren verbreiteten DisplayPort. Der steuert auch 4K-Monitore und überbreite Bildschirme wie in [1] mit ergonomischen 60 Hz an. HDMI 1.4 wie beim Wortmann-PC reicht dafür nicht mehr aus.

Im Leerlauf arbeiten alle vier Rechner leise genug, um in den meisten Büros nicht weiter aufzufallen. Unter Dauervolllast müssen die Kühlsysteme Höchstleistungen vollbringen. Die Geräuschentwicklung bleibt aber noch im befriedigenden Rahmen, der Exone-PC ist etwas leiser als die anderen.

## Schlanke Software

Nicht nur die Hardware-Ausstattung ist aufs Wesentliche reduziert, auch die Windows-10-Professional-Installationen unserer vier Testkandidaten sind erfreulich schlank. Vorbei sind die Zeiten von Bloatware, welche früher Systeme oft bremste. Ein kleines Service-Tool und ein paar Links auf die Herstellerseiten sowie ein angepasstes Windows-Hintergrundbild sind da

schon das Höchste der Gefühle. Lediglich bei HP fanden wir das per Opt-in nutzbare Sicherheitstool Sure-Click.

Dell bietet mit dem Q370-Chipsatz als einziger auch vPro-Fernwartungsfunktionen für den Einsatz in Großunternehmen. Doch auch in den BIOS-Setups der anderen Kandidaten finden sich nützliche Einstellungen für den Office-Einsatz. Der HP etwa erkennt optional nur Mäuse und Tastaturen an den USB-Ports und kann diese auch einzeln deaktivieren. Letzteres funktioniert auch bei Dell und Wortmann, der Exone kann nur das Booten von USB-Speichern verhindern. Da sie unter Windows trotzdem eingebunden werden, ist das als Sicherheitsfunktion zu wenig.

## Fazit

Mit einem Office-PC aus dem Testfeld ist man für die kommenden Jahre gut aufgestellt, wenn es um alltägliche Aufgaben geht, und hat für anspruchsvollere Anwendungen noch Reserven. Kleinigkeiten trüben das Bild bei allen vier Testkandidaten: Der Arbeitsspeicher ist langsamer als möglich, SSDs schreiben teils langsam. Dem hohen Leerlaufverbrauch bei Extra Computer und Wortmann mit Standardkomponenten stehen die sehr guten Werte von Dell und HP in dieser Disziplin gegenüber. Unter Last arbeiten die Rechner angesichts ihrer Leistungsfähigkeit vergleichsweise sparsam, hier sticht der mit Stromspar-Komponenten bestückte Dell OptiPlex heraus, der gleichzeitig das teuerste Gerät im Testfeld ist.

Den befriedigenden Geräuschnoten unter Last stehen sehr gute, weil leise Werte im meistens vorherrschenden Leerlauf gegenüber. Ansonsten macht man von der Leistung her mit keinem der vier Kandidaten etwas falsch, aber der Wortmann-PC betreibt UHD-Displays nur mit maximal 30 Hz und am Exone lassen sich die USB-Ports nicht sperren. Während Dell, HP und Wortmann etwas mehr CPU-Reserven bieten, verfügt der Exone Business 1303 mit seiner deutlich leistungsfähigeren 3D-Einheit über mehr Entertainment-Potenzial für daheim. Wem Systeme aus einer Hand weniger wichtig als individuelle Abstimmung sind, wirft einen Blick in den Folgeartikel mit unseren Office-Bauvorschlägen. (csp@ct.de) 

## Literatur

[1] Benjamin Kraft, Breit bei der Arbeit, Gebogene Büromonitore ab 34 Zoll, c't 16/2018, S. 84



## Dell OptiPlex 7060 Micro

Der 7060 Micro macht seinem Namen alle Ehre. Dell verpackt die Komponenten in das mit gut 1,2 Liter Volumen bei weitem kleinste Gehäuse im Testfeld. Eine optionale Halterung, um den PC am VESA-Mount des Monitors zu befestigen, verbannt ihn aus dem Sichtfeld.

Das geringe Volumen ist Fluch und Segen zugleich. Ein Zugeständnis ist die 35-Watt-Version des Core i5-8500 mit dem Kürzel „T“. Der Sechs-kernprozessor arbeitet bei Last auf allen Kernen langsamer als der Core i5-8400 und sogar als der vierkernige Ryzen 5 2400G. Bei typischen Büroaufgaben überholt Dells 7060 Micro zumindest das AMD-System. Die verwendete M.2-SATA-SSD schreibt zwar nur mit 252 MByte/s, den guten Geschwindigkeitseindruck trübt das jedoch nicht. Der Front-USB-C überträgt dank SuperSpeedPlus bis zu 859 MByte/s. Beide DisplayPorts 1.2 steuern 4K-Monitore mit ergonomischen 60 Hz an.

Den trotz Rabatt hohen Preis erklärt zum Teil der mit 16 GByte größte Speicherausbau im Test. Das kleine Dell-System ist mit Abstand am sparsamsten im Testfeld und zieht unter CPU-Volllast keine 60 Watt aus der Steckdose, dabei ist die Lautheit mit 1,5 Sone und einem kernigen Lüftergeräusch nur noch befriedigend. Auch im Leerlauf, in dem viele Office-PCs die meiste Zeit verbringen, schneidet es mit 3,7 Watt sehr gut ab und ist als einziges Gerät im Test mit weniger als 0,1 Sone auch in stiller Umgebung nahezu unhörbar.

-  sehr sparsam
-  fast unhörbar im Leerlauf
-  teuer



### Extra Computer Exone Business 1303

Der Exot im Testfeld hat einen AMD-Prozessor mit integrierter Vega-Grafikeinheit, ansonsten aber Standard-Komponenten. Man könnte ihn auch selbst so zusammenbauen. Das beginnt beim Mainboard und endet beim Mini-Tower-Gehäuse, welches sich als einziges im Testfeld nur mit Werkzeug öffnen lässt. Im Inneren ist reichlich Platz auch für Dual-Slot-Grafikkarten in voller Baulänge; sogar ein Sechspol-Anschluss ist vorhanden. Damit eignet sich der Business 1303 am besten für individuelle Aufrüstungen, sollte der PC nach seinem Bürodasein anderen Zwecken zugeführt werden.

Die Leistung reicht für den Office-Einsatz uneingeschränkt aus. Bei Multi-Threading-Last konkurriert der Exone mit dem Dell OptiPlex. Die 3D-Leistung ist dem restlichen Testfeld um Längen voraus und sogar eingeschränkt spieletauglich. Die langsame SSD stört im Bürobetrieb kaum. Die USB-Ports sind beim Schreiben etwas langsamer als die der anderen PCs.

Im Leerlauf ist der Rechner mit 0,4 Sone und leichtem Lüfterbrummen etwas lauter als die Konkurrenz, bleibt dafür unter Last mit 1,0 Sone leiser. Bei der Leistungsaufnahme rächt sich die Verwendung von Standardkomponenten und der Exone nimmt mit knapp 22 Watt im Leerlauf den letzten Platz ein. Immerhin ist er unter Last mit 101 Watt etwas sparsamer als die PCs von HP und Wortmann.

- ⬆️ **stärkste Grafikeinheit**
- ⬆️ **gute Erweiterbarkeit**
- ⬇️ **keine wirksame USB-Sperre**



### HP ProDesk 400 G5

In den Leistungstests lag HPs ProDesk G400 Dank des Hexacores i7-8700 mit Hyper-Threading vorn. Auch seine M.2-NVMe-SSD ist mit rund 1,7 GByte Lesegeschwindigkeit mit Abstand am schnellsten. Da wundert es nicht, dass das System unter Volllast auch knapp am stromdurstigsten ist und maximal 106 Watt fließen. Mit 1,5 Sone samt leichtem Pfeifanteil des Lüfters ist der Rechner dann allerdings auch kein Leistetreter mehr und erreicht nur noch ein knappes „befriedigend“.

Trotz leistungsfähigen Prozessors und flotter SSD kriegt HP das Kunststück hin, die mit 3,6 Watt geringste Leistungsaufnahme im Leerlauf abzuliefern. Nicht ganz unschuldig daran dürfte das proprietäre Mainboard sein. Es wird vom Netzteil lediglich mit 12-Volt-Spannung versorgt, sodass das System effizienter arbeiten kann. Bei Reparaturen nach Ablauf der kurzen Garantie ist man also auf HP-Ersatzteile angewiesen. 0,3 Sone Lautheit sind in stiller Umgebung zwar noch wahrnehmbar, reichen aber für eine sehr gute Geräuschnote im Leerlauf. Den analogen Audio-Ausgängen konnten wir keinen annähernd linearen Frequenzgang entlocken, die Messung zur Audioqualität entfällt daher.

Im Inneren ist zwar genug Platz für bis zu 25 Zentimeter lange PCI-Express-Karten in voller Bauhöhe. Das 310-Watt-Netzteil hat keinen Sechs- oder gar Achtpolstecker. Für zwei weitere SATA-Laufwerke sind jedoch Stromstecker sowie SATA-Buchsen auf dem Mainboard vorhanden. Top: Es dauert nur 7 Sekunden bis zum Windows-Login.

- ⬆️ **sehr sparsam im Leerlauf**
- ⬇️ **kurze Garantiedauer**
- ⬇️ **Audio-Frequenzgang verbogen**



### Terra Wortmann PC Business 6000

In das flache Desktop-Gehäuse des Rechners passen nur halbhohe PCI-Express-Karten. Wortmann liefert zwei kleine Standfüße für aufrechten Betrieb mit. Interessant: An den VESA-Bohrungen kann man ein Display befestigen und den PC somit als Monitorfuß nutzen, braucht aber optionale, größere Standfüße zur Stabilisierung.

Das Gehäuse ist wartungsfreundlich und lässt sich ohne Werkzeug öffnen. Eine verschließbare Kunststoffblende verhindert den einfachen Zugang zu den rückseitigen Anschlüssen. Drei freie SATA-Ports und Einbauplätze im Gehäuse sind vorhanden. Am HDMI-1.4 arbeiten UHD-Displays nur mit unergonomischen 30 Hz.

Da Wortmann nur DDR4-2400 anstatt des spezifizierten 2666er-RAMs einbaut, könnte die Performance besser ausfallen, zumal nur Single-Channel-RAM zum Einsatz kommt. Dennoch ist die Leistung für Büroaufgaben gut und liegt an zweiter Stelle im Testfeld. Die M.2-SSD ist mit knapp 890 MB/s Lesegeschwindigkeit immerhin schneller als die SATA-Pendants im OptiPlex und Exone, kommt aber bei weitem nicht an die des Pro-Desk heran.

Der Business 6000 nimmt schon im Leerlauf 15 Watt auf und zieht unter Last mit 105 Watt nahezu so viel wie der merkbar flottere HP. Immerhin bleibt er mit 0,3 Sone im Leerlauf trotz leichten Zischelns schön leise und mit 1,2 Sone unter Last leiser als der Dell- und der HP-Rechner.

- ⬆️ **durchdachtes Gehäuse**
- ⬇️ **4K-Displays nicht mit 60 Hz ansteuerbar**

## Office-PCs – technische Daten

Hersteller, Typ	Dell OptiPlex 7060 Micro (N02507060MF)	Extra Computer Exone Business 1303 (113879)	HP ProDesk 400 G5 (4CZ58EA#ABD)	Wortmann Terra PC-Business 6000 (1009633)
<b>Hardware-Ausstattung</b>				
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Core i5-8500T / 6 / 2,1 (3,2 bis 3,4) GHz	Ryzen 5 2400G / 4+SMT / 3,6 (3,7 bis 3,9) GHz	Core i7-8700 / 6+HT / 3,2 (4,3 bis 4,6) GHz	Core i5-8400 / 6 / 2,8 (3,8 bis 4,0) GHz
CPU-Fassung / -Lüfter (Regelung)	LGA 1151v2 / 55 mm (✓)	AM4 / 85 mm (✓)	LGA 1151v2 / 75 mm (✓)	LGA 1151v2 / 75 mm (✓)
RAM (Typ / Max.) / -Slots (frei)	16 GByte (DDR4-2666 / 32 GByte) / 2 (1)	8 GByte (DDR4-2400 / 64 GByte) / 4 (2)	8 GByte (DDR4-2666 / 32 GByte) / 2 (1)	8 GByte (DDR4-2400 / 32 GByte) / 2 (1)
Grafik (-speicher)	UHD 630 (vom Hauptspeicher)	Vega 11 (vom Hauptspeicher)	UHD 630 (vom Hauptspeicher)	UHD 630 (vom Hauptspeicher)
Mainboard (Format) / Chipsatz	Dell OEM (proprietär) / Q370	Gigabyte GA-AB350M-DS3H (μATX) / X370	HP OEM (proprietär) / B360	Asus Prime H310M-A (μATX) / H310
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	1 × M.2-2230 (1), 1 × M.2-2280 (0)	1 × PCIe x1 (1), 1 × PEG (x8) (1), 1 × PEG (x4) (1), 1 × M.2-2280 (0)	2 × PCIe x1 (2), 1 × PEG (1), 1 × M.2-2280 (0)	2 × PCIe x1 (2), 1 × PEG (1), 1 × M.2-2280 (0)
SSD (Typ, Kapazität)	SK Hynix SC311 (M.2-SATA-6G, 256 GByte)	Sandisk SD9SN8W256G1122 (M.2-SATA-6G, 256 GByte)	SK Hynix BC501 (HFM256GDJTNG) (M.2-NVMe, 256 GByte)	WDC WDS256G1XOC-00ENX0 (M.2-NVMe, 256 GByte)
optisches Laufwerk (Art)	n. v.	DVD-Brenner	DVD-Brenner	DVD-Brenner
Einbauschächte (frei)	1 × 2,5" (1)	1 × 3,5" (1), 1 × 3,5"-FDD (1), 2 × 5,25" (1)	2 × 2,5" (2), 2 × 3,5" (2)	2 × 2,5" (2), 1 × 3,5" (1)
Sound-Chip (Chip)	HDA (Realtek ALC3234)	HDA (Realtek ALC887)	HDA (Conexant CX20632)	HDA (Realtek ALC887)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	1 GBit/s (Intel I219-LM, PHY) / ✓	1 GBit/s (Realtek RTL8111, PCIe) / ✓	1 GBit/s (Realtek RTL8111, PCIe) / ✓	1 GBit/s (Realtek RTL8111, PCIe) / ✓
Maße B × H × T [mm] / Lüfter (geregelt)	182 × 38 × 190 / n. v.	198 × 378 × 405 / n. v.	170 × 342 × 285 / ✓ (✓)	342 × 96 × 377 / ✓ (✓)
Kensington-Lock / Schlosslasche	✓ / ✓	✓ / ✓	n. v. / ✓	✓ / n. v.
Netzteil (Leistung)	Extern, LA90PM111 (19,5 Volt, 90 Watt)	Fortron Source FSP350-60APN (350 Watt)	Acbel Polytech PCG007 (310 Watt)	Fortron Source FSP300-60GHT (300 Watt)
Anschlüsse hinten	2 × DisplayPort 1.2, 4 × USB 3.0, 1 × LAN	1 × HDMI 2.0, 1 × DVI, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 4 × USB 3.0, 4 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × DisplayPort 1.2, 1 × VGA, 2 × analog Audio, 2 × USB 3.0, 4 × USB 2.0, 1 × LAN	1 × HDMI 1.4, 1 × DVI, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	1 × USB 3.1 Gen 2 (Typ C), 1 × USB 3.0 (Typ A), 2 × analog Audio	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × analog Audio	2 × USB 3.0, 1 × analog Audio	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio
<b>Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschentwicklung</b>				
Soft-Off / Energie Sparen / Leerlauf <sup>1</sup>	0,4 W / 1,0 W / 3,7 W	0,8 W / 1,5 W / 21,9 W	0,5 W / 0,8 W / 3,6 W	0,3 W / 1,1 W / 15,3 W
Volllast	59 W	101 W	106 W	105 W
SSD: Lesen (Schreiben)	554 (252) MByte/s	381 (216) MByte/s	1.739 (378) MByte/s	888 (236) MByte/s
USB 3.0 hinten / vorne: Lesen (Schreiben)	460 (447) / n. v. MByte/s	432 (380) / 457 (450) MByte/s	463 (448) / 463 (448) MByte/s	461 (452) / 461 (453) MByte/s
USB 3.1 Typ-C: Lesen (Schreiben)	859 (825) MByte/s	n. v.	n. v.	n. v.
LAN 1: Empfangen (Senden)	118 (118) MByte/s	119 (118) MByte/s	119 (119) MByte/s	119 (119) MByte/s
Geräuschentw.: Leerlauf / Volllast (Note)	< 0,1 Sone (⊕⊕) / 1,5 Sone (⊖)	0,4 Sone (⊕⊕) / 1,0 Sone (○)	0,3 Sone (⊕⊕) / 1,5 Sone (⊖)	0,3 Sone (⊕⊕) / 1,2 Sone (⊕)
<b>Funktions- / Leistungstests</b>				
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
AMT / (f)TPM	k. A. / Enabled	k. A. / Disabled	k. A. / Enabled	k. A. / Enabled
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-Off)	– / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	– / ✓ (–)	– / ✓ (–)
Bootdauer bis Login	17 s	19 s	7 s	14 s
Dual-Link-DVI / Parallelbetrieb (digital)	n. v. / DP + DP	– / HDMI + DVI	n. v. / n. v.	– / HDMI + DVI
4K: HDMI / DisplayPort / DVI	n. v. / 60 Hz / n. v.	60 Hz / n. v. / –	n. v. / 60 Hz / n. v.	30 Hz / n. v. / –
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiomstrom	nur Stereo / n. v.	✓ (7.1) / ✓	nur Stereo / –	✓ (7.1) / ✓
HDMI-Mehrkanalton: PCM / Bitstream	n. v.	7.1 / DTS Audio, Dolby Digital Plus, DTS-HD, Dolby TrueHD, Dolby Digital	n. v.	7.1 / DTS Audio, Dolby Digital Plus, DTS-HD, Dolby TrueHD, Dolby Digital
<b>Systemleistung</b>				
BAPCo SYSmark 2014 SE	1208	1004	1654	1384
Cinebench R15 Rendering: [CB] / [CB]	148 / 770	153 / 794	196 / 1374	172 / 926
3DMark: Fire Strike / PCMark 10 Ext.	1070 / 2689	2707 / 3471	1095 / 3006	950 / 2725
<b>Lieferumfang</b>				
Tastatur / Maus	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Betriebssystem / installiert im UEFI-Modus / Secure-Boot	Windows 10 Pro 64 Bit / ✓ / ✓	Windows 10 Pro 64 Bit / ✓ / –	Windows 10 Pro 64 Bit / ✓ / ✓	Windows 10 Pro 64 Bit / ✓ / ✓
Updates aktuell / orig. Medium	✓ / n. v.	– / n. v.	– / n. v.	✓ / n. v.
Anwendungs-Software	Dell-Tools	MS Office 365 (30-Tage-Testversion)	HP-Tools, u. a. Secure Click	n. v.
Treiber-CD / Handbuch	n. v. / Quick Start Guide	✓ (nur Mainboard) / n. v.	n. v. / Quick Setup Guide	✓ (nur Mainboard) / Handbuch (allg.)
<b>Bewertung</b>				
Systemlistg.: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / + / ⊖ ⊖	⊕⊕ / + / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊖ ⊖	⊕⊕ / + / ⊖ ⊖
Audio: Wiedergabe / Aufnahme / Front	⊕⊕ / ○ / n. v.	⊕⊕ / ⊖ / ⊕⊕	– <sup>2</sup>	⊕⊕ / ○ / ⊕⊕
Geräuschentwicklung / Systemaufbau	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	910 / 36 Monate, Vor-Ort-Service	680 / 36 Monate, Bring-In	810 / 12 Monate, Bring-In	800 / 24 Monate, Bring-In
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht
✓ funktioniert	– funktioniert nicht	n. v. nicht vorhanden		
				<sup>1</sup> Balanced
				<sup>2</sup> keine Messung, siehe Text



# Wünsch Dir was fürs Büro

## Bauvorschläge für preiswerte und leise Office-PCs

**Ausreichend Tempo fürs Home-Office, moderne Schnittstellen und ein günstiger Preis lassen sich unter einen Hut bringen. Unsere beiden Bauvorschläge mit Ryzen 2200G und Pentium Gold G5400 können je zwei 4K-Displays ansteuern und kosten weniger als 400 Euro.**

**K**omplettrechner gibt es in Hülle und Fülle zu kaufen. Doch die Angebote aus dem Elektrofachmarkt entpuppen sich bei näherem Hinschauen oft nur als vermeintliche Schnäppchen mit Billig-CPU oder schnarchlahmer Festplatte. Solid-State Disks findet man zumeist erst in Allround-PCs für über 550 Euro. Wer stattdessen selber baut, kann einen Büroutrechner maßgeschneidert nach den eigenen Anforderungen zusammenstellen.

len. Dabei lässt sich der ein oder andere Euro sparen, weil unnützer Ballast nicht mitbezahlt werden muss.

Unsere zwei Office-PC-Bauvorschläge liefern mehr als genug Leistung für gängige Büroanwendungen und kommen auch nicht aus der Puste, wenn man ab und zu Fotos bearbeiten oder ein kurzes Video schneiden will. Eine SSD mit 256 GByte Kapazität sowie 8 GByte RAM sorgen für kurze Programmladezeiten.

### Problemfall Linux

Ursprünglich hätte auf den folgenden Seiten nur die Anleitung für einen Bauvorschlag mit Ryzen 2200G gestanden. Allerdings machte Linux uns bei den Tests einen dicken Strich durch die Rechnung: Sowohl unter Ubuntu 18.04 als auch unter Fedora 27 stürzte das System bei jedem zweiten bis dritten Startvorgang ab. Wahrscheinlich gibt es ein Problem mit der

recht neuen, integrierten Vega-8-Grafik des Ryzen-Prozessors. Auch ein Update auf Kernel 4.17.7 half nicht.

Da ungefähr ein Sechstel unserer Leser auf dem heimischen PC eine Linux-Distribution verwendet, haben wir als Alternative einen zweiten Office-PC-Bauvorschlag mit Intel Pentium Gold G5400 entwickelt. Hier klappte alles auf Anhieb mit dem Open-Source-Betriebssystem.

Bei der Auswahl der Komponenten haben wir nach einem Kompromiss zwischen geringem Preis und zukunftssicherer Ausstattung gesucht. Das Mainboard musste beispielsweise mindestens einen DisplayPort-1.2-Ausgang für 4K-Monitore mit 60 Hz Wiederholrate mitbringen. Damit fielen sämtliche AM4-Boards mit AMDs Billig-Chipsatz A320 aus der Wahl.

Zudem haben wir darauf geachtet, dass vier DIMM-Slots, USB 3.0, Gigabit-Ethernet, SATA 6G und ein M.2-Slot an



CPU, Kühler und RAM montiert man am besten außerhalb des Gehäuses. Achten Sie dabei auf die empfindlichen Beinchen und Federchen sowie auf die richtige Ausrichtung der Bauteile.



Die SSD sitzt auf der Rückseite auf einem abnehmbaren Träger. Die Anschlüsse sollten nach unten zeigen. Dann lassen sich die Kabel leichter verlegen.



Der richtige Anschluss für den Gehäuselüfter befindet sich bei beiden Bauvorschlägen zwischen PEG-Slot und CPU. Nur dann ist sichergestellt, dass die Regelung funktioniert.

Bord sind. Damit schieden auch Boards mit Intels funktionell stark beschnittenem H310-Chipsatz aus. Günstige Business-Boards sind derzeit Mangelware. AMD spielt bei Firmen-PCs noch kaum eine Rolle und bei Intel gibt es die preiswerten Chipsätze der Serie 300 erst seit kurzer Zeit zu kaufen.

## Flinke Hardware

Office-Anwendungen wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, E-Mail, Browserdienste und einfache Bildbearbeitung erfordern weder viele CPU-Kerne noch leistungsstarke GPUs. Deshalb bieten günstige Prozessoren mit integrierter Grafikeinheit mehr Vor- als Nachteile für den angedachten Zweck.

Der Pentium G5400 mit zwei Kernen und Hyper-Threading für 57 Euro erfüllt diese Kriterien. Der Sprung zum günstigsten Intel-Quad-Core Core i3-8100 (113 Euro) hätte unsere Budgetgrenze von 400 Euro gesprengt. AMD bietet immer noch keine preiswerten (Ryzen-)Dual-Cores für die AM4-Plattform an, weshalb am Ryzen 3 2200G mit vier CPU-Kernen kein Weg vorbeiführt. Im Preis und Lieferumfang der Prozessoren ist jeweils ein ausreichend leiser CPU-Kühler enthalten.

Die von uns zunächst favorisierte M.2-SSD WD Green lässt sich einfacher montieren als SSDs im 2,5"-Format, entpuppte sich bei den Messungen aber als lahme Ente: Beim Schreiben schaffte sie

lediglich 158 MByte/s und 5500 IOPS. Deshalb haben wir uns für die 15 Euro teurere Samsung SSD 860 Evo entschieden, die mehr als 530 MByte/s schreibt und über 60.000 IOPS erreicht. Trotz der hohen Arbeitsspeicherpreise haben wir die Bauvorschläge mit 8 GByte RAM bestückt, weil die Anforderungen moderner Software kontinuierlich wachsen.

Optional können Sie ein optisches Laufwerk einbauen. Wir haben den DVD-Brenner GH24NSD1 von LG für 12 Euro herausgesucht. Damit steigt die Leistungsaufnahme beim Pentium-Office-PC um zwei Watt an, beim Ryzen-Office-PC ist es ungefähr ein halbes Watt.

## Bauanleitung

Für den Zusammenbau der Hardware sollten Sie sich zwei Stunden Zeit nehmen, unabhängig davon, ob Sie sich für den Ryzen- oder Pentium-Office-PC entschieden haben. Als Werkzeug benötigen Sie lediglich einen langen Kreuzschlitzschraubendreher. Wärmeleitpaste ist bei den zur CPU mitgelieferten Kühlern bereits aufgebracht. Ebenso liegt dem Gehäuse Montagematerial bei und im Lieferumfang des Mainboards sind zwei SATA-Kabel inklusive.

Einige Tipps sowie fehlerträchtige Stellen haben wir in der Bilderstrecke auf dieser Seite hervorgehoben. Bei Unklarheiten helfen die zur Hardware mitgelieferten Anleitungen oder unser Leserforum auf der Projektseite weiter (siehe ct.de/y4th).

Im ersten Schritt bestücken Sie das Mainboard außerhalb des Gehäuses mit Prozessor, RAM und CPU-Kühler. Beim AMD-Rechner müssen Sie zunächst die beiden Plastikhalterungen neben dem Prozessorsockel abschrauben. Achten Sie beim Einsetzen des Ryzen 2200G darauf, keinen der 1331 empfindlichen Pins zu verbiegen. Lassen Sie beim Intel-Board die schwarze Schutzkappe am Verriegelungsblech, wenn Sie den Pentium-Prozessor in die CPU-Fassung setzen. Sie springt beim Schließen des Halterahmens von alleine ab und schützt bis dahin die 1151 Kontaktfederchen.

Setzen Sie anschließend den Prozessorkühler auf. Arretieren Sie die vier Rändelschrauben (AMD) beziehungsweise Push-Pins (Intel) über Kreuz, um den Kühler bei der Montage nicht zu verkanten. Bestücken Sie jeweils die DIMM-Slots A2 und B2 mit den Speichermodulen. Das Paket aus Board, Prozessor, Kühler und Arbeitsspeicher legen Sie anschließend zunächst beiseite.

Nun wandern die Laufwerke, die I/O-Blende des Mainboards und das Netzteil ins PC-Gehäuse. Achten Sie darauf, dass der Lüfter des Netzteils in Richtung Gehäuseboden zeigt. Ein abnehmbarer Staubfilter schützt das Netzteil. Die SSD kommt in die abnehmbare Halterung auf der Rückseite des Mainboard-Trägers. Wichtig: Vor dem Einbau des Mainboards müssen Sie den vorderen Abstandshalter

## Leistungsvergleich Bauvorschläge unter Windows 10

PC	Benchmarks <small>besser ▶</small>					Messwerte <small>◀ besser</small>	Leistungsaufnahme <small>Leerlauf / Volllast [W]</small>
	Cinebench R15 Single-Thread	Cinebench R15 Multi-Thread	Sysmark 2014SE	PCMark 10 Extended	3DMark Firestrike		
Ryzen-Office-PC	147	551	842	3238	2341	0,1/0,8	20/103
Pentium-Office-PC	156	386	996	2098	710	0,3/0,4	13/59



## Ryzen-Office-PC

Die Stärken unseres Office-PC-Bauvorschlags mit Ryzen-Prozessor liegen bei Anwendungen, die von mehreren Kernen profitieren, wie zum Beispiel Bildbearbeitung. Die vier CPU-Kerne des Ryzen 2200G arbeiten mit 3,5 GHz Taktfrequenz. Bei Singlethread-Anwendungen wie LibreOffice muss er sich knapp dem Pentium Gold G5400 geschlagen geben, was man in der Praxis aber nicht spürt.

Per HDMI 2.0 und DisplayPort 1.2 kann die in der CPU integrierte Vega-8-Grafik zwei 4K-Displays mit 60 Hz ansteuern, ohne dass Fenster oder der Mauszeiger ruckeln. Für ältere Monitore gibt es DVI. Die im Vergleich zum Pentium-Bauvorschlag stärkere CPU-GPU-Kombi schluckt mehr Strom und führt bei Volllast zu einem höheren Geräuschpegel. Im Leerlauf arbeitet wiederum der größere Lüfter des AMD-Boxed-Kühlers leiser (0,1 Sone).

Für Peripheriegeräte stellt der Ryzen-Office-PC sechs USB-3.0-Ports zur Verfügung. Einer davon ist als Typ-C-Buchse auf der Rückseite nach außen geführt, um moderne Smartphones oder Tablets anzuschließen. Da das Mainboard zwei 20-polige Pfostenstecker für USB 3.0 trägt, lässt sich ein interner Kartenleser nachrüsten. Ein ähnlich sparsames und bezahlbares Mainboard mit DisplayPort, aber auch USB 3.1 Gen 2, haben wir nicht gefunden.

## Teileliste

Komponenten	Bezeichnung (Teilenummer)	Preis
Prozessor	AMD Ryzen 3 2200G, boxed (YD2200C5FBBOX)	71 €
Mainboard	MSI B350M Mortar (7A37-002R)	81 €
RAM	2 × Samsung DIMM 4GB, DDR4-2400, CL17 (M378A5244CB0-CRC)	80 €
SSD	Samsung SSD 860 EVO 250GB, SATA (MZ-76E250B/EU)	66 €
Gehäuse	Sharkoon V1000	40 €
Netzteil	be quiet! System Power B9 350W (BN207)	36 €
Versandpauschale		20 €
<b>Zwischensumme</b>	<b>Hardware</b>	<b>394 €</b>
Betriebssystem	Windows 10 Home	95 €
<b>Summe</b>		<b>489 €</b>



## Pentium-Office-PC

In unserem Pentium-Office-PC steckt mit dem Prime B360M-C von Asus ein waschechtes Business-Mainboard. Daran lassen sich drei 4K-Displays betreiben. An den beiden DisplayPort-1.2-Ausgängen klappt das mit 60 Hz. Wer einen DVI-Monitor anschließen will, benötigt einen HDMI-DVI-Adapter für wenige Euro.

An der I/O-Blende ist unser Intel-Bauvorschlag mit 4 × USB 3.1 Gen 2 ausgestattet. Bislang gibt es aber nur wenige externe SSDs, die das SuperSpeedPlus-Tempo von über 800 MByte/s ausreizen. Das BIOS-Setup kommt ohne grafische Spielereien aus und es lassen sich dort unter anderem nicht benötigte USB-Ports abschalten.

Der Pentium Gold G5400 hat zwei CPU-Kerne plus Hyper-Threading und taktet nominal mit 3,7 GHz. Davon profitiert vor allem Bürossoftware, die selten mehr als einen Kern auslastet.

Bei ruhendem Windows kommt das System mit unseren optimierten BIOS-Setup-Einstellungen mit lediglich 13 Watt aus. Der Boxed-Kühler dreht auch unter Volllast genauso schnell wie im Leerlauf (1100 U/min), weil der Pentium-Office-PC maximal 59 Watt schluckt. Das kompakte Tower-Gehäuse des Bauvorschlags bietet noch Platz für ein 5,25" sowie zwei 3,5"-Laufwerke.

## Teileliste

Komponenten	Bezeichnung (Teilenummer)	Preis
Prozessor	Intel Pentium Gold G5400, boxed (BX80684G5400)	57 €
Mainboard	Asus Prime B360M-C (90MB0W80-M0EAYM)	85 €
RAM	2 × Samsung DIMM 4GB, DDR4-2400, CL17 (M378A5244CB0-CRC)	80 €
SSD	Samsung SSD 860 EVO 250GB, SATA (MZ-76E250B/EU)	66 €
Gehäuse	Sharkoon V1000	40 €
Netzteil	be quiet! System Power B9 350W (BN207)	36 €
Versandpauschale		20 €
<b>Zwischensumme</b>	<b>Hardware</b>	<b>384 €</b>
Betriebssystem	Windows 10 Home	95 €
<b>Summe</b>		<b>479 €</b>

der untersten Reihe in die Bohrung zwei Zentimeter tiefer setzen, sonst kann es zu Kurzschlüssen kommen.

Im nächsten Schritt heben Sie das Board ins Gehäuse. Das klappt am besten, wenn das Gehäuse auf der Seite liegt. Schrauben Sie das Board noch nicht fest, so können Sie die Anschlusskabel für Strom, SATA, Frontanschlüsse und Taster leichter mit dem Board verbinden. Vergessen Sie dabei nicht den 8-poligen ATX12V-Stecker am oberen Platinenrand. Nun können Sie das Mainboard in der endgültigen Position anschrauben.

Von den zwei Gehäuselüftern verwenden wir jeweils nur den hinteren, der die warme Luft aus dem Midi-Tower transportiert. Damit dieser nicht unnötig schnell läuft, schließen Sie ihn an einen geregelten Anschluss des Mainboards an. Beim Ryzen-Office-PC ist das der SYS\_FAN1-Port und beim Pentium-Office-PC der CHA\_FAN1-Anschluss, die sich beide knapp oberhalb des PEG-Slots be-

finden. Kontrollieren Sie zum Schluss noch einmal alle Steckverbindungen, dann ist Ihr preiswerter Office-PC fertig.

## Feinschliff

Damit die beiden Rechner auch die von uns angegebenen Messwerte erreichen, fehlen noch ein paar Handgriffe im BIOS-Setup und die Installation des Betriebssystems von einem USB-Stick. Die empfohlenen BIOS-Einstellungen unter anderem für die Lüfter finden Sie auf unserer Projektseite unter [ct.de/y4th](http://ct.de/y4th).

Unter Windows 10 empfehlen wir nach der Installation das Windows-Update anzustoßen. Beim Pentium-Office-PC muss man dafür zunächst den Netzwerktreiber installieren. Diesen und weitere notwendige Treiber haben wir auf unserer Projektseite verlinkt ([ct.de/y4th](http://ct.de/y4th)). Kontrollieren Sie anschließend, dass keinerlei Warnhinweise im Geräte-Manager von Windows 10 auftauchen. Unseren Ryzen-Bauvorschlag können wir derzeit

wegen der angesprochenen Probleme leider nicht für den Betrieb mit Linux empfehlen. Der Pentium-Office-PC schluckt nach der Optimierung mit `powertop -auto-tune` rund 2 Watt mehr als unter Windows 10.

## Ausblick

Die beiden hier vorgestellten Bauvorschläge für einen Büro-PC werden wohl beide bis ins nächste Jahr hinein aktuell sein. Eventuell wird es im Herbst im Rahmen des optimalen PC ein kleines Update geben. Dafür können Sie uns im Forum auf der Projektseite gern Ihr Feedback mitteilen.

Wer mehr CPU-Performance wünscht, kann weiterhin die Bauvorschläge aus c't 26/2017 mit Hexa- und Octa-Core-CPU nachbauen. Zudem gab es in jener Ausgabe eine Bauanleitung für einen preiswerten Gaming-PC. ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)) **ct**

**Projektseite Bauvorschläge:** [ct.de/y4th](http://ct.de/y4th)

## Office-PC-Bauvorschläge – technische Daten und Tests

Typ	Ryzen-Office-PC	Pentium-Office-PC
<b>Hardware-Ausstattung</b>		
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Ryzen 3 2200G / 4 / 3,5 (3,6 bis 3,7) GHz	Pentium Gold G5400 / 2+HT / 3,7 (n. v.) GHz
CPU-Fassung / Lüfter (Regelung)	AM4 / 9,2 cm (✓)	LGA 1151v2 / 8 cm (✓)
RAM (Typ / Max.) / -Slots (frei)	8 GByte (DDR4-2400 / 64 GByte) / 4 (2)	8 GByte (DDR4-2400 / 64 GByte) / 4 (2)
Grafik (-speicher)	Radeon Vega 8 (vom Hauptspeicher)	UHD 610 (vom Hauptspeicher)
Mainboard (Format) / Chipsatz	MSI B350M Mortar (Micro-ATX) / B350	Asus Prime B360M-C (Micro-ATX) / B360
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	2 × PCIe x1 (2), 2 × PEG (2), 1 × M.2-2280 (1)	1 × PCI (1), 2 × PCIe x1 (2), 1 × PEG (1), 2 × M.2-2280 (2)
SSD (Typ, Kapazität)	Samsung 860 EVO (SATA 6G, 250 GByte)	Samsung 860 EVO (SATA 6G, 250 GByte)
Einbauschächte (frei)	2 × 2,5" (1), 2 × 3,5" (2), 1 × 5,25" (1)	2 × 2,5" (1), 2 × 3,5" (2), 1 × 5,25" (1)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	1 GBit/s (RTL8111H, PCIe) / ✓	1 GBit/s (I219V, PHY) / ✓
Abmessungen (B × H × T [mm]) / Gehäuselüfter (geregelt)	195 × 400 × 450 / 2 × 12 cm (✓)	195 × 400 × 450 / 2 × 12 cm (✓)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0, 1 × DVI, 1 × DisplayPort 1.2, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 3 × USB 3.0 Typ A, 1 × USB 3.0 Typ C, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 1.4, 2 × DisplayPort 1.2, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 4 × USB 3.1 Typ A, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 2 × PS/2
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio
<b>Elektrische Leistungsaufnahme und Datentransfer-Messungen</b>		
Soft-Off / Energie Sparen / Leerlauf	0,4 W / 1,7 W / 19,8 W	0,3 W / 0,9 W / 13,2 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	89 W / 102 W	42 W / 59 W
SSD: Lesen (Schreiben)	562 (533) MByte/s	562 (530) MByte/s
USB 3.1 / USB 3.0 hinten / vorne: Lesen (Schreiben)	n. v. / 430 (376) / 456 (452) MByte/s	871 (876) / n. v. / 463 (448) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	119 (119) MByte/s	118 (118) MByte/s
<b>Funktions-Tests</b>		
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar / Auto BIOS Update	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
BIOS-Settings auf Stick sichern / FTPM	✓ / ✓	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / ✓	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur: S3 (S5) <sup>1</sup>	✓ / ✓ (–)	– / ✓ (–)
Bootdauer bis Login / 4K: HDMI / DisplayPort	15 s / 60 Hz / 60 Hz	16 s / 30 Hz / 2 × 60 Hz
<b>Bewertung</b>		
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ○ / ⊖	⊕⊕ / ⊖ / ⊖⊖
Audio: Wiedergabe / Aufnahme / Front	⊕⊕ / ○ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○ / ⊕⊕
Geräuschenwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	0,1 Sone (⊕⊕) / 0,8 Sone (⊕)	0,3 Sone (⊕⊕) / 0,4 Sone (⊕⊕)
Preis	394 €	384 €
✓ funktioniert	– funktioniert nicht	n. v. nicht vorhanden
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend
⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	1 S3: Standby, S5: Soft-Off



Bild: Rudolf A. Blaha

# Großbaustelle

## Wie die Glasfaser unter die Erde kommt

**Der Glasfaserausbau fürs schnelle Internet zu Hause hat gerade erst begonnen. Der Ausbau läuft auf Hochtouren; die Anbieter haben die Wahl zwischen zahlreichen verschiedenen Verfahren.**

**Von Urs Mansmann**

Ganz allmählich nimmt der Breitbandausbau in Deutschland Fahrt auf. Neubaugebiete werden inzwischen standardmäßig mit Glasfasernetzen ausgestattet – in bestehenden Wohngebieten wird Glasfaser nachgerüstet. 98 von 100 Haushalten sind noch nicht direkt ange-

schlossen, es bleibt viel zu tun. Fachleute schätzen, dass eine flächendeckende FTTH-Versorgung – Fiber to the Home, also Glasfaser bis in die Wohnungen – für alle Haushalte in Deutschland ungefähr 80 Milliarden Euro kosten wird. Der größte Teil dieser Ausgaben wird in die Verlegung der Kabel fließen, also den Tiefbau, denn Freileitungen sind in Deutschland verpönt, insbesondere in Wohngebieten.

Vielerorts wird nur die Sparbrötchenvariante FTTC gebaut, Fiber to the Cabinet, also Glasfaser bis zum Verteilerkasten. Von dort geht es per Kupferkabel – also per VDSL oder TV-Kabel – weiter in die Haushalte. Für den Moment mag das noch reichen, wirklich zukunftsfähig ist es aber nicht. Immerhin ist die Glasfasererschließung des Kabelverzweigers aber

für eine spätere FTTH-Struktur gut zu gebrauchen.

Im Glasfaserausbau engagieren sich nicht nur bundesweite Anbieter wie die Telekom, Vodafone oder die Deutsche Glasfaser, sondern auch zahlreiche regional und lokal tätige Unternehmen wie EWE-Tel in Niedersachsen, Netcologne in Köln und Aachen oder M-Net in Bayern.

Die Bundesregierung hat angekündigt, die Förderrichtlinien zu ändern, indem sie den Glasfaserausbau gezielt fördert und bürokratische Hindernisse beim Antrag auf Fördermittel abbaut. Wenn die Maßnahme greift, könnte der Ausbau spürbar an Fahrt gewinnen, denn die Nachfrage steigt. In Kommunen und Stadtteilen, in denen Internetanschlüsse weniger als 6 Mbit/s Datenrate bringen,

ist der Leidensdruck hoch, denn die Anwender können dann Video-Dienste wie Netflix oder Amazon Prime Video nur mit eingeschränkter Auflösung, mit langen Ladezeiten oder gar nicht nutzen.

Verlegt werden im ersten Schritt keine Glasfaserkabel, sondern Leerrohre, in die später ein Glasfaserkabel eingeblasen wird. Der Beginn des Kabels wird mit einem kleinen Schwämmchen versehen, das weitgehend luftdicht abschließt und das Kabel mit eingeblasener Druckluft durchs Leerrohr zieht, bis das Ende erreicht ist. Der verwendete Druck liegt bei 4 bar (400 kPa). Bei idealen Bedingungen, also ohne größere Steigungen, enge Kurven oder Schäden am Leerrohr, lassen sich so bis zu 3 Kilometer überwinden.

Inzwischen haben Bauunternehmen mehr als ein halbes Dutzend unterschiedliche Methoden entwickelt, um die Leerrohre zum Verteiler und in die Haushalte zu verlegen, nicht nur auf Masten oder durch Gräben und Bohrlöcher, sondern auch durch die Kanalisation. Von der Methodenvielfalt profitieren ländliche, kleinstädtische und großstädtische Anschlussgebiete gleichermaßen. Bauträger können mit der jeweils richtigen Technik einerseits schwierige Passagen wie eine getunnelte Unterquerung von Schnellstraßen, Bahnstrecken oder Wasserläufen bewältigen und andererseits lange Strecken in einfachem Gelände mit geringen Kosten pro Meter verlegen.

Bei der Deutschen Glasfaser, einem der größten Glasfaseranbieter in Deutschland, steht am Anfang des Ausbaus stets die Erfassung des Ist-Zustandes. Alle Oberflächen werden genau dokumentiert. Weitergehende Analysen, beispielsweise mit Sonar oder Bodenradar, wären zwar technisch möglich, sind aber noch viel zu teuer. Nur unter Gehwegen kann mit einer reduzierten Bautiefe von 40 Zentimetern gearbeitet werden. Wo Schwerlastverkehr rollt, sind 80 Zentimeter das Minimum, um die Stabilität der Fahrbahn auf lange Sicht zu gewährleisten. Im Mittel, schätzt Dr. Stephan Zimmermann von der Deutschen Glasfaser, finden rund vier Fünftel des Ausbaus in reduzierter Tiefe statt.

## Konventioneller Tiefbau

Die meistverwendete Methode in Wohn- und Gewerbegebieten ist nach wie vor der klassische Tiefbau, bei dem die Straße oder der Gehweg aufgebrochen und anschließend aufgegraben wird. Das Kabel wird unter Fahrbahnen mindestens 60

Zentimeter tief verlegt und ist dort vor äußeren Einflüssen sehr gut geschützt. Anschließend wird der Graben wieder gefüllt und das Material verdichtet.

Konventioneller Tiefbau ist langsam und teuer. Pro Tag schaffen Bautrupps im Durchschnitt nur wenige Meter Strecke, je nach Untergrund liegen die Kosten pro Meter bei 70 bis 120 Euro. Rund 2,5 Meter breit ist die erforderliche Arbeitsfläche, was während der Bauzeit zu erheblichen Verkehrsbehinderungen führen kann.

Größtes Risiko bei solchen Arbeiten ist es, auf bereits verlegte Leitungen zu treffen und diese zu beschädigen. Zwar ist bei den Kommunen genau erfasst, welche Leitung wo liegt, die Verzeichnisse sind aber oft ungenau oder unvollständig. Bei Erdarbeiten stößt man immer wieder auf nicht dokumentierte Leitungen, bei denen unklar ist, von wo nach wo sie führen und ob sie noch genutzt werden. Während Gas-, Wasser- und Telefonleitungen meist gut dokumentiert sind, liegen Stromleitungen oft nicht dort, wo sie sollten.

Die Kosten hängen aber auch von den äußeren Umständen ab. In historischen Stadtkernen beispielsweise ist das Aufbrechen denkmalgeschützten Kopfsteinpflasters eine aufwendige Angelegenheit: Die Steine müssen fotografisch dokumentiert und nummeriert werden. Nach den Bauarbeiten muss jeder Stein in exakt der gleichen Lage und Position wieder ins Pflaster eingefügt werden. Manche Städte nutzen solche Aufbrucharbeiten auch gleich zu einer weitergehenden Sanierung und las-

sen die Glasfaser-Firmen beispielsweise neue Gehwegplatten verlegen, wenn die alten bereits marode waren.

## Trenching

Um den Aufwand zu senken, setzen immer mehr Unternehmen auf Trenching (aus dem Englischen von Trench, Einschnitt). Beim Trenching wird kein Graben ausgehoben, sondern die Oberfläche und die darunter liegenden Schichten aufgefräst und das Kabel in den dadurch entstehenden Schlitz verlegt.

Je nach Tiefe und Breite des entstehenden Verlegegrabens spricht man von Nano-, Mikro-, Mini- oder Makrotrenching. Das Fräswerkzeug ist deutlich günstiger als konventioneller Tiefbau, die Ersparnis liegt bei 30 bis 40 Prozent. Außerdem schreiten die Arbeiten deutlich schneller voran, pro Tag lassen sich mit dem Trenching-Verfahren 200 bis 600 Meter Kabel verlegen.

Der Platzbedarf ist gegenüber dem konventionellen Tiefbau kleiner, weil die Fräsmaschinen anders als Bagger recht handlich sind. Die Gefahr, bestehende Leitungen zu beschädigen ist geringer, weil bestehende Leitungen meist tiefer liegen, als die Trenching-Fräse reicht.

Viele Kommunen tun sich mit Genehmigungen für Arbeiten im Trenching-Verfahren aber offenbar schwer. Eine Unternehmenssprecherin von Nettcologne berichtete, dass Bauanträge im Trenching-Verfahren insbesondere in Großstädten häufig abgelehnt würden.



Bild: Martin Wissen/Deutsche Glasfaser

Für gelenkte Bohrungen muss keine tiefe Grube ausgehoben werden. Der Bohrer kann im Erdreich die Richtung ändern.



Bild: Fast Opticom

## Horizontalbohrung

Nicht überall kann man Gräben ausheben. Schnellstraßen, Flussläufe, Kanäle oder Bahnstrecken sind für den Trassenbau schwierig zu überwindende Hindernisse, deren Sperrung für Bauarbeiten oft nicht in Frage kommt. In solchen Fällen kommen Verfahren zum Einsatz, bei denen ein Hindernis elegant untertunnelt wird.

Beim Drilling wird ein Bohrkopf mit einem Schlagbohrer eingesetzt, beim Spülbohrverfahren zusätzlich unterstützt von einer Spülung, die das Bohrmaterial lockert und den entstehenden Abraum aus dem Bohrloch spült.

Nur für Ein- und Austritt des Bohrkopfes muss jeweils eine kleine Baugrube gefertigt werden, die aber nicht so tief sein muss, wie die Bohrung reicht. Die Bohrung lässt sich horizontal und vertikal steuern, sodass Hindernisse bis zu einem gewissen Grad um- oder unterfahren werden können. Durch Ortungsverfahren kann die genaue Position des Bohrkopfs während der Arbeiten ermittelt und die Richtung korrigiert werden.

Je nach eingesetztem Gerät sind Bohrungen bis zu 500 Meter Länge möglich. Mit ungefähr 50 Euro pro Meter fällt eine Bohrung vergleichsweise günstig aus. In felsigen Untergründen ist das traditionelle Bohrverfahren die einzige Methode, um

ein Kabel unterirdisch zu verlegen. Die Baugeschwindigkeit hängt vor allem von der Leistung des Bohrantriebs ab.

## Erdrakete

Anders als beim Spülbohrverfahren braucht die Erdrakete eine Start- und Zielgrube, die bis auf das Niveau der geplanten Bohrung herabreicht. Der Name stammt vom raketenförmigen Bohrkopf, die korrekte Bezeichnung lautet Bodenverdrängungsverfahren. Der pneumatische Verdrängungshammer verdichtet den Boden rings ums Bohrloch durch Druck und Vibrationen. Der durch die Bohrung entstehende Aushub wird über eine Förderschnecke im Inneren des Rohres abtransportiert.

Die Rakete zieht in vielen Fällen ein Stahlrohr hinter sich her, das in der Baugrube nach Baufortschritt zusammengezettzt werden muss, bei anderen Verfahren wird das Kabel direkt in der Erde verlegt. Wenn ein Leerrohr verlegt wird, müssen Start- und Zielgrube nicht nur tief, sondern auch lang genug für die Segmente des Rohrs sein. Die Erdrakete lässt sich nicht steuern. Sie muss präzise ausgerichtet werden, um die Zielgrube zu treffen. Der Einsatz ist nur in Böden möglich, die sich verdichten lassen. Oft kommt eine Erdrakete zum Einsatz, um die letzten Meter für einen Hausanschluss herzustellen.

## Kabelpflug

Lange Strecken lassen sich mit einem Kabelpflug bewältigen. Dabei teilt ein Pflug die Erde bis auf Verlegetiefe, auf der Rückseite der Pflugschar werden ein oder mehrere Leerrohre in den Graben eingebracht, anschließend wird die Furche wieder verschlossen.

## Trenching-Verfahren

Verfahren	Nano-Trenching	Micro-Trenching	Mini-Trenching	Makro-Trenching
typische Schlitzbreite	2 cm	2-6 cm	8-20 cm	20-30 cm
typische Schlitztiefe	5-10 cm	10 cm	30 cm	50 cm

**In Abwasserkanälen mit 20 bis 75 Zentimetern Durchmesser verlegt ein Roboter Spannringe. In diese klinkt er dann die Leerrohre für Glasfaserkabel ein.**

Für den Verlegepflug gibt es zwei unterschiedliche Verfahren: Im ersten arbeitet der Pflug ohne Antrieb und wird von einer stationären Zugmaschine, die mit Erdankern gehalten wird, über einen Seilzug bewegt. Dieses Verfahren eignet sich für Strecken querfeldein, beispielsweise über Ackerflächen.

Ein anderer Pflugtyp kommt entlang von Straßen zum Einsatz: Auf der Straße fährt ein schwerer LKW, der auch für den Vortrieb sorgt. Der Pflug befindet sich an einem stabilen Ausleger und verlegt das Kabel neben der Straße.

Das Einpflügen von Kabeln ist nur in ländlichen Gebieten außerhalb von Ortschaften möglich, wo sich im Erdreich nicht bereits Versorgungskabel befinden und nur bei Böden, durch die der Pflug durchkommt. Waldstücke oder Straßenquerungen müssen mit anderen Verfahren bewältigt werden. Wo die Voraussetzungen stimmen, ist das Verfahren unschlagbar schnell: Bis zu einem Kilometer Leerrohr pro Stunde verlegt ein Kabelpflug und das auch noch zu extrem günstigen Kosten ab 2 Euro pro Meter.

## Freileitung

Ebenfalls günstig ist das Verlegen von Freileitungen auf Masten. In anderen Ländern ist das ein gängiges und günstiges Verfahren, um eine Glasfaserversorgung schnell herzustellen. In deutschen Kommunen, die fast alle Versorgungsleitungen unter die Erde verbannt haben, sind solche Kabel aber meist nicht durchsetzbar. Zum Einsatz kommen Freileitungen vorwiegend in ländlichen Gebieten, vorzugsweise da, wo ohnehin bereits Freileitungsverbindungen bestehen oder neu gebaut werden, beispielsweise für die Stromversorgung.

Freileitungen lassen sich schnell und unkompliziert auf allen Untergründen errichten, pro Meter Strecke sind sie ungefähr um den Faktor 5 bis 10 günstiger als konventioneller Tiefbau. Genau wie beim Kabelpflugverfahren kommen Freileitungen meistens zur Anbindung von Netzketten an den Backbone oder zur Erschließung abgelegener Anwesen zum Einsatz.

## Verlegung in Abwasserkanälen

Ein eleganter Weg, Leerrohre zu verlegen, ohne graben zu müssen, ist das Verlegen durch Abwasserkanäle. Die Ein- und Ausführungen werden an den Einstiegsöff-

nungen in konventioneller Bauweise gas- und wasserdicht ausgeführt. Da die Kanalwände nicht angebohrt werden dürfen und Klebstoffe in der aggressiven und dauerfeuchten Umgebung nicht verwendet werden können, kommen Spannringe zum Einsatz, die alle 1,5 bis 3 Meter gesetzt werden und an deren höchstem Punkt das Leerrohr aus Edelstahl eingeklinkt wird. Begehbarer Kanäle ab 80 Zentimetern Durchmesser werden in Handarbeit bestückt, kleinere Kanäle mit einem Roboter.

Das in Deutschland bei dieser Technik führende Unternehmen Fast Opticom aus dem schwäbischen Göppingen hat in den vergangenen 15 Jahren insgesamt 250 Projekte realisiert und verzeichnet eine steigende Nachfrage. Gegenüber konventionellem Tiefbau auf asphaltierten Flächen ist die Methode laut Anbieter um 40 bis 50 Prozent günstiger. Pro Tag können 100 bis 250 Meter Kabel verlegt werden.

Da Ein- und Ausführungen aufwendig sind, dienen Strecken durch die Kanalisation meist der Anbindung von Verteilerknoten oder Industriebetrieben. Grundsätzlich ließen sich mit dieser Technik zwar auch Hausanschlüsse legen, bislang werden diese aber vorwiegend in konventioneller Bauweise ausgeführt.

Wird ein Kanalabschnitt saniert, werden im neuen Kanal keine Leerrohre mehr montiert, sondern in die Baugrube wird ein separates Leerrohr verlegt. Während der Bauphase können provisorische Leitungen in der Baugrube oder als Freileitung verlegt werden.

## Verlegung in Gas- und Wasserleitungen

Theoretisch könnte man mit einer vergleichbaren Technik Glasfaserkabel auch nachträglich in Gas- oder Trinkwasserleitungen einziehen. 2012 testeten der Wasserzweckverband Eifel-Ahr und die Stadtwerke Bonn dieses Verfahren erfolgreich. Die Wasserwirtschaftsverbände, die für die Qualität ihres Trinkwassers garantieren müssen, melden aber erhebliche Bedenken an, vor allem weil das Kabel die Oberfläche des Rohrs vergrößert und damit hygienische Probleme verursachen kann. Bei Gasleitungen bestehen wiederum Sicherheitsbedenken, insbesondere bei der Ein- und Ausführung des Glasfaserkabels. Bis auf Weiteres dürften diese Verfahren wegen der erheblichen Bedenken der Versorger keine Alternative darstellen.

## Überbohren

Gerade bei Hausanschlüssen sind bestehende Leitungen oft im Weg. Das Überbohrverfahren macht sich diese zunutze, um einen neuen Kabelweg zu schaffen. Dabei dienen die alten Kabel als Führung für die Bohrung. Ist die Bohrung erfolgt, wird das alte, freigebohrte Kabel herausgezogen und durch das neue Kabel beziehungsweise Leerrohr ersetzt.

Großer Vorteil der Methode ist, dass Leitungen anderer Versorger dadurch nicht gefährdet werden. Allerdings wird die alte Leitung durch die Bohrung bereits zu Beginn der Bauarbeiten zerstört, sodass gegebenenfalls eine provisorische Leitung für die Dauer der Bauarbeiten verlegt werden muss.

Die Methode ist mit 10 bis 50 Euro pro Meter deutlich günstiger und schneller als andere Bohr- oder Tiefbauverfahren, kann aber nur zum Einsatz kommen, wenn alle Rahmenbedingungen stimmen. Die Bohrung kann maximal 100 bis 150 Meter lang sein. Zum Einsatz kommt das Verfahren in der Regel beim Bau von Hausanschlüssen (FTTH/FTTB).

## Entkernen von Kupferleitungen

Bestehende Kupferleitungen lassen sich auf Glasfaser upgraden. Beim Entkernen wird aus vorhandenen Kabeln die Kupferseele unter Zuhilfenahme von Schmiermitteln herausgezogen oder -gepresst. Die Glasfaser wird dann in den leeren Mantel eingezogen oder -geblasen.

Das Verfahren funktioniert auf Entfernungen bis zu 250 Meter und ist mit 25 bis 50 Euro pro Meter deutlich günstiger

als konventionelle Tiefbauverfahren. Auch bei diesem Verfahren wird die vorhandene Verkabelung zunächst unbrauchbar und muss für die Bauzeit durch ein Provisorium ersetzt werden. Andere Leitungen wie Gas, Wasser oder Strom sind beim Bau nicht gefährdet.

## Fazit

Jeder Glasfaserausbau erfordert eine sorgfältige Planung. Die örtlichen Gegebenheiten spielen dabei eine entscheidende Rolle. Bei jedem Projekt muss zunächst ermittelt werden, welche Leitungen schon vorhanden sind, wo mögliche Leitungswege verlaufen, welche Bodenbeschaffenheit dort herrscht und wie die Oberfläche befestigt ist.

Mit einem ganzen Strauß von unterschiedlichen Tiefbauverfahren lassen sich auch komplexe Probleme lösen, meist kommt nicht nur ein Verfahren zum Einsatz, sondern eine Kombination aus mehreren. So kann beispielsweise ein Kabelverzweiger per Abwasserkanal erschlossen werden, die Verkabelung zu den Häusern läuft per konventionellem Tiefbau und Straßenquerungen per Spülbohrverfahren.

Durchschnittlich kostet es 2000 Euro, einen Haushalt mit einem Glasfaseranschluss zu versorgen. Hätte man beispielsweise die Erlöse der UMTS-Auktion im Jahre 2000 in Höhe von 50,8 Milliarden Euro dazu hergenommen, als Zukunftsinvestition den Glasfaserausbau zu forcieren, wäre dieser inzwischen weit gediehen. Derzeit ist Deutschland im EU-Vergleich ganz am Ende der Tabelle zu finden, es gibt noch viel zu graben.

(uma@ct.de) ct

Beim Trenching wird der Kabelgraben nicht ausgehoben, sondern gefräst.



Bild: Martin Wissen/Deutsche Glasfaser



# Rasende Reporter

## Zeiten messen und Daten sammeln bei der Tour de France

**Gelbes Trikot oder goldene Ananas? Beim Radrennen Tour de France entscheiden oft Millimeter beim Zielsprint. Vom verblüffenden Spagat zwischen Technik-Overkill, Bastel-lösungen und verwirrenden Regeln – c't ist ein Stück mitgefahren.**

**Von Michael Link**

**V**endée, Frankreich: Der rote Wimpel, auch Flamme rouge genannt, mobilisiert noch mal die Reserven: Es sind noch 1000 Meter bis zur Ziellinie in Fontenay-le-Comte, dem Zielort der ersten Etappe der Tour de France. Als Journalist darf ich gemeinsam mit zehn anderen und

drei Begleitern auf dem Rennrad ein Stück mitfahren. Und zwar das letzte, bei dem nun jeder den Sprint anzieht. Es geht kurz hinunter, eine kleine Biegung fliegt vorbei. Mist, der Zielsprint führt bergauf. Das wird hart. Das Surren der Kette geht im infernalischen Lärm der Zuschauer am Straßenrand unter. In flirrender Juli-Hitze feiern sie die Tour, sich selbst und momentan auch uns, die wir wie entfesselt auf die Ziellinie zurasen, als ob die Steuerfahnder hinter uns her wären. Dort warten Kameras, die unser Eintreffen per Zielfoto zu Beweiszwecken festhalten.

### Wäscheleine aus Pixelreihen

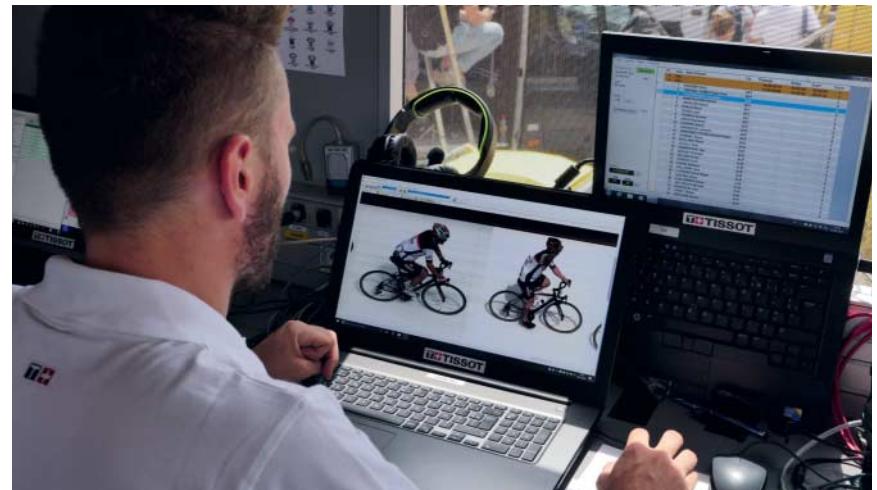
Als Hobby-Rennradfahrer hatte ich bislang mit Stoppuhren und mit Transpondern zu tun. Sie steckten meistens im Papierschild mit der Startnummer und hielten selbstklebend oder mit Kabelbindern am Rad. Holprige Gummimatten mit Transceiver-

Antennen an Start und Ziel fragen das Transpondersignal ab. Das klappt auch bei Jedermann-Rennen mit etlichen tausend anderen Fahrern gut.

Monate zuvor hatte ich mit einer Pressesprecherin von Tissot über das Thema Zeitmessung beim Sport gesprochen. Dabei irritierte mich, dass das berühmteste Radrennen der Welt, die Tour de France, für die Zeitmessung auf das Fotofinish setzt, also auf eine jahrzehntealte Technik, bei welcher man an seltsam verzerrte Schwarzweiß-Bilder denkt. Doch für den Etappensieg zählt nun mal die Reihenfolge im Ziel, obwohl sich die Gesamtzeit der Tour nur mit der groben Sekundenteilung aufsummiert. Es endete damit, dass Tissot mich einlud, Details der mit der Swatch Group Schwestergesellschaft Swiss Timing betriebenen Technik vor Ort gemeinsam mit anderen Journalisten im wahrsten Sinne des Wortes zu erfahren.

Während ich also mit atem(be)raubenden 45 Kilometern pro Stunde hügel-anwärts pedaliere, überquert mein Carbon-Esel zwei hauchdünne Linien. Auch die 178 Radprofis werden noch darüber hinwegrasen – aber mit gut 59 Kilometern pro Stunde. Und dabei werden Magnetfelde die streichholzschachtelgroßen Transponder am Hinterbau der Rennräder aufwecken. Sie senden daraufhin die Fahrer-nummer, die ID, zusammen mit einem Zeitstempel per Funk an die Decoder-Box in einem Glaskasten der Ziellinie gegen-über. Der Glaskasten heißt nicht ohne Grund Chronopol.

Eine ID nach der anderen reiht sich so ein in eine Vorabliste, die auf eine tausendstel Sekunde genau sortiert ist. Für die Tour reicht das nicht. In einer tausendstel Sekunde legt ein Rennrad bei etwa Tempo 60 rund 1,7 Zentimeter zurück. Zwei Rennräder müssten dann schon um mehr als 1,7 Zentimeter nach-einander vom Decoder erfasst werden, damit er ihre Reihenfolge bestimmen kann. Bei der Tour de France 2017 wäre so ein Raster zu grob gewesen. Denn Marcel Kittel hatte nur sechs Millimeter Vor-sprung im Ziel. Da setzt der Veranstalter



Das Fotofinish bestimmt die Reihenfolge im Ziel. Zufällig ist gerade ein Foto des Redakteurs (links) bei der Zieldurchfahrt zu sehen.

des Rennens, die Amaury Sport Organisa-tion (A.S.O.), lieber aufs altbewährte Fotofinish. Dessen technische Potenz hat seit seinem ersten Einsatz in den Vier-gerjahren deutlich zugelegt.

Kurz hinter den beiden Transponder-linien sause ich auch schon unter der Ziel-brücke mit den Fotofinish-Kameras durch, und damit war ich schon nah dran, heraus-

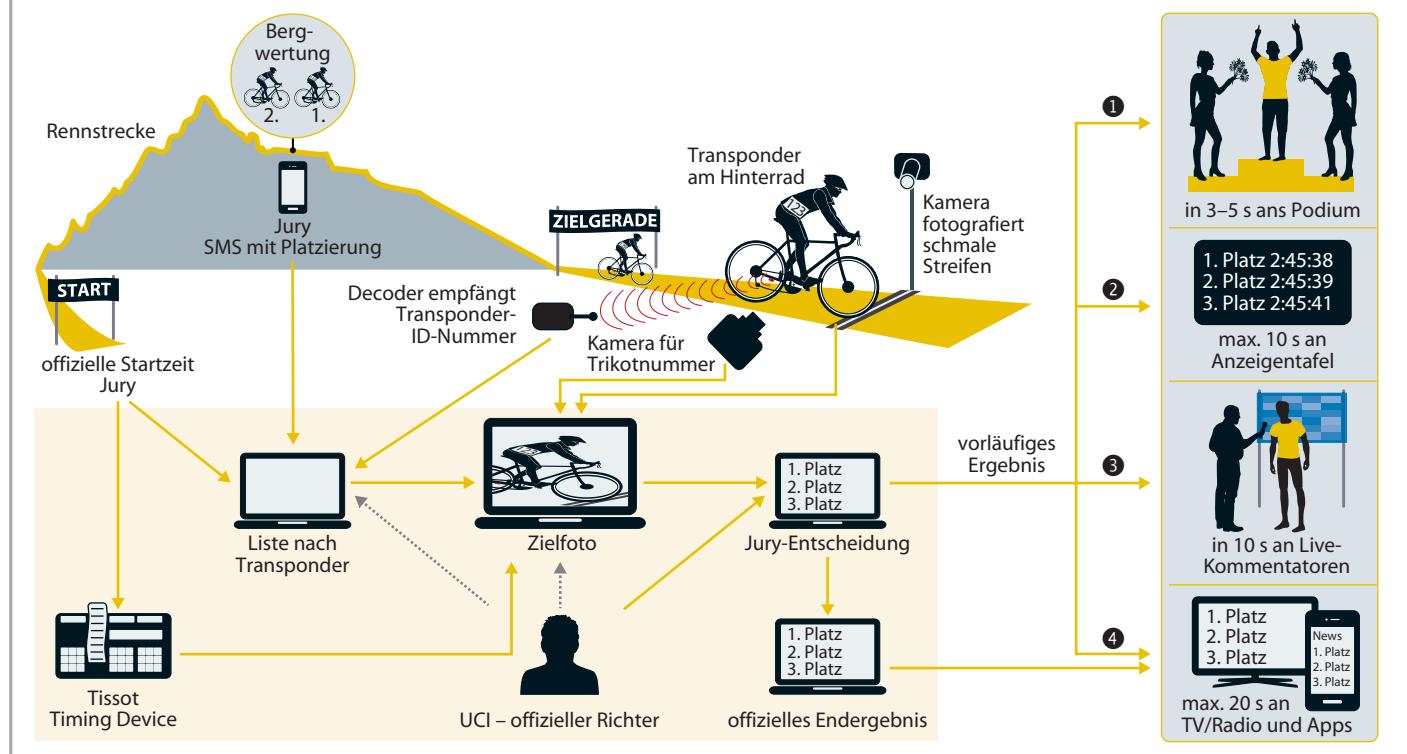
zufinden, wie die Zeitmessung bei der Tour de France funktioniert.

### Salami-Taktik

Die Fotofinish-Kameras der Tour knipsen in jedem Zehntausendstel einer Sekunde ein sehr schmales Foto der gesamten Ziel-linie. Es wird also kein Foto des gesamten Zielbereichs geschossen. Das Ganze kann

## Im Chronopol der Tour de France

Für die Wertung ist die Zeitmessung beim Etappensieg nicht so wichtig wie das Feststellen der Reihenfolge im Ziel. Mit Transpondern am Rad entsteht eine vorläufige Liste, die dann durchs Fotofinish ergänzt wird. Jury-Entscheidungen können sie ändern, bevor sie veröffentlicht wird.





Die Fotofinish-Kameras hängen an Masten direkt an der Ziellinie.



Die Räder tragen unterm Sattel Telemetriesender. Unten am Rahmen ist ein weiterer Transponder befestigt, der nur für die Zeiterfassung genutzt wird.

man sich eher vorstellen wie eine Salami (das Fahrerfeld), aus der sozusagen von einem Messer (der Kamera) an einer bestimmten Stelle im festen Takt hauchdünne Scheiben entnommen werden.

Die offizielle Kamera steht auf der linken Straßenseite. Damit sich ein Reifen im Bild gut abhebt, wird die Ziellinie durch einen breiten weißen Rand gesäumt. Eine Kamera auf der rechten Fahrbahnseite erfasst die Trikotnummern der Fahrer und erzeugt eine andere Perspektive. Eine dritte dient als Reserve. Alle Kameras sind erhöht an Masten montiert, schauen also von schräg oben auf die Ziellinie.

Ein Rechner in der Auswertekabine reiht die einzelnen Pixelstapel von vorn nach hinten wie Wäschestücke auf einer Wäscheleine aneinander. Je schneller sich das Objekt über die Ziellinie bewegt, desto gedrungener wirkt es auf der zusammengesetzten Aufnahme. Auch ich finde mich auf einem solchen Foto (siehe unten) wieder, noch immer ein bisschen stolz, weil nur die drei hauptamtlichen Rad-sportjournalisten im Ziel vor mir eintrafen.

Liegt ein Fahrer eine Pixelbreite vorn, dann bedeutet das, dass er eine zehntausendstel Sekunde Vorsprung hatte, also

bei 60 Kilometern pro Stunde rund 1,7 Millimeter. Tissot und Swiss Timing geben für das System eine Genauigkeit von vier Millimetern an. Das reicht dann auch, wenn Herr Kittel es noch einmal spannend macht – im nächsten Jahr vielleicht.

Doch auch wenn die Fotofinish-Kameras helfen, die Reihenfolge bei der Zieldurchfahrt zu ermitteln: Wie lange sie vom Start zum Ziel brauchten, ist damit nicht gesagt.

### Zeitabgleich

Geschwindigkeit ist Weg durch Zeit. Der Weg, also jede Etappe, wird vorher genau ausgemessen. Doch woher weiß man in den etlichen Kilometer entfernten Zielpunkten der Etappe, wann das Rennen gestartet wurde? Den Startschuss geben die Veranstalter. Damit erhalten die Zeitnehmer ein Signal mit Zeitstempel zum Synchronisieren aller Uhren: im Fotofinish wie auch bei den Transponderuhren. Nach dem Synchronisieren verlässt man sich im Chronopol auf ein Quarzuhrwerk mit einer Präzision von rund 1 ppm, also 1 Millionstel. In 115 Jahren weicht es maximal eine Sekunde von der Atomzeit ab. So lange dauert keine Tour-Etappe.

Auch wenn es bei der Ziellinie um Millimeter gehen kann, werden die Zeiten in den Ergebnislisten nur sekundengenau angegeben, und zwar laut Tour-Regeln stets abgerundet. Daher zeigen die Ergebnislisten von Massensprints für viele Fahrer die gleiche Zeit an, obwohl sie nacheinander über die Ziellinie gebraust sind.

Gegen einen Stromausfall in der kritischen Phase haben die Zeiterfasser vorgesorgt. Unabhängig von zig armdicken Leitungen, die sich im Techniklager zwischen Sendewagen von zig Fernsehanstalten über den Boden schlängeln, und einer Armada von Notstromdieseln ist die Zeitmessung mit einer eigenen Notstromversorgung abgesichert, die mindestens eine halbe Stunde lang funktionieren soll. Damit können die Ergebnisse auch dann noch ermittelt werden, wenn selbst die Fernsehsender ausfallen.

### Vorsortiert und korrigiert

Im sechs mal zweieinhalb Meter großen verglasten Auswerter-Container mit freier Sicht auf die Ziellinie herrscht gespannte Aufmerksamkeit. Ruhig ist es im technischen Herz der Tour, verglichen mit dem Spektakel draußen. Fünf Auswerter sitzen auf Drehstühlen, beim Zeitfahren gibt es



Das Zielfoto zeigt die Ankömmlinge seltsam verzerrt. Je schneller man ist, desto weniger Bilder schießt die Ziellkamera während der Durchfahrt und desto kürzer erscheint man im Zielfoto.



Die Auswertung geschieht im Chronopol direkt an der Ziellinie.



Die vielen Tasten und der Rollenausdruck der Zeitmessvorrichtung erinnern an eine alttümliche Registrierkasse.

doppelt so viele. Diverse Notebooks im Blick werten sie gerade als Lockerungsübung vor dem Eintreffen der Profis unsere Zielankunft und das entsprechende Fotofinish aus. Ich erkenne mich darauf wieder am weißen Helm, den ich als Einziger trage und an meiner Startnummer 2.

In der kleinen Kabine laufen Zeitmessung und Fotofinish zusammen. Die Software auf einigen der Notebooks zeigt das Fotofinish und eine Liste der Fahrer, nach dem Eintreffen im Ziel sortiert. Ein paar Cursorklicks auf die vordere Kante der Vorderräder, prüfende Blicke auf die Trikotnummern im Bild und der Abgleich mit den Transponderlisten – all das muss blitzschnell passieren. Und ab und zu werden die Listen auch umsortiert, wenn das Fotofinish die Reihenfolge ändert. Ein offizieller Richter des Veranstalters hat das letzte Wort und validiert das vorläufige Ergebnis.

## Algorithmen versus Regelgeflecht

Als die Profis durchs Ziel rasen, haben die Schiedsrichter es diesmal nicht besonders schwer und geben innerhalb von fünf Sekunden den Segen fürs Ergebnis: Gaviria gewinnt. Am Podium erscheint flugs die

Meldung für die Siegerehrung. Die folgenden Plätze haben ein paar Sekunden mehr Zeit, doch auch die Anzeigetafeln von Fernsehstationen und Websites füllen sich schnell mit Plätzen, Namen und Zeiten. An den Interviewzonen warten Reporter schon, mit aktuellen Zeiten gefüttert.

Im Schatten der Sieger stehen die, die zu langsam waren und aus dem Rennen genommen werden. Wen es trifft, entscheiden Limits, die sich auch nach der Ankunftszeit des Siegers richten. Sofort nach seinem Eintreffen tickt auch die Uhr gegen die Bummelanten. Retten kann sie nur noch eine Jury-Entscheidung, welche die sogenannte Karenzzeit verlängern kann. Heute ging alles gut, obwohl es Stürze gegeben hat.

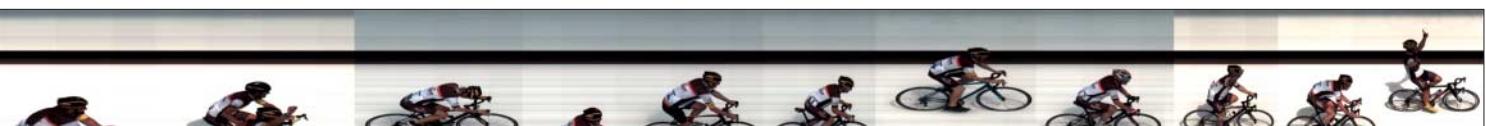
Zeitstrafen, Bonussekunden und andere Schiedsrichterentscheidungen können sogar lange nach den vorläufigen Resultaten das Endergebnis durcheinanderwürfeln. Die 13 eng bedruckten Seiten des Tour-Regelwerks sprechen für sich. Es gibt etliche Ausnahmen im fein ziselierten Bewertungssystem, die jedes Jahr neu ausgeklüngelt werden. Oft genug nur Tage vor dem Start der Tour – ein „Riesenspaß“ für die Programmierer der Zeitmessung. Es ist wie im wirklichen Leben da draußen.

Bei unserer Anfahrt fällt uns etwa drei Kilometer vor dem Ziel eine 3-Kilometer-Markierung auf. Die gibt es seit 2005 in etlichen, aber nicht allen Etappen. Damit bleiben Ausfälle während der hektischen letzten Rennphase ohne Folgen. Stürzt ein Teilnehmer auf den letzten drei Kilometern vor der Ziellinie, dann wird er mit der Zeit gewertet, die er in der Fahrergruppe gehabt hätte, wenn er unfallfrei ins Ziel gekommen wäre. Das hat natürlich Folgen für die Zeitmessung, denn dann müssen die vom Transponder gemeldeten Zeiten womöglich für etliche Fahrer korrigiert werden. Und dafür muss man während der letzten drei Kilometer die Fahrerpositionen ständig erfassen.

Teilweise tauchen die Auswirkungen solcher Entscheidungen erst in den offiziellen Endresultaten auf. So geschehen während der achten Etappe, als die Jury André Greipel nach einem Rempler zwischen ihm und Fernando Gaviria vom zweiten Platz der vorläufigen Ergebnisliste auf den 92. Platz zurückstufte.

## Zwischenzeiten, Abstände und andere Daten

Während wir im Ziel auf die Ankunft der Profis warten, erscheinen auf Anzeige-



# Nachdenken über KI und AR

**Pascal Rossier leitet als Head of Sports Operations & Services bei Swiss Timing die Zeitmessung unter anderem bei der Tour de France. Wir sprachen mit ihm nach der ersten Etappe in der Vendée.**

**c't:** Sie haben als Student vor mehr als 25 Jahren selbst in der Auswerterkabine gesessen – schon damals nutzten Sie das Fotofinish. Bei anderen Radrennen setzt man auf Transponder. Wieso nicht auch bei der Tour?

**Pascal Rossier:** Tatsächlich reicht die Genauigkeit von Transpondern dafür nicht aus. Wir erleben gerade im Massensprint oft Millimeter-Entscheidungen. Würde man nur einen Transponder am Rad verwenden, gewinnt vielleicht der, dessen Transponder weiter vorn montiert ist. Entscheidend für die Platzierung ist aber, wann die Spitze des Vorderrades die Ziellinie überquert. Und das kann man im Fotofinish sehr gut erkennen.

**c't: Wie genau ist die Technik denn nun? Und ist das Fotofinish nicht ein Markt für viele Anbieter?**

**Rossier:** Sie haben Recht: Das Fotofinish ist seit 1948 etabliert. Über die Jahre hinweg haben mehrere Firmen Geräte dafür entwickelt. Wir können nun bis zu 10.000 vertikale Linien pro Sekunde scannen und so zwei Fahrer, die mit Tempo 60 über die Ziellinie fahren, um wenige Millimeter unterscheiden. Das ist ein Unterschied zu anderen Anbietern.

**c't: Denken Sie daran, künstliche Intelligenz und Augmented Reality zu nutzen?**

**Rossier:** Nun, wir arbeiten in beiden Bereichen. Wir sind noch nicht ganz angekommen, aber wir diskutieren über einen Weg, um aus den Fotofinish-Bildern per Gesichtserkennung, ID-Nummer-Erkennung und so weiter automatisch die Fahrer zu identifizieren und die Angaben maschinell mit der Vorabliste der Transponder abzulegen. Zurzeit haben wir immer noch jeman-



**Zeitmess-Chef Pascal Rossier im Gespräch mit c't**

den, der am Notebook den Cursor setzt. Wir wollen das automatisieren, aber noch sind wir nicht so weit.

**c't: Was bedeutet das? Denken Sie darüber nach oder testen Sie schon?**

**Rossier:** Wir stehen am Anfang des Projekts. Wir testen noch nicht. Zurzeit laufen ein paar Projekte parallel. Wir prüfen, was es schon gibt und ergänzen dann, was wir brauchen oder integrieren die ganze Lösung. Aber ja, das Thema Video-Erkennung ist als mögliche Lösung auf dem Tisch.

Eine andere Entwicklung, mit der wir uns beschäftigen, ist das Tracking der Fahrer. Bei der Tour de France gibt es mehrere Tracking-Systeme verschiedener Anbieter. Das haben wir schon 2009 erstmals geschafft, bei der Weltmeisterschaft in der Schweiz in Mendrisio. Dort hatten wir unter dem Sattel ein Element, mit dem wir den Fahrer überall lokalisieren konnten. Und gerade im Zeitfahren war es das erste Mal, dass man den Rennstand live sehen konnte.

**c't: Und dafür reichte die Genauigkeit des Transponders?**

**Rossier:** Ja, dafür braucht man keine hohe Auflösung. Aber dafür muss das Mobilfunknetz auf der ganzen Strecke funktionieren. Das ist längst nicht überall so.

tafeln ab und zu Meldungen, wie weit etwa die Führungsgruppe dem Hauptfeld voraus ist. Diese Angaben und etliche andere, die besonders für Hobby-Tour-de-France-ologen und Kommentatoren interessant sind, kommen nicht von Tissot, sondern im Wesentlichen von Dimension Data. Man kann im Gewusel des Zielbereichs kaum zehn Schritte laufen, ohne eine Werbetafel des südafrikanischen Unternehmens zu sehen, das auch mit einem eigenen Rennteam vertreten ist.

Beim Rundgang im Fahrerlager inklusive Schnack mit den Profis fallen ihre am Sattel der Räder schräg nach unten stehenden Telemetriesender auf. Sie sind unter anderem mit einem GPS-Empfänger bestückt. Die Sender packen die Fahrer-ID, einen Zeitstempel sowie die Position und Geschwindigkeit im JSON-Format in Datenpakete und strahlen sie aus.

Die Telemetriegeräte an jedem Rad bilden ein „moving mesh“, also ein sich bewegendes Netzwerk, auf dem die Daten sozusagen von Rad zu Rad hüpfen und schließlich an Relaisstellen auf der Strecke mithilfe von eigenen 3G-Netzen übermittelt werden. Dabei verbessern die Telemetriedaten einzelner Räder auch die Genauigkeit der Daten anderer Räder.

Die Relaisstellen an der Strecke fallen während unserer Fahrt nicht auf und funken ihre Daten über fliegende primäre Umsetzer an die unüberhörbaren Hubschrauber und Flugzeuge. Von den fliegenden Relaisstellen geht es ebenfalls per Funk an den Zielort. Dort steht unübersehbar eine Funkantenne, befestigt an einem Ausleger eines etwa 40 Meter hohen mobilen Lifts. Der sorgt für abschattungsfreien Empfang der Daten, die so zum Computer-Truck der Firma im streng abgesperrten Technikbereich gelangen. Rechentechnik darin verarbeitet die Daten und macht sie über Clouds in Amsterdam und London abrufbar. Über Web-APIs lassen sich die Informationen daraus schließlich abrufen und aufbereiten. So erfährt man beispielsweise nach dem Rennen, dass Marcel Kittel im Zielsprint der ersten Etappe schneller war als der Sieger Fernando Gaviria.

Außer den Daten, welche die Sender am Rad liefern, werden in der Cloud auch hyperlokale Wetter- und Höhendaten zugespielt. So weiß man, ob die Pedalritter mit Gegenwinden zu kämpfen haben oder ob es einfach nur wie heute brütend heiß war. Anhand dieser Daten versucht sich Dimension Data an der Analyse der Ren-

nen und wagt Vorhersagen wie etwa, ob es ein Ausreißer bis ins Ziel schafft und welche Stärken und Schwächen die einzelnen Fahrer in bestimmten Etappen haben werden.

Theoretisch wären auch biometrische Sensorendaten der Fahrer über dieses System nutzbar, zum Beispiel die Leistung, mit der sie in die Pedale treten oder gar Pulswerte. Viele Fahrer, die ich am nächsten Tag bei den Startvorbereitungen sehe, tragen immerhin Pulsgurte, etliche Räder haben auch Leistungsmesser.

An mir vorbei radeln einige der bunt gescheckten Fahrer locker zum Start, schon jetzt mit Knopf im Ohr. Über den erfahren sie später, wie das Rennen läuft. Das beeinflusst schon jetzt stark, wie sie beispielsweise mit Ausreißversuchen umgehen. Biometrische Daten freizugeben empfinden die meisten Sportler als zu starken Eingriff in ihre Persönlichkeitsrechte. Außerdem sind diese Infos auch für gegnerische Teams im Rennen viel zu aufschlussreich. Daher ist die Verwendung dieser Daten bei der Tour de France bislang noch kein Thema – anders als beispielsweise bei einigen alpinen Ski-Disziplinen, bei denen die Zuschauer direkt am Puls der Sportler hängen.

Hin und wieder merke ich es bei meinen Stopps selbst: Trotz der topfebenen Landschaft ist die Mobilfunkversorgung etwas löchrig. Wie soll man da die für eine „Voll-Verdatung“ der Tour nötigen Bandbreiten nehmen? Und dann ist da noch das Getümmel am Zielort, wo Funknetze von mehr als 50 Fernsehteams, diverse offizielle Funkdienste sowie unzählige

WLANs ein großes gegenseitiges Störpotenzial entwickeln.

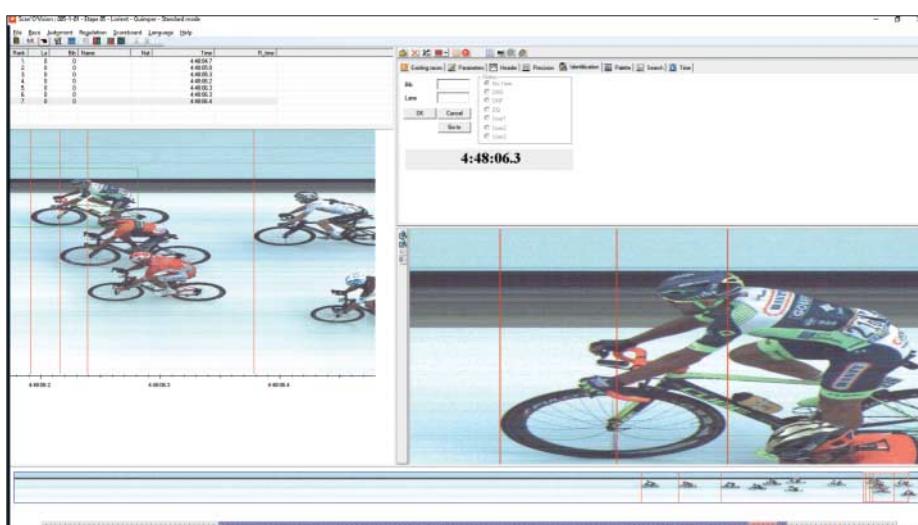
## Zwischen Overkill und Pragmatismus

Bei den Zeitmessungen treiben die Veranstalter einen geradezu irrwitzig erscheinenden Aufwand. Zwei Tonnen Material müssen für jede Etappe auf- und wieder abgebaut werden, insgesamt 21 Mal. Anderthalb Stunden, nachdem der Letzte über die Ziellinie gerollt ist, ist alles verpackt. Und dann geht es auf die Reise zum nächsten Etappenziel. Ob das anstrengend ist, will ich von einem Techniker wissen. Er lacht.

Die Person, die alle Daten für die Auswertung der Bergwertungen ans Ziel überträgt, hat es dagegen einfach: Sie braucht nur ihr Smartphone in die Tasche zu stecken, mit dem sie die nötigen Infos per handgetippter SMS versendet. Bei leichten Kategorien ist das nur eine Trikotnummer, die meiste Arbeit wäre bei Bergwertungen der HC-Kategorie zu verrichten. Aber selbst dafür passen die acht Fahrer-IDs locker in eine SMS.

Das passt ins Bild der Tour, die einen ans Manische grenzenden Technik-Overkill an vielen Stellen mit rustikalen Einfachlösungen kombiniert. Ein Dorfpolizist erzählte, dass er kurz vorm Rennen mal kurzerhand eine Straße sperrte, damit eine Kuh auf die Weide kommen konnte. Und während er noch erzählt, mahnt unsere Begleitung zum Aufbruch: Unsere Zeit für diese Tour ist abgelaufen, wir werden aus dem Rennen genommen.

(mil@ct.de) 



Das sehen die Auswerter auf ihren Computern am Ziel. Mit Cursormarkierungen kann die Reihenfolge millimetergenau unterschieden werden.

## Zeitmessung in anderen Sportarten



A photograph of a basketball game in progress. The court is visible with players in blue and white uniforms. A referee in a black shirt and white pants is positioned on the court. The background shows the audience in the stands and a large scoreboard at the top.



A dynamic photograph of a horse and rider in mid-air, performing a jump over a white and red striped obstacle. The horse is a dark bay or black color, and the rider is in a traditional equestrian riding position. The background shows a grassy field and some trees, suggesting an outdoor competition setting.



A male orienteering competitor in a blue tank top and white shorts with a race number, focused on marking a control point with a red marker on a wooden post.

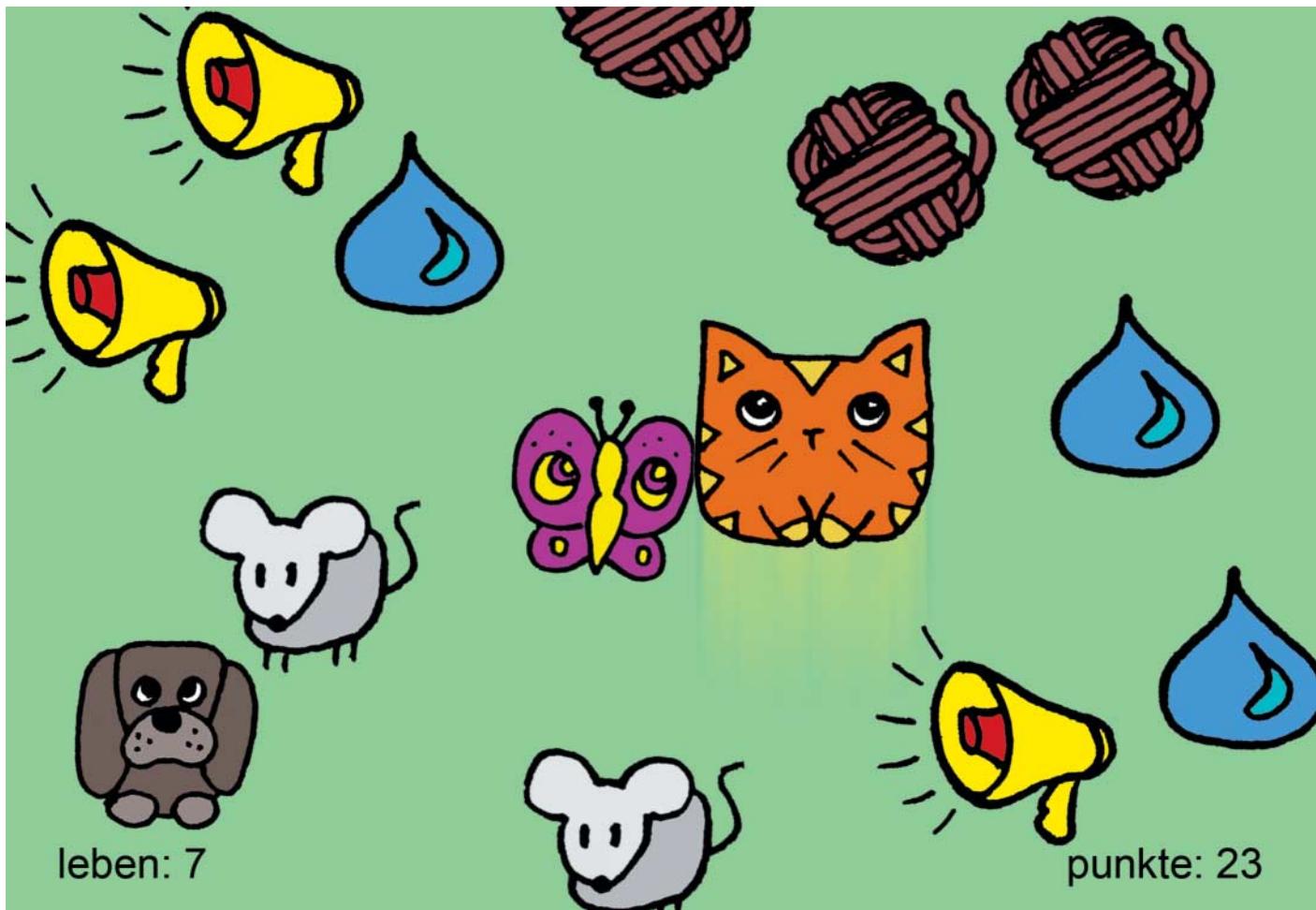


Bild: Sophia Sammer

# Pythonkätzchen in Aktion

## Spiele programmieren mit Python und Pygame, Teil 2

Im ersten Teil der Mini-Serie zur Spieleprogrammierung mit Python haben Sie gelernt, per Pfeiltasten ein niedliches Kätzchen über den Bildschirm wetzen zu lassen. Jetzt bekommt der Stubentiger Gesellschaft und eine Mission.

Von Pit Noack

Dieser Artikel erläutert den erweiterten Code des Programms „Knäueljagd“ [1]. In unserem Spiel schlüpfen Sie in die Rolle einer Katze und müssen möglichst viele Mäuse, Schmetterlinge und Wollknäuel ergattern, aber geschickt Wassertropfen, Hunden und lärmenden Megafonen ausweichen.

Das Programm umfasst rund 120 Codezeilen, die auf zwei Dateien verteilt sind, außerdem sieben Bilddateien. Dieser Artikel nimmt zwei besonders wichtige Codeabschnitte unter die Lupe. Den kompletten Code, die Bilder und eine kurze Installationsanleitung finden Sie über [ct.de/y2ht](http://ct.de/y2ht).

### Aus der Vogelperspektive

Zu den wesentlichen Elementen zweidimensionaler Spiele gehören Sprites. Das sind Grafikobjekte wie Aliens und Klempner oder eben Katzen und Hunde, die sich vor dem Hintergrund bewegen. Der Code eines Spiels beschreibt, nach welchen Regeln sich die Sprites auf dem Bildschirm bewegen und was bei Kollisionen zwischen Sprites passieren soll.

In Teil eins haben Sie bereits das Katzen-Sprite im Spiel Katzensolo kennenge-

lernt, das der Spieler mit den Pfeiltasten der Tastatur steuert. Weil einsames Herumflitzen über den Bildschirm auf die Dauer langweilt, kommt in diesem Artikel eine zweite Sorte Sprites hinzu, die wir „ZufallsObjekte“ getauft haben. Wenn das Objekt entsteht, entscheidet der Zufall, ob es gut oder schlecht für die Katze ist.

Sobald die Katze ein zufallsObjekt berührt, verschwindet es vom Bildschirm. Bei Zusammenstößen mit guten Objekten – also Mäusen, Schmetterlingen und Wollknäueln – bekommt die Katze jeweils einen Punkt spendiert. Bei unerwünschten Begegnungen mit schlechten Objekten – also Hunden, Wassertropfen und Megafonen – büßt die Katze ein Leben ein. Hat sie ihre sieben Leben verbraucht, ist das Spiel vorbei.

Wie läuft das im Code? Schauen Sie sich dazu den aufs Wesentlichste gekürz-

ten Codeausschnitt im Kasten unten an. Der Code-Ausschnitt steht in der Datei main.py innerhalb der Endlosschleife. Diese Schleife ist Dreh- und Angelpunkt unseres Spiels und wiederholt sich etwa dreißigmal pro Sekunde. Bei jedem Durchgang der Endlosschleife muss überprüft werden, ob eines der Zufallsobjekte mit der Katze kollidiert ist.

### Zusammenstöße behandeln

sprites ist ein Behälter für alle Spielobjekte, also die Zufallsobjekte und die Katze. Die for-Schleife in Zeile 1 veranlasst, dass jedes Sprite aus diesem Behälter im folgenden Block (Zeile 2 bis 10) unter dem Namen sprite zur Verfügung steht. Dort überprüft Zeile 2 mit `collide_rect(katze, sprite)`, ob eine Kollision stattgefunden hat. Zusammenstöße der Katze mit sich selbst gelten natürlich nicht: `if sprite != katze` heißt auf Deutsch „Wenn das Sprite nicht die Katze ist“.

Ist das Kätzchen tatsächlich in etwas hineingekracht, wird das Objekt in jedem Fall gelöscht. Das passiert in Zeile 10 durch den `kill()`-Befehl. Dieser Befehl nimmt das Sprite aus dem Behälter sprites. Im nächsten Schleifendurchgang existiert das Objekt nicht mehr. Vorher prüft Zeile 3, ob das Objekt gut ist. In dem Fall erhöht `katze.punkte += 1` in Zeile 4 den Punktestand der Katze um 1. Andernfalls geht es in Zeile 6 weiter: Die Katze büßt ein Leben ein. Anschließend prüft Zeile 7, ob die Katze kein Leben mehr hat. Wenn das der Fall ist, beenden Zeilen 8 und 9 den Spielspaß.

In der Datei knaeuljagd.py steht die Definition der Klassen Katze und Zufalls-Objekt sowie eine Funktion zur Ausgabe von Texten auf dem Bildschirm, beispiels-

weise „GAME OVER“ und Punktestand. Die Katzen-Definition kennen Sie bereits aus Teil 1. Neu dazugekommen sind die Eigenschaften `punkte` und `leben`.

ZufallsObjekte (siehe Listing auf S. 130) haben viele Gemeinsamkeiten mit Katzen: Beides sind Erweiterungen der Pygame-Klasse `Sprite`, die viele nützliche Funktionen für grafische Spielobjekte mitbringt. Hierfür benötigen Sprites ein Bild (`self.image`) sowie eine Position und eine Ausdehnung (`self.rect`). Auf dem Bildschirm. `update()` aktualisiert den Zustand von Sprites. Genau wie bei jeder anderen Python-Klasse initialisiert die Funktion `__init__()` neue Objekte.

Damit hören die Gemeinsamkeiten auf. Folgende wesentliche Eigenschaften und Verhaltensweisen sollen ZufallsObjekte haben: Sie können gut oder schlecht sein, und abhängig davon wird bei erzeugten Objekten zufällig eines von drei „guten“ oder „schlechten“ Bildern ausgewählt.

Neu erzeugte ZufallsObjekte haben eine zufällig gewählte Position oberhalb des Programmfensters und bewegen sich von dort selbstständig mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten von oben nach unten und zufälligen, veränderlichen Seitwärtsbewegungen über den Bildschirm. Wenn ein Objekt das Programmfenster komplett von oben nach unten durchquert hat, wird es gelöscht.

Die Zeilen 3 bis 9 laden jeweils drei „gute“ und „schlechte“ Bilder in Listen mit den Namen `bilder_gut` und `bilder_schlecht`. Da dieser Code außerhalb von `__init__()` steht, handelt es sich um Klassenvariablen. Das heißt, diese Variablen sind gemeinsames Eigentum aller Objekte der Klasse ZufallsObjekt. Vorteil:

## Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

### Spieleprogrammierung mit Python

-  Rechner mit Internetzugang
-  Grundlegende Kenntnisse im Umgang mit dem Rechner, Lektüre von Teil 1
-  Vorbereitungszeit ab 20 Minuten
-  Kinder ab circa 15 Jahren legen allein los, jüngere Kinder werden durch Eltern oder ältere Geschwister unterstützt
-  **kostenlos**

Nicht jedes Objekt muss die Bilder einzeln laden, das spart Speicher und Rechenzeit.

### ZufallsObjekte erzeugen

In Zeile 16 fällt die schicksalhafte Entscheidung, ob das neue Objekt gut oder schlecht ist. `random.choice((True, False))` wählt hier zufällig zwischen True oder False. Auf Grundlage dieser Entscheidung bewirken die Zeilen 18 bis 21, dass `self.image` auf ein passendes Bild verweist. Auch hier kommt `random.choice()` zum Zuge. An dieser Stelle steht Zufalls-Objekt.`bilder_gut` und ZufallsObjekt.`bilder_schlecht`, denn es handelt sich hierbei um Klassenvariablen.

Wie in der Katzenklasse setzt Zeile 23 das zugehörige Rechteck `rect` auf die Ausdehnung des gewählten Bildes. Zur Erinnerung: das Bild ist zuständig für das Aussehen des Sprites, das Rechteck dient der Beschreibung von Ausdehnung und Position und der Feststellung von Kollisionen.

Zu guter Letzt müssen neue Objekte Position und Geschwindigkeit erhalten. Die Zeilen 25 und 26 positionieren das jeweilige Objekt zunächst an einem zufälligen Ort oberhalb des Programmfensters, also außerhalb des sichtbaren Bereiches. Die hierfür benötigten zufälligen ganzen Zahlen liefert die Funktion `random.randint()`. Das `int` steht übrigens für „Integer“, zu Deutsch: unteilbar. Die Zeilen 28 und 29 legen die Geschwindigkeit des Objektes fest. Eine Bewegung auf einer Fläche lässt sich in einen horizontalen (x) und vertikalen (y) Anteil zerlegen. `x_speed` ist der Wert, um den sich die horizontale Position des Gegenstandes pro Schleifen-

```

01 for sprite in sprites:
02     if sprite != katze and pygame.sprite.collide_rect(katze, sprite):
03         if sprite.gut:
04             katze.punkte += 1
05         else:
06             katze.leben -= 1
07             if katze.leben <= 0:
08                 pygame.quit()
09                 sys.exit()
10             sprite.kill()

```

Dieser Code stellt fest, ob die Katze in etwas hineingekracht ist. Bei Kollisionen mit genehmten Objekten gibt's einen Punkt, bei unangenehmen Objekten verliert die Katze eines ihrer sieben Leben.



Kostenlose Sprites für Spieleprogrammierung gibt es zuhauf im Netz, zum Beispiel auf [kenney.nl](http://kenney.nl).

durchgang verändern soll, `y_speed` bestimmt die Veränderung der vertikalen Position. `random.randint(-2, 2)` liefert eine zufällige Zahl zwischen -2 und 2 und sorgt also für eine zufällige horizontale Bewegung. Da die Gegenstände immer von oben nach unten laufen sollen, bekommt `y_speed` einen zufälligen positiven Wert zwischen 1 und 5.

## Updates und Herausforderungen

Damit ist die Funktion `__init__()` komplett. Es bleibt die Funktion `update()` in den Zeilen 31 bis 38, die für die Aktualisierung des Gegenstandes zuständig ist und bei jedem Durchgang der Endlosschleife aufgerufen wird. Zeile 32 prüft, ob der Gegenstand überhaupt noch im Bild ist. `if self.rect.top > self.F_HOEHE` heißt frei übersetzt: „Wenn die Oberkante des Gegenstandes unterhalb der Unterkante des Programmfensters ist.“ Ist dies der Fall, beseitigt `self.kill()` den Gegenstand.

Andernfalls geht es in den Zeilen 35 und 36 weiter, die Bewegung ins Spiel bringen: `self.rect.x += self.x_speed` addiert die entsprechende Geschwindigkeit auf die x-Position, Gleichtes läuft für y. Um das Bewegungsmuster der Gegenstände interessanter zu machen, weisen die Zeilen 37 und 38 der horizontalen Geschwindigkeit einen neuen Wert zu – und zwar im Schnitt alle 60 Schleifendurchgänge (also alle 2 Sekunden). Im Ergebnis segeln die Gegenstände ein wenig anarchisch durchs Bild. Deaktivieren Sie probehalber diese beiden Zeilen mit einem vorgestellten #, um den Unterschied zu erkennen.

Sie haben nun einige sehr wesentliche Elemente des Knäueljagd-Programms genauer kennengelernt. Aber das ist noch nicht alles. Entscheidend für den Spiel-

spaß ist eine kleine Gemeinheit: Die Anzahl der im Spiel befindlichen Gegenstände nimmt mit steigender Punktezahl zu. Wäre die Anzahl konstant, würde das Spiel sehr schnell langweilig. Auf diese Weise bleibt es spannend, und es ist nur mit viel Übung möglich, Ergebnisse von mehr als 100 Punkten zu erreichen. Zusätzlich begrenzt dieser Trick die Dauer eines einzelnen Spiels – man soll schließlich nicht zu viel vorm Computer sitzen, außerdem wollen die Mitspieler auch mal ran. Den entsprechenden Code zur Kontrolle der Anzahl von im Spiel befindlichen Objekten finden Sie in der Datei `main.py` in Zeile 3 und den Zeilen 23 bis 26.

## Allerlei Anzeigen

Rückmeldungen machen es dem Spieler einfacher zu erkennen, ob ein guter oder ein schlechter Zusammenstoß passiert ist. Aus Rücksicht auf die Hörorgane Ihrer Mitmenschen haben wir hier keine akustische, sondern eine optische Variante gewählt: Bei Zusammenstoß mit einem guten Objekt flackert der Hintergrund kurz grün auf, sonst rot.

Technisch funktioniert das so, dass die Variable `t_kollision_gut` in Zeile 33 (`main.py`) den Zeitpunkt der jeweils letzten Kollision speichert, die das Punktekonto des Spielers füllt: `t_kollision_gut = pygame.time.get_ticks()`. Entsprechendes

```

01  class ZufallsObjekt(pygame.sprite.Sprite):
02
03      bilder_gut = [pygame.image.load("maus.png"),
04                     pygame.image.load("falter.png"),
05                     pygame.image.load("knaeul.png")]
06
07      bilder_schlecht = [pygame.image.load("wasser.png"),
08                         pygame.image.load("laerm.png"),
09                         pygame.image.load("hund.png")]
10
11  def __init__(self, F_BREITE, F_HOEHE):
12      super().__init__()
13      self.F_BREITE = F_BREITE
14      self.F_HOEHE = F_HOEHE
15
16      self.gut = random.choice((True, False))
17
18      if self.gut:
19          self.image = random.choice(ZufallsObjekt.bilder_gut)
20      else:
21          self.image = random.choice(ZufallsObjekt.bilder_schlecht)
22
23      self.rect = self.image.get_rect()
24
25      self.rect.center = (random.randint(0, self.F_BREITE),
26                          random.randint(-self.F_HOEHE, -self.rect.height))
27
28      self.x_speed = random.randint(-2, 2)
29      self.y_speed = random.randint(1, 5)
30
31  def update(self):
32      if self.rect.top > self.F_HOEHE:
33          self.kill()
34      else:
35          self.rect.x += self.x_speed
36          self.rect.y += self.y_speed
37          if random.randint(0, 120) == 0:
38              self.x_speed = random.randint(-2, 2)

```

Im erweiterten Spiel gesellen sich sechs ZufallsObjekte zur Katze hinzu. Drei von ihnen findet die Katze super, den anderen geht sie besser aus dem Weg.

passiert für `t_kollision_schlecht`-Variable in Zeile 36. Bei jedem Schleifendurchgang wird dann die aktuelle Zeit mit diesen gespeicherten Werten verglichen. Sind weniger als 100 Millisekunden vergangen, wird die Füllfarbe entsprechend auf Rot oder Grün gesetzt. Ist die letzte Kollision länger her, ist die Füllfarbe Weiß (main.py Zeilen 47-52):

```
if pygame.time.get_ticks() >
    t_kollision_gut < 100:
    fenster.fill((0, 255, 0))
...

```

Der Spieler möchte gern wissen, wie viele Punkte er gewonnen und wie viele Katzenleben er noch zur Verfügung hat. Die Anzeige erledigt eine selbstgeschriebene Funktion `text()` (knaeuljagd.py), die schlichtweg Textnachrichten in das Programmfenster zaubert:

```
def text(text, fenster,
        position, groesse):
    font = pygame.font.SysFont(
        'arial', groesse)
    text = font.render(text,
        False, (0, 0, 0))
    F_BREITE = text.get_rect().width
    fenster.blit(text, (position[0] - (
        F_BREITE / 2), position[1]))
```

Die Funktion erwartet vier Parameter: Textnachricht, Ausgabefenster, die Position des Textes und dessen Größe. Diese Funktion nutzen wir auch, um bei Spielende „GAME OVER“ und Punktestand anzeigen zu lassen (Zeilen 39, 40 main.py):

```
knaeuljagd.text("GAME OVER", fenster,
    (F_BREITE / 2, F_HOEHE / 2), 50)
```

```
knaeuljagd.text(str(katze.punkte) +
    " punkte", fenster, (F_BREITE / 2,
    F_HOEHE / 2 + 60), 30)
```

Auch während das Spiel noch läuft, will der Spieler jederzeit wissen, wie viele Punkte er bereits gesammelt hat und wie viele Leben seine Katze noch besitzt. Die `text()`-Funktion kommt daher auch in Zeile 57 und 58 zum Einsatz und zeigt Punktestand sowie Katzenleben an:

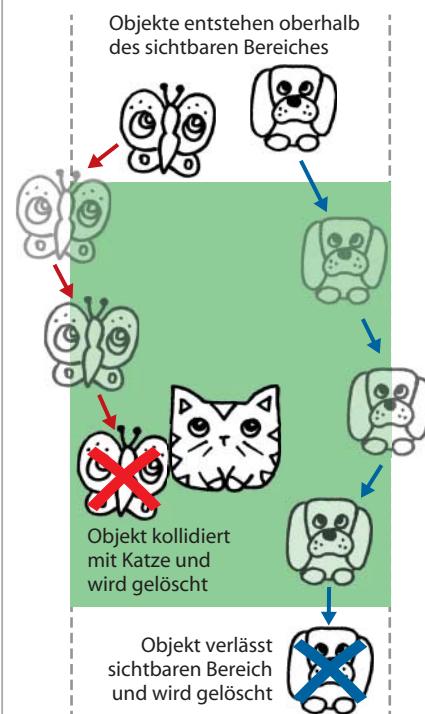
```
knaeuljagd.text("punkte: " + str(
    katze.punkte), fenster, (
    F_BREITE - 100, F_HOEHE - 50), 30)
knaeuljagd.text("leben: " + str(
    katze.leben), fenster, (
    80, F_HOEHE - 50), 30)
```

## Weiterbasteln

Wir hoffen, Ihnen macht das Knäueljagd-Programm und das Experimentieren mit dem Code genauso viel Spaß wie uns. Wenn Sie auf den Geschmack gekommen sind, können Sie das Spiel modifizieren oder weiterentwickeln. Wie wäre es mit unterschiedlichen Sorten guter Objekte, die sich in Fortbewegungsart und Punktzahl unterscheiden? Klasse wären die aus anderen Spielen bekannten Vitaminpills, welche die Katze für eine bestimmte Zeit unverwundbar machen. Wie könnte ein Mechanismus aussehen, der die Überschneidung von Zufallsobjekten auf dem Bildschirm verhindert? Wie müsste man Hindernisse programmieren, die den Bewegungsspielraum von Katze & Co. einschränken? Wie könnte eine Levelstruktur aufgebaut sein und wie könnte ein mächtiger Super-Hund aussehen, der Wasser-

## Objektleben

Zwei mögliche Lebenswege von Spielobjekten durch das Programmfenster



tropfen, Megafone und Blitze umherschleudert?

Individueller gestalten Sie das Spiel, wenn Sie eigene Fotos verwenden. Lassen Sie zum Beispiel Ihre Hauskatze dem Hofhund des Nachbarn aus dem Weg gehen. Falls Sie keine Lust haben, Ihre Fotos freizustellen, können Sie auf vorgefertigte Icon-Sets zurückgreifen. Im Internet gibt es zahlreiche Websites mit kostenlosen und kostenpflichtigen Sammlungen. Die Bilddateien müssen im Programmordner liegen, sollten das PNG-Format haben und freigestellt sein, also einen transparenten Hintergrund (Alpha-Kanal) haben. Achten Sie darauf, dass die Bilder etwa 80 mal 80 Pixel groß sind, da die aktuelle Version der Knäueljagd Sprites nicht automatisch skaliert.

Die Möglichkeiten sind buchstäblich unbegrenzt. Fantasie, Geduld und Übung sind alles, was man braucht, um tolle Spiele zu entwickeln. (apoi@ct.de) ct

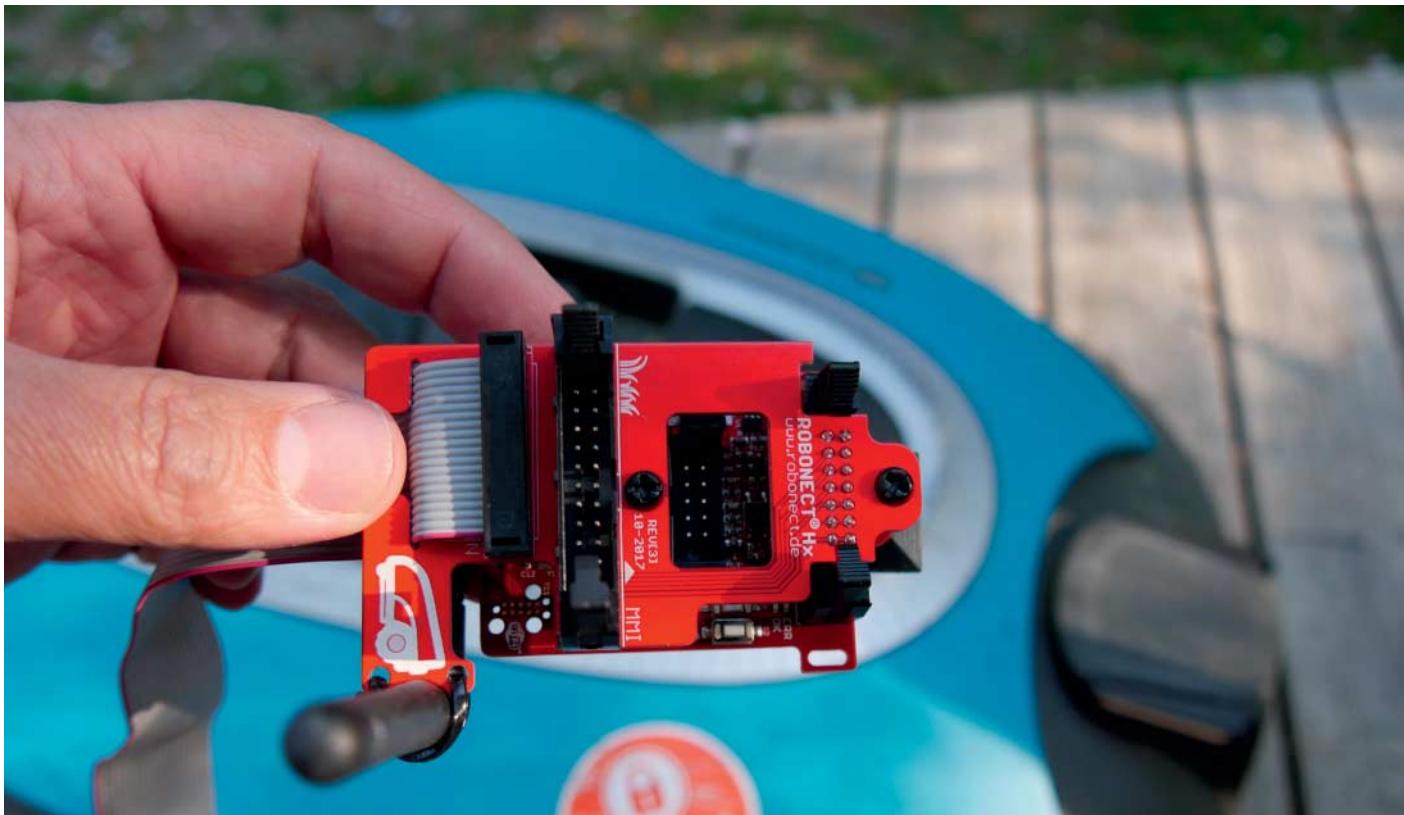
**Beispielcode, Bilder:** [ct.de/y2ht](http://ct.de/y2ht)

## Literatur

[1] Pit Noack, Fang das Wollknäuel, Spiele programmieren mit Python und Pygame, c't 14/2018, S. 136



Unser fertiges Spiel ist ganz bewusst nicht koloriert. Probieren Sie farbige Hintergründe und bunt eingefärbte Spielobjekte – lassen Sie Ihrer Fantasie freien Lauf.



# Robo-Platine

## Mähroboter von Husqvarna und Gardena ins Netz holen

**Automatische Rasenmäher sind eine feine Sache. Noch praktischer ist es, wenn man ihnen mit dem Handy auch von unterwegs auf die Finger schauen kann. Eine kleine Nachrüstplatine macht's möglich.**

**Von Sven Hansen**

Daß Mähroboter recht zuverlässig ihr Werk tun und ihrem Besitzer viel Herumgerenne und lästigen Grünschnitt ersparen, hat sich inzwischen rumgesprochen. Für ein einfaches Gerät muss man mindestens 500 Euro investieren, für vernetzte Modelle rufen die Hersteller jedoch oft Preise jenseits von 1000 Euro auf.

In diese Lücke stößt die Nachrüstplatine Robonect, die der Kieler Entwickler und Tüftler Fabian Harder für die Rasenmähroboter der Husqvarna-Gruppe entwickelt hat. Das Modul klinkt sich – für die bestehende Rasenmähersteuerung transparent – zwischen elektronischem Bedienfeld und Steuerelektronik ein und



Das Testobjekt, ein Sileno R100LiC, muss vor dem Einbau gründlich gereinigt werden. Die Haube des Mähers lässt sich mit sanftem Zug an den drei Aufhängepunkten abheben.



Beim Öffnen des Mähers zerstört man zwangsläufig das seitlich angeklebte Husqvarna-Garantiesiegel. Damit erlischt die Produktgarantie des Herstellers.

kann dem Mäher direkt Befehle übermitteln sowie umfangreiche Diagnoseinformationen abgreifen. Die Kommunikation nach außen geschieht per WLAN.

Ein per Robonect gepimpter Mäher lässt sich komfortabel per Web-Interface programmieren und über den integrierten Fernzugriff auch von unterwegs kontrollieren. Auf der sauber aufgebauten Robonect-Platine werkelt ein ARM-Cortex-M-Prozessor (STM32) mit 72 MHz. Der WLAN-Chipsatz von Tensilica (L106) kann parallel zwei Verbindungen im 2,4-GHz-Band aufrechterhalten. Wichtig: Mit dem Selbsteinbau erlischt jegliche Garantie seitens des Herstellers. Mit etwas Glück findet man vielleicht einen Fachhändler, der den Einbau übernimmt. Lizensierte Husqvarna-Händler sind allerdings explizit angewiesen, ausschließlich Originalzubehör zu verbauen.

## Testeinbau

Robonect funktioniert mit einem Dutzend Mähern aus Husqvarnas Automower-Serie, mit den meisten Mährobotern der Unternehmensstochter Gardena sowie denen der Husqvarna-Töchter Flymo und MacCulloch. Unser Testobjekt ist ein Gardena Sileno (R100LiC). Zunächst gilt es, das Modul in den Mäher einzubauen. Die dafür nötigen Klebepads und Kabel sind mitgeliefert; weil es fünf mögliche Kabelsätze gibt, muss man schon bei der Bestellung sein Mähermodell angeben.

Der Sileno-Mäher von Gardena, der weitgehend der 300er-Serie von Husqvarnas Automower entspricht, erweist sich als äußerst servicefreundlich. Obwohl er eigentlich direkt im Baumarkt gekauft wird, lässt er sich wie die über Fachhändler vertriebenen Husqvarna-Mäher zu

Wartungszwecken leicht öffnen. Vor dem Lösen der Schrauben sollte man den Rasenmäher gut reinigen, um den Innenbereich nicht zu verschmutzen.

Die Stoßhaube lässt sich mit sanftem Zug abheben, das nach innen geführte Kabel kann man leicht lösen. Die Torx-Schrauben der Basiseinheit sind gut zugänglich. Nicht alle Modelle sind derart leicht zu knacken, im Zweifelsfall hilft vor dem Kauf ein Blick auf YouTube, um den Installationsaufwand abschätzen zu können.

Ist die Haube geöffnet, zieht man zunächst den Stecker für die Stromversorgung, um die Steuerelektronik beim Einbau nicht zu beschädigen. Nun löst man den Pfostenstecker der oberen Bedieneinheit und verbindet ihn mit dem Robonect-Modul, das man wiederum mit der Steuerplatine des Mähers verbindet. Über zwei Klebepads befestigt man Robonect nun im Innern des Mähers und baut ihn – nach einem kurzen Funktionstest – wieder zusammen. Die gesamte Prozedur ist in einer Stunde erledigt.

## Einrichtung

Robonect bezieht seine Energie (42 mA) direkt aus dem Akku des Mähers und bootet automatisch, sobald es mit dem Strom verbunden ist. Das Modul spannt im Auslieferungszustand ein offenes WLAN auf, über das der Erstzugriff läuft. Ein Webserver generiert die Robonect-Webseite, über die man alle Informationen abrufen und Einstellungen vornimmt.

Als erstes integriert man das Modul ins eigene WLAN. Dabei lässt sich die Access-Point-Funktion dank der Dual-WLAN-Fähigkeit weiter aktiv halten und mit einem Passwort belegen, falls man

den Mäher einmal außerhalb der Reichweite des Routers ansprechen möchte.

Das Web-Interface bietet deutlich mehr Konfigurationsmöglichkeiten als die originale Bedienoberfläche. So lässt sich die Alarmfunktion des Mähers detailliert einstellen oder der sogenannte Spiralschnitt aktivieren, bei dem der Mäher einen Reigen tanzt, sobald er punktuell auf einen hohen Widerstand (hohes Gras) stößt. Das Feature ist über die Gardena-Oberfläche gar nicht aktivierbar. Selbst Standardaufgaben wie das Setzen von Timern oder das Einstellen unterschiedlicher Ausfahrtswinkel für den Mäher gehen über das Web-Interface deutlich leichter von der Hand als mit der etwas trügen Original-App.

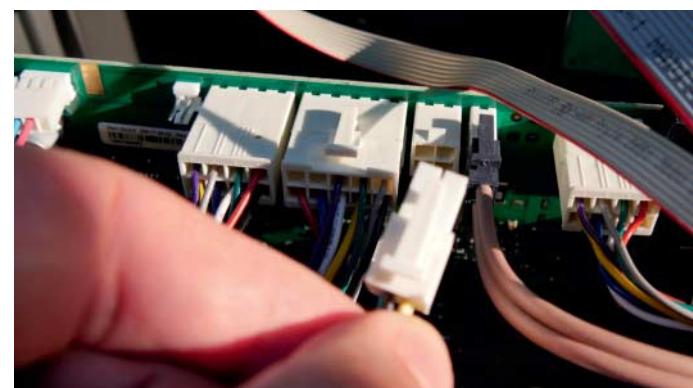
Die Diagnoseinformationen, die der Mäher über das Web-Interface preisgibt, lassen kaum Wünsche offen: Livedaten zur Motorleistung auf den zwei Lenkachsen, ausführliche Informationen zur Akkukapazität und den Be- und Entladezyklen, Laufzeit seit dem letzten Messerwechsel oder eine Statistik zur Dauer der Suche nach dem Rückführungsdrat für die Heimfahrt zur Ladestation. Auf der Platine steckt zudem ein zusätzlicher Temperatur-/Feuchtesensor, der über den Zustand im Gehäuseinnern informiert.

## Smart-Home-Brücke

Der Entwickler hält ein Web-to-SMS-Gateway vor, über das man sich Statusinformationen aufs Handy schicken lassen kann – derzeit noch kostenfrei. Darüber hinaus kann man seinen Mäher für den integrierten Fernzugriffsdienst freigeben; das gesamte Web-Interface steht danach über den DynDNS-Dienst des Herstellers nach dem Muster <wunschname>.mower.



Sind alle Torx-Schrauben gelöst, lässt sich der Mähroboter leicht öffnen. Im hinteren Bereich liegt die Steuerelektronik, das Bedienfeld ist mit einem Flachbandkabel angeschlossen.



Vor dem Einsetzen des Robonect-Moduls muss man die Verbindung zum im Mäher integrierten Akku kappen, um die Steuerelektronik nicht zu beschädigen.



Das Web-Interface des Robonect-Moduls gewährt Zugriff auf sämtliche Parameter und gibt umfangreiche Diagnoseinformationen aus.

online zur Verfügung. Vor der Freigabe sollte man allerdings unbedingt Benutzername und Passwort setzen, um das Gerät vor unbefugten Zugriffen von außen zu schützen. Beim derzeitigen Stand der Firmware ist eine Passwortvergabe leider nicht obligatorisch.

Für die Einbindung in komplexere Smart-Home-Installationen wie FHEM oder OpenHab stehen ein Push-Dienst und ein MQTT-Service bereit. Über beide Wege kann Robonect Statusmeldungen senden oder – per MQTT – Steuerbefehle entgegennehmen. So lässt sich der Rasenmäher im Smarthome-Verbund automatisch in Parkposition bringen, sobald der Regensensor anschlägt.

Von Robonect gibt es eine App für Android, die allerdings – bis auf die praktischen Widgets – keine zusätzlichen Funktionen bringt. Die Robonect-Seite ist responsiv gestaltet und lässt sich problemlos auch über Smartphone abrufen.

Kleines Fun-Feature: Mit der aktuellen Version 1.0 Beta6 hat Entwickler Harter eine Fernsteuerungsmöglichkeit hinzugefügt. Mit ausgeschalteten Stoßsensoren lässt sich der Rasenmäher damit per virtuellem Joystick am Rechner oder mit dem Lagesensor des Handys über den Rasen scheuchen. Vorsicht: Er ignoriert dabei auch seinen Begrenzungsdraht und würde selbst vor dem Pool nicht hält machen. Bis zum ersten offiziellen Rasen-

mäherrennen dürfte es nicht mehr lang hin sein. Das Modul bietet zwei Schnittstellen als Erweiterung. Im Webshop ist bereits eine Kamera zu haben, für deren Einbau man allerdings weitere Modifikationen am Mäher-Chassis vornehmen muss. Ein GSM-Modul, um den Mäher unabhängig vom WLAN ins Netz zu stellen, ist in Planung.

## Fazit

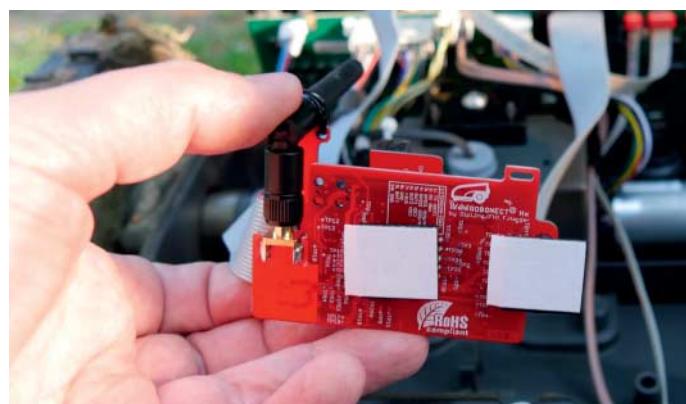
Wer mit dem Robonect ein Offline-Modell pimpt, bekommt ein fettes Funktions- und Komfort-Update: übersichtliche Konfiguration, Fernsteuerung, Alarmierung auf Handy und noch mehr.

Doch auch für bereits vernetzte Modelle kann sich die Anschaffung lohnen. Während man bei den vernetzten Gardena-Mähern ganz auf die Steuerung über die etwas karge App beschränkt ist, bietet das Robonect-Hx-Modul zahlreiche Verknüpfungsmöglichkeiten zum smarten Heim. Da ein Parallelbetrieb möglich ist, muss man nicht einmal eine Entweder-oder-Entscheidung treffen.

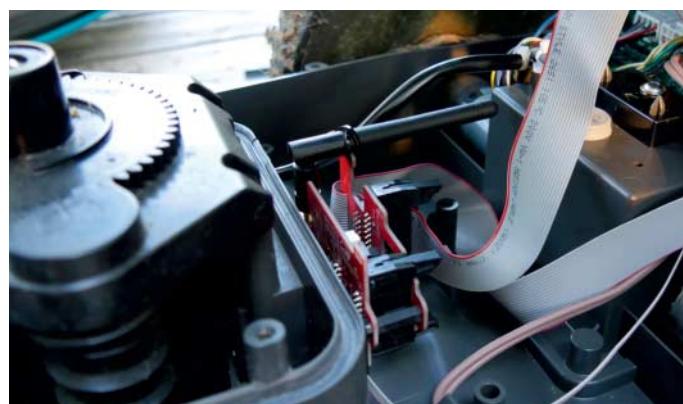
Den im Robonect-Shop angegebenen Preis von 180 Euro kann man durch Eingabe des Gutscheincodes „Forum80“ zur Zeit um 60 Euro drücken. Spätestens, wenn ein Mäher aus der Herstellergarantie gefallen ist, gibt es kaum ein Argument gegen das Modul. (sha@ct.de) **ct**

## Robonect Hx

Rasenmäher-Modul	
Hersteller	Robonect, robonect.de
Kommunikation	2 × WLAN, (2,4 GHz)
Stromaufnahme	42 mA
Preis	180 €



Nachdem man Robonect zwischen Steuerelektronik und Bedieneinheit montiert hat, lässt sich das Modul mithilfe der Klebe-Pads im Rasenmäher befestigen.



Am Ende der einstündigen Prozedur ist das Robonect-Modul im Gardena-Mäher sicher befestigt. Nach einem kurzen Funktionstest kann man den Roboter wieder verschließen.

Anzeige



# USB-Horchposten

## RTL-SDR: Günstige Breitbandempfänger einfach installiert

**Alternative Treiber verwandeln 10-Euro-USB-Sticks mit DVB-T-/DAB-Chip in universelle Empfänger von 24 bis 1766 MHz, die sogar Digitalfunk hörbar machen.**

**Von Andrijan Möcker**

**D**VB-T-Sticks mit dem RTL2832U-Chip können mehr als nur Fernsehen empfangen. Wenn man die richtigen Treiber installiert, werden die Sticks zu Breitbandempfängern, die Sprechfunk von 24 bis 1766 MHz empfangen – analog wie digital.

In der Bastlerwelt hat sich für die 2011 entdeckte Funktionalität des Chips der

Name RTL-SDR (Realtek-Software-Defined-Radio) etabliert. Wir erklären Ihnen, wie Sie die notwendigen alternativen Treiber installieren und die Empfänger-Software SDR-Sharp einrichten und bedienen. Außerdem erfahren Sie, welche Frequenzbereiche spannend sind und wie Sie mit DSD-Plus digitalen Sprechfunk (D-Star/DMR, unverschlüsselt) hörbar machen.

### Tuner & Sticks

In den meisten RTL-SDR-Sticks steckt der R820T2-Tuner von Rafael Micro, der den Frequenzbereich von 24 bis 1766 MHz abdeckt. Andere Tuner, wie den Fitipower FC0013 (22-1100 MHz), die kleinere Variante FC0012 (22-948,6 MHz) und den früher beliebten Elomics E4000 (52-1100 MHz, 1250-2200 MHz), findet man heute seltener.

Der „SDR/DVB-T+DAB+FM Stick“ kommt ursprünglich von der Firma eZcap, man erhält ihn aber ohne Branding bei einer Vielzahl von Online-Händlern. Der Preis von 6 Euro aus Fernost und rund 10 Euro vom lokalen ebay-Händler macht ihn zum günstigsten RTL2832U-Empfänger-Stick. Er hat einen MCX-Antennenanschluss, meist liegt auch eine Antenne im Set, die im UHF-Bereich (~400-800 MHz) akzeptablen Empfang liefert. Adapter, um andere Antennen anzuschließen, gibt es seltener dazu – kurze Kabel oder Adapterstücke erhält man jedoch für wenig Geld. Wer beispielsweise eine Antenne für terrestrisches Fernsehen oder UKW-Radio auf dem Dach hat, kann diese mit einem IEC-zu-MCX-Adapter verbinden. Links zu Angeboten für gängige Adapter finden Sie unter [www.ct.de/y2u7](http://www.ct.de/y2u7).

Bei uns zeigte der „SDR+DAB+FM Stick“ lediglich eine Einschränkung: Die Platine befindet sich ohne Wärmekopplung oder Kühlkörper im Plastikgehäuse, weshalb sie ihre Wärme schlecht abgibt. Dies führt nach kurzer Zeit zur Frequenzverschiebung um bis zu 200 Kilohertz. Trotzdem taugt der Empfänger für Einsteiger. Wer nur UKW-Radio oder Amateurfunk hören möchte, wird die Verschiebung kaum bemerken.

Seit einiger Zeit liefern Hersteller auch RTL-SDR-Varianten, die speziell auf den Einsatz als Software-Empfänger abgestimmt sind – primär durch bessere Wärmeabfuhr und hochwertigere Bauteile.

Der NESDR Smart von NooElec kostet bei Amazon ohne Antennen 26 Euro. Die Platine bestückt der Hersteller mit

einem Kühlkörper, der die Wärme wesentlich besser an das Alu-Gehäuse weitergibt. Der verbaute Oszillator ist zudem temperaturstabilisiert und wir konnten auch bei längerem Betrieb keine Verschiebung feststellen. Der Stick hat einen SMA-Anschluss – dieser ist deutlich stabiler als MCX. Wer sechs Euro drauflegt, erhält einen Antennenfuß sowie zwei Antennen-elemente für den UHF-Bereich und ein Teleskopstück. Den Empfänger gibt es außerdem als Nano-Variante.

## Treiber-Installation

Da der RTL2832U die Basis jedes RTL-SDR ist, sind die Installationsschritte für alle Modelle gleich. Die Treiber erkennen den verwendeten Tuner automatisch – sie erfordern keine weiteren Installationen oder Anpassungen.

Die einsteigerfreundlichste Software für den RTL-SDR ist SDR# (Englisch, gesprochen „SDR Sharp“). Die Firma AirSpy bietet das kostenlose Programm inklusive allen erforderlichen Treibern ([www.ct.de/y2u7](http://www.ct.de/y2u7)).

Laden Sie das „Windows SDR Software Package“ herunter und extrahieren Sie alle Dateien aus dem ZIP-Paket in einen Ordner, den Sie anschließend öffnen. Starten Sie das „install-rttsdr“-Skript – es lädt die erforderlichen Bibliotheken und Treiber für den RTL2832U herunter und legt sie im Ordner ab.

Stecken Sie den Empfänger-Stick an einen freien USB-Port Ihres Rechners. Windows wird zunächst den Standard-

Treiber des Chips installieren. Warten Sie die Installation ab. Danach starten Sie das Treiberinstallationsprogramm „zadig.exe“ und gewähren ihm Administratorrechte. Dort wählen Sie im Menü „Options“ den Punkt „List All Devices“ und anschließend im Ausklappmenü des Hauptfensters den RTL-SDR. Je nach Hersteller heißt dieser dort „Generic RTL2832U“ oder „Bulk-In, Interface (Interface 1)“. Klicken Sie auf „Replace Driver“, um den Treiber des Chips zu ersetzen. Die erfolgreiche Installation meldet Zadig im Popup. Danach können Sie das Programm schließen.

Fehlt der Stick im Zadig-Menü, öffnen Sie über die Systemsteuerung den Gerät-Manager und prüfen, ob der Stick von Windows erkannt wurde. Bei aktivem Windows-Treiber taucht dieser unter „Audio, Video und Gamecontroller“ auf. Stecken Sie den Stick gegebenenfalls in einen anderen USB-Port.

## SDR-Sharp

SDR-Sharp können Sie direkt nach erfolgreicher Treiber-Änderung starten. Klicken Sie dazu auf die gleichnamige Exe-Datei im Ordner.

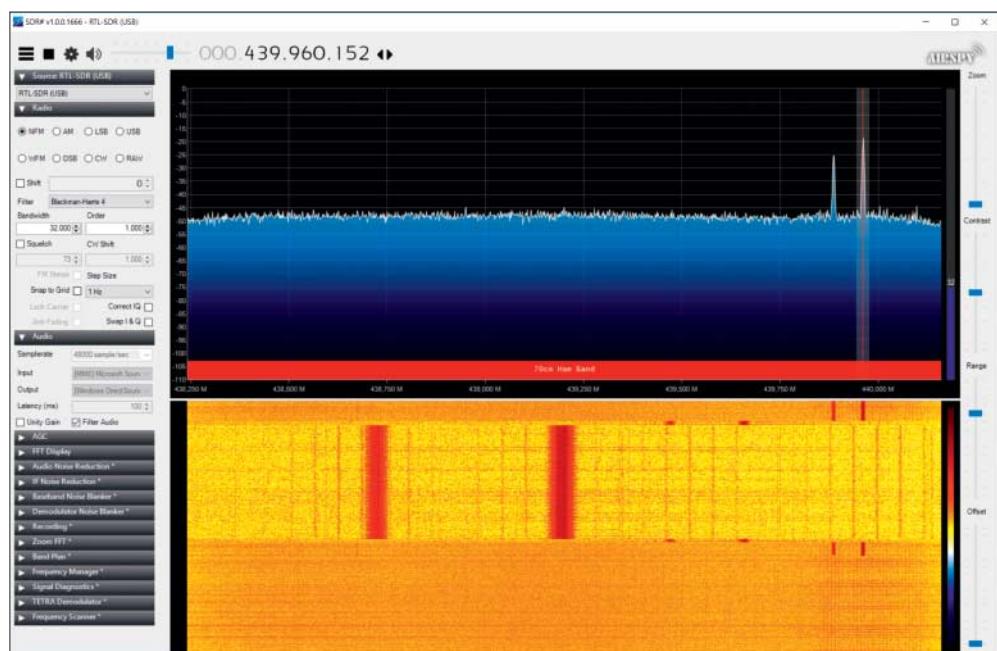
Wählen Sie auf der linken Seite in der obersten Registerkarte „Source“ die Einstellung „RTL-SDR (USB)“ und öffnen Sie die Empfänger-Einstellungen über das Zahnrad oberhalb des Menüs. Hier setzen Sie den Haken bei „RTL AGC“ und „Tuner AGC“ (Automatic-Gain-Control, Automatische Verstärkeranpassung), so-

dass RTL-Chip und Tuner ihre Vorverstärker an die Signalstärke der empfangenen Träger anpassen. Belassen Sie die restlichen Einstellungen und schließen Sie das Fenster.

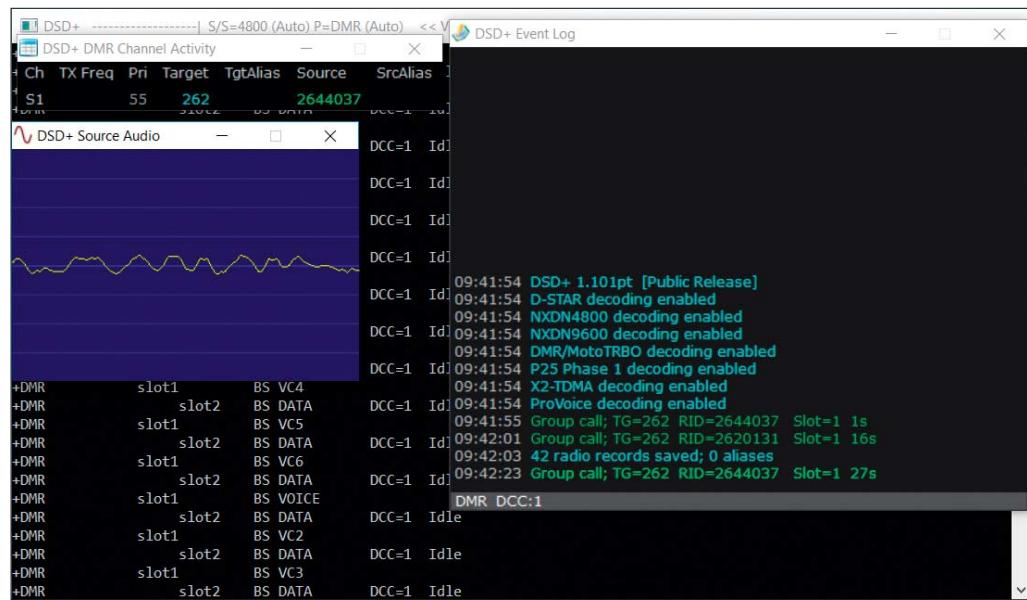
Um blank liegende Nerven durch lautes Rauschen zu vermeiden, ziehen Sie zunächst den Lautstärkeregler in der oberen Zeile ganz nach links. Anschließend starten Sie den Empfänger mit dem Play-Button links neben dem Zahnrad und stellen die Lautstärke auf ein angenehmes Niveau.

SDR-Sharp startet im UKW-Rundfunkbereich. Hier können Sie die Bedienung üben: Der demodulierte Bereich wird durch einen roten Mittenstrich dargestellt. Klicken und halten Sie den Strich und ziehen Sie ihn durchs Spektrum, um die Frequenz zu wechseln. Um nicht an die eingestellte Schrittgröße („Step Size“) gebunden zu sein, entfernen Sie den Haken bei „Snap to Grid“. Rechts und links des Striches befinden sich zwei weiße Flächen, sie zeigen die Empfangs-Bandbreite. Um diese zu vergrößern oder zu verkleinern, ziehen Sie die Seiten auseinander oder zusammen. Je enger Sie die Bandbreite auf einen Träger abstimmen, desto weniger Rauschen bleibt im Hintergrund.

Um das gezeigte Spektrum zu verändern, ziehen Sie an der Frequenzzeile oberhalb des Wasserfalls. Die obere Frequenzanzeige eignet sich besser für größere Frequenzsprünge. Hier können Sie jede Stelle der Frequenz einzeln ändern,



Links Einstellungen und Plug-ins, rechts Spektrum, Frequenz-anzeigen und Wasserfall-Diagramm: SDR-Sharp besticht Einsteiger mit einfacher und übersichtlicher Bedienung.



DSD-Plus dekodiert digitalen Sprechfunk verschiedener Betriebsarten. Die gebräuchlichsten Amateurfunk-Standards D-Star und DMR sind dabei.

indem Sie auf den oberen oder den unteren Teil der Zahl klicken.

Das Plug-in „Band Plan“ ändert anhand eines Frequenzplans für die USA automatisch Modulationsart und Bandbreite. Stört das, öffnet man im linken Feld die Einstellungen des Plug-ins und entfernt den Haken bei „Auto update radio settings“.

## Amateurfunk

Der Amateurfunk ist ein lizenziertiger öffentlicher Funkdienst, der von Hobbyisten weltweit betrieben wird. Relaisfunkstellen sind ein Hauptbestandteil des Dienstes. Sie steigern die Reichweite durch Wiederaussendung empfangener Signale auf einer anderen Frequenz und werden meist im 2-m- und im 70-cm-Band von Amateurfunk-Vereinen betrieben.

Unter <https://repeatermap.de> finden Sie eine Karte mit Relaisfunkstellen in Deutschland und einigen anderen Ländern. Wenn Sie ein Relais in Ihrer Nähe gefunden haben und im Eintrag „Mode“ die Betriebsart „FM“ steht, ändern Sie die obere Frequenzanzeige in SDR-Sharp einfach auf die Ausgabefrequenz. Ändern Sie die Modulation gegebenenfalls auf „NFM“.

Relais senden ihr Rufzeichen auch ohne Funkverkehr im Abstand von 10 Minuten als Sprachansage oder Morse-Code. Wenn Sie darauf warten wollen, aktivieren Sie die Rauschsperre (Squelch) und passen den Wert so lange an, bis dieser leicht oberhalb der Rauschgrenze liegt. Die Rauschsperre öffnet den Lautsprecher erst, wenn ein Träger-Signal erkannt wurde.

## Digitaler Amateurfunk

Listet der Eintrag „D-Star“ oder „DMR“ als Betriebsart, hilft die Decoder-Software DSD-Plus. Mit Virtual-Audio-Cable (VAC) verbinden Sie DSD-Plus mit SDR-Sharp. Laden Sie VAC und DSD-Plus herunter ([ct.de/y2u7](http://ct.de/y2u7)) und führen Sie die VAC-Installation mit den vorgeschlagenen Standard-Einstellungen aus.

Stoppen (Play-/Stop-Button) Sie SDR-Sharp und stellen Sie links in der Registerkarte „Audio“ den „CABLE Input“ als Ausgang ein. Entfernen Sie den Haken bei „Filter Audio“, damit das Digitalsignal nicht verfälscht wird. Anschließend starten Sie SDR-Sharp wieder und öffnen über den Lautsprecher rechts in der Windows-Taskleiste die Einstellungen der Aufnahmegeräte. Suchen Sie in der Liste „CABLE Output“ und stellen Sie das Gerät über das Rechtsklick-Menü als Standardgerät ein. Danach entpacken Sie die DSD-Plus-ZIP-Datei und starten die DSDPlus.exe.

Das Programm öffnet vier Fenster und zeigt das eingehende Audiosignal, das Decoder-Log, laufende Gespräche inklusive Gesprächsgruppe und ein Er-

eignisprotokoll. Wenn das ausgegebene Signal kaum verständlich ist und das Decoder-Log ständig „Error“ anzeigt, passen Sie zunächst die Bandbreite an den Träger des Relais an. Diese beträgt bei Schmalband-D-Star-Relais 6 kHz, bei DMR 12,5 kHz. Hilft dies nicht, passen Sie die Lautstärke in SDR-Sharp an.

## Illegales Abhören

Zwar lassen sich viele analoge oder unverschlüsselte digitale Funkdienste problemlos empfangen. Trotzdem gilt das Abhörverbot nach Paragraf 89 des Telekommunikationsgesetzes für nicht öffentliche Frequenzbereiche. Dazu gehört beispielsweise der Flug-, Schiffs-, Betriebs- oder BOS-Funk. Landet man unbeabsichtigt auf den Frequenzen und bekommt Informationen mit, verpflichtet dies zur Geheimhaltung. Wer das missachtet, riskiert Geld- und Haftstrafen. Zum Glück gibt es genügend anderen Funkverkehr, den man ganz legal mithören kann. (amo@ct.de) **ct**

**Links zu Sticks, Antennen, Adapter und Software:** [ct.de/y2u7](http://ct.de/y2u7)

## Frequenzübersicht

Interessante Frequenzbereiche, die Sie mit dem RTL-SDR und SDR# (legal) entdecken können		
87,5 bis 108 MHz	UKW-Rundfunk	Frequenzbereich für analoges WFM-Radio
144 bis 146 MHz	2-m-Amateurfunkbereich	primär analoge Sprache (NFM / USB), gelegentlich digitale Betriebsarten
149,0250 bis 149,1125 MHz	Freenet (Jedermannfunk)	primär analoge Sprache (NFM), digital (dPMR, DMR) jedoch erlaubt
433,05 bis 434,775 MHz	Industrial-Science-Medical	primär proprietäre Datenübertragungen von Wetterstationen, Funkschlüsseln, Funksteckdosen und so weiter, selten analoge Sprache
430 bis 440 MHz	70-cm-Amateurfunkbereich	analoge Sprache (NFM / USB) und immer öfter digitale Betriebsarten wie DMR und D-Star
446,00625 bis 446,19375 MHz	PMR446 (Jedermannfunk)	primär analoge Sprache, digital (dPMR, DMR) jedoch erlaubt

Anzeige

# Lesehilfe

## TLS und QUIC zur Verkehrslenkung analysieren

**Gut für die Privatsphäre, schlecht für die Verkehrssteuerung: Immer mehr Internet-Anwendungen nutzen verschlüsselte Protokolle. Mit einiger Mühe kann man manche immer noch bestimmten Diensten zuordnen. Aber vielleicht geht bald auch das nicht mehr. Das hätte Folgen für Server- und Netzbetreiber.**

**Von Martin Winkler**

Der Anteil der verschlüsselten Internet-Verbindungen nimmt immer mehr zu, denn Außenstehende sollen nicht mitlesen können. Was gut ist für die Wahrung der Privatsphäre, behindert jedoch die Verkehrslenkung – Netzbetreiber klagen, dass sie nicht wissen, wie sie bei verschlüsselten Übertragungen die erforderliche Dienstequalität gewährleisten sollen.

Bei unverschlüsselten Paketen geht das so: Ein Provider-Router kann zum

Beispiel Browserbefehle wie „HTTP GET“ als Auslöser nutzen, um auf die zugehörige Antwort des Web servers zu warten. Steckt darin eine MIME-Type-Option mit der Angabe „application/octet-Stream“, handelt es sich sehr wahrscheinlich um einen Download. Downloads sind nicht zeitkritisch, sodass sie Router bei hohem Verkehrsauftreten schadlos ein wenig drosseln dürfen. Steht im MIME-Type hingegen „video/mp4“, handelt es sich um einen Video-Stream. Video-Streams priorisiert der Router bei einem Stau höher und vermeidet so Rückler bei der Wiedergabe.

Auch Betreiber von großen Webservern profitieren von unverschlüsselten Protokollen. So können sie unter einer einzigen IP-Adresse viele Domains und Webseiten anbieten (virtuelles Hosting). Vorgesetzte Load-Balancer werten die Klartextanfragen der Browser aus und leiten sie zur angeforderten Webseite.

Dafür teilt der Client dem Server beim Verbindungsaufbau den HTTP-Host mit. Anhand dieser Angabe weiß der Load-Balancer, welcher Server gemeint ist und der Server, welche Webseite geliefert

werden soll. Und da Browser nicht wissen können, ob ein Server mehr als eine Webseite vorhält, schicken sie die HTTP-Host-Angabe immer mit. Das schreibt die Spezifikation HTTP 1.1 vor.

Das kann man auch bei der Analyse von TLS-Verbindungen nutzen. Das liegt daran, dass Webseiten individuelle Zertifikate verwenden und der Server wissen muss, welches er dem Browser senden soll.

Dafür nutzt TLS im ersten Client-Paket (client\_hello, CHLO) die Server Name Indication (SNI). Und darin steht der HTTP-Host im Klartext. So kann man auch die SNI nutzen, um mehreren Servern, die TLS-verschlüsselte Webseiten ausliefern, einen Load-Balancer voranzustellen.

Netzbetreiber können den HTTP-Host nutzen, um zumindest manche TCP-Streams zu unterscheiden. Wenn ein Browser zum Beispiel eine YouTube-Domain anfragt, wird der Server vermutlich ein Video ausliefern und der Betreiber kann den zugehörigen Stream höher priorisieren.

### Verschärfte Verknotung

Auch beim neuen, von Google in Gang gebrachten Transportprotokoll QUIC gibt es diese Möglichkeit. QUIC-Clients kommunizieren mit dem Server per UDP; die Übertragung ist anhand der Ziel-IP-Adresse und -Portnummer definiert. Darüber kann QUIC mehrere logische Verbindungen aufbauen. Sie entsprechen einzelnen TCP-Verbindungen mitsamt Flusskontrolle und Fehlerkorrektur.

Bei der Aushandlung erhält jede Verbindung eine individuelle, meist 64-

Obwohl verschlüsselnde Protokolle die Nutzdaten und damit die Art der Anwendung verbergen, lässt sich aus den spärlichen restlichen Daten das eine oder andere ableiten. In diesem Wireshark-Screenshot zum Beispiel der HTTP-host\_name des Servers, von dem der Client Daten herunterladen möchte.

## Was sich Google bei QUIC gedacht hat

Webseiten bestehen aus vielen kleinen Elementen (Bilder, CSS-Dateien, Skripte), die einzeln und oft von verschiedenen Servern geladen werden müssen. Da jeder einzelne Zugriff Zeit kostet (Aufbau der TCP-Verbindung, Übertragung der HTTP-Anfrage, Warten auf die Antwort), will man eigentlich alle HTTP-Anfragen gleichzeitig verschicken können. Diese Idee verfolgt zum Beispiel HTTP 2.0.

Aber HTTP 2.0 ist beim Aufbau von TLS-Verbindungen genauso langsam wie HTTP 1.1 und ebenso stark gegen Übertragungsfehler anfällig. Wenn man nämlich mehrere logische HTTP-Verbindungen

über eine TCP-Verbindung abwickelt, sind diese aus Sicht von TCP ein einziger Datenstrom. Tritt nun ein Übertragungsfehler auf, fordert der TCP-Stack des Clients das vermisste Paket neu vom Server an.

Bis das angekommen ist, vergeht eine Weile. In der Zwischenzeit treffen weitere Pakete ein. Diese kann der TCP-Stack des Clients aber erst dann an den Browser weitergeben, wenn auch das neu angeforderte Paket angekommen ist. Das bremst alle logischen HTTP-Verbindungen aus (head-of-line blocking).

Eine Lösung wäre, für jede HTTP-Verbindung eine eigene TCP-Verbindung

zu erzeugen. Doch das kostet auf der Serverseite Ressourcen. Deshalb will Google alle Probleme mit einem einzigen neuen Protokoll lösen: Aufbau aller Übertragungs-Layer in einem Schritt (Verbindung, Verschlüsselung, HTTP), Ende-zu-Ende-Verschlüsselung, mehrere von-einander unabhängige logische HTTP-Verbindungen.

QUIC bündelt im Prinzip Kerneigenschaften von TCP, TLS und HTTP zu einer Transportschicht für HTTP. Für HTTP-Requests und Responses verwendet QUIC separate Streams. Davon kann es mehrere gleichzeitig geben.

bittige Connection-ID. Über diese logischen Verbindungen können Client und Server mehrere HTTP-Requests gleichzeitig versenden und beantworten – so werden Webseiten spürbar schneller geladen. Warum das so ist, haben wir im Kasten „Was sich Google bei QUIC gedacht hat“ zusammengefasst.

Auch QUIC schickt am Anfang einer Übertragung einen Client-Hello-Datenblock (CHLO). Dieser enthält wiederum die Server Name Indication (SNI). So kann der Server das richtige Zertifikat ausliefern. Außerdem braucht er das SNI für „Server Pushes“. Damit sind Daten gemeint, die der Server unaufgefordert schickt (Bestandteil der Spezifikation HTTP 2.0). Ohne den SNI wüsste der Server bei einer Virtual-Hosting-Konfiguration nicht, welche Push-Daten er schicken soll.

Das erste Byte eines CHLO enthält Flags mit Angabe der Länge der Connection-ID und der „packet number“. Außerdem führt eine Flagge auf, ob das Feld der QUIC-Protokollversion enthalten ist. Da QUIC manche Optionen erst aushandelt, wenn es die Version der Gegenseite kennt, kann man davon ausgehen, dass im ersten Block diese immer mitgeschickt wird. Oder anders gesagt: Ohne Versionsfeld sollte man den Block nicht als QUIC einstufen.

Es folgen 12 Hash-Bytes und 1 Frame-Type-Byte. Bits 0 bis 4 geben die Länge der Stream-ID und des Stream-Offset an. Danach folgt der 4 Byte lange CHLO. Findet man einen solchen, kann man den Datenblock mit hoher Wahrscheinlichkeit QUIC zuordnen.

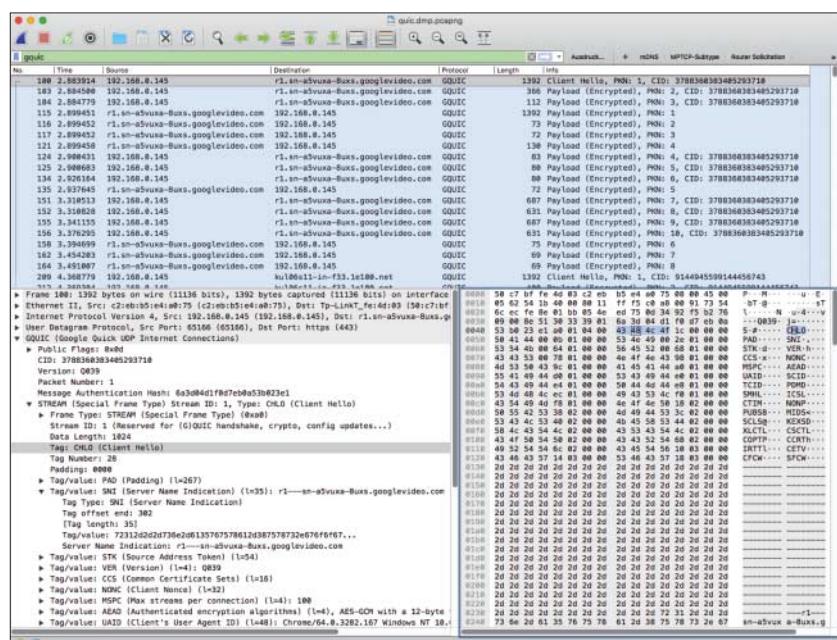
4 Bytes später folgt eine Liste von optionalen, je 4 Byte langen Zusatzinfos. Sie geben an, um welchen Typ es sich handelt und an welchem Offset im Client-Hello-Block diese Info steht. Suchen Sie nach „S“, „N“, „I“ und „O“ – damit ist die „Server Name Indication“ gemeint.

## Böse Leser

Google nutzt QUIC schon seit einiger Zeit, obwohl die Spezifikation noch nicht fertig ist. Auch den Entwicklern ist klar, dass in der SNI Metadaten stecken, die

Dritte für heimliche Analysen verwenden können. Deshalb diskutieren sie, ob die SNI abgeschafft werden soll. Ein Argument dagegen ist, dass der IPv4-Adressraum extrem knapp, die Alternative IPv6 aber noch nicht genügend verbreitet ist. Deshalb käme der Verzicht auf die SNI Betreiber von virtuellen Servern teuer – wenn sie denn überhaupt noch genügend IPv4-Adressen für ihre Infrastruktur erhalten würden. (dz@ct.de) ct

Weiterführende Infos: [ct.de/ymrq](http://ct.de/ymrq)



Das von Google entwickelte QUIC-Protokoll gibt sich noch zugeknöpfter als TLS. Mit etwas Know-how findet man aber auch in dessen Datenstrom die Server Name Indication.

# ESP-Überallklingel

## IoT-Klingel mit Fritzbox-Anbindung

**Ob Gäste oder Postbote: Verpasstes Türklingeln ist doof. Mit dem ESP-8266 lösen Sie das Problem. Der WLAN-Mikrocontroller gibt das Klingelsignal an die Telefone der Fritzbox weiter. Dank sparsamem Akkubetrieb ganz ohne Strippenziehen.**

**Von Andrijan Möcker**

Vor rund einem Jahr haben wir in c't 17/2017 ab Seite 84 gezeigt, wie Sie Ihre Türklingel über den Raspberry Pi mit den Telefonen an Ihrer Fritzbox verbinden. Seitdem erreichten uns immer wieder Zuschriften, in denen Leser nach einer akkubetriebenen Alternative fragten. Der Raspberry Pi eignet sich mangels Energiesparmodus nicht dafür.

Der WLAN-Mikrocontroller ESP8266 hingegen besitzt einen Deep-Sleep-Mode, in dem sich sein Stromverbrauch auf einige Mikroampere reduziert. Zwar gibt es noch keine funktionierende SIP-Bibliothek für die Kommunikation mit den Telefonen an der Fritzbox. Wir entdeckten jedoch eine Bibliothek für TR-064, eine auf XML und HTTP basierende Konfigurationschnittstelle für Router, im Repository des GitHub-Users Aypac. Ein Beispiel von Aypac und die AVM-Dokumentation zeigen: Anrufe lassen sich per TR-064 sowohl initiieren als auch beenden. Das ist Voraussetzung, um die Klingel von einem Telefonanruf zu unterscheiden.

Außerdem haben wir MQTT [1] in unser Beispiel integriert, sodass Besitzer einer MQTT-fähigen Hausautomationssoftware wie Node-Red [2] beliebige weitere Aktionen auslösen können.

### ESP & Stromversorgung

Am einfachsten klappt die Installation mit einem ESP8266 auf einer Platine mit aufgelötetem USB-Seriell-Konverter: Den

Wemos D1 mini erhält man für rund 4 Euro. Um ihn zu programmieren, benötigt man nur noch ein Mikro-USB-Kabel. Durch zusätzliche Komponenten auf der Platine verbraucht er rund 90 µA – etwa 70 µA mehr als ein „nackter“ ESP8266. Bei 1000 mAh Akkukapazität erreicht man trotzdem mehr als ein Jahr Laufzeit.

Wer bereits Jumper-Kabel, ein Steckbrett und einen USB-Seriell-Konverter (3,3 V) besitzt, kann die ESP-Bauform beliebig auswählen. Da es viele Varianten gibt, geht dieser Artikel nur auf den Wemos D1 mini ein.

Um möglichst wenig Strom im Tiefschlaf zu verbrauchen, versorgt man den ESP direkt mit einer passenden Spannung ohne Spannungsregler. Hier reichen zum Beispiel übliche AA-Batterien. Zwei in Reihe liefern rund 3 Volt Spannung. Fertige Halterungen finden Sie im Elektronikfachhandel.

AA-Akkus mit 1,2 Volt Zellenspannung eignen sich nicht. Schaltet man sie zu dritt in Reihe, erhält man zwar brauchbare 3,6 Volt, dennoch hört der ESP8266 erst bei 2,5 Volt auf zu arbeiten. Je nach Akkumodell fällt die Spannung jeweils unter den Entladeschlusspunkt, was zu Schäden an den Zellen führt.

Sie können alternativ Lithium-Eisenphosphat-Akkus (LiFePo) verwenden. Im Format 14500 haben diese die gleichen Maße wie AA-Batterien/-Akkus. Sie liefern 3,2 Volt und haben ihren Entladeschlusspunkt meist bei 2 Volt, sodass

man sie einfach tauscht, sobald die Telefone nicht mehr reagieren, wenn die Türklingel betätigt wird. Beachten Sie, dass typische Akkuhalterungen mit zwei oder mehr Plätzen die Zellen in Reihe schalten und so bereits zwei Zellen (6,4 Volt) den ESP zerstören. Sie können jedoch Einzelräder parallel schalten.

Lithium-Ionen-Akkus bewegen sich zwar an der Toleranzgrenze des ESP, im Versuch mit 4,2 Volt zeigte der Mikrocontroller jedoch keine Auffälligkeiten.

Zum schnellen Akkutausch eignen sich 18650-Zellen. Sie sind größer als AA-Akkus, haben mehr Kapazität, benötigen aber passende Halterungen.

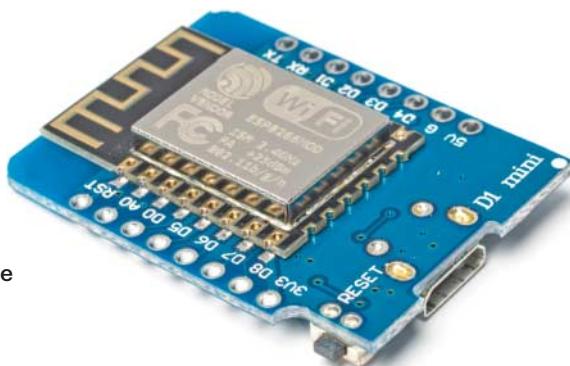
Für beide Akkutypen verwendeten wir das USB-Ladegerät „LiitoKala Lii-100“.

### Schutzschaltung

Übliche Klingeltrafos liefern Wechselspannungen zwischen 8 und 24 Volt. Solche Spannungen am ESP-Reset-Pin würden den Mikrocontroller zerstören. Besondere Kenntnisse in der Schaltungstechnik erfordert eine Trennschaltung jedoch nicht – auch Laien haben die vier Bauelementen in wenigen Minuten auf einer Lochrasterplatine zusammengelötet und parallel zur Klingel geschaltet.

Hauptbestandteil ist ein Optokoppler (PC817), der zwei Stromkreise über eine Lichtbrücke elektrisch trennt. Damit die LED des PC817 die korrekte Betriebsspannung von 1,2 Volt erhält, ist ein passender 0,5-Watt-Vorwiderstand von 330 Ohm (8 V), 560 Ohm (12 V) oder 1,2 Kilohm (24 V) erforderlich.

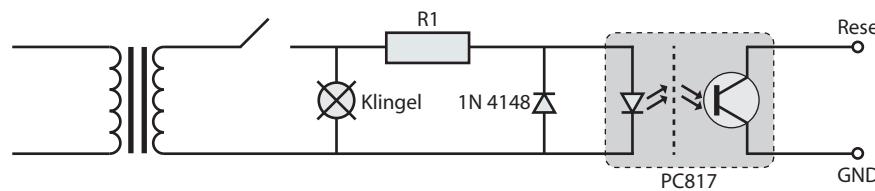
Der Vorwiderstand senkt die Spannung in Durchlassrichtung der Optokoppler-LED zwar ab, jedoch ist bei Wechselspannung auch die Gegenrichtung zu berücksichtigen. Die Durchbruchspannung der LED im PC817 beträgt lediglich 6 Volt. Eine antiparallele Diode führt die gegenläufige Wechselspannung über den



Der Wemos D1 mini (und seine Nachbauten) ist die günstigste ESP-Platine mit USB-Konverterchip.

## Schaltplan

Damit der ESP8266 nicht beschädigt wird, muss eine kleine Schaltung zwischen Klingel und Reset-Pin.



Widerstand ab und verhindert so, dass der Optokoppler beschädigt wird.

Zum Anschluss der Schaltung empfehlen sich Schraubklemmen. Sie erlauben eine schnelle Demontage, wenn die Technik einmal umziehen muss. Schalten Sie den Trafo vor der Installation zu Ihrer eigenen Sicherheit spannungsfrei.

## Fritzbox-Einstellungen

Damit der ESP der Fritzbox später Befehle erteilen kann, müssen Sie zunächst prüfen, ob TR-064 aktiviert ist. Dazu melden Sie sich auf Ihrer Fritzbox auf <http://fritz.box> an und öffnen unter „Heimnetz“, „Heimnetzübersicht“ die Registerkarte „Netzwerkeinstellungen“. Setzen Sie gegebenenfalls den Haken „Zugriff für Anwendungen zulassen“.

Um die Telefone klingeln zu lassen, steuert der ESP die Wählhilfe der Fritzbox per TR-064. Dazu benötigen Sie ein Dummy-Telefon – also eines, das nicht angeschlossen ist, für das Sie die Wählhilfe aktivieren.

Richten Sie unter „Telefonie/Telefoneigeräte“ ein neues Gerät ein. Wählen Sie beispielsweise einen freien analogen Anschluss (FON 1/FON 2) oder „ISDN-Telefon“. Ausgehende und eingehende Rufnummern spielen keine Rolle, da unser Beispiel nur den Rundruf der Fritzbox wählt. Benennen Sie das Telefon entsprechend (zum Beispiel: Haustür). Die Fritzbox fragt anschließend, ob das Telefon klingelt. Da die Fritzbox nicht prüfen kann, ob ein Telefon angeschlossen ist, benötigen Sie keines für diesen Schritt. Beantworten Sie die Frage mit „Ja“, um die Einrichtung abzuschließen.

Danach wechseln Sie im Untermenü „Telefonbuch“ in die Registerkarte „Wählhilfe“. Aktivieren Sie die Wählhilfe und tragen Sie den Türklingel-Dummy als Ziel ein. Bestätigen Sie die Einstellungen mit „Übernehmen“.

## Arduino-IDE

Um den ESP8266 zu flashen, benötigen Sie die Arduino-IDE (Download über [ct.de/ytg8](http://ct.de/ytg8)). Installieren und starten Sie die aktuelle Version. Damit die Arduino-IDE mit dem Mikrocontroller umgehen kann, müssen Sie die Board-Verwalter-URL nachtragen und die Board-Definitionen installieren. Klicken Sie dazu unter „Datei“ auf „Voreinstellungen“ und tragen unter „Zusätzliche Boardverwalter-URLs“ die Adresse ein:

```
http://arduino.esp8266.com/»
↳stable/package_»
esp8266com_index.json
```

Anschließend öffnen Sie unter „Werkzeuge/Board“ den Board-Verwalter, um die Board-Definitionen zu installieren. Geben Sie „ESP8266“ in die Suchzeile ein und installieren Sie „esp8266 by ESP8266 Community“. Danach schließen Sie den Board-Manager.

Die Bibliothek für TR-064 müssen Sie herunterladen und in den entsprechenden Arduino-IDE-Ordner kopieren. Öffnen Sie das GitHub-Repository ([ct.de/ytg8](http://ct.de/ytg8)) und klicken Sie rechts oberhalb der Dateiliste auf „Clone or download“ „Download ZIP“. Navigieren Sie im Windows Explorer zu den Arduino-Bibliotheken C:\Users\IhrNutzernname\Documents\Arduino\libraries und extrahieren Sie den Ordner „TR-064-SOAP-Library“ aus der ZIP-Datei hinein.

Wechseln Sie zurück in die Arduino-IDE und öffnen Sie „Werkzeuge“. Wählen Sie unter „Board“ die passende ESP-Variante, beispielsweise „Wemos D1 R2 & mini“, und ändern Sie „Erase Flash“ auf „All Flash Contents“. Dies löscht bei jedem Firmware-Upload den Flash und vermeidet Fehler. Stecken Sie Ihren USB-Seriell-Adapter beziehungsweise Ihr ESP8266-Board an und wählen Sie unter „Port“ die serielle Schnittstelle aus. Fehlt

diese, starten Sie die Arduino-IDE gegebenenfalls neu.

Unter [ct.de/ytg8](http://ct.de/ytg8) finden Sie das fertige Skript zum Download. Öffnen Sie es in der Arduino-IDE und ändern Sie es anhand der Kommentare. Danach klicken Sie auf den Pfeil links oben im Fenster, um die Firmware zu kompilieren und auf den ESP zu übertragen.

## Installation

Nach dem erfolgreichen Firmware-Flash startet der ESP neu und alle Telefone klingeln kurz. Je nach Klingelton Ihres Telefons müssen Sie die Verzögerung zwischen Anruf und Auflegen kürzen oder verlängern und den ESP erneut flashen, um eine eindeutige Trennung zwischen Telefonanrufen und Türklingeln zu erzielen.

Anschließend löten Sie die Akkuhalterung zwischen 3-V-Pin und Masse (GND) sowie die Trennschaltung zwischen Reset (RST) und Masse.

Für die Festmontage benötigen Sie nicht zwangsläufig ein vergleichsweise teures Gehäuse: Unsere Installation mit zwei 18650-Zellen und den beschriebenen Komponenten passte in eine große TicTac-Packung (2,49 Euro), die wir einfach mit zwei Klebestreifen auf dem Klingelgehäuse befestigten und hinter einem Vorhang verschwinden ließen. (amo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [2] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142

## Links zu Software und Bauteilen:

[ct.de/ytg8](http://ct.de/ytg8)

## Teileliste

- ESP8266  
(Wemos D1 mini, ESP-01 usw.)
- USB-Seriell-Adapter  
(extern/aufgelötet)
- Akkuhalterung
- Akku
- Ladegerät
- kleine Lochrasterplatine
- PC817-Optokoppler
- 0,5-W-Widerstand  
(je nach Spannung)
- Diode (1N4148)
- Schraubklemme



# Setup-Stick

## Windows-10-Installations-Stick erstellen

**Einen USB-Stick zu erzeugen, von dem man Windows 10 wahlweise neu oder als Upgrade installieren kann, ist schnell erledigt: Es gibt darauf spezialisierte Werkzeuge, aber es funktioniert ebenso mit Bordmitteln – Sie haben die Wahl.**

**Von Axel Vahldiek**

Während noch vor wenigen Jahren eine Betriebssystemneuinstallation oft schon am fehlenden Installationsmedium scheiterte [1], gibt es heutzutage dafür ein kostenloses Programm von Mi-

crosoft. Es lädt mit wenigen Mausklicks mal eben alles Nötige herunter und erzeugt einen bootfähigen USB-Stick. Von dem können Sie anschließend Windows 10 Home, Pro und Education installieren. Wenn Sie bereits über ein ISO-Abbild mit einem Installationsdatensatz verfügen, können Sie sich den erneuten Download sparen und stattdessen zu einem Open-Source-Programm greifen, das alles bootfähig auf den Stick verfrachtet, oder Bordmittel dafür bemühen. Die in diesem Artikel genannten Programme finden Sie über [ct.de/yhqb](http://ct.de/yhqb).

Zuerst noch ein paar Worte zum Stick: Welchen Sie verwenden, ist an sich erst mal egal, sofern er hinreichend zuverlässig arbeitet und genug Platz für alle Instal-

lationsdateien bietet. Das sind zwischen 4 und 8 GByte, ein Werbegeschenk oder ein Modell vom Grabbeltsch reichen also aus. Falls gerade kein Stick verfügbar ist: Für rund 10 Euro gibt es mittlerweile sogar schon Sticks mit 32 GByte. Verwenden Sie aber möglichst keinen Stick, dessen Größe 32 GByte übersteigt. Denn sonst drohen Probleme, die bei Sticks bis maximal 32 GByte nicht auftreten können (siehe Kasten auf S. 147).

Egal welchen der nachfolgend beschriebenen Wege Sie zum Einrichten des Sticks wählen: Er wird dabei komplett gelöscht. Stellen Sie also sicher, dass nichts Wichtiges drauf ist und stöpseln Sie alle anderen USB-Laufwerke ab, um Verwechslungen zu vermeiden.

## Methode 1: Media Creation Tool

Das Media Creation Tool (MCT) stellt Microsoft selbst seit ein paar Jahren in immer wieder aktualisierter Form zum kostenlosen Download bereit. Das weitgehend selbsterklärende Werkzeug bereitet nicht nur den Stick vor, sondern lädt zudem die Installationsdateien für die Windows-10-Editionen Home, Education und Pro herunter. Wer die noch nicht hat, kommt daher mit dem MCT am bequemsten zu einem Installationsstick.

Sie finden das MCT über [ct.de/yhqb](http://ct.de/yhqb). Klicken Sie auf Microsofts Website auf „Tool jetzt herunterladen“. Diese Schaltfläche ist allerdings nur vorhanden, wenn Sie die Seite unter Windows aufrufen. Unter Linux oder macOS bekommen Sie stattdessen nur ISO-Abbilder angeboten, da das Tool da ohnehin nicht laufen würde.

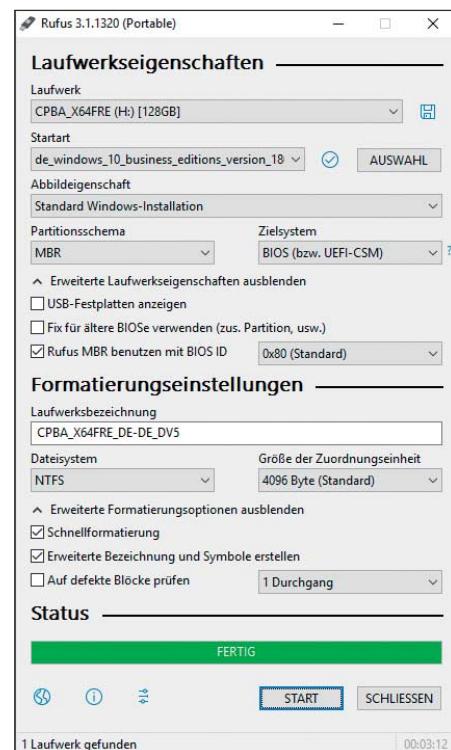
Auf der Platte landet ein kleines Programm namens MediaCreationTool1803.exe. Nach dem Start bietet es an, ein Upgrade der gerade laufenden Installation durchzuführen oder ein Installationsmedium zu erstellen – wählen Sie letzteres. Anschließend bietet das MCT die Auswahl der Sprache an und fragt, ob Sie die 32- oder 64-Bit-Installationsdateien herunterladen wollen oder aber beide. Danach können Sie Ihren Stick auswählen. Nochmals: Vorsicht, er wird dabei gelöscht. Um Verwechslungen zu vermeiden, sollten Sie alle anderen USB-Laufwerke abziehen. Nach der Auswahl des Sticks dauert es einige Zeit, bis alles heruntergeladen und auf den Stick kopiert ist.

In seltenen Fällen scheitert das Vorgehen daran, dass das MCT Ihr USB-Laufwerk nicht findet. Sofern dann nicht eine der beteiligten USB-Komponenten defekt ist oder ein Treiber fehlt, scheitert das MCT, weil der Stick das falsche Partitionschema enthält (GPT statt MBR). Dann bleibt nur, das von Hand mit Diskpart anzupassen; wie das geht, steht weiter unten im Abschnitt „Methode 3: Diskpart“.

Falls Sie später erneut ein Installationsmedium erstellen wollen, sollten Sie das MCT nochmals herunterladen: Microsoft tauscht das Programm auf der Download-Seite gelegentlich gegen eine aktualisierte Version aus, die dann auch neuere Installationsdateien herunterlädt. Das verringert nach der Windows-Installation die Anzahl der nachzuinstallierenden Updates.

## Methode 2: Rufus

Wer schon über ein ISO-Abbild mit den nötigen Installationsdateien verfügt, etwa weil er die 90-Tage-Testversion von Windows 10 Enterprise heruntergeladen hat (siehe [ct.de/yhqb](http://ct.de/yhqb)) oder weil er es als Volumenlizenzkunde oder als Visual-Studio-Abonnement ISO-Abbilder aus dem jeweiligen Download-Portal heruntergeladen hat, kann zum Open-Source-Programm Rufus greifen. Die Haken an der Sache: Sie müssen entscheiden, ob der Stick später an einem PC bootfähig sein soll, der mit UEFI-Mechanismen startet, oder an einem, der dazu klassische BIOS-Methoden nutzt – mit dem MCT oder mit Diskpart erstellte Sticks hingegen booten an beiden. Letztlich empfehlen wir vor allem Oft-Installierern, besser eine der



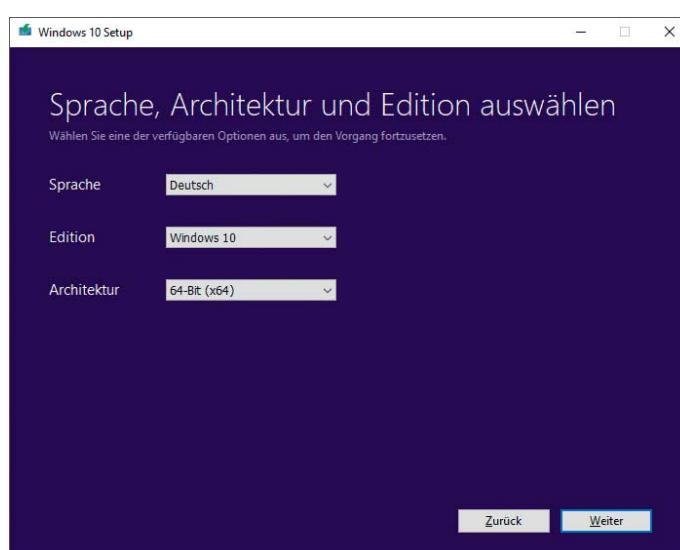
In ISO-Abbildern steckende Installationsdatensätze beliebiger Windows-Editionen schiebt die Freeware Rufus auf einen USB-Stick.

anderen beiden Methoden zu nutzen, denn dann brauchen Sie sich über die Frage UEFI oder BIOS keine Gedanken zu machen.

Falls Sie trotzdem zu Rufus greifen wollen, weil das Erstellen damit zugegebenermaßen am schnellsten klappt, verwenden Sie die portable Version, denn die kommt ohne Installation aus. Lassen Sie sich nicht davon irritieren, dass nach dem Doppelklick auf die heruntergeladene Datei scheinbar ein Installationsprozess startet, in Wirklichkeit ist das bloß ein selbstentpackendes Archiv. Starten Sie Rufus, klicken Sie auf „Auswahl“, um Ihr ISO-Abbild auszuwählen, und entscheiden Sie sich unter „Zielsystem“ für „UEFI“ oder „BIOS“. Dann auf „Start“ klicken, etwas warten, fertig.

## Methode 3: Diskpart

Sie können den Stick komplett mit Bordmitteln erzeugen, doch das erfordert das Eintippen von Kommandozeilenbefehlen. Zum Einsatz kommt dabei das Kommandozeilenprogramm Diskpart. Eine ausführliche Einführung zu diesem Werkzeug hat c't in [2] veröffentlicht,



**Microsofts Media Creation Tool (MCT) lädt die Installationsdatensätze für Windows 10 Home, Pro und Education herunter und verfrachtet sie auf einen anschließend bootfähigen USB-Stick.**

```

Administrator: Eingabeaufforderung - diskpart
DISKPART> lis disk
Datenträger ### Status Größe Frei Dyn GPT
----- -----
Datenträger 0 Online 119 GB 1024 KB --- ---
Datenträger 5 Online 1853 GB 0 B * *
Datenträger 6 Online 7725 MB 3072 KB
Datenträger 8 Online 937 GB 0 B * *

DISKPART> select disk 6
Datenträger 6 ist jetzt der gewählte Datenträger.

DISKPART> detail disk
Corsair Voyager USB Device
Datenträger-ID: "5B19694A"
Typ : "USB"
Status : "Online"
Pfad : "0"
Ziel : "0"
LUN-ID : "0"
Speicherortpfad : "UNAVAILABLE"
Aktueller schreibgeschützter Zustand: Nein
Schreibgeschützt : Nein
Startdatenträger : Nein
Auslagerungsdatei-Datenträger : Nein
Ruhezustandsdatei-Datenträger : Nein
Absturzbild-Datenträger : Nein
Clusterdatenträger : Nein

Volume ### Bst Bezeichnung DS Typ Größe Status Info
----- -----
Volume 5 H Windows USB FAT32 Wechselmed 7721 MB Fehlerfrei

DISKPART> clean
Der Datenträger wurde bereinigt.

DISKPART> create partition primary
Die angegebene Partition wurde erfolgreich erstellt.

DISKPART> active
Die aktuelle Partition wurde als aktiv markiert.

DISKPART> assign
Der Laufwerkbuchstabe oder der Bereitstellungspunkt wurde zugewiesen.

DISKPART> -

```

Wer Bordmittel bevorzugt, kann den Stick auf der Kommandozeile mit Diskpart einrichten und die Installationsdateien anschließend im Explorer darauf kopieren.

hier daher nur die erforderlichen Befehle in Kurzform.

Starten Sie zuerst Diskpart, indem Sie beispielsweise Windows+R drücken, den Programmnamen eintippen und Enter drücken. Verschaffen Sie sich mit list disk einen Überblick über die vorhandenen Laufwerke und wählen Sie mit select disk X den Stick aus (ersetzen Sie X durch die Nummer des Sticks). Vergewissern Sie sich mit detail disk, wirklich den Stick erwischt zu haben. Es hilft beim sicheren Identifizieren, dem Stick zuvor im Explorer einen eindeutigen Namen zu verpassen.

Die nachfolgenden Befehle löschen den Stick, konvertieren das Partitionschema präventiv zu MBR, errichten eine neue primäre Partition, setzen sie auf

„aktiv“ und binden sie mit Laufwerksbuchstaben im Explorer ein:

```

clean
convert mbr
create partition primary
active
assign

```

Falls Sie sich jetzt über das MBR-Partitionschema wundern, obwohl sich Windows im UEFI-Modus doch nur auf eine GPT-Platte installieren lässt: Diese UEFI-GPT-Bindung gilt nur für interne Laufwerke, aber nicht für Sticks. Das Windows-Setup-Programm bootet also vom Stick auch dann im UEFI-Modus von einem externen Laufwerk, wenn es MBR-partitioniert ist. Hier stellt stattdessen der BIOS-Modus die Ansprüche: In dem

klappt das Booten nur von einer aktiven Partition, die es aber auf GPT-Platten nicht geben kann.

Während des Eintipps der Befehle meldet sich gelegentlich der Explorer, weil er das neue Laufwerk entdeckt und dann auch noch feststellt, dass es noch nicht formatiert ist. Erstere Meldungen können Sie ignorieren, letztere müssen Sie bestätigen. Wählen Sie als Dateisystem FAT32, damit der Stick später auch an PCs bootet, die zum Starten UEFI-Mechanismen nutzen. Um das Erzeugen des Bootcodes im Bootsektor des Sticks (MBR) müssen Sie sich nicht kümmern, denn den schreibt Diskpart beim Erstellen der neuen Partition automatisch mit auf den Stick.

Den Rest erledigen Sie im Explorer. Konfigurieren Sie den so, dass er versteckte und Systemdateien anzeigt (unter Ansicht/Optionen im Reiter „Ansicht“). Binden Sie Ihre ISO-Datei per Doppelklick ein, markieren Sie mit Strg+A alle Dateien und Ordner auf dem Laufwerk und kopieren Sie sie auf den Stick – fertig.

## Booten!

Um mit dem frisch erstellten Stick eine neue Installation aufzusetzen, müssen Sie den betreffenden PC zuerst davon booten. Wie das geht, unterscheidet sich leider von PC zu PC. Oft müssen Sie direkt nach dem Einschalten des Rechners eine Taste oder Tastenkombination drücken, häufig Esc, F2, F8, F12 oder Entf. Achten Sie auf Meldungen direkt nach dem Einschalten, die auf Tastenkürzel für ein Boot-Menü oder für die BIOS-/UEFI-Einstellungen hinweisen.

Eventuell auftretende Bootprobleme liegen üblicherweise an der Hardware. Probieren Sie alle anderen USB-Anschlüsse durch oder wechseln Sie, sofern möglich, das USB-Laufwerk. Stöpseln Sie das Laufwerk möglichst direkt am PC an statt an einen USB-Hub. Letztlich hilft stets nur ausprobieren, da sich selbst scheinbar baugleiche Geräte beispielsweise durch unterschiedliche Chip- oder Firmwareversionen subtil unterscheiden können.

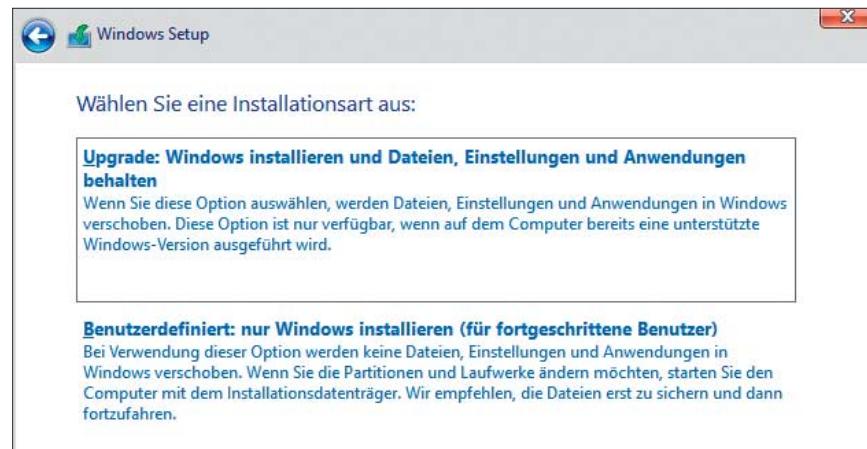
In einem Fall liegen Bootprobleme aber doch an der Software, und zwar dann, wenn der Bootvorgang vom Stick zwar beginnt, danach aber abbricht mit Hinweis auf Probleme mit der Datei Winload.elf oder kryptischen Fehlercodes wie „0xc0000359“. Das liegt dann an der UEFI-Firmware. Die gibt es nämlich ebenso wie Windows in einer 32- und einer 64-Bit-Fassung, und die Architektur des

Betriebssystems muss dazu passen – und das gilt auch für das Mini-Windows, das vom Stick bootet und unter dem der Installationsprozess abläuft. In den meisten Fällen bootet daher der Stick im UEFI-Modus nur, wenn 64-Bit-Installationsdateien darauf enthalten sind. Abhilfe: Erstellen Sie einen 64-Bit-Installations-Stick oder stellen Sie im BIOS-Setup auf das „Compatibility Support Module“ (CSM) um, sodass der PC im BIOS-Modus startet. In dem spielt die Frage, ob 32 oder 64 Bit, keine Rolle.

## Ohne booten

Sie können Windows von dem Stick auch installieren, ohne davon extra booten zu müssen, doch sollten Sie dann wissen, worauf Sie sich einlassen. Voraussetzung ist, dass auf der Festplatte bereits eine Windows-Installation vorhanden ist, unter der Sie auf den Stick zugreifen können. Dann können Sie aus dem Wurzelverzeichnis des Sticks das Programm Setup.exe starten, welches allerdings nur ein Upgrade erlaubt, also das Aktualisieren der gerade laufenden Installation auf Windows 10.

Mit einem schon länger funktionierenden Trick gelingt aber auch eine Neuinstallation auf eine zweite Partition vom laufenden Windows aus: Starten Sie nicht Setup.exe aus dem Wurzelverzeichnis, sondern die gleichnamige Datei aus dem Ordner Sources. Der erste Haken an der Sache: Sie müssen darüber hinwegsehen, dass Windows vor einem angeblich unbekannten Herausgeber dieser



Mit einem Kniff können Sie Windows vom Stick neu installieren, ohne extra davon booten zu müssen. Das verwirft aber Laufwerksbuchstaben.

Setup.exe warnt, weil Microsoft es bis heute nicht geschafft hat, sie zu signieren. Nach dem Start können Sie den Installationsschlüssel eingeben oder die Edition auswählen und dann per Auswahl von „Benutzerdefiniert“ eine frische Installation auf eine freie Partition veranlassen. Doch dann folgt der zweite Haken: Das Setup-Programm verwendet als Laufwerksbuchstaben für die Partition, auf der es Windows installiert, normalerweise c:, doch diesen Laufwerksbuchstaben kann es in diesem speziellen Fall nicht verwenden, weil er durch die gerade laufende Installation bereits belegt ist. Als Folge verwendet Setup.exe ausnahmsweise einen anderen Buchstaben für die neue Windows-10-Installation. Es ist nicht ganz auszuschließen, dass einzelne

Anwendungen hart verdrahtete Pfade auf Laufwerk c: benutzen und folglich unter dem neu installierten Windows 10 fälschlicherweise auf die alte Installation zugreifen. Den Laufwerksbuchstaben der Windows-Partition nachträglich zu ändern hat Microsoft nicht vorgesehen. In den meisten Fällen sollte der andere Buchstabe aber kein Problem darstellen.

(axv@ct.de)

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Verbotene Früchte, Windows 8.1 sauber neu installieren, c't 4/2014, S. 134
- [2] Axel Vahldiek, Tipp-Schnippler, Partitionieren mit Windows-Bordmitteln – Teil 2: Diskpart, c't 3/2018, S. 144

Programme und ISOs: [ct.de/yhqb](http://ct.de/yhqb)

## Sticks größer 32 GByte

Auch wenn es im ersten Moment kurios klingen mag: Wenn Sie versuchen, einen Stick als Installationsmedium zu verwenden, der größer ist als 32 GByte, drohen Schwierigkeiten. Wobei der Stick an sich gar nicht das Problem ist, sondern die Partition mit den Installationsdateien. Das liegt unter anderem daran, dass ein PC, der zum Starten UEFI-Mechanismen nutzt, den Bootloader gemäß UEFI-Spezifikation auf einer FAT-Partition erwartet, wobei unter Windows üblicherweise FAT32 zum Einsatz kommt. Windows formatiert aber nur Partitionen mit FAT32, die maximal 32 GByte groß sind. Der FAT-Nachfolger ExFAT lässt nicht als

Dateisystem für die Bootpartition einsetzen.

Mit Tricks könnten Sie zwar auch unter Windows FAT32-Partitionen größer 32 GByte erstellen, würden dann aber direkt in die nächste Falle stolpern. Denn die verfügbaren Werkzeuge zum Formatisieren größerer Partitionen mit FAT32 sind so alt, dass sie zu aktuellem Windows-in-kompatiblen Bootcode in den Bootsektor der Partition schreiben. Das gilt auch für das c't-Programm H2format.exe. Als Folge scheitert das Booten, wenn die Firmware Ihres Mainboards zum BIOS-kompatiblen Booten ein Compatibility Support Module (CSM) verwendet. Das

Booten klappt also nur im UEFI-Modus, weil dann der Bootcode in der Partition keine Rolle spielt.

Wenn Sie trotzdem unbedingt ein größeres Laufwerk verwenden wollen, stellen Sie also unbedingt sicher, dass die erste Partition darauf maximal 32 GByte groß ist. Der einfachste Weg ist dann, das im Artikel vorgestellte MCT zu verwenden, welches automatisch eine maximal 32 GByte große Partition erstellt und den Rest unpartitioniert lässt. Der einfachste Weg zum Vermeiden von Problemen ist aber, einen Stick mit maximal 32 GByte zu verwenden, und davon geht der Artikel auch aus.



# Einer für alle

## Tipps zu Windows-10-Installations-Sticks

**Wenn man einen USB-Stick zum Installieren von Windows immer wieder verwenden will oder muss, kann man sich mit wenigen Handgriffen das Leben erleichtern und den Stick auch gleich noch fürs Troubleshooting verwenden.**

**Von Axel Vahldiek**

**E**in Installationsstick für Windows 10 ist beispielsweise mit dem Media Creation Tool schnell eingerichtet (siehe S. 144), doch installieren können Sie davon nur Windows 10 Home, Pro und Education, aber weder Enterprise noch die LTSB-Editionen, noch Server, noch

Windows 7 und 8.1. Wenn Sie zum Erstellen des Sticks statt des MCT die Freeware Rufus verwendet haben, lässt sich Windows davon nicht auf beliebigen PCs installieren. Und beim Beseitigen von Schädlingen oder Bootproblemen hilft er auch erst mal nicht weiter. Das Nachfolgende beschreibt, wie Sie diese Einschränkungen bequem und zeitsparend umgehen.

Wenn Sie statt eines Sticks lieber eine USB-Platte, -SSD oder eine Speicherplatte in einem USB-Adapter verwenden wollen: An sich geht das üblicherweise damit genauso, sofern Sie dabei die Hinweise zu Laufwerken größer 32 GByte im Artikel auf Seite 144 beachten. Wir raten dennoch zum Stick, und zwar aus mehreren Gründen. So verschleißt Speicherplatten nach unseren Erfahrungen etwas schneller. Von

externen Platten und vor allem SSDs lässt sich Windows zwar oft etwas zügiger installieren, doch dabei geht es je nach Hardware eher um Sekunden als Minuten. Und wenn Sie häufiger installieren, entpuppen sich im Alltag dann statt der Wartezeit eher das zusätzlich herumzutragende Kabel und das größere Gehäuse als der eigentliche Nervfaktor.

Und noch etwas spricht für einen Stick: Inkompatibilitäten, die Bootprobleme verursachen, kann es dann nur zwischen Stick und Mainboard geben. Speicherplatte plus Adapter sind hingegen bereits mindestens eine Komponente mehr, und bei Platten/SSDs können mit Kabel und Gehäuse gleich zwei weitere Komponenten für Ärger sorgen. Und weil bei Problemen stets nur das Tauschen der einzelnen Komponenten hilft, verbringt man

umso mehr Zeit mit der Fehlersuche, je mehr Komponenten im Spiel sind.

## Installationsdateisätze

Für die Ersteinrichtung des Sticks stehen Ihnen zwei der im Artikel auf Seite 144 in dieser Ausgabe vorgestellten Wege offen: Nutzen Sie das Media Creation Tool (MCT) oder erledigen Sie die nötigen Handgriffe von Hand mit Diskpart.

Haben Sie das erledigt, können Sie beginnen, das Laufwerk mit Installationsdateisätzen zu füllen. So ein Dateisatz besteht stets aus vier bis fünf Ordnern sowie aus vier Dateien. Wenn Sie den als Installationsmedium eingerichteten Stick im Explorer betrachten, finden Sie diese Ordner und Dateien in dessen Wurzelverzeichnis (genau wie auf DVDs oder im Explorer eingebundenen ISO-Dateien). Obacht: Auf Sticks gibt es zusätzlich einen versteckten Ordner namens „System Volume Information“ und je nach Stick auch einen namens „Papierkorb“. Beide werden von Windows automatisch erzeugt und gehören nicht zum Dateisatz.

Ein Dateisatz besteht aus mehreren Bestandteilen. Das Wichtigste ist dabei das, was während der Installation schließlich auf der Festplatte landet – das liegt in Form eines komprimierten Images in einer Datei namens Install.wim oder Install.esd im Ordner „Sources“. Beide Dateien haben trotz unterschiedlicher Endung das gleiche Dateiformat (Windows Imaging, WIM), die Endung .esd ist lediglich das Kennzeichen für eine besonders hohe Kompression. Die Dateien können mehrere Images enthalten. In den restlichen Dateien des Dateisatzes stecken der Boot-

loader, das Setup-Programm selbst sowie das Mini-Windows namens Windows PE (Preinstallation Environment), welches von dem Stick bootet und unter dem der eigentliche Setup-Prozess abläuft [1].

Wenn Sie das Media Creation Tool verwenden, kann es entweder einen 64- oder einen 32-Bit-Installationsdateisatz herunterladen oder aber beide auf einmal. Dann liegen auf dem Stick gleich zwei Ordner Sources, und zwar jeweils in den Unterordnern „x64“ und „x86“. In jedem steckt eine Install.esd, in der wiederum Images von Windows 10 Home, Pro, Education und den jeweiligen N-Varianten [2] stecken.

## Befüllen

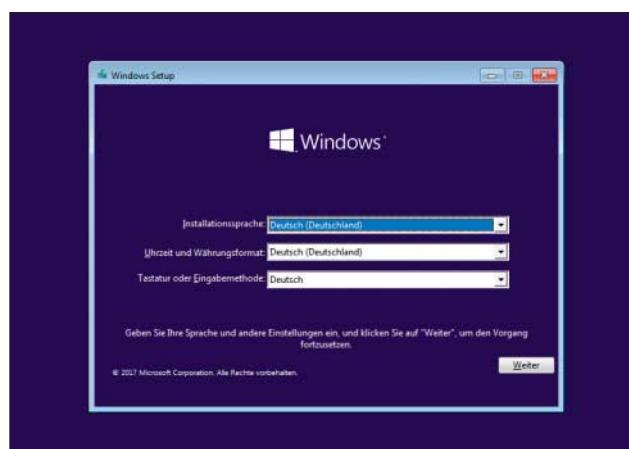
Installationsdateisätze sind austauschbar. Sie könnten also im Explorer einfach alle Dateien und Ordner vom Stick durch jene eines anderen Dateisatzes ersetzen. Dabei ist es egal, ob es einer mit Windows 10, 8.1, 7 oder Server ist. Der Stick bleibt trotzdem bootfähig, weil alle aktuellen Windows-Versionen dazu den gleichen Code im Bootsektor nutzen, und der ist eh auf dem Stick.

Das Austauschen der Dateisätze wäre allerdings zu umständlich und zeitraubend, wenn es häufiger zu tun ist. Eine denkbare Abhilfe wäre es, alle nötigen Installations-Images aus den verschiedenen WIM- und ESD-Dateien in eine einzige WIM-Datei zu verfrachten. Das mag im ersten Moment cool und nerdig klingen, nervt auf Dauer aber, denn es erfordert das Eintippen oder Skripten länglicher Kommandozeilenbefehle, und zwar immer mal wieder, weil Microsoft derzeit sowohl von

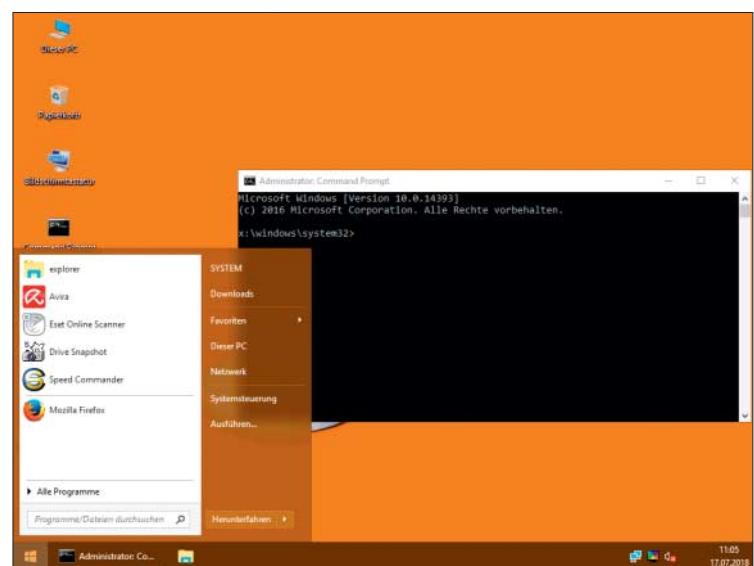
Windows Server als auch -Client halbjährlich neue Versionen veröffentlicht.

Deutlich hemdsärmiger, aber auch deutlich bequemer und zeitsparender ist ein anderer Weg. Beispiel: Sie haben einen mit dem MCT erstellten Stick, wollen aber stattdessen eine Enterprise-90-Tage-Testversion installieren. Erzeugen Sie zuerst im Wurzelverzeichnis des Sticks einen zusätzlichen Ordner beispielsweise namens Windows10MCT1803x64. Dorthin ein verschieben (nicht kopieren!) Sie im Explorer den kompletten vom MCT erstellten Dateisatz, was sekundenschnell erledigt ist. Beachten Sie dabei aber, dass Sie die Ordner „Papierkorb“ und „System Volume Information“ nicht mit verschieben dürfen.

Der Explorer muss zum Verschieben so konfiguriert sein, dass er versteckte und Systemdateien anzeigt (unter Ansicht/Optionen im Reiter „Ansicht“), denn bei manchen Dateisätzen enthalten einige der Ordner und Dateien entsprechende Attribute. Nun doppelklicken Sie die ISO-Datei mit den Enterprise-Installationsdateien, markieren alle Dateien darin kurzerhand mit Strg+A und kopieren diesen Dateisatz ins Wurzelverzeichnis des Sticks. Erstellen Sie zudem noch einen Ordner im Wurzelverzeichnis beispielsweise namens Windows10EnterpriseEvalx86, der vorläufig leer bleibt. Sie können als Namen beliebige Namen wählen, wichtig ist nur, dass Sie auch in einigen Monaten noch sicher identifizieren können, für was er steht. Mit so benannten Ordnern lösen Sie auch das Problem, dass man einem Installationsdateisatz auf den ersten Blick nicht ansehen kann, welche Images er enthält: im Wurzelverzeichnis liegt immer der Datei-



Sie können vom selben USB-Laufwerk nicht nur Windows in verschiedenen Versionen und Editionen installieren, sondern auch das c't-Notfall-Windows booten.





Sie können Windows zwar von beliebigen USB-Laufwerken installieren, doch am besten taugen Sticks. Die sind handlich und es können weder Kabel noch Gehäuse oder Adapter zusätzliche Bootprobleme verursachen.

satz, dessen dazugehöriger, von Ihnen benannter Ordner leer ist.

Sollen die Dateien eines weiteren ISOs auf den Stick, verschieben Sie den Enterprise-Dateisatz in den zugehörigen Ordner. Erstellen Sie einen weiteren, leeren Ordner im Wurzelverzeichnis wieder mit sprechendem Namen und kopieren Sie den Dateisatz vom ISO ins Wurzelverzeichnis des Sticks. Wollen Sie zwischen den Installationspaketen auf dem Stick wechseln, brauchen Sie die Dateisätze nur entsprechend hin und her zu verschieben. Auf diese Weise haben Sie eine simple, auch auf Dauer nicht verlernbare und sekundenschnell funktionierende Methode zum Verwalten der Installationsdateien.

Ein paar Worte noch zu den älteren Windows-Versionen. Für Windows 8.1 gab es ebenfalls mal ein MCT, doch das stellt Microsoft mittlerweile nicht mehr zum Download bereit. Über ct.de/yqpd finden

Sie aber einen Link, über den Sie ein ISO-Abbild erreichen. Sie können den darin steckenden Dateisatz problemlos mit auf den Stick packen.

Sofern vorhanden, können Sie auch Dateisätze mit Windows 7 auf den Stick kopieren und mit denen genauso verfahren wie mit denen von Windows 8.1, 10 und Server, doch sollten Sie sich das gut überlegen. Anfang 2020, also in nicht mal anderthalb Jahren, läuft der Support für den Oldie aus, und spätestens dann wäre erneut eine Installation fällig (das Gleiche gilt für Windows Server 2008). Dazu kommt, dass es immer mehr Hardware gibt, mit der Windows 7 nicht klarkommt, beispielsweise die Prozessoren Ryzen und Core i ab 7000. Für NVMe-Laufwerke und USB-3-Anschlüsse fehlen die nötigen Treiber. Im UEFI-Modus scheitert das Installieren von einem Stick zudem am Windows-7-Bootloader, der nur auf opti-

sche Laufwerke eingerichtet ist. Letzteres können Sie zwar immerhin mit einem Trick umgehen [3], doch um den Absatz in kurzen Worten zusammenzufassen: Installieren Sie besser kein Windows 7 mehr.

Einen Sonderfall stellt Windows Server 2016 dar, weil die Install.wim darauf größer als 4 GByte ist und sich deshalb nicht auf ein FAT32-Laufwerk kopieren lässt. Dann hilft unser Hotline-Tipp „Windows Server 2016 vom USB-Stick installieren“ in c't 2/2018 auf Seite 174, auch online zu lesen unter <https://heise.de/-3930285>.

## Troubleshooting

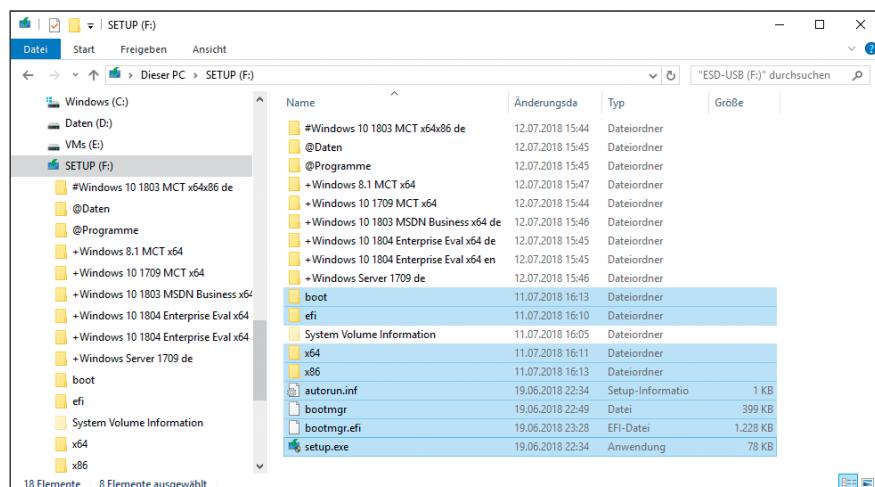
Der Stick kann nicht nur Windows-Installationsdateisätze aufnehmen, sondern letztlich jeden Dateisatz, der auf Windows PE basiert. Dazu gehört auch unser c't-Notfall-Windows [4]. Um auch das mit auf Ihren Stick zu bekommen, reicht es daher aus, auch einfach nur alle Dateien und Ordner des Dateisatzes (sind einige mehr als sonst) auf den Stick zu kopieren.

Auch die Windows-eigene Wiederherstellungsumgebung Windows RE können Sie auf den Stick packen. Einfach ein Wiederherstellungslaufwerk erstellen, den Dateisatz davon auf Ihren Stick kopieren, fertig. Eine ausführliche Anleitung zu Windows RE finden Sie bei Bedarf in [5].

Da nicht jedes Problem gleich per Bootmedium gelöst werden muss, empfiehlt es sich, auf dem Stick einen Ordner namens „Programme“ oder ähnlich zu erzeugen. Dort können Sie Werkzeuge hineinkopieren, die zum Beheben von Windows-Problemen erforderlich sind – die sind üblicherweise ohne Installation lauffähig. Details zu klassischen Werkzeugen wie den Sysinternals-Tools, Windirstat, EasyBCD und so weiter finden Sie in [6].

Praktisch beim Lösen von Problemen ist es, wenn Sie einen weiteren Ordner etwa namens „Daten“ anlegen, um darin Daten von einem PC zum anderen zu transportieren, etwa Protokolle vom oder fehlende Systemdateien zum defekten PC. Sie können auch beliebige andere Daten transportieren, sofern nur ausreichend Platz frei ist. Einzige Einschränkung: Dateien dürfen maximal 4 GByte groß sein, weil FAT32 mit größeren nicht umgehen kann.

Achtung: Stöpseln Sie den Stick nur dann bei laufendem Windows an einen PC, wenn Sie sich sicher sind, dass dessen Problem nicht durch einen Schädling verursacht wird. Denn sonst droht der Befall



Welcher Installationsdateisatz im Wurzelverzeichnis liegt, erkennt man leicht an der vorangestellten Raute des Ordners „#Windows 10 1803 MCT x64x86 de“. Die Ordner, deren Namen mit einem Plus beginnen, enthalten weitere Dateisätze.

des Sticks. Bei Virenverdacht booten Sie daher stattdessen das Notfall-Windows und prüfen die Laufwerke mit den enthaltenen Virenscannern.

## Backup

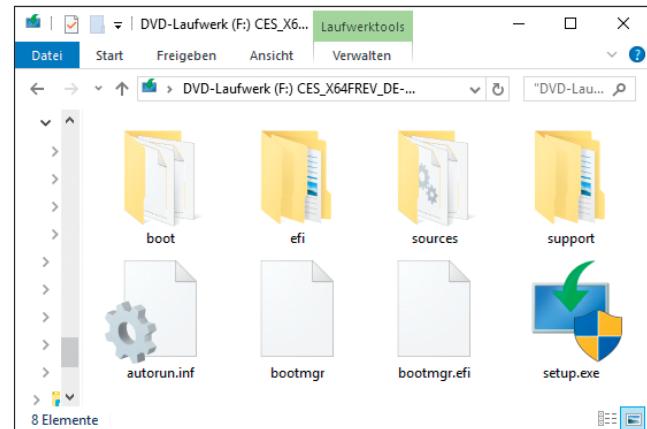
Das Befüllen des Sticks dauert je nach Anzahl der Installationsdateisätze, der Werkzeuge sowie je nach Hardwaretempo mitunter recht lange. Die meiste Zeit verbringen Sie dabei zwar mit Warten, müssen aber zwischendurch ständig zur Maus greifen. Es wäre daher ärgerlich, wenn Sie bei Verlust oder Defekt des Sticks alles mit einem anderen Stick erneut durchspielen müssten. Dagegen hilft ein Backup.

Zum Anfertigen des Backups empfehlen wir die Schnell-und-schmutzig-Methode: Kopieren Sie einfach alle Dateien und Ordner vom Stick auf ein anderes Laufwerk. Im Ernstfall müssten Sie dann zwar erneut das MCT laufen lassen oder die Diskpart-Befehle eintippen, doch das geht ja vergleichsweise schnell. Das zeitraubende Kopieren der vielen GBytes an Installationsdateisätzen und Werkzeugen hingegen brauchen Sie dann nur noch einmal anzustoßen und können sich dann zu rücklehnen, bis es erledigt ist.

## Mehr Übersicht

Zum Schluss noch ein Tipp aus der Praxis, der sich bewährt hat, weil er gleich zwei kleinere Probleme löst: Er sorgt für mehr Übersicht und zugleich dafür, auf den ersten Blick erkennen zu können, welcher In-

Ein Installationsdateisatz besteht aus vier bis fünf Ordner und vier Dateien. Er enthält den Bootloader, das vom Medium bootende Windows PE, das Setup-Programm sowie das zu installierende Windows selbst.



stallationsdateisatz sich gerade im Wurzelverzeichnis befindet.

Letztlich geht es dabei wieder um etwas Hemdsärmeliges: Achten Sie darauf, vor jeden Namen der selbst erstellten Ordner vornweg beispielsweise ein Plus (+) zu schreiben, also beispielsweise +Windows10MCT1803x64. Dadurch sortiert der Explorer diese Ordner in der Detailsicht allesamt an den Anfang der Liste, was das Hin- und Herverschieben der Dateisätze erleichtert.

Zudem empfiehlt es sich, den gerade leeren Ordner umzubenennen, indem Sie ihm vorübergehend etwa eine Raute (#) statt Plus voranstellen – dann brauchen Sie zum Identifizieren nicht mal mehr den leeren Ordner zu suchen, sondern Sie sehen auf den ersten Blick und ganz oben in der Namensliste, welcher Dateisatz ge-

rade im Wurzelverzeichnis liegt. Zusätzliche Ordner wie „Programme“ oder „Daten“ können Sie beispielsweise mit einem vorangestellten Klammeraffen (@) markieren.

(axv@ct.de) 

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Wenn sonst nichts mehr geht, Probleme lösen mit dem Mini-Betriebssystem Windows PE, c't 10/2018, S. 162
- [2] Axel Vahldiek, N oder nicht N, Die Unterschiede zwischen Windows-Editionen mit und ohne N, c't 9/2017, S. 174
- [3] Axel Vahldiek, Christof Windeck, FAQ: Windows 7 vom USB-Stick installieren, c't 16/2012, S. 147
- [4] Stephan Bäcker, Peter Siering, Selbstmedikation, c't-Notfall-Windows 2018: Bausatz anwenden, c't 21/2017, S. 76
- [5] Axel Vahldiek, Aufstehhelfer, Wie Windows Startprobleme selber löst, c't 5/2018, S. 74
- [6] Jan Schüßler, Allerlei für Fenster, System-Utilities für Analyse, Reparatur und Umzug, c't 18/2017, S. 112

Windows-8.1-ISO: [ct.de/yqpd](http://ct.de/yqpd)

Anzeige



# NAS-Auslese

## Mit Desinfec't Daten von NAS-Platten kratzen

**In den meisten Netzwerkspeichern steckt ein mehr oder minder umfrisiertes Linux. Streikt die Hardware, sind die Daten deshalb nicht verloren. Ein Live-System wie unser Desinfec't, das wir dafür ein wenig aufgebrezelt haben, genügt meist, um sie mit überschaubarem Aufwand zu bergen.**

**Von Peter Siering**

Ein NAS stellt im Netzwerk Speicherplatz bereit. Selbst 08/15-NAS-Geräte vom Lebensmitteldiscounter mit Platz für zwei Festplatten bemühen in der Regel die Standardtechniken des Linux-Kernels, um sie zu einer großen zusammenzufassen (RAID0) oder die Daten redundant darauf abzulegen (RAID1). Als Dateisystem kommt oft das gängige ext4 zum Einsatz. Größere Geräte variieren: Sie nutzen andere RAID-Techniken, etwa RAID5 mit mehr als zwei Platten, oder greifen auf Dateisysteme zurück, die selbst auch die Plattenverwaltung übernehmen. So findet sich zunehmend Btrfs auf NAS-Platten. Auf Selbstbau-NAS-Systemen mit FreeNAS ist außerdem ZFS anzutreffen.

Linux, wenn es denn mit passenden Treibern wie unser Desinfec't ausgestattet ist, stellt das Lesen solcher Festplatten vor keine schwierige Aufgabe – schwieriger ist es, überhaupt herauszufinden, was ein NAS nutzt, und dann schließlich die Daten so auszulesen, dass die Platten möglichst unverändert blieben, worauf dieser Artikel besonderen Wert legt. Die folgenden Hinweise taugen begrenzt auch dann, wenn es zu einer Datenhavarie gekommen ist, die NAS-Hardware also noch lebt, es aber nicht schafft, die gespeicherten Daten bereitzustellen. Falls Sie Daten von Platten kratzen müssen, die an einem (Hardware-)RAID-Controller hingen: Das ist ein anderes Kapitel, auf das wir hier nicht weiter eingehen.

## Entdeckungsreisen

Unverzichtbar, um Dateninhalte eines nicht mehr funktions-tüchtigen NAS in Sicherheit zu bringen, ist ein PC, den Sie als Rettungssystem verwenden. An den schließen Sie eine hin-reichend große leere Festplatte an, um drauf die wiederherge-stellten Daten zu sichern. Hilfreich ist es, wenn diese Rettungs-platte deutlich mehr Platz bereithält, dann passt gegebenenfalls auch ein Image für Experimente darauf, sodass Sie die Originalplatten nicht verändern, falls doch ein professioneller Datenretter helfen soll.

Idealerweise handelt es sich um einen vollwertigen PC mit vielen freien SATA-Anschlüssen. So können Sie alle Platten des NAS gleichzeitig an den PC anschließen. Nutzen Sie dafür SATA- oder eSATA-Ports. Eine USB-Dockingstation oder ein USB-Adapter führt eine zusätzliche Ebene ein, die gern mal Ärger macht: Bei unseren Experimenten für diesen Artikel kappten ältere USB-Dockingstationen die Kapazität großer Festplatten. Oft handelt man sich mit USB auch unnötige Per-formance-Nachteile ein, wenn es um große Datenmengen geht.

Wenn Sie alle Komponenten zusammengestöpselt haben und den PC einschalten, sollten Sie unbedingt Desinfec't daran hindern, automatisch Festplatten aus RAID-Verbunden einzubinden. Das geht, indem Sie im Bootmanager spezielle Start-parameter eingeben. Die vom Kernel dafür vorgesehenen Parameter `raid=noautodetect` oder `md_mod.start_ro=1` bewähren sich aus unserer Sicht bei Desinfec't nicht: Der erste greift dort offenbar nicht und der zweite hat den Nachteil, dass nur an-fängliche Schreibzugriffe auf einen RAID-Verbund verhindert werden. Nachhaltig funktioniert das zeitweise Deaktivieren sämtlicher RAID-Module.

Die nötigen Handgriffe variieren, je nachdem, wie der PC startet. Auf dem grafischen Bootscreen drücken Sie die Tab-Taste und tippen die Ergänzung direkt am Ende der Startpara-meter ein. Auf UEFI-Systemen bearbeiten Sie die vorselektierte Boot-Auswahl durch Drücken der Taste E, springen mit dem Cursor in die zweite Zeile und mit End ans Ende der Zeile. Fügen Sie in beiden Fällen mit einem Leerzeichen an:



Sicher ist sicher: Das Blacklisten der RAID-Module im Bootmanager verhindert, dass Desinfec't solche Platten voreilig schon konfiguriert. Auf das Hinzufügen der eingekreisten Optionen kommt es an. Die vorgegebenen Parameter variieren je nach Boot-Medium und Methode.

`modprobe.blacklist=raid0,raid1,raid456,raid10`. Starten Sie die Auswahl jetzt mit Return im grafischen Bootscreen oder mit F10 im UEFI-Grub.

Wenn der Desinfec't-Desktop zu sehen ist, öffnen Sie ein Terminal-Fenster und geben als Befehl erst einmal `sudo su` ein. Das hat den Vorteil, dass Sie im Folgenden nicht jedem Befehl ein `sudo` voranstellen müssen. Anders als sonst in c't üblich zei-gen in diesem Artikel die grauen Kästen die Ausgaben der emp-fohlenen Befehle. Mit `lsblk` können Sie sich einen kompakten Überblick über die vorhandenen Datenträger verschaffen:

NAME	MAJ:MIN	RM	SIZE	RO	TYPE	MOUNTPOINT
loop1	7:1	0	5,5G	0	loop	
sdb	8:16	0	232,9G	0	disk	
+-sdb2	8:18	0	231G	0	part	
\-sdb1	8:17	0	2G	0	part	
loop2	7:2	0	7G	0	loop	/opt/.../signatures
loop0	7:0	0	1,7G	1	loop	/rofs
sdc	8:32	1	14,7G	0	disk	/cdrom
\-sdc1	8:33	1	5,5G	0	part	
sda	8:0	0	894,3G	0	disk	
\-sda1	8:1	0	894,3G	0	part	
loop3	7:3	0	2G	0	loop	[SWAP]

Benutzen Sie die SIZE-Spalte, um sich zu orientieren. Das Gerät „sdc“ ist der Desinfec't-Stick. Die Geräte mit „loop“ im Namen sind Hilfsgeräte, die Desinfec't benötigt. Bei „sda“ handelt es sich um eine zusätzlich angeschlossene Rettungsfestplatte. Aus einem einfachen 2-Bay-NAS von Allnet stammt das Gerät „sdb“. Die Festplatte bildete darin zusammen mit einer weiteren redundanten Verbund (RAID1).

Obwohl Sie die RAID-Module durch die Boot-Option ab-geklemmt haben, läuft die automatische Erkennung derselben. Die Ergebnisse können Sie mit `cat /proc/mdstat` anzeigen las-sen.

```
Personalities : [linear] [multipath]
md126 : inactive sdb2[1](S)
      242149440 blocks
md127 : inactive sdb1[1](S)
      2047936 blocks
unused devices: <none>
```

Die Platte enthält augenscheinlich zwei RAID-Verbunde, „md126“ und „md127“. Um etwas über deren Beschaffenheit herauszufinden, befragen Sie mit dem Linux-eigenen Kom-mando für den Umgang mit Software-RAID idealerweise die in einem Verbund sichtbaren Partitionen oder Geräte, hier etwa „sdb2“: `mdadm -Evv /dev/sdb2`:

```
/dev/sdb2:
      Magic : a92b4efc
      Version : 0.90.00
      UUID : a945e406:6ce45545:0284e52d:87b2d038
      Creation Time : Thu Jan  1 01:13:39 1970
      Raid Level : raid1
      Used Dev Size : 242149440 (230.93 GiB 247.96 GB)
      Array Size : 242149440 (230.93 GiB 247.96 GB)
      Raid Devices : 2
      Total Devices : 2
```

```

Preferred Minor : 0
  Update Time : Wed Jul  4 14:54:20 2018
    State : clean
  Active Devices : 2
Working Devices : 2
  Failed Devices : 0
  Spare Devices : 0
    Checksum : b338ed83 - correct
    Events : 23
  Number Major Minor RaidDevice State
this 1      8      18      1      active sync  /dev/sdb2
  0      0      8      2      0      active sync
  1      1      8      18      1      active sync  /dev/sdb2

```

Die Ausgabe zeigt die Daten einer speziellen Datenstruktur namens Superblock, die RAID-Geräte beschreibt, und bedarf nicht vieler Kommentare: Sie sehen, dass es sich um ein RAID1 handelt, wie viele Platten zum Verbund gehören (2), und, dass /dev/sdb2 als eine von zwei Platten im Verbund vorhanden ist.

Ein ähnlicher Befehl auf das RAID-Gerät selbst angewendet, nämlich `mdadm --detail /dev/md126`, liefert übrigens mitunter irreführende Erkenntnisse. Er weist manchmal solche als

## Zwiebeliges QNAP

Unsere Erwartung bei der Vorbereitung des Artikels war, dass es recht einfach sein sollte, die Daten von den Festplatten Linux-basierter NAS-System herunterzukratzen. Die Produkte der Firma QNAP haben die nicht erfüllt: Aktuelle Geräte packen die Platten in ein RAID-Array, legen auf dieses RAID-Array ein DRBD-Volume (Distributed Replicated Block Device, eine Art RAID1 fürs Netz), fügen dieses Volume als physisches Volume dem Logical Volume Management zu, um es dann mithilfe des Device Mappers mit einem optionalen SSD-Cache zu versehen, gegebenenfalls mit LUKS zu verschlüsseln und schließlich als Laufwerk zugänglich zu machen. Das ist alles durchaus plausibel, wenn auch nur schwer zu durchdringen. Manches ist sogar geschickt, etwa der Einsatz von DRBD, um NAS-Inhalte übers Netz direkt auf ein anderes NAS zu replizieren.

Leider hat QNAP aber das Logical Volume Management von Linux modifiziert, sodass man die Volumes nicht mit einer herkömmlichen Linux-Distribution erreicht – ob das der Fall ist, hängt auch davon ab, wie das NAS eingerichtet wurde beziehungsweise sein Speicherplatz provisioniert worden ist (thick oder thin). Obendrein gibt es wohl noch eine Legacy-Konfiguration, die kompatibel zu regulären Linux-Techniken bleibt. Ob Ihre QNAP-Platten von einer regulären Linux-Distribution lesbar sind oder nicht, finden Sie beim Suchen nach physischen Volumes heraus (`pvscan`). Kann der Befehl einem Volume keine Volume Group zuordnen und gibt er als Fehlermeldung Hinweise zur Provisionierung aus, haben Sie am eigenen Leib erfahren, was ein Vendor-Lock ist. QNAP bestätigte diese Sonderlocken und will sie vorerst beibehalten. Andere Hersteller hingegen werben sogar damit, dass man die Platten ihrer Geräte mit regulären Linux-Distributionen auslesen kann.

„inactive“ geführten Geräte als Mitglied eines RAID0-Verbunds aus. Lassen Sie sich davon nicht täuschen. Erst wenn ein RAID-Gerät als „active“ geführt wird, passt dann die Angabe zu den realen Verhältnissen.

## Sicherheitsumstand

Ein RAID muss, bevor man es als Dateisystem in den Dateibaum einhängen kann, zunächst aktiviert werden. Das ist nach dem zwangswise Auslassen der RAID-Module beim Systemstart etwas umständlich. Zunächst laden Sie die Module mit:

```
modprobe raid0 raid1 raid456 raid10
```

Anschließend werfen Sie die im Device-Mapper beim Start ermittelten Erkenntnisse zu dem jeweiligen Gerät weg, indem Sie das RAID-Gerät stoppen: `mdadm -S /dev/md126`. Anschließend „starten“ Sie es erneut:

```
mdadm --assemble --readonly --run /dev/md126 /dev/sdb2
```

Vorsicht, hier müssen Sie achtsam vorgehen, damit Sie nicht Geräte ins falsche Array stecken. Dadurch würden Sie im unglücklichen Fall Daten verlieren. Oft fängt `mdadm` solche Eselein aber ab. Bei einem inkonsistenten Verbund kann es nötig sein, den Aufruf zusätzlich mit der Option `-f` zu versehen, um die Inbetriebnahme zu erzwingen. Damit steigern Sie allerdings auch das Risiko, Daten zu verlieren.

Ob der Verbund läuft, können Sie überprüfen, indem Sie erneut den Status mit `cat /proc/mdstat` abfragen:

```
md126 : active (read-only) raid1 sdb2[1]
        242149440 blocks [2/1] [_U]
```

Das Starten hat geklappt („active (read-only)“). Sie können die enthaltenen Daten jetzt eventuell schon als nur lesbares Dateisystem einhängen, etwa mit `mount /dev/md126 /mnt -o ro`. Die Wahrscheinlichkeit ist aber groß, dass der `mount`-Befehl meckert, weil die wenigsten NAS-Geräte direkt auf dem Verbund Daten speichern.

Kluger ist es deshalb zu untersuchen, was auf dem RAID-Gerät eigentlich liegt. `wipefs /dev/md126` liefert für unsere Testplatte:

offset	type
0x218	LVM2_member [raid] UUID: V6vY1Q-...-21L4-7QFs-hVRgX3

Keine Bange: `wipefs` löscht erst auf explizite Anforderung per Parameter. Ohne zeigt es nur an, was es löschen könnte. Mit `file -s /dev/md126` können Sie eine zweite Meinung einholen, die im konkreten Beispiel der ersten entspricht:

```
/dev/md126: LVM2 PV (Linux Logical Volume Manager),
UUID: V6vY1Q-...-21L4-7QFs-hVRgX3, size: 247961026560
```

Die Erkenntnis ist, dass der NAS-Hersteller den RAID-Verbund mit dem Logical Volume Management weiter aufteilt. Der RAID-Verbund ist ein physisches Volume, das Sie Desinfec't erkennen lassen müssen, `pvscan` erledigt das:

```
PV /dev/md126 VG vg0 lvm2 [230,93 GiB / 11,93 GiB free]
Total: 1 [... GiB] / in use: 1 [... GiB] / in no VG: 0 [0]
```

Mit `vgs` können Sie sich vergewissern, dass der vorangehende Befehl gleich eine passende Volume Group eingerichtet hat:

```
VG #PV #LV #SN Attr  VSize  VFree
vg0  1  1  0 wz--n- 230,93g 11,93g
```

Das ist in der Regel der Fall. Wenn nicht, kann man analog zu `pvscan` mit `vgscan` eine Suche starten. Unter Umständen (siehe Kasten „Zwiebeliges QNAP“) geben die Befehle Fehlermeldungen aus, denen man dann hinterherrecherchieren kann – eventuell ist das aber auch der Moment, wo man aufgeben und andere Wege suchen sollte, weil man ansonsten anfangen muss, Kernel-Patches zu lesen und anzupassen.

Mit einer aktiven Volume Group müssen Sie im nächsten Schritt ermitteln, welche logischen Volumes das NAS angelegt hat, `1vs` hilft dabei:

```
LV  VG  Attr      LSize  Pool Origin Data%  Meta% ...
lv0  vg0  -wi-a--- 219,00g
```

Bei einfachen Geräten sind Sie jetzt fast am Ziel, `wipefs /dev/vg0/lv0` verrät, was auf dem logischen Volume gespeichert ist; `file` meckert über den Gerätenamen, der nur ein symbolischer Link ist, und verweist Sie an die „echte“ Gerätedatei, etwa `/dev/dm-4`, rufen Sie `wipefs` mit diesem Namen erneut auf:

offset	type
0x0	xfs [filesystem] UUID: 978f3d2a-...-5e0c4248fabd

Mit `mount /dev/vg0/lv0 -t xfs -o ro /mnt/` können Sie das offenbar enthaltene XFS-Dateisystem nun unter `/mnt` einhängen und auch mit dem Desinfec't-Dateimanager ansehen. Je nach NAS werden Sie nicht nur Ihre Dateien dort vorfinden, sondern auch Systemdateien, die das Gerät benötigt. Sie sollten dort also nicht anfangen aufzuräumen, wenn die Chance besteht, die Platten etwa in einem Ersatzgerät wieder in Betrieb zu nehmen.

## Image nutzen

Um Images von NAS-Platten anzufertigen und nicht das Original zu verhunzen, brauchen Sie einen hinreichend großen Rettungsdatenträger. Bezogen auf die bisherigen Beispiele, also der NAS-Platte als „`sdb`“ und dann als `/target` eingehängtem Rettungsdatenträger, erstellen Sie 1:1-Kopien auf folgende Weise:

```
dd if=/dev/sdb of=/target/mein.img bs=1M status=progress
```

Wenn die NAS-Platte nicht mehr vollständig lesbar ist, verwenden Sie stattdessen `ddrescue` – je nach Beschädigungsgrad läuft das deutlich länger, weil es beim Lesen defekte Sektoren umschifft. Die Parameter unterscheiden sich vom einfachen `dd`. Details zu `ddrescue` und das Retten von Dateien haben wir in c't 15/2018 im Rahmen dieser Serie behandelt.

Anschließend fahren Sie Desinfec't herunter, trennen die echte RAID-Platte von Ihrem PC und starten es erneut. Das Ausschließen der RAID-Module im Bootmanager per `modprobe.blacklist` ist bei diesem Start nicht mehr nötig. Die zuvor als Rettungsdatenträger formatierte Platte müssen Sie erneut einhängen (Desinfec't merkt sich so etwas nicht). Prüfen Sie zuvor mit `lsblk`, ob die Gerätenamen durch das Entfernen der einen Platte eventuell versprungen sind, etwa von `sda` auf `sdb`.

Nach dem Einhängen der Rettungsplatte (etwa mit `mount /dev/sda1 /target`) müssen Sie jetzt dafür sorgen, dass Des-

## Rettungsplatte vorbereiten

In der ersten Ausgabe von `lsblk` ganz zu Anfang des Artikels taucht eine Festplatte mit der Bezeichnung „`sda`“ auf. Das ist die Rettungsplatte unseres PC. Der Gerätenamen können bei Ihnen variieren. Eine fabrikfrische Platte, die Desinfec't als „`sda`“ erkennt, bereiten Sie mit folgenden Schritten für den Einsatz unter Linux vor: Starten Sie im Terminal nach einem `sudo su` mit `fdisk /dev/sda` die Partitionierung. Legen Sie eine GPT-Partition neu an und lassen Sie die Änderung auf die Festplatte schreiben. Beenden Sie `fdisk`. Formattieren Sie die Partition mit dem ext4-Dateisystem: `mkfs.ext4 /dev/sda1`. Anschließend erstellen Sie ein Verzeichnis und hängen Sie das Dateisystem dort ein `mkdir /target; mount /dev/sda1 /target`. Desinfec't kann auch andere Dateisysteme einrichten, etwa FAT32. Das eignet sich aber nur dann, wenn Sie lediglich kleine Dateien auf die Rettungsplatte spielen wollen (kleiner als vier GByte). Für größere ist ext4 die bessere Wahl. Ein als Ersatz beschafftes neues NAS sollte eine ext4-formatierte Platte eigentlich immer lesen können.

infec't die Image-Datei mit den Partitionen des RAID-Mitglieds auch als solche behandelt. Dabei hilft ein weiterer Befehl, `kpartx -av /target/mein.img`:

```
add map loop4p1 (253:0): 0 4096000 linear 7:4 2048
add map loop4p2 (253:1): 0 484299087 linear 7:4 4098048
```

Alle Partitionen, die in der Image-Datei enthalten sind, bindet `kpartx` in einem Rutsch über ein Loop-Device und den Device-Mapper als Partitionen ein. Sie sind dann im Gerätebaum unter `/dev/mapper` als Geräte zu sehen. (Sollten Sie das eingebundene Image in der laufenden Sitzung wieder loswerden wollen, wiederholen Sie den `kpartx`-Aufruf und ersetzen Sie dabei die Option `-a` durch `-d`.)

Die eingangs zur Orientierung empfohlenen Befehle wie `lsblk`, `wipefs` und `file` liefern nun auch Informationen für das eingebundene Image unter dem Namen des Loop-Device `/dev/loop4` beziehungsweise seiner Partitionen `/dev/mapper/loop4p1`. Die automatische RAID-Erkennung ist aber nicht erfolgt, sodass die in einem Image enthaltenen RAID-Geräte zunächst nicht in `/proc/mdstat` sichtbar sind.

Detailinformationen zu den einzelnen RAID-Mitgliedern erhalten Sie aber über die bereits bekannten Befehle wie `mdadm -Evv /dev/mapper/loop4p2` und `wipefs /dev/mapper/loop4p2`. Mit `mdadm --assemble --readonly --run md9 /dev/mapper/loop4p2` können Sie den Verbund starten. Als Verbundnamen nimmt man einen bisher freien – im Zweifel schauen Sie in `/proc/mdstat`, was dort bisher nicht auftaucht. Anschließend können Sie fortfahren, wie der Artikel es am Beispiel physischer Geräte zuvor gezeigt hat.

## Schutzschirm

In besonders verzwickten Fällen, in denen man Schreibzugriffe auf die Daten braucht, etwa um ein Dateisystem zu reparieren, könnte `xmount` helfen. Das Programm kann Geräte oder Image-Dateien so einhängen, dass Linux alle daran ausgeführten Än-

derungen in eine Cache-Datei umleitet. Das heißt, das Original bleibt unverändert, es sind aber trotzdem Änderungen möglich. `xmount` müssen Sie in Desinfec't nachinstallieren: Entfernen Sie dazu alle Kommentarzeichen (#) am Beginn der Zeile in `/etc/apt/sources.list`. Lassen Sie anschließend neue Paketlisten holen und `xmount` installieren:

```
apt-get update; apt-get install xmount
```

Soll das Programm dauerhaft auf Ihren Desinfec't-Stick, kopieren Sie es in das dafür reservierte Verzeichnis:

```
cp /var/cache/apt/archives/*.deb .
cp /opt/desinfect/signatures/deb
```

Ein vollständiger Aufruf von `xmount` sieht so aus:

```
xmount --in raw /dev/sdb --cache .
xmount --out /fakedev/
```

Er bindet das physische Gerät `/dev/sdb` als neues Gerät unter dem Pfad `/fakedev/sdb.dd` ein. Daten aus schreibenden Zugriffen, die auf dieses virtuelle Gerät erfolgen, landen in der

Datei `/target/sdbcache` und nicht auf `/dev/sdb`. Gesetzt den Fall, `/dev/sdb` enthält wie in den bisherigen Beispielen zwei Partitionen, die je in einem RAID1-Verbund stecken (erkannt als `md126` und `md127`) und logische Volumes enthalten, würde man den `md126`-Teil des Ensembles mit folgender Befehlsfolge beschreibbar mounten:

```
mdadm -S /dev/md126
mdadm -S /dev/md127
mkdir /fakedev
xmount --in raw /dev/sdb --cache .
xmount --out /fakedev/
kpartx -av /mnt/sdb.dd
mdadm --assemble --run /dev/md126 /dev/mapper/loop4p2
pvscan
mount /dev/vg0/lv0 -t xfs /mnt
```

Dabei sind `md126` und `127` die automatisch erkannten RAID-Verbunde auf `/dev/sdb`. Das Verzeichnis `fakedev` nimmt das von `xmount` erstellte Gerät auf. Der Aufruf von `kpartx` hat `/dev/mapper/loop4p2` als beschreibbare Partition aus dem von `xmount` erstellten Gerät zugänglich gemacht. Scheitert der letzte Aufruf, kann man mit `fsck /dev/vg0/lv0` das Dateisystem reparieren lassen, ohne dass dabei auf der Originalplatte Daten verändert werden. So wäre es bei einer misslungenen Rettungsaktion immer noch möglich, das Original einem Datenretter zu überantworten.

## Dateisystem-RAID

Auf verschiedenen NAS-Geräten findet man einen bunten Mix von Dateisystemen wieder: Neben XFS und ext3/4 sind wir auf Synology-Geräten auf Btrfs gestoßen. Obwohl das Dateisystem viele Möglichkeiten bietet, auch die Festplatten selbst zu verwalten und Redundanz herzustellen, setzt der Hersteller dafür bisher weiterhin auf das bewährte Linux-Software-RAID. Btrfs ist dann nur das Sahnehäubchen auf dem Storage-Stack. Entsprechend wenig gibt es deshalb zum Einbinden solcher RAID-Verbunde über die so weit erklärten Handgriffe hinaus zu sagen.

Einfacher ist das Auslesen von NAS-Daten, wenn die Platten direkt mit einem Dateisystem bespielt sind. Das ist etwa bei Platten aus einem Selbstbau-NAS mit FreeNAS als Software der Fall. Die kann Desinfec't von sich aus lesen (dank integriertem ZFS on Linux). ZFS kennt zwar unterschiedliche Feature-Sets, ist aber abwärtskompatibel; eine moderne Versionen soll immer ältere Versionen lesen können. Anders als einen Linux-eigenen RAID-Verbund erkennt Desinfec't einen ZFS-Pool nicht, aber mit `zpool import` kann man Pools sehen, auf deren Platten Desinfec't zugreifen kann:

```
pool: ptest
  id: 11197401931174254511
  state: UNAVAIL
  status: The pool was last accessed by another system.
  action: The pool cannot be imported due to damaged ...
  see: http://zfsonlinux.org/msg/ZFS-8000-EY
  config:
    ptest          UNAVAIL  unsupported feature(s)
    mirror-0                                ONLINE
    usb-Inateck_FE2005_00A1234595FF-0:0  ONLINE
    usb-Inateck_FE2005_00A123459600-0:0  ONLINE
```

## Serie: Desinfec't im Praxiseinsatz

Wir haben die Grundausstattung von Desinfec't nicht nur für die Schädlingsjagd, sondern auch für viele weitere Wartungsaufgaben ausgelegt und vertiefen sie in dieser Serie. Die folgenden Artikel haben wir bereits veröffentlicht, die anderen sind in Vorbereitung.

Sollten Sie die c't-Ausgabe 12/2018 mit der Desinfec't-DVD verpasst haben, können Sie das Heft im heise shop für 4,90 Euro kaufen (zuzüglich 1,50 Euro Versandkosten). Alternativ bieten wir ein eMagazin (PDF) für 4,49 Euro an. Beide enthalten einen Download-Code, der den Einsatz ohne DVD-Laufwerk gestattet.

---

**Desinfec't 2018**, c't 12/2018, S. 80

---

**Windows aufhelfen**, c't 13/2018, S. 172

---

**FAQ**, c't 14/2018, S. 170

---

**Datenrettung**, c't 15/2018, S. 124

---

**Hardware-Diagnose**, c't 16/2018, S. 124

---

**Offline-NAS-Reparatur**, dieser Artikel

---

**Netzwerkprobleme aufspüren:** Wenn auf dem regulären PC das Internet kaputt ist, verbindet Desinfec't Sie mit dem Online-Banking. Angehende Experten finden obendrein Werkzeuge für die Analyse auch diffiziler Netzwerkprobleme nebst Tipps.

---

**Booten aus den Netz:** Desinfec't startet nicht nur von DVD oder USB-Stick, sondern auch aus dem Netzwerk. Wir zeigen die nötigen Handgriffe.

Wenn der Pool aus dem blühenden Leben geschieden ist, dann kann man den Import forcieren: `zpool import -f ptest -o readonly=on`. Wenn die Features nicht passen, dann empfiehlt ZFS einen schreibgeschützten Import (`readonly`) – was beim Wiederherstellen von NAS-Daten generell eine gute Idee ist. Mit der Option `-F` kann man ZFS auch dazu animieren, den Pool zu reparieren. Das sollte man idealerweise nur tun, wenn man ein Backup oder Image hat. Anders als Linux-Software-RAID arbeitet ZFS mit Namen für die Pools und benötigt zum Import, also zur Wiederinbetriebnahme, keine Gerätenamen.

## Komplikationen

Die Beispiele haben wir bewusst einfach gehalten. Wenn man die Platten aktueller Geräte untersucht, findet man in einem 2-Bay-NAS durchaus fünf oder mehr Partitionen, die nach einem Desinfec't-Start dann als `md123` bis `md127` sichtbar sind. Das ist normal, selbst wenn Sie auf dem NAS eine große, redundant ausgelegte Datenplatte eingerichtet haben. Die Hersteller nutzen die zusätzlichen RAID-Verbunde, um dort ihre Software und Konfigurationsdaten abzulegen. Bei einer Standardkonfiguration dürften Sie Ihre Daten auf dem größten RAID-Verbund finden.

Die einzelnen RAIDs sind dabei durchaus anders aufgebaut: So enthalten QNAP-Geräte zwei RAID-Verbunde, die bis zu 32 Platten aufnehmen können, obwohl als Redundanzstufe nur RAID1 gewählt ist. Womöglich macht es sich der Hersteller an dieser Stelle einfacher, die Betriebssoftware auch für Geräte anderer Ausstattungsklassen gleich mit abzuhandeln. Normalerweise sind solche Entdeckungen kein Grund zur Besorgnis.

Viele NAS-Geräte bieten an, die Festplatten zu verschlüsseln. Normalerweise greifen sie dabei ebenfalls auf bewährte Linux-Technik zurück, die auch unter dem Namen LUKS gehandelt wird. Sie erkennen eine Partition, einen RAID-Verbund oder ein logisches Volume daran, dass `file`, `wipefs` & Co. „LUKS“ nebst weiteren Attributen ausgeben. In einem solchen Fall brauchen Sie das Kennwort oder den Schlüssel, um das Gerät zu entsperren. Das kann, muss aber nicht das Kennwort sein, das Sie beim Einrichten vergeben haben.

QNAP beispielsweise salzt das in der Weboberfläche eingegebene Kennwort. Über [ct.de/ysdh](http://ct.de/ysdh) finden Sie eine Hilfe zum Berechnen solcher Kennwörter. Bei anderen NAS-Geräten bleibt nur Probieren und Forschen. Das Prinzip ist simpel: Mit

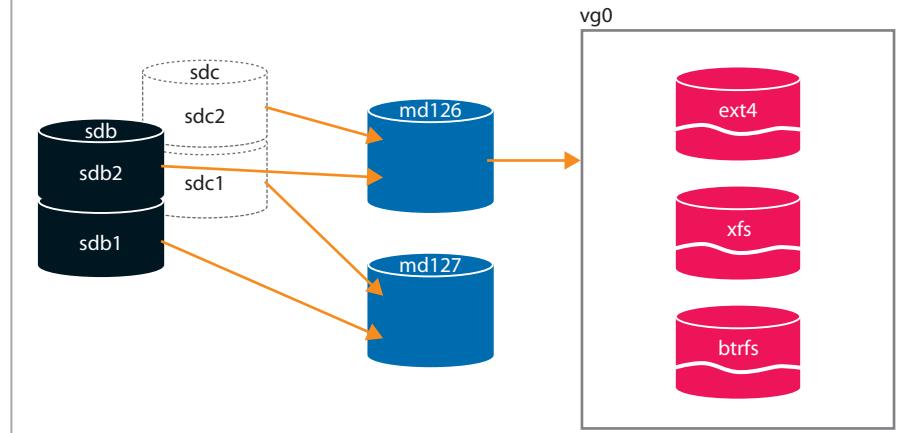
```
cryptsetup luksOpen /dev/sdb1 decrypted
```

weisen Sie Desinfec't an, die verschlüsselte Partition `/dev/sdb1` entschlüsselt als `/dev/mapper/decrypted` bereitzustellen. Das Kennwort fragt `cryptsetup` ab. Alternativ kann man das Programm auch mit Schlüsseldateien füttern (`--key-file`).

Generell berücksichtigt dieser Artikel Erfahrungen der letzten Jahre mit Linux-Software-RAIDs [1] und Experimente mit ausgewählten Geräten. Wir können nicht ausschließen,

## So strukturieren NAS-Geräte Festplatten

Beim Einrichten eines NAS entstehen aus physischen Platten (`/dev/sdb, ...`) oder Partitionen (`/dev/sdb1, ...`) RAID-Verbunde (`/dev/md126, /dev/md127 ...`). Oft stecken sie einen RAID-Verbund als physisches Volume in eine Volume Group (`/dev/vg0, ...`). Aus dem Speicher einer Volume Group bilden sie logische Volumes. Die kann man in ihrer Größe verändern. Die logischen Volumes versehen sie mit einem Dateisystem (`ext4, xfs, ...`), auf denen die Dateien landen. Verschlüsselung oder Caching kann an verschiedenen Stellen zusätzliche Ebenen einführen. Wie viele Partitionen, Verbunde und Volume Groups ein NAS anlegt, hängt von der gewünschten Redundanz und den Herstellervorgaben ab. Dieses Bild gibt die Verhältnisse des im Artikel beispielhaft behandelten Allnet ALL NAS 200 wieder.



dass in freier Wildbahn andere Techniken in NAS-Geräten zum Einsatz kommen oder dass Hersteller von gängigen Praktiken abweichen. Mit den so weit geschilderten Methoden sollte es möglich sein, solche Fälle bis zu der Grenze zu erkunden, an der es schließlich gefährlich wird. Mithilfe der mit `xmount` aufgezeigten Arbeitsweise kann ein erfahrener Linux-Nutzer diese Grenze sogar hinter sich lassen, ohne Daten zu zerstören.

Der Vollständigkeit halber noch folgender Hinweis: Sollten Sie Platten aus einem sehr, sehr alten NAS geborgen haben, kann es sein, dass dessen Prozessor nicht mit der heute verbreiteten Byte-Folge „Little-Endian“ arbeitet. `mdadm` kennt beim Zusammenbauen eines RAID-Verbunds die Option `--update=byteorder`, um solche Unterschiede auszugleichen. Ob das nötig ist und was passiert, wenn man es versäumt, konnten wir mangels geeigneter Hardware nicht probieren. Vielleicht ist der Hinweis aber für Ihren Fall eine nützliche Fährte.

Sollten die geschilderten Schritte bei Ihren NAS-Platten keine Daten fördern, die NAS-Hardware aber reif für die Elektroschrottsammlung sein, hilft ein gebrauchtes Ersatzgerät. In der jeweiligen Gerätefamilie lassen sich die Platten oft einfach umbauen oder nach Inbetriebnahme mit einer fabrikfrischen Festplatte zumindest auslesen. Außerdem gibt es natürlich professionelle Datenretter. Manch einer hat sich sogar auf die NAS-Geräte ausgewählter Hersteller spezialisiert, weil die das mit der Offenheit von Linux nicht so ernst nehmen und eben mehr als nur die Frisur ändern.

(ps@ct.de)

## Literatur

[1] Peter Siering, Festplattenpuzzles, Tipps und Tricks rund um Linux-Software-RAID, c't 6/2013, S. 184

**Ergänzende Hinweise:** [ct.de/ysdh](http://ct.de/ysdh)

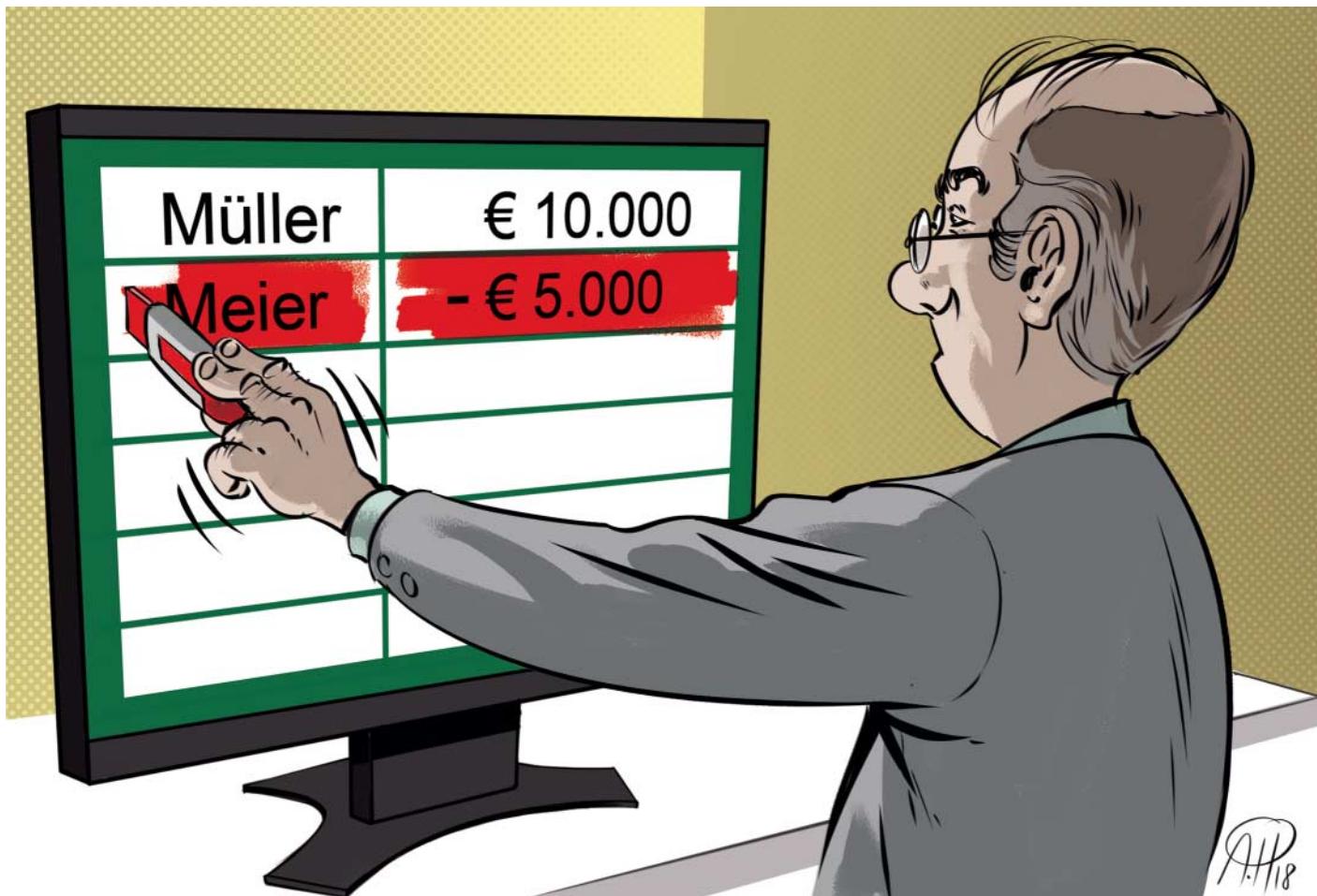


Bild: Albert Hulm

# Beste Bedingungen

## Tipps für den Umgang mit bedingten Formatierungen in Excel 2007 und höher

**Mit Datenbalken und Symbolen lassen sich in Tabellen Trends aufzeigen – das ist die Idee hinter der bedingten Formatierung. In Verbindung mit Formeln leistet sie noch weitaus mehr: Sie hebt zum Beispiel Duplikate hervor oder weist rechtzeitig auf Nachbestellungen hin, wenn Lagerbestände zur Neige gehen.**

**Von Rainer Schwabe**

**D**ie bedingte Formatierung in Excel ist beispielsweise im Controlling nützlich, um in Geschäftsergebnissen Trends hervorzuheben. In einer zusätzlichen

Spalte lassen sich Daten durch Diagramme grafisch auswerten. Sobald sich ein Zellwert ändert, passt Excel das Format aller zugehörigen Zellen an, sodass die zugeordneten Hintergrundfarben, Datenbalken oder Symbole sofort die neue Situation widerspiegeln.

Um Zahlenwerte in einer benachbarten Spalte als Datenbalken anzuzeigen, fügen Sie zunächst eine neue Spalte ein und geben einen Bezug zur Datenspalte an, zum Beispiel „=A1“. Selektieren Sie dann diese Zelle und erweitern Sie die Spalte durch einen Doppelklick aufs Ausfüllkästchen rechts unten an der Markierung. Auf diese Weise ist die Spalte doppelt vorhanden. Markieren Sie nun den Zellenbereich dieser neuen Spalte und klicken Sie im Menüband auf die Schaltfläche „Bedingte Formatierung“. Wählen

Sie über „Datenbalken“ zum Beispiel die Formatierung „Grüner Datenbalken“. Sie zeigt positive Werte grün an, schaltet den Balken bei negativen Werten aber auf Rot um. Klicken Sie nun unter „Datenbalken“ noch auf den Eintrag „Weitere Regeln“ und aktivieren Sie im Bereich „Alle Zellen basierend auf ihren Werten formatieren“ die Angabe „Nur Balken anzeigen“. Dadurch blenden Sie die Werte im markierten Zellenbereich aus, sodass nur die Formatierung bestehen bleibt. Die Werte selbst stehen bereits in der Originalspalte daneben.

Trends können Sie mit Symbolsätzen gut darstellen. Wählen Sie dazu im Menü zur bedingten Formatierung unter „Weitere Regeln“ als Formatstil „Symbolsätze“ aus und ordnen Sie jedem Symbol einen Wertebereich zu. Beachten Sie bei „Typ“,

ob Sie diesen in Prozent oder absoluten Zahlen festlegen möchten.

## Farbwechsel

Farbskalen zeigen über einen Farbverlauf an, wie nahe die jeweiligen Werte an vorher definierten Grenzen liegen. Dabei färbt die bedingte Formatierung den Hintergrund umso dunkler, je näher Sie dem Limit kommen. Markieren Sie dazu einen Datenbereich mit beliebigen Zahlenwerten. Wenn Sie innerhalb einer Liste Strg+A drücken, selektieren Sie den gesamten Zellenbereich. Ein weiteres Drücken der Taste A markiert das komplette Tabellenblatt.

Starten Sie übers Menüband die begdingte Formatierung, klicken Sie dort auf „Neue Regel“ und anschließend im Dialog auf „3-Farben-Skala“. Dort passen Sie noch Minimum („Niedrigster Wert“) und Maximum („Höchster Wert“) an. Beim Mittelwert übernehmen Sie das Quantil mit dem Wert 50 und ordnen jedem Zahlenbereich eine Farbe zu, zum Beispiel Rot, Gelb und Grün für Minimum, Mittelpunkt und Maximum. Nach Schließen des Dialogs färbt Excel die Zellen im markierten Bereich wie gewünscht ein.

## **Texte statt Farben**

Zellen lassen sich auch so formatieren, dass Excel beim Unterschreiten einer Grenze in einer Nachbarzelle einen Hinweis ausgibt. So kann man sich etwa in einer Tabelle, die Lagerbestände verwaltet, rechtzeitig vor Engpässen durch den

Hinweis „Nachbestellen!“ warnen lassen. Markieren Sie den zugehörigen Zellenbereich und erstellen Sie eine neue Regel mit der Angabe „Nur Zellen formatieren, die enthalten“. Legen Sie unter „Zellwert kleiner oder gleich“ die Mindestmenge fest, ab der der Hinweis erscheinen soll. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Formatieren“ und holen Sie die Registerkarte „Zahlen“ in den Vordergrund. Wählen Sie hier „Benutzerdefiniert“ und geben Sie im Textfeld einen Text wie „Achtung, nachbestellen!“ inklusive Anführungszeichen ein. Gegebenenfalls müssen Sie noch die Spaltenbreite an die Textlänge anpassen. Ein Doppelklick auf die Trennlinie der Spaltennamen erledigt dies automatisch.

Das Minimum oder Maximum mehrerer Zahlen lässt sich mithilfe der bedingten Formatierung ebenfalls bequem ermitteln. Für das Maximum gehen Sie im Menü der bedingten Formatierung über den Eintrag „Regeln für oberste/unterste Werte“ auf „Obere 10 Elemente“ und ändern den Wert auf 1; alternativ lassen Sie sich durch Angabe des Wertes 3 die drei höchsten Werte anzeigen. Analog funktioniert dies für die unteren Datenwerte über „Untere 10 Elemente“.

## Alles geregelt

In den bisherigen Beispielen wirkt sich die bedingte Formatierung immer in den markierten Zellen der Werte selbst aus. Um stattdessen jeweils die ganze Zeile hervorzuheben, markieren Sie die gesam-

te Liste. Wählen Sie in der bedingten Formatierung unter „Neue Regel“ den Eintrag „Formel zur Ermittlung der zu formatierenden Zellen verwenden“. Wenn Sie vor die Zeile oder Spalte des Bezugs ein Dollar-Zeichen setzen, berücksichtigt Excel die ganze Zeile oder Spalte. In einer Tabelle, in der Umsätze in Spalte B in Zeile 1 beginnend stehen, geben Sie ins Eingabefeld die Formel  $=MAX($B:$B)=\$B1$  ein und wählen Sie ein Format aus.

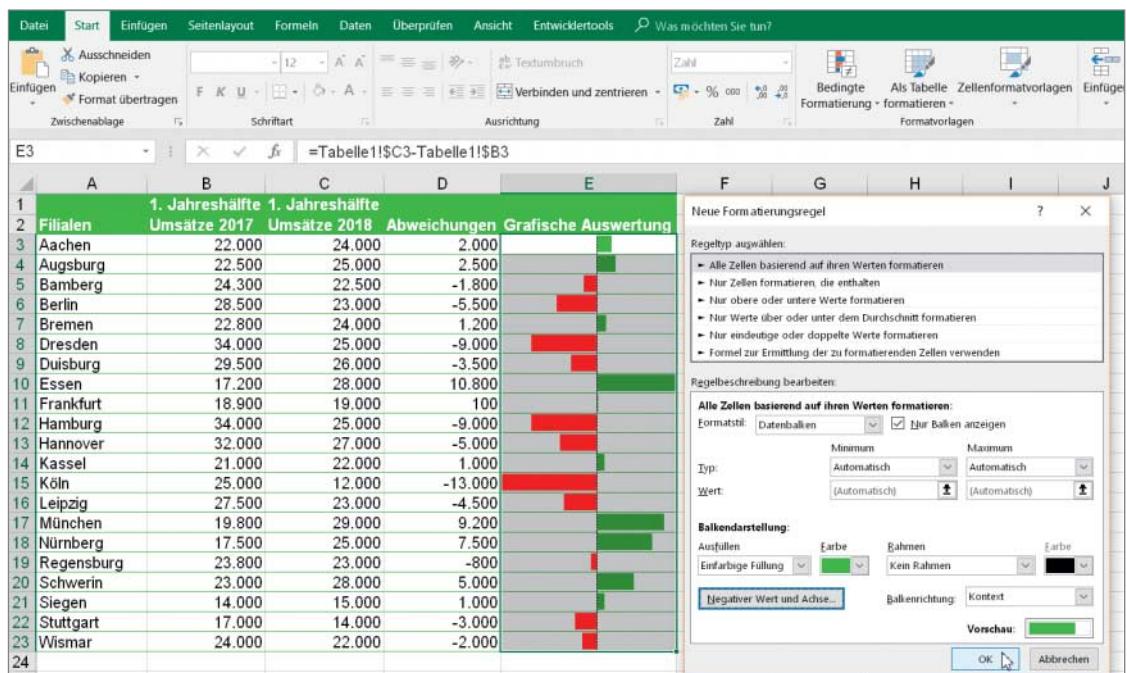
Möchten Sie andere Regeln festlegen, steht das gesamte Spektrum an Formeln bereit. So ermittelt etwa =KGRÖSSTE (\$B:\$B;1)-\$B1 oder KKLEINST(\$B:\$B;1)-\$B1 nicht nur den besten oder schlechtesten Wert, sondern auch Reihenfolgen. Für den zweitbesten Wert sorgt im zweiten Argument eine 2 und so weiter.

Die folgende Formel markiert den letzten Eintrag einer Liste in einer gesamten Zeile: `=ANZAHL2($A:$A)=ZEILE(A1)`. Die Funktion `=REST(Zahl;Divisor)` ermittelt den ganzzahligen Rest einer Division und färbt jede zweite Zelle ein: `=REST(Zeile(A1);2)=0`.

Mithilfe der Funktion =ISTFEHLER(B1) lassen Sie Fehlerwerte einfach verschwinden. Wählen Sie dazu die Farbe Weiß (Weiß auf Weiß), dann ist der Zellinhalt nur noch in der Bearbeitungsleiste zu erkennen.

## Regeln auf Zeit

Um bestimmte Datumswerte anzuzeigen, starten Sie unter „Regel zum Hervorheben von Zellen“ den Eintrag „Datum“.



Hier finden Sie eine Auswahl für Tage, Wochen und Monate. Möchten Sie dazu eigene Regeln aufstellen, tippen Sie zum Beispiel =B2=HEUTE() ein. So können Sie Zeiten, die in der Zukunft liegen, mit der Formel =B2>HEUTE() grün markieren.

Fällige Rechnungen lassen sich ebenfalls leicht über die bedingte Formatierung hervorheben. Die Formel =(HEUTE()-C1>30) vergleicht das Rechnungsdatum in Spalte C mit dem aktuellen Datum und zeigt für eine nicht bezahlte Rechnung mit einer Fälligkeit von mehr als 30 Tagen

eine Mahnung in Rot an. Möchten Sie dagegen in einem Kalenderblatt Samstage und Sonntage farbig hervorheben, stellen Sie die Regel =WOCHENTAG(\$A2:\$A26;2)>5 auf. Um sich nur einen der beiden Wochenendtage anzeigen zu lassen, tippen Sie für den Samstag =WOCHENTAG(\$A2:\$A26;2)=6 ein, für den Sonntag ändern Sie die Zahl 6 in 7.

## Gesucht, gefunden

Um eine umfangreiche Liste nach einem bestimmten Begriff zu durchsuchen, nutzen

Sie die Funktion =FINDEN(). Markieren Sie dazu den Zellenbereich, starten Sie die bedingte Formatierung und geben Sie zum Beispiel =FINDEN(\$E\$1;\$B2) ein. Wählen Sie anschließend die gewünschte Hervorhebung aus. Alle Zellen, die den Suchbegriff enthalten, werden dann markiert.

## Doppelt gemoppelt

Wenn Sie auf einen Blick mehrfach vorhandene Werte sehen wollen, können Sie ein noch leeres Tabellenblatt mit der bedingten Formatierung versehen und so den Nutzer bei der Dateneingabe vor Duplikaten warnen. Die doppelten Werte einer Spalte lassen sich unter den Regeln über die Option „Nur eindeutige oder doppelte Werte formatieren“ einstellen.

Mehr Möglichkeiten bietet eine Regel mit der Formel =ZÄHLENWENN(\$A\$1:\$D\$10; A1)>1, da sich hier mehr Optionen zur Farbhinterlegung spezifizieren lassen. Die Formel =SUMMENPRODUKT(((\$E\$1:\$E1=\$E1)\*(\$F\$1:\$F1=\$F1))>1 markiert alle Duplikate in den Spalten E und F. Die Angabe >1 können Sie variieren: Bei >2 markiert Excel gleiche Inhalte erst ab dem dritten identischen Datensatz.

Möchten Sie Duplikate nicht farblich hervorheben, sondern durchstreichen, holen Sie über die Schaltfläche „Formatieren“ die Registerkarte „Schrift“ in den Vordergrund. Wählen Sie als Formatierung „Durchgestrichen“ aus.

Mit FINDEN() lassen sich leicht Suchbegriffe in einer Liste anzeigen, etwa alle Teilnehmer einer Spielveranstaltung, die einen bestimmten Level erreicht haben.

**Über die Funktion WOCHENTAG()**  
markiert die bedingte Formatierung Samstage und Sonntage.

In der linken Liste markiert ZÄHLENWENN() alle Duplikate, in der rechten dagegen hebt SUMMENPRODUKT() die jeweils ersten Daten nicht hervor.

## Von Blatt zu Blatt

Änderungen lassen sich tabellenblattübergreifend rasch erkennen. Seit der Excel-Version 2010 vergleicht die bedingte Formatierung Listen auch, wenn Sie sich auf zwei getrennten Tabellenblättern befinden. Markieren Sie dazu die erste zu vergleichende Tabelle. Nach Starten der bedingten Formatierung wählen Sie „Neue Regel“ und dort „Formel zur Ermittlung der zu formatierenden Zellen verwenden“. Geben Sie anschließend die Formel =A1<>Tabelle2!A1 ein und aktivieren Sie noch die Formatierung. Jede nicht identische Zelle der

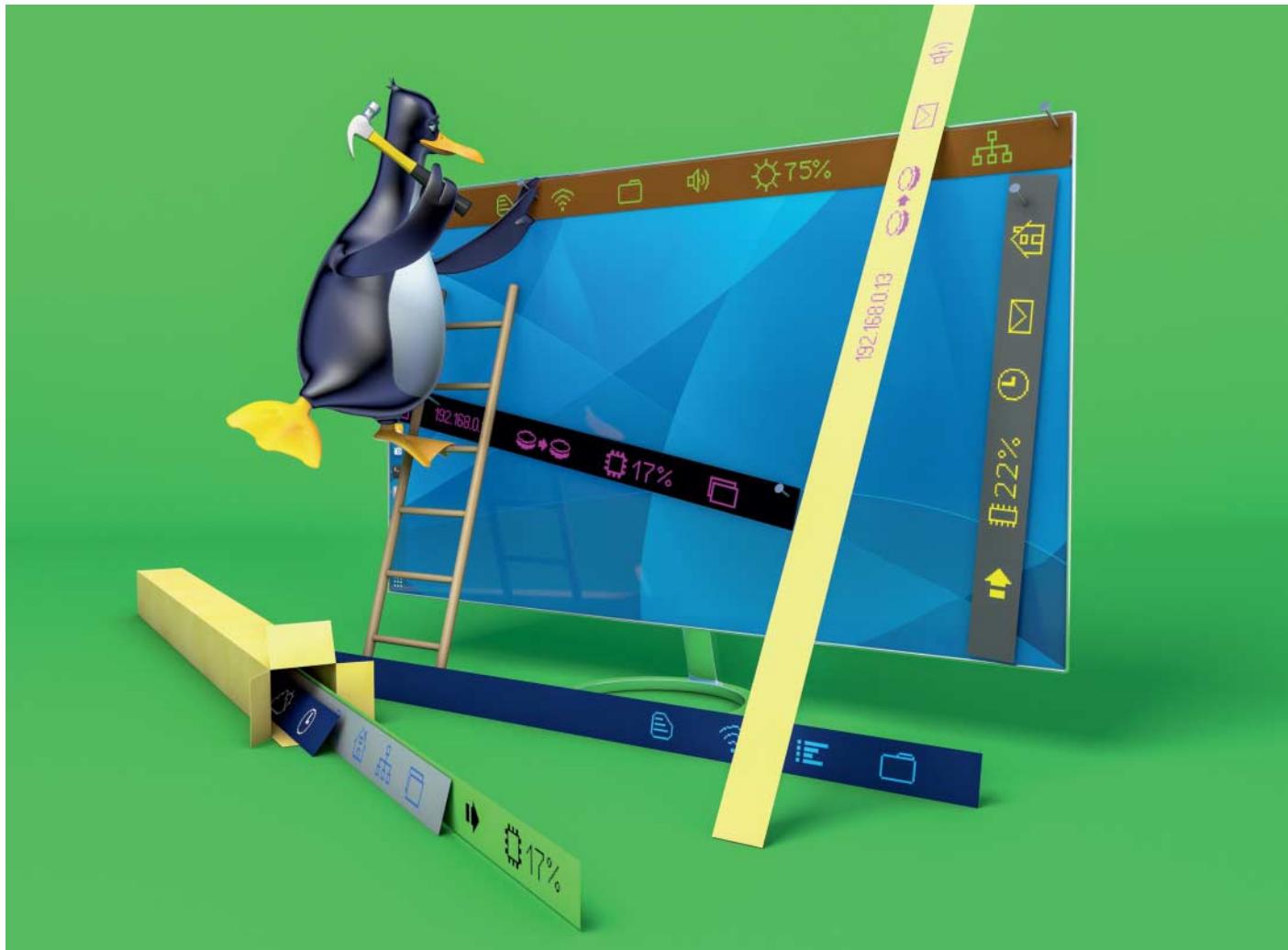
Listen wird auf dem ersten Tabellenblatt farbig hinterlegt.

## Schnelle Änderungen

Bedingte Formatierungen bleiben so lange bestehen, bis die zugehörigen Regeln gelöscht werden. Dies erledigen Sie, indem Sie das Format einer Zelle ohne bedingte Formatierung mit dem Pinsel übertragen. Alternativ erledigt dies in der bedingten Formatierung der Befehl „Regeln löschen“, indem Sie das Löschen für das gesamte Arbeitsblatt aktivieren und ein neues Format eingeben. Wenn Sie das Format nicht löschen, sondern nur ändern

wollen, markieren Sie die mit Bedingungen formatierten Zellen und ändern das Format über „Regeln verwalten“. Die Suche nach den zugehörigen Zellen verkürzt ein Druck auf F5, um den Dialog „Gehe zu“ zu öffnen. Klicken Sie dort auf „Inhalte“ und wählen Sie die Option „Bedingte Formate“. Über die Angabe „Alle“ markiert Excel alle Zellen mit Bedingungsformaten. Wählen Sie dagegen die Auswahl „Gleiche“, werden nur Zellen mit gleichem Format markiert. Löschen Sie nun die vorhandenen Formatierungen und geben Sie die neuen Bedingungen für die Zellen einheitlich an. (db@ct.de) ct

Über den Befehl „Gehe zu“ lassen sich alle Zellen mit bedingten Formatierungen markieren. Anschließend kann man die Bedingungen in einem Rutsch ändern oder löschen.



# Mehr Leisten

## Polybar baut maßgeschneiderte Statusleisten für den Linux-Desktop

**Mit Polybar platzieren Sie nach Bedarf eigene Statusleisten auf jedem Linux-Desktop. Systeminformationen wie CPU- oder Arbeitsspeicherauslastung, Batteriestatus oder Netzwerk-Infos kann Polybar dabei ebenso anzeigen wie das Wetter, die Zahl der verfügbaren Updates, einen Arbeitsflächenwechsler oder Regler für Lautstärke und Helligkeit.**

**Von Tim Schürmann**

**D**as kleine Programm Polybar fügt dem Desktop beliebig viele Statusleisten hinzu. Über eine einfach aufgebau- te Konfigurationsdatei steuern Anwender das Aussehen und die anzuzeigenden In- formationen. Sogenannte Module sam- meln diese Informationen im Hintergrund ein: So erfragt etwa ein Modul die aktuelle Uhrzeit, die Polybar dann an der ge- wünschten Stelle auf der Leiste einbaut. Um eine Leiste mit genau den Informatio- nen zusammenzustellen, die Sie gern im- mer im Blick hätten, stehen bereits viele fertige Module bereit; weitere lagern in einem Community-Repository. Bei Bedarf ergänzen Sie eigene Module über selbstgeschriebene Shell-Skripte. Da Poly-

bar die Leisten selbst auf den Bildschirm zeichnet, arbeitet es mit fast jeder Desk- top-Umgebung zusammen.

### Paketflut

Am besten laden Sie sich von der Github-Website den aktuellen Quellcode von Polybar herunter. Nur wenige Distributio- nen (etwa Manjaro und Gentoo) liefern in ihren Software-Quellen aktuelle Pakete. Fertige Pakete gibt es zwar auch für Ubuntu und OpenSuse, doch diese älteren Polybar-Versionen unterstützen nicht alle hier vorgestellten Funktionen.

Unter den meisten Distributionen kommen Sie folglich nicht darum herum, das Tool aus dem Quellcode zu überset- zen. Dazu benötigen Sie einen C++-Com- piler sowie die Entwicklerpakete zu den Bibliotheken Cairo, libxcb, Python 2, xcb-proto, xcb-util-image und xcb-util-wm. Einige Polybar-Module lassen sich nur nutzen, wenn Sie die Entwicklerpakete der folgenden Bibliotheken einspielen: xcb-util-cursor, xcb-util-xrm, alsa-lib, libpulse, i3-wm, jsoncpp, libmpdclient, libcurl und libnl-genl (oder die wireless\_tools). Lassen Sie beispielsweise alsa-lib und libpulse weg, können Sie spä-

ter die Lautstärke nicht anzeigen lassen. Die Befehle, mit denen Sie alle nötigen Abhängigkeiten unter Ubuntu, Fedora und OpenSuse einspielen, finden Sie über ct.de/yeq4.

## Selbst bauen

Sobald alle Voraussetzungen erfüllt sind, laden Sie von der GitHub-Seite von Polybar unter „Releases“ das Quellcode-Archiv der aktuellen Version herunter (siehe ct.de/yeq4) und entpacken es in Ihrem Home-Verzeichnis. Greifen Sie dabei zum Archiv mit der Endung „.tar“, denn den beiden automatisch erzeugten „Source code“-Archiven fehlen in der bei Redaktionsschluss aktuellen Version 3.1.0 zwei wichtige Bibliotheken (beziehungsweise Submodule), wodurch sich Polybar nicht korrekt übersetzen lässt. Der Polybar-Entwickler empfiehlt, den Quellcode per git herunterzuladen. Anders als angegeben, ließ sich der zu diesem Zeitpunkt verfügbare Quellcode im Test nur übersetzen, wenn man auf die Option --branch verzichtet.

```
git clone --recursive https://github.com/jaagr/polybar
```

Liegt der Quellcode vor, wechseln Sie ins Download-Verzeichnis. Anschließend übersetzen und installieren Sie Polybar mit folgenden Befehlen:

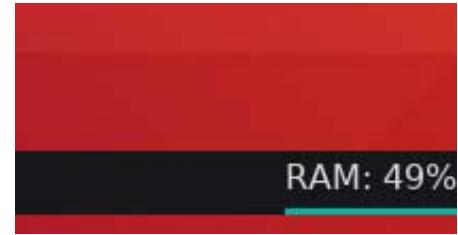
```
mkdir polybar/build
cd polybar/build
cmake ..
sudo make install
```

## Bauplatz

Den Aufbau der Leiste definiert eine Konfigurationsdatei im versteckten Unterverzeichnis `~/.config/polybar` (beachten Sie den vorangestellten Punkt). Legen Sie den Ordner an und erstellen Sie darin die Textdatei „config“. Hier verstauen Sie die folgenden Zeilen, die den Aufbau einer ersten einfachen Leiste beschreiben, die

am rechten Rand die Auslastung des Hauptspeichers anzeigt:

```
; Einfache Beispiel-Leiste
[module/hauptspeicher]
type = internal/memory
interval = 2
label = RAM: %percentage_used%
format-underline = #4bffd
[bar/beispiel]
width = 100%
height = 27
bottom = true
offset-y = 10
background = #222
foreground = #fdfdf
line-size = 3
modules-right = hauptspeicher
```



Unsere schmucklose Beispieleiste zeigt zunächst nur die Auslastung des Arbeitsspeichers in Prozent an.

Polybar ignoriert Zeilen, die mit einem Semikolon beginnen. Das können Sie nutzen, um Kommentare zu hinterlegen oder um eine Einstellung vorübergehend abzuschalten. Jede Zeile enthält genau eine Einstellung, wobei dem Namen der Einstellung ein Gleichheitszeichen folgt und rechts daneben der entsprechende Wert.

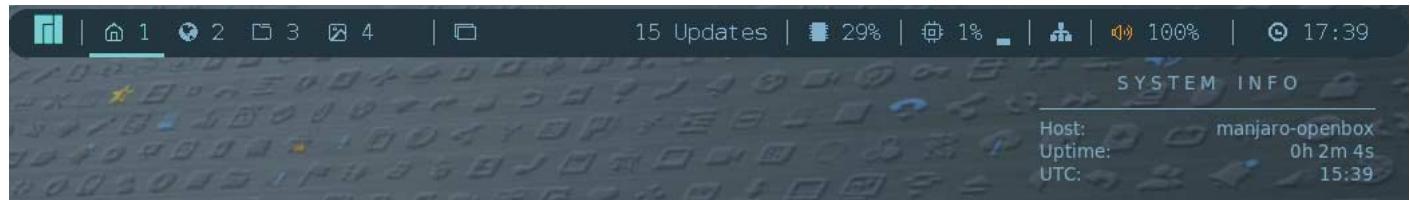
Beispielsweise sorgt `width = 100%` dafür, dass die Leiste vom linken bis zum rechten Bildschirmrand verläuft. Zusammengehörende Einstellungen sind in Abschnitte zusammengefasst, die jeweils ein Begriff in eckigen Klammern einleitet. Übrigens: In welcher Reihenfolge Sie etwas in der Konfigurationsdatei definieren oder aufrufen, ist Polybar egal. Je nach Installationsart finden Sie eventuell auch unter `/usr/share/doc/polybar/` eine Beispiel-Datei `config`, die Sie nach `~/.config/polybar/` kopieren und anpassen können. Für den Anfang ist die von uns gelieferte Konfiguration aber übersichtlicher.

Überlegen Sie zunächst, welche Module und damit Informationen die Leiste später zeigen soll. Für jedes dieser Module legen Sie dann in der Konfigurationsdatei einen eigenen Abschnitt an, der alle zugehörigen Einstellungen sammelt. Im Beispiel soll die Leiste erst einmal nur die

Hauptspeicherauslastung in Prozent anzeigen. Die dazu notwendigen Einstellungen sammelt der Abschnitt `[module/hauptspeicher]`. Der Begriff „module“ weist Polybar darauf hin, dass in diesem Abschnitt die Einstellungen für ein Modul folgen. Hinter dem Schrägstrich folgt ein frei wählbarer Name, der ohne Leerzeichen auskommen muss und nicht bereits an einer anderen Stelle in der Konfigurationsdatei auftauchen darf. Polybar unterscheidet zudem Groß- und Kleinschreibung.

In diesem Abschnitt verraten Sie Polybar zunächst hinter `type=`, welches Modul es verwenden soll. Im Beispiel verlangt `type = internal/memory` das eingebaute und somit interne Modul „memory“. Das prüft die Speicherauslastung alle zwei Sekunden, was die nächste Einstellung `interval = 2` befiehlt. Den ermittelten Wert formatiert Polybar wie hinter `label =` angegeben. Dabei ersetzt das Tool den Platzhalter `%percentage_used%` durch die Auslastung in Prozent und setzt dahinter „%“. Wollen Sie eine Bezeichnung ergänzen, stellen Sie diese einfach dem Platzhalter voran, beispielsweise `RAM:..`. Das optionale `format-underline` unterstreicht den Wert schließlich noch in einem Grünton und lässt ihn so optisch ins Auge springen.

Polybar kann mehrere Leisten präsentieren, die in derselben Konfigurationsdatei definiert werden. Um sie von-



Die Openbox-Ausgabe von Manjaro Linux nutzt Polybar als Leiste, die neben Systeminfos auch ein Menü, einen Arbeitsflächenwechsler sowie einen Lautstärkeregler mitbringt und die Zahl der verfügbaren Updates zeigt.

```
tim : bash — Konsole
Datei Bearbeiten Ansicht Lesezeichen Einstellungen Hilfe
tim@linux-j1u8:~> polybar example
warn: No monitor specified, using "VGA-1"
error: Disabling module "bspwm" (reason: Could not find socket: /tmp/bspwm_0_0-socket)
error: Disabling module "i3" (reason: Could not find socket: <empty>)
error: module/mpd: Connection refused
error: module/xbacklight: Could not get data (err: XCB_NAME (15))
error: Disabling module "xbacklight" (reason: Not supported for "VGA-1")
warn: pulseaudio: using default sink alsa_output.pci-0000_00_05.0.analog-stereo
error: Disabling module "wlan" (reason: Invalid network interface "net1")
error: Disabling module "battery" (reason: No suitable way to get current capacity value)
error: Disabling module "temperature" (reason: The file '/sys/class/
```

Probleme geben Polybar und die Module direkt auf der Konsole aus (über die Standardfehlerausgabe). Meist fehlt ein Hilfsprogramm oder entsprechende Hardware, wie hier unter anderem ein WLAN-Adapter.

einander unterscheiden zu können, erhält jede Leiste einen eindeutigen, frei wählbaren Namen. Auch dieser muss ohne Leerzeichen auskommen. Im Beispiel gibt es nur eine Leiste mit dem wenig originellen Namen „beispiel“. Sämtliche Einstellungen einer Leiste sammelt jeweils ein eigener Abschnitt. Dessen Beschriftung setzt sich aus „bar/“ und dem Namen der Leiste zusammen. Im Abschnitt [bar/beispiel] findet Polybar folglich alle Einstellungen der Leiste „beispiel“. Dort sollten Sie zunächst die Höhe und die Breite festlegen. Im Beispiel bläst Polybar die Leiste auf die gesamte Bildschirmbreite auf (width = 100%) und zieht sie 27 Pixel in die Höhe (height = 27). Den hier vergebenen Namen der Leiste geben Sie später dem Aufruf von Polybar mit auf den Weg.

## Schiebung

Standardmäßig klebt die Leiste am oberen Bildschirmrand. Da dort unter Gnome schon das Panel sitzt, verschiebt bottom = true die Beispiel-Leiste an den unteren Bildschirmrand. offset-y = 10 rückt sie von dort wieder 10 Pixel ab und verschafft so optisch etwas Luft. Alternativ hätte man die Leiste auch am oberen Rand belassen und dann von dort mit offset-y = 27 unter das Gnome-Panel schieben können. Ohne diese Einstellung würde das Gnome-Panel die Polybar-Leiste verdecken. Neben offset-y gibt es noch offset-x, das die Leiste vom linken Bildschirm-

rand abrückt. Bei width, height, offset-y und offset-x können Sie wahlweise Pixel oder Prozentwerte nutzen. Eine vertikale Leiste sieht Polybar dagegen nicht vor.

Polybar erzeugt eine neue Grenze für den Desktop-Inhalt, sodass neu geöffnete Fenster immer ober-beziehungsweise unterhalb der Leiste erscheinen. Sie lassen sich dann zwar wie gewohnt auf dem Desktop verschieben, die Polybar-Leiste bleibt jedoch immer im Vordergrund. Unter Ubuntu sollten Sie außerdem bedenken, dass sich zudem die Favoritenleiste am linken Rand verkürzt.

Die Einstellungen background und foreground legen die Hintergrund-beziehungsweise Vordergrundfarbe fest. Letztere nutzen standardmäßig alle Texte. Die Angabe der Farbe erfolgt in Hexadezimal-schreibweise. Die zu einer Farbe gehörenden Werte liefern jede bessere Bildbearbeitung und Farbwähler im Internet (siehe ct.de/yeq4). line-size = 3 sorgt dafür, dass alle Linien drei Pixel dick sind.

Abschließend müssen Sie noch festlegen, wo welche Module erscheinen sol-

len. Letztere lassen sich auf der Leiste nur links, rechts oder in der Mitte anordnen. Sämtliche Module, die Polybar auf der rechten Seite anzeigen soll, listen Sie neben modules-right = auf. Hinterlegen müssen Sie dabei den weiter oben in der Konfigurationsdatei gewählten Namen. Mit modules-right = hauptspeicher präsentiert Polybar ganz rechts auf der Leiste das Modul, das Sie im Abschnitt [modules/hauptspeicher] eingerichtet haben. Neben modules-right kennt Polybar noch die Einstellungen modules-center und modules-left. Die dahinter aufgelisteten Module erscheinen später in der Mitte beziehungsweise am linken Rand.

Mehrere Module schreiben Sie einfach nacheinander in die Konfigurationsdatei. Wenn Sie in der Datei weitere Leisten einrichten, können Sie ein Modul auch mehrfach verwenden. Die Einstellungen für das Modul müssen Sie dabei nur ein einziges Mal in der Konfigurationsdatei hinterlegen. Möchten Sie die Hauptspeicherbelegung auf zwei Leisten optisch unterschiedlich anzeigen, erstellen Sie einfach in der Konfigurationsdatei einen neuen Abschnitt mit den passenden Einstellungen für das „memory“-Modul und geben diesem Abschnitt einen eigenen Namen.

## Wo bin ich?

Wenn Sie die Konfiguration gespeichert haben, holt folgender Befehl in einem Terminal-Fenster die Leiste „beispiel“ auf den Schirm:

polybar Beispiel

Mit der Tastenkombination Strg+C beenden Sie Polybar wieder, was auch die Leiste verschwinden lässt. Bei mehreren angeschlossenen Bildschirmen zeigt Polybar die Leiste auf dem erstbesten. Um sie einem bestimmten Monitor zuzuordnen, lassen Sie sich zunächst eine Liste mit allen von Polybar erkannten Bildschirmen ausgeben:

polybar -m

```
tim@ubuntu: ~
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
tim@ubuntu:~$ polybar -m
VGA-2: 1280x720+800+0
VGA-1: 800x600+0+0
tim@ubuntu:~$
```

Hier hat Polybar zwei angeschlossene Monitore erkannt. Am zweiten Anschluss „VGA-2“ hängt dabei ein Bildschirm mit einer Auflösung von 1280 mal 720 Pixeln.

Ergänzen Sie dann unter den Einstellungen der Leiste die Einstellung „monitor“ mit dem gewünschten Bildschirm. Im folgenden Beispiel würde die Leiste „beispiel“ auf dem Monitor „VGA-2“ erscheinen:

```
[bar/beispiel]
monitor = VGA-2
```

## Automatisch aktiv

Den Befehl „polybar Beispiel“ können Sie beim Start Ihrer Desktop-Umgebung automatisch aufrufen lassen. Unter Ubuntu rufen Sie dazu „Startprogramme“ auf, lassen ein neues Programm „Hinzufügen“, vergeben einen „Namen“ und hinterlegen als „Befehl“ das bekannte polybar Beispiel. Besitzer des Plasma-Desktops rufen die Systemeinstellungen auf, wechseln dort zu „Starten und Beenden“, dann weiter zu „Autostart“, lassen ein „Programm hinzufügen“, tippen in das Eingabefeld polybar Beispiel und bestätigen zweimal mit „OK“. Auf dem Xfce-Desktop suchen Sie im Menü nach „Sitzung und Startverhalten“, wechseln in den Reiter „Automatisch gestartete Anwendungen“ und ergänzen Polybar über „Hinzufügen“.

Unter Gnome legen Sie im Ordner `~/.config/autostart` eine Textdatei „polybar.desktop“ mit folgendem Inhalt an, wobei hinter `Exec=` das Kommando zum Aufruf von Polybar steht:

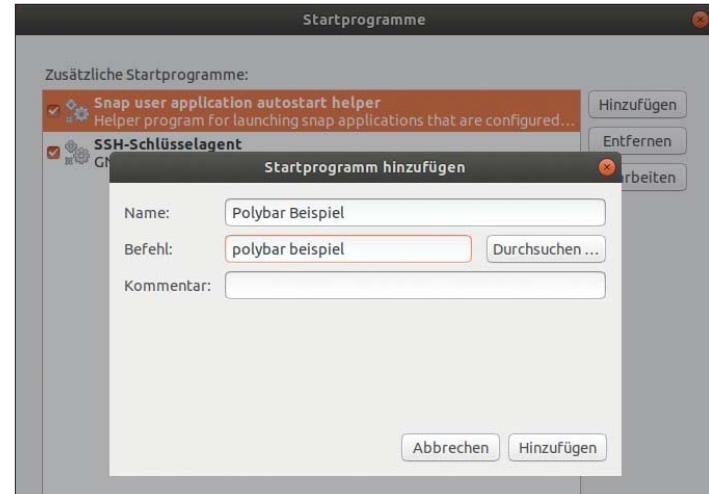
```
[Desktop Entry]
Exec=polybar Beispiel
Name=Polybar_Beispiel
Type=Application
```

Die Leiste sollte dann nach dem nächsten Login automatisch auftauchen. Wollen Sie mehr als eine Leiste auf dem Desktop, müssen Sie jede einzeln aufrufen. Dann erledigen Sie das einfacher mit einem Shell-Skript. Tragen Sie hier sämtliche Startbefehle ein und schicken Sie dabei Polybar jeweils mit einem angehängten & in den Hintergrund (polybar Beispiel &). Anschließend tragen Sie das Shellskript wie beschrieben in den Autostart ein.

## Recycling

Innerhalb der Konfigurationsdatei tauchen viele Farbwerte auf. Um sie später zu ändern, müssten Sie mühsam die komplette Datei durchgehen. Stattdessen können Sie am Anfang einmal die Farbwerte vorgeben und diesen innerhalb der Konfigurationsdatei eigene Namen verpassen.

**Unter Ubuntu kann man mit dem Dialog „Startprogramme“ Polybar schon mit wenigen Mausklicks automatisch bei der Anmeldung aktivieren.**



Dazu erstellen Sie zunächst einen neuen Abschnitt, dessen Bezeichnung nicht mit „bar“ oder „module“ beginnt. Im Beispiel könnte man den Abschnitt „[farben]“ einführen. Anschließend weist man den Namen einfach die entsprechenden Werte zu:

```
[farben]
hintergrund = #222
vordergrund = #fdfdf
```

Ab sofort weiß Polybar, dass „hintergrund“ für den Wert „#222“ steht. In der restlichen Konfigurationsdatei können Sie jetzt wie folgt anstelle der Farbwerte die entsprechenden Begriffe verwenden:

```
background = ${farben.hintergrund}
```

Polybar streicht damit den Hintergrund der Leiste in der im Abschnitt „farben“ neben „hintergrund“ angegebenen Farbe. Die geschweiften Klammern verraten Polybar, dass es die Namen gegen die tatsächlichen Werte tauschen muss. Wenn Sie künftig eine Farbe ändern möchten, genügt es, den Abschnitt `[farben]` anzupassen. Nach dem gleichen Prinzip können Sie auch für andere Werte eigene Namen definieren.

## Modular

Wie das Memory-Modul dürfen Sie beliebig viele weitere Module auf die Leiste kleben. Um beispielsweise am rechten Leistenrand auch die Prozessorauslastung im Blick zu behalten, konfigurieren Sie zunächst in einem neuen Abschnitt das Modul „internal/cpu“. Im folgenden Beispiel aktualisiert Polybar jede Sekunde den Wert, zeigt neben der Beschriftung „CPU“ die Auslastung als zweistellige Prozentzahl an und unterstreicht diese rot:

```
[module/cpu]
type = internal/cpu
interval = 1
label = CPU: %percentage:2%
format-underline = #f90000
```

Jetzt müssen Sie noch den Namen „cpu“ hinter „modules-right=“ ergänzen, wobei dort jeweils ein Leerzeichen alle Begriffe trennt:

```
modules-right = hauptspeicher cpu
```

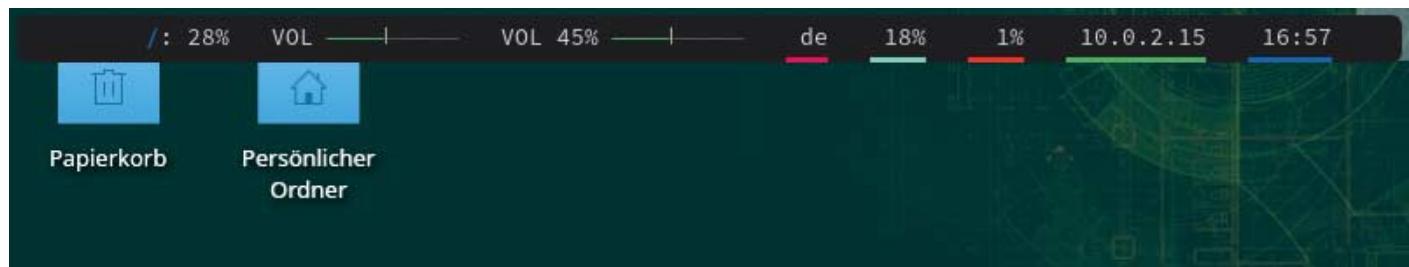
Polybar beachtet zudem die Reihenfolge: Im Beispiel würde die Prozessorauslastung ganz rechts am Rand erscheinen, links daneben die Speicherbelegung. Damit die zwei Prozentzahlen nicht direkt aneinanderkleben, können Sie unter „[bar/beispiel]“ noch mit der Einstellung `module-margin = 1` ein Leerzeichen links und rechts neben jedem Wert einfügen lassen. Mit `separator = |` setzen Sie einen Trenner (in diesem Fall „|“) zwischen die einzelnen Module.

Sämtliche in Polybar mitgelieferten Module listet das Polybar-Wiki auf (siehe ct.de/yeq4). Die Namen der Module geben dabei Hinweise auf die Funktion: „battery“ liefert beispielsweise den Füllstand des Notebook-Akkus. Ein Klick auf ein Modul führt zu den zugehörigen Einstellungen und einer Beispieldokumentation.

Weitere von Freiwilligen entwickelte Module hält ein Repository auf GitHub bereit (siehe ct.de/yeq4). Jedem Modul liegt eine knappe Anleitung bei, die kurz die Inbetriebnahme und eventuell benötigte Hilfsprogramme beschreibt.

## Klick mich!

Polybars Fähigkeiten beschränken sich nicht auf die reine Anzeige von Informa-



Polybar liegt eine Beispiel-Konfiguration bei, die zu dieser gut bestückten Leiste führt. Sie finden die entsprechende Konfigurationsdatei unter `/usr/local/share/doc/polybar/config`, die Leiste heißt „example“.

tionen. Einige Module reagieren auch auf Mausklicks – etwa ein Lautstärke- oder Helligkeitsregler.

Die Lautstärke steuert beispielsweise das Modul „pulseaudio“. Per Klick oder Mausrad können Sie damit die Lautstärke ändern sowie die Wiedergabe schnell stumm schalten. Wie der Name andeutet, arbeitet das Modul mit PulseAudio zusammen. Die Funktion ist allerdings noch brandneu und funktioniert nur, wenn Sie Polybar aus dem aktuellen Quellcode kompiliert haben. Die Einrichtung des Moduls erledigt folgender Abschnitt:

```
[module/pulseaudio]
type = internal/pulseaudio
sink = alsa_output.pci-0000_00_05.0
↳ analog-stereo
format-volume = Lautstärke: ↴
↳ <label-volume>
label-muted = Lautstärke: aus
```

Hinter `sink` = tragen Sie den Namen des Wiedergabegeräts ein, dessen Lautstärke das Modul anzeigen soll. Den passenden Namen ermitteln Sie via Kommandozeile:

```
pacmd list-sinks | grep "name: "
```

Das Ergebnis ist eine Liste der Wiedergabegeräte (die sogenannten Sinks) in Ihrem System. Suchen Sie das Gerät heraus, dessen Lautstärke Sie auf der Polybar-Leiste sehen und regulieren möchten. Notieren Sie dann den hinter „name“ aufgeführten Bezeichner hinter `sink` =.

Den neben `format-volume` = vorgegebenen Text präsentiert das „pulseaudio“-Modul auf der Leiste. Im Beispiel ist das zunächst `Lautstärke:`. Den Platzhalter `<label-volume>` ersetzt das Modul automatisch durch die jeweils aktuelle Lautstärke. Wenn die Wiedergabe stumm geschaltet ist, drückt das Modul hingegen das `hinter label-muted` = angegebene Wort auf die Leiste. Vergessen Sie nicht, das Modul `pulseaudio` der entsprechenden Leiste hinzuzufügen (etwa `hinter modules-right` =).

Nach dem Start der Leiste schaltet ein Klick auf den Bereich „Lautstärke“ auf der Leiste die Wiedergabe stumm. Indem Sie den Mauszeiger auf dem Modul parken und am Mausrad drehen, können Sie die Lautstärke hoch- oder herunterregeln.

## Selbstgemacht

Sofern unter den fertigen Modulen kein passendes dabei ist, können Sie auch schnell selbst eines stricken. Dazu erstellen Sie in der Konfigurationsdatei einen neuen Abschnitt für ein Modul vom Typ „custom/script“:

```
[module/wetter]
type = custom/script
exec = echo Berlin: $(curl -s ↴
↳ "wttr.in/Berlin0?T" | grep -Eo -e ↴
↳ '^-?[[digit:]].*°C.*')
interval = 60
format-underline = #f90000
```

Den hinter `exec` = angegebenen Shell-Befehl ruft Polybar auf und zeigt die Ausgabe auf der Leiste an. Im obigen Beispiel holt der Befehl mit dem Hilfsprogramm `curl` das aktuelle Wetter in Berlin vom Dienst „wttr.in“, extrahiert mit `grep` die Temperatur, die wiederum `echo` ausgibt.

An dieser Stelle können Sie auch ein selbstgeschriebenes (Shell-)Skript oder ein anderes Programm aufrufen. Es muss lediglich die anzuzeigenden Daten auf der Standardausgabe ausgeben. Die Einstellung `intervall` bestimmt wieder, in welchen Zeitabständen Polybar den Befehl hinter `exec` aufruft, im Beispiel sind das 60 Sekunden. Das optionale `format-underline` unterstreicht den Text rot. Den Namen des neuen Abschnitts müssen Sie jetzt nur noch der entsprechenden Leiste hinzufügen, beispielsweise:

```
modules-right = wetter memory cpu
```

Die Optik einer Leiste lässt sich in der Polybar-Konfiguration bis ins Detail anpassen; so gibt `font-0` beispielsweise eine Schriftart vor. Mit passenden Schriften lassen sich dann auch Symbole ergänzen. Viele mögliche Einstellungen stellt das Polybar-Wiki vor (siehe [ct.de/yeq4](http://ct.de/yeq4)). Weitere Inspiration liefern die Konfigurationen anderer Anwender, die Sie über eine Suchmaschine mit dem Stichwort „Polybar“ aufstöbern. (lmd@ct.de). **ct**

**Downloads und Dokumentation:** [ct.de/yeq4](http://ct.de/yeq4)



Die Polybar-Beispieleiste erscheint am unteren Rand und zeigt rechts Wetter, Lautstärke, RAM- und CPU-Auslastung. Beschriftungen helfen dabei, die Angaben auseinanderzuhalten.

Anzeige

# Ja, ich will!

## DSGVO-konforme Newsletter-Erlaubnis

**Der neue europäische Datenschutz hat viele Newsletter-Versender zu hektischem Aktionismus verleitet – oftmals grundlos. Beachtet man einige Neuerungen, die die DSGVO gebracht hat, muss man sich keine Sorgen machen.**

**Von Nicolas Maekeler**

der DSGVO bleiben alte Einwilligungen wirksam, wenn sie bei ihrer Erteilung den Anforderungen der DSGVO entsprochen haben. Nach maßgeblicher Ansicht des „Düsseldorfer Kreises“ – dem Zusammenschluss der deutschen Datenschutzaufsichtsbehörden – ist dieser Umstand grundsätzlich erfüllt, wenn die Einwilligungen getreu des alten Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) eingeholt wurden.

### Sechs Rechtsgrundlagen

Doch das ist offenbar in vielen Unternehmen und Organisationen nicht der Fall: Sie bestücken ihre Adressdatenbanken eben nicht nur aus der eigenen Kundenliste, sondern beispielsweise auch aus Gewinnspielen, zugesteckten Visitenkarten oder von Brokern zugekauften Daten. Bei den für den E-Mail-Versand erforderlichen Daten der Empfänger, wie E-Mail-Adressen oder Namen, handelt es sich um personenbezogene Daten. Und für die Verarbeitung dieser Daten benötigt der Versender eine in der DSGVO geregelte Rechtsgrundlage.

Die Einwilligung nach Art. 6 Abs. 1 DSGVO ist dabei nur eine von sechs möglichen Rechtsgrundlagen. Ob der Versender eine Einwilligung benötigt oder ob eine andere Rechtsgrundlage greift, hängt von der Art des Newsletters ab. Nimmt er

ohne kommerzielles Interesse Kontakt zum Empfänger auf, wird sich der Versender auf sein sogenanntes „berechtigtes Interesse“ berufen können. Diese Rechtsgrundlage erlaubt laut DSGVO eine Datenverarbeitung, wenn keine überwiegenden entgegenstehenden Interessen des Betroffenen bestehen und dieser der Datenverarbeitung nicht bereits per Opt-out widersprochen hat.

Beispiele für „berechtigtes Interesse“ sind der Versand des Gemeindebriefs einer Kirche, die Einladung zur Veranstaltung einer gemeinnützigen Organisation und andere nicht werbliche Informationsbriefe. Auch Pressemitteilungen per Mail fallen darunter, weil man bei empfangenden Journalisten ein Interesse vermuten darf. Selbst für Werbesendungen benötigen Absender aus rein datenschutzrechtlicher Sicht nicht zwingend eine Einwilligung der Empfänger, denn gemäß Erwähnungsgrund 47 DSGVO kann die Verarbeitung personenbezogener Daten zum Zwecke der Direktwerbung als eine einem berechtigten Interesse dienende Verarbeitung betrachtet werden.

### Strenges Wettbewerbsrecht

Doch auch wenn das Versenden DSGVO-konform sein kann, kommt hier das Wettbewerbsrecht in die Quere: Nach Paragraf 7 des Gesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG) gilt es als unzumutbare und damit unzulässige Belästigung, Werbe-Mails ohne vorherige ausdrückliche Einwilligung des Adressaten zu versenden. Diese Regelung hat nichts mit Datenschutz zu tun, sondern dient in erster Linie der Vermeidung von Spam. Mit der DSGVO hat sich diesbezüglich nichts geändert.

Eine Ausnahme vom generellen Einwilligungsvorbehalt sieht Paragraf 7 UWG

Durch die DSGVO erfuhren Bürgerinnen und Bürger plötzlich, in welchen europäischen Broker-Datenbanken ihre Adresse gelandet ist.

**¿Cuáles son tus derechos?**

Puedes solicitarnos el acceso, rectificación, supresión o la portabilidad de tus datos personales en cualquier momento.

Para saber más acerca de como tratamos tus datos, te recomendamos que veas los siguientes recursos:

- Nuestra [política de privacidad](#).
- Nuestro [aviso legal](#).

Siquieres seguir recibiendo este servicio, necesitamos que nos lo autorices expresamente haciendo click en el siguiente botón:

[Aceptar tratamiento de datos](#)

Saludos,  
El equipo de Demium Startups.



## Beispiel für Erklärung der Ähnlichkeitswerbung

Wenn Sie bei uns Waren oder Dienstleistungen erwerben und hierbei Ihre E-Mail-Adresse angeben, behalten wir uns vor, diese für den Versand von Newslettern mit Direktwerbung für eigene ähnliche Waren oder Dienstleistungen zu verwenden. Dies dient der Wahrung unserer im Rahmen einer Interessensabwägung überwiegenden berechtigten Interessen an einer werblichen Ansprache unserer Kunden.

**Sie können dieser Verwendung Ihrer Daten jederzeit durch eine Nachricht an [Adresse, E-Mail Adresse] oder über den Abmeldelink in der Werbe-Mail widersprechen, ohne dass hierfür andere als die Übermittlungskosten nach den Basistarifen entstehen. Soweit der Newsletter-Versand aufgrund des Verkaufs von Waren oder Dienstleistungen erfolgt, berufen wir uns auf § 7 Abs. 3 UWG.**

nur im Rahmen sogenannter „Ähnlichkeitswerbung“ vor. Die Voraussetzungen dafür sind jedoch sehr streng geregelt: Der Versender muss die E-Mail-Adresse des Empfängers im Zusammenhang mit dem Verkauf von Waren oder Dienstleistungen erhalten haben, er darf nur ähnliche Produkte bewerben und der Kunde muss bei Erhebung der Daten sowie in jedem Mailing auf sein Widerspruchsrecht hingewiesen werden. Letzteres kann in der Datenschutzerklärung der Website geschehen (siehe Kasten oben). Dann muss der Versender bei der Erhebung der E-Mail-Adresse darauf hinweisen (das Bestätigen der Datenschutzerklärung über eine Checkbox ist dabei nicht erforderlich) und in jeder Mail einen Opt-out-Link platzieren.

Für alle anderen Fälle der werblichen Ansprache per E-Mail bedarf es einer zu dokumentierenden Einwilligung, die den Anforderungen des Artikels 7 DSGVO entspricht. Der Empfänger muss sie freiwillig, für einen konkreten Fall, in informierter Weise und unmissverständlich in Form einer Erklärung oder einer sonstigen eindeutigen Handlung abgeben. Das heißt: Ein schlichtes „Ja, ich möchte einen Newsletter erhalten“ reicht nicht aus.

Wenn der Versender die Einwilligung während anderer Vorgänge – etwa beim Abschluss eines Kaufvertrags in einem Online-Shop – einholt, muss das mit einer nicht vorausgefüllten Checkbox erfolgen. Nur so erfüllt er das Kriterium der „eindeutigen Handlung“. Unzulässig ist es, den Kunden den gesamten Bestellprozess des Online-Shops durchlaufen zu lassen und ihm ohne abgegebene Werbeeinwilligung den Kauf zu verwehren – das wäre ein Verstoß gegen das Kopplungsverbot des Art. 7 Abs. 4 DSGVO. Die Einwilligung wäre in diesem Fall nicht freiwillig erteilt worden.

reichend und damit unzulässig. Wichtig ist der Hinweis auf die Widerrufsmöglichkeit. Ein Formulierungsbeispiel für einen Einwilligungstext finden Sie im Kasten unten.

Erfasst die Newsletter-Software nicht pseudonymisiert, wann der Empfänger die Mail öffnet und wann er welchen Link darin anklickt, muss der Versender auf dieses Tracking im Einwilligungstext hinweisen. Viele Datenschützer sind sogar der Ansicht, dass es dafür eine eigene Checkbox geben muss: Der Nutzer soll entscheiden dürfen, ob er den Newsletter mit oder ohne Tracking abonnieren möchte. Ansonsten läge – so die Rechtsmeinung – auch hier ein Verstoß gegen das erwähnte Kopplungsverbot vor.

### Double-Opt-in

Die DSGVO schreibt ausdrücklich vor, dass der sogenannte „Verantwortliche“ die Einwilligung in die Verarbeitung personenbezogener Daten nachweisen können muss. Das Double-Opt-in-Verfahren ist daher obligatorisch. Weil dabei der Newsletter-Versand erst startet, wenn der Link in einer Bestätigungs-Mail geklickt wurde, kann der Absender insbesondere verhindern, dass ein unbefugter Dritter die E-Mail-Adresse im Anmeldeformular angegeben hat.

Neben einem optimierten Einwilligungstext gilt es noch einige weitere DSGVO-Pflichten zu erfüllen, die c't zuletzt ausführlich in Ausgabe 5/2018 beschrieben hat. Beispielsweise gilt: Der Newsletter-Versender muss den Prozess im Verzeichnis der Verarbeitungstätigkeiten dokumentieren. Nutzt er Dienstleister für den E-Mail-Versand, muss er mit diesen eine Vereinbarung über die Auftragsverarbeitung nach Artikel 28 DSGVO abgeschlossen haben. Auch sollte er sich auf Auskunftsersuchen der E-Mail-Empfänger einrichten. Für die Beantwortung hat er nämlich nur einen Monat Zeit.

(hob@ct.de) 

## Beispiel für eine Newsletter-Einwilligung

Ich willige ein, dass mich [Name/Firma des Verantwortlichen] per E-Mail über [Beschreibung von Waren und/oder Dienstleistungen] informiert. Meine Daten werden ausschließlich zu diesem Zweck genutzt. Eine Weitergabe an Dritte erfolgt nicht. Ich kann die Einwilligung

jederzeit per E-Mail an [E-Mail-Adresse], per Brief an [Postadresse] oder durch Nutzung des in den E-Mails enthaltenen Abmeldelinks widerrufen. Ausführliche Informationen zum Newsletterversand erhalten Sie in unserer Datenschutzerklärung [Link].

# Tipps & Tricks

## Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

### unsere Kontaktmöglichkeiten:

 [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

   [c't magazin](#)

 [@ctmagazin](mailto:@ctmagazin)

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

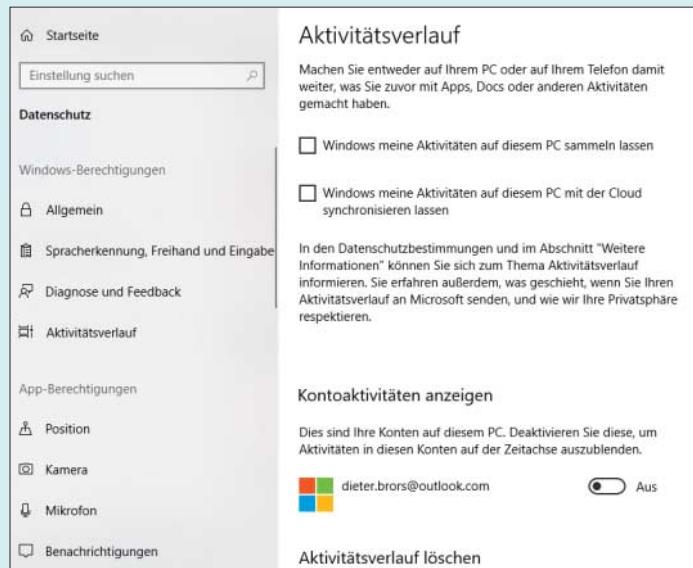
## Windows 10 zeigt längst Geschlossenes

**?** Unter Windows 10 nutze ich zum Wechseln zwischen meinen laufenden Anwendungen gern die Tastenkombination Windows+Tab. Dann tauchen Miniaturansichten auf, aus denen ich per Mausklick auswähle. Nun habe ich aber versehentlich ein weiteres Mal die Tab-Taste gedrückt und plötzlich erscheinen Dokumente und Anwendungen, die

eigentlich längst geschlossen sind. Nun mache ich mir Sorgen: Sollte zufällig jemand hinter mir stehen, wenn mir das noch mal passiert, könnte er womöglich einen Blick auf Vertrauliches erhaschen. Was soll das also und noch wichtiger: Wie werde ich das los?

**!** Das ist der mit Windows 10 Version 1803 eingeführte Aktivitätsverlauf. Seitdem merkt sich Windows standardmäßig, was Sie tun, damit Sie bei Bedarf die zuletzt genutzten Dokumente und Anwendungen schneller wieder aufrufen können. Wer will, kann diese Protokolle von Windows sogar in der Cloud speichern lassen, um sie mit anderen PCs zu synchronisieren. Das macht Windows jedoch nur auf ausdrückliche Anweisung.

Wenn Sie auf diese Form der permanenten Überwachung durch das Betriebssystem verzichten wollen, drücken Sie Windows+I, um zu den Einstellungen zu gelangen. Darin klicken Sie unter „Datenschutz“ auf „Aktivitätsverlauf“. Entfernen Sie das Häkchen vor „Windows meine Aktivitäten auf diesem PC sammeln lassen“ und stellen Sie sicher, dass das Häkchen vor „Windows meine Aktivitäten auf diesem PC mit der Cloud synchronisieren lassen“ nicht gesetzt ist. Die bislang von Windows erfassten Protokolle löschen Sie weiter unten bei „Aktivitätsverlauf löschen“. (axv@ct.de)



Startseite

Einstellung suchen

Datenschutz

Windows-Berechtigungen

Allgemein

Spracherkennung, Freihand und Eingabe

Diagnose und Feedback

Aktivitätsverlauf

App-Berechtigungen

Position

Kamera

Mikrofon

Benachrichtigungen

Aktivitätsverlauf

Kontoaktivitäten anzeigen

Aktivitätsverlauf löschen

## Variablennamen auf der JavaScript-Konsole

**?** Ich programmiere Webanwendungen in JavaScript und schreibe häufiger zur Fehlersuche `console.log(variable)` in die Konsole. Bei mehreren Ausgaben weiß ich dann aber nicht, zu welcher Variable welcher Wert gehört. Wie kann ich den Namen anzeigen?

**!** Setzen Sie die Variable einfach in geschweifte Klammern, also `console.log({variable})`. Dann erscheint in der Konsole `{variable: "12345"}`. (jam@ct.de)

## Riesige Nextcloud-Datenbank schrumpfen

**?** Ich habe auf meinem Server Nextcloud eingerichtet. Nach ein paar Tagen fiel mir auf, dass die Datenbank-Dateien des MySQL-Servers mehrere Gigabyte Platz beanspruchen. In der Nextcloud selbst habe ich nur ein paar hundert Megabyte gespeichert. Was läuft da schief?

**!** Nextcloud verwendet einen Datenbank-Cache, um externe Dateisysteme schneller bereitzustellen zu können. Dieser kann bei großen Dateisystemen sehr schnell wachsen. Wahrscheinlich haben Sie ein Root-Dateisystem eines externen Linux-Servers per SSH eingebunden. Dann wächst die Tabelle für den Cache nämlich massiv an. Zwar können Sie mittels Bordwerkzeugen die Datenbankenträge wieder löschen, aber die MySQL-Dateien werden dadurch nicht kleiner.

Der einzige Weg, um die Größe der MySQL-Dateien zu reduzieren, ist es, die Datenbank neu zu erstellen. Als Erstes sollten Sie noch bestehende SSH- oder SMB-Verbindungen zu großen Verzeichnissen in Nextcloud entfernen. Dann erzeugen Sie mithilfe des Programms mysqldumper einen Dump der bestehenden Datenbank:

```
mysqldump --all-databases ↵
↳ -uroot -pSQLROOTPASSWORT ↵
↳ nextcloud.sql
```

Anschließend stoppen Sie den Datenbankprozess und kopieren Sie den Ordner mit den MySQL-Dateien. Üblicherweise ist das `/var/lib/mysql`, an einen sicheren Ort, falls etwas schiefgeht. Löschen Sie dann alle Dateien in `/var/lib/mysql` und starten den MySQL-Prozess wieder. Zu

guter Letzt spielen Sie den Dump mithilfe des Programms mysql wieder ein:

```
mysql -u root -pSQLROOTPASSWORT >
↳ nextcloud.sql
```

Danach sollte die Nextcloud-Datenbank wieder auf eine moderate Größe geschrumpft sein. (mls@ct.de)

## Zeiten in Excel auf Viertelstunde runden

**?** In einer Excel-Tabelle möchte ich Zeitangaben jeweils auf die nächste Viertelstunde auf- beziehungsweise abrunden. Wie gehe ich dazu vor?

**!** Das können Sie über die folgende Formel erledigen, wobei die Uhrzeit hier in Zelle A1 steht:

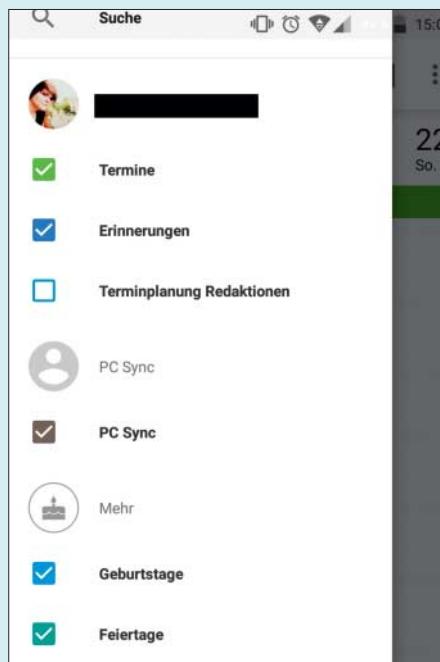
```
=RUNDEN((A1*24*4;0)/(24*4))
```

Da ein Tag aus 24 Stunden und jede Stunde aus 4 Viertelstunden besteht, müssen Sie die Zeit aus Zelle A1 zunächst durch Multiplikation in Viertelstunden umrechnen. Diese Zahl runden die Formel dann ohne Nachkommastellen auf die nächste Viertelstunde. Die anschließende Division wandelt den gerundeten Wert dann wieder in eine Uhrzeit um. Damit Excel sie korrekt anzeigt, muss die Zielzelle als Uhrzeit (HH:MM) formatiert sein. Dies funktioniert nicht nur in Excel, sondern auch in LibreOffice Calc und allen anderen Tabellenkalkulationen, die eine Runden-Funktion kennen. (db@ct.de)

## Google-Kalender-Widget privatisieren

**?** Meine Firma hat einen geteilten Google-Kalender, mit dem wir unsere Termine abgleichen. Nun werden mir aber auch auf meinem privaten Android-Smartphone die Arbeitstermine von Kollegen angezeigt, die das Widget fast gänzlich ausfüllen. Kann ich die Termine im Browser weiter angezeigt bekommen, privat aber ausblenden – oder geht das nur, indem ich den Kalender lösche?

**!** Bitte löschen Sie nicht den Kalender, da er bei sämtlichen Kollegen verschwinden würde. Um privat nur Ihre privaten Termine zu sehen, müssen Sie die Einstellungen am Smartphone ändern – im Browser funktioniert das nicht. Tippen Sie



In den Einstellungen des Google-Kalender-Widget kann man auswählen, welche Kalender es anzeigen soll.

einfach auf das Kalender-Widget zum Öffnen der App und dann noch mal links oben auf den Reiter zu „Profil und Einstellungen“. Ihr Arbeitskalender ist dort gelistet. Mit einem Tipp auf das farbige Kästchen daneben verhindern Sie die Anzeige dieser Termingruppe. Im Browser lassen Sie das Häkchen gesetzt, um während der Arbeit weiter im Bilde zu sein. (lel@ct.de)

## USB-Verbindung funktioniert nicht

**?** Für die Bearbeitung meiner Fotos habe ich mir den LG-Monitor 32UD99-W gegönnt, da er kalibrierbar ist. Obwohl ich den Monitor über das mitgelieferte USB-C-Kabel mit dem PC verbunden habe, funktionieren weder das Kalibrierprogramm noch die Fernsteuertools „OnScreen Control“. Im Gerätemanager taucht ein unbekanntes Gerät „TUSB3410 ECode ser“ auf, für das Windows 10 keinen Treiber findet. Wie bringe ich die LG-Software zum Laufen?

**!** LG hat für die Steuerung der Monitorfunktionen des 32UD99-W offensichtlich einen 16 Jahre alten USB-zu-seriell-Controller eingesetzt, den TUSB3410 von Texas Instruments. Für den bietet das modernisierte und entrümpelte Windows 10 keinen Treiber mehr an. Trauri-

ger ist, dass auch LG keinen aktuellen Treiber für das IC zur Verfügung stellt.

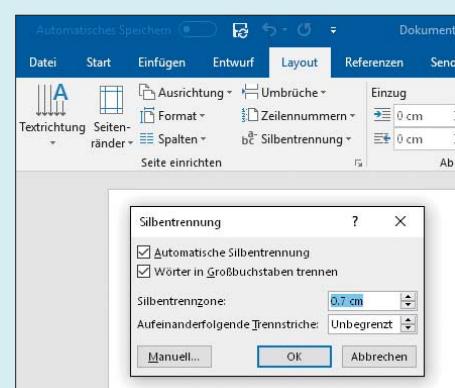
Fündig sind wir schließlich bei Texas Instruments geworden (siehe Link unten). Nach Installation des Treibers sollten sowohl OnScreen Control zum Verwalten der Picture-by-Picture-Funktionen als auch das Kalibrierprogramm „True Color Pro“ funktionieren, das gängige Fotometer wie den ColorMunki oder den Spyder 4 und 5 unterstützt. (rop@ct.de)

**Windows-10-Treiber für TI TUSB3410:**  
ct.de/yeuq

## Silbentrennzone in Word 2016 nicht einstellbar

**?** Ich bin kürzlich von Word 2007 auf die aktuelle Version 2016 umgestiegen und möchte die Silbentrennung anpassen. Über Layout/Silbentrennung/Silbentrennungsoptionen öffnet sich der zugehörige Dialog. Dort ist aber die Option zur Silbentrennzone ausgegraut und lässt sich daher nicht ändern.

**!** Microsoft hat bereits in Word 2013 die Engine zur Silbentrennung überarbeitet, sodass kein Eingriff mehr nötig ist. Damit ist die Silbentrennzone hinfällig und lässt sich nur in Dateien ändern, die im Format vorheriger Versionen gespeichert wurden. So können Sie zum Beispiel in DOC-Dateien den Bereich am rechten Rand, den die Silbentrennung berücksichtigen soll, weiterhin vergrößern oder verkleinern. Voreingestellt sind 0,75 cm. (db@ct.de)

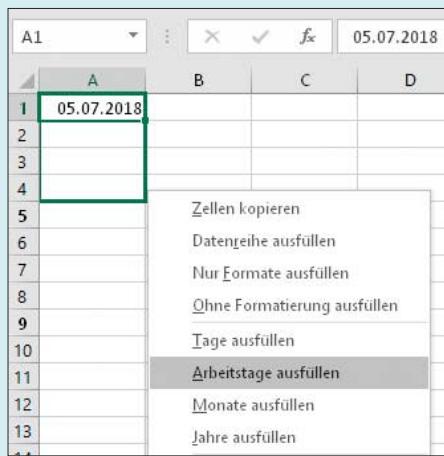


Seit der Version 2013 lässt sich in Word die Silbentrennzone nicht mehr einstellen, da Microsoft den Algorithmus geändert hat. In Dokumenten, die in früheren Versionen erzeugt wurden, ist die Option weiterhin vorhanden.

## Datumsspalte in Excel nur mit Arbeitstagen erstellen

?

In einer Monatsübersicht möchte ich eine Spalte erzeugen, die nur die Arbeitstage ohne Samstage und Sonntage enthält. Wenn ich das Anfangsdatum eingebe und die Liste bis zum Monatsende über die Ausfüllfunktion erweitere, sind auch Wochenenden vorhanden, sodass ich diese Zeilen manuell löschen muss. Geht das auch einfacher?



Wendet man die Ausfüllfunktion mit der rechten Maustaste an, bietet Excel nach dem Loslassen der Maustaste ein Menü mit diversen Optionen an.

!

Ja, und zwar ebenfalls über das Ausfüllkästchen. Wenn Sie die Zelle mit dem Anfangsdatum selektiert haben, klicken Sie mit der rechten statt der linken Maustaste auf das Ausfüllkästchen und ziehen Sie die Markierung bis zum Endwert nach unten. Sobald Sie die Maustaste loslassen, öffnet Excel ein Kontextmenü mit mehreren Optionen. Klicken Sie dort auf den Befehl „Wochentage ausfüllen“. (db@ct.de)

## Optimales WLAN-Kanalraster

?

Stimmt es, dass bei WLAN im 2,4-GHz-Band die überlappungsfreien Kanäle im IEEE-802.11b-Modus 1, 6 und 11 sind, man bei 11g und 11n aber das Raster 1/5/9/13 verwenden kann?

!

Im Prinzip ja, aber nur, wenn alle benachbarten WLAN-Basen im Greenfield-Modus arbeiten. Weil sich das in der Praxis aber nicht sicherstellen lässt, bleibt es auch mit der optionalen Einstellung auf „g only“, „g/n only“ oder „n only“

beim Raster 1/6/11. Denn ohne Greenfield-Modus senden WLAN-Stationen den PLCP-Header (Vorspann jedes WLAN-Frames) immer mit der niedrigsten definierten Linkrate (im 2,4-GHz-Band 1 MBit/s per DSSS). Dann ist das Signal anfangs für einen kurzen Moment etwas breiter (ca. 22 MHz) als das anschließende Datensegment (ca. 20 MHz), was das Raster 1/6/11 bedingt, damit sich benachbarte WLAN-Zellen nicht gegenseitig stören.

Ein weiterer Grund: Das mit Bluetooth 4.0 eingeführte BLE (Bluetooth Low Energy) setzt für die Koexistenz mit WLAN darauf, dass sich die Access-Points an das Raster 1/6/11 halten. (ea@ct.de)

## Fritzbox-Fernzugriff über eigenen Domainnamen

?

Bisher konnte ich auf meine Fritzbox von außen über einen eigenen, leichter merkbaren Domainnamen wie in „https://router.example.com/“ zugreifen. Dies ist als CNAME auf den zur Box gehörenden Myfritz-Domainnamen eingerichtet. Seit der Installation von FritzOS 7 antwortet die Box darauf aber nur noch mit „Bad Request“. Wie stelle ich das ab?

!

Ab FritzOS 7 überprüft die Fritzbox, ob der HTTPS-Request auf einen zulässigen Domainnamen zeigt, was üblicherweise ihre myfritz.net-Adresse ist. HTTPS-Anfragen mit anderer Ziel-Domain weist sie mit „Bad Request“ zurück.

Die Abhilfe ist einfach: Tragen Sie Ihren eigenen Domainnamen als zulässige Ausnahme beim DNS-Rebind-Schutz ein. Das Feld finden Sie in der erweiterten Ansicht unter Heimnetz/Netzwerk/Netzwerkeinstellungen ganz unten. (ea@ct.de)

## Excel: Schrägstrich als erstes Zeichen einer Zelle

?

Wenn ich in Excel einen Schrägstrich als erstes Zeichen in eine Zelle eingebe, wird das Menü so aktiviert, als hätte ich die Alt-Taste gedrückt. Wie kann ich Excel das abgewöhnen?

!

Anscheinend haben Sie in den Optionen die Kompatibilität zu Lotus 1-2-3 aktiviert. Sie bewirkt, dass der Schrägstrich als Befehl zum Zugriff aufs Menü mit der

Tastatur dient. Scrollen Sie in den erweiterten Optionen ganz nach unten und entfernen Sie im Bereich „Lotus-Kompatibilität“ das Häkchen neben dem Eintrag „Alternative Bewegungstasten“. Entfernen Sie außerdem den Schrägstrich in der Option „Microsoft-Excel-Menütaste“. (db@ct.de)

## Bitlocker-Laufwerk mit Desinfec't 2018 scannen

?

Ich habe meine Windows-Installation mit Bitlocker verschlüsselt. Mit Desinfec't kann ich jedoch nicht auf die Festplatte zugreifen, da diese nicht im Explorer auftaucht. Kann man mit dem Sicherheitstool gar keine Trojaner in einem verschlüsselten Windows suchen?

!

Doch, mit ein bisschen Vorbereitung geht das. Dafür müssen Sie zuerst einige Pakete nachinstallieren, damit Desinfec't mit Bitlocker verschlüsselte Laufwerke sieht und für Scans einbinden kann. Für die Installation geben Sie folgende Befehle im Terminal ein:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install -y
  desinfect-dislocker
```

Beantworten Sie die Frage „Möchten Sie fortfahren“ mit „J“ und drücken Sie anschließend die Eingabetaste. Nun können Sie das Bitlocker-Laufwerk öffnen und einbinden. Im folgenden Beispiel gehen wir davon aus, dass das Laufwerk die Bezeichnung „sdb“ trägt und das Passwort zum Entsperren „Password99“ lautet:

```
sudo su
mkdir -p /media/dislocker/sdb1
dislocker-fuse -V /dev/sdb1
  -uPassword99 -- 
  /media/dislocker/sdb1
mkdir -p /media/loop/dislocker1
mount -o loop,ro,uid=999, 
  gig=999 -t ntfs-3g /media/
  dislocker/sdb1/dislocker-file 
  /media/loop/dislocker1
```

Nun können Sie im Scan-Assistenten unter der Option „Einen Ordner scannen“ „dislocker1“ auswählen und eine mit Bitlocker verschlüsselte Festplatte im rein lesenden Modus scannen; von Schreibzugriffen raten wir ab. Falls Sie beim Scannen etwas entdecken, das Sie löschen wollen, machen Sie das besser unter Windows. (des@ct.de)

# FAQ

## BitLocker

### Antworten auf die häufigsten Fragen

**Von Jan Schüßler**

#### Windows-Home-Editionen

**?** Kann ich BitLocker-verschlüsselte Medien mit Windows 10 Home nutzen?

**!** Nein: Das Einrichten solcher Medien klappt zwar nicht, die Benutzung aber schon. Sinnvoll ist es nur für USB-Medien, die Sie dafür zuvor an einem PC mit Windows 10 Pro oder höher verschlüsseln müssen. In den Heimausgaben von Windows unterstützt das Kommandozeilentool manage-bde.exe zwar ein paar Verwaltungsbefehle, der zum Einrichten essenzielle Schalter -on funktioniert aber nicht.

Welche Editionen BitLocker-Laufwerke nur öffnen, lesen und beschreiben können und welche auch die Einrichtung und Verwaltung beherrschen, haben wir in der Tabelle unten zusammengetragen.

#### Kein TPM

**?** Gibt es eine Möglichkeit, mein Systemlaufwerk mit BitLocker zu verschlüsseln, obwohl kein Trusted Platform Module (TPM) in meinem Rechner steckt?

**!** Ja, Sie können die Notwendigkeit für ein TPM per Gruppenrichtlinie abschalten. Öffnen Sie dazu den Editor für lokale Gruppenrichtlinien per Windows-Taste, „gpedit.msc“ und Eingabetaste und navigieren Sie zum Ordner „Richtlinien für Lokaler Computer/Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/BitLocker-Laufwerksver-

schlüsselung/Betriebssystemlaufwerke“. Doppelklicken Sie auf die Richtlinie „Zusätzliche Authentifizierung beim Start anfordern“ und setzen Sie sie auf „Aktiviert“. Stellen Sie sicher, dass ein Häkchen von „BitLocker ohne kompatibles TPM zulassen“ gesetzt ist und bestätigen Sie mit OK.

Unter Windows 7 brauchen Sie dann allerdings ein USB-Laufwerk mit einer Schlüsseldatei, das zur Authentifizierung beim Systemstart am PC hängen muss. Das Entriegeln des Systemlaufwerks per Kennwort unterstützt Windows 7 nicht (siehe Tabelle unten).

#### BitLocker (E:)

Geben Sie das Kennwort ein, um dieses Laufwerk zu entsperren.

\*\*\*\*\*

##### Weniger Optionen

Wiederherstellungsschlüssel eingeben

Auf diesem PC automatisch entsperren

Entsperrern

BitLocker lässt sich so einstellen, dass ein USB-Stick beim Anschließen automatisch entsperrt wird.

#### Automatisch entsperren

**?** Lässt sich BitLocker so einstellen, dass ein verschlüsselter USB-Stick beim Anstecken an meinen PC automatisch entsperrt wird, an anderen Rechnern aber ein Kennwort verlangt wird?

**!** Ja, in Windows 8.1 und 10 hat Microsoft die Option bloß versteckt. Klicken Sie im Kennwort-Dialog auf „Weitere Optionen“ und setzen Sie das Häkchen vor „Auf diesem PC automatisch entsperren“. Bei Windows 7 heißt die Option „Auf diesem Computer ab jetzt automatisch entsperren“ und ist direkt bei der Kennwortabfrage sichtbar, lässt sich aber nur in den Editionen setzen, die BitLocker auch verwalten können. Windows merkt sich die Einstellung für jeden Stick einzeln – bei anderen Sticks mit dem gleichen Laufwerksbuchstaben wird das Kennwort weiterhin abgefragt.

#### BitLocker auf Windows 10 Home erzwingen?

**?** Kann ich mein Systemlaufwerk mit Windows 10 Home nicht einfach verschlüsseln, indem ich die Festplatte ausbaue und an einen PC mit Windows 10 Pro anklemme, dort Laufwerk C: verschlüssle und die Platte wieder zurückbaue?

**!** Nach unseren Erfahrungen klappt das bei Windows 8.1 und 10 tatsächlich, wenngleich das von Microsoft nicht unterstützt wird – bei Problemen stehen Sie im Regen. Zudem ist nicht ausgeschlossen, dass Sie Probleme mit dem Einspielen künftiger Updates bekommen. Bei Windows 10 Home etwa scheitern die halbjährlichen Feature-Updates, mit denen Microsoft Ihnen eine neue Windows-10-Ausgabe aufs Auge drückt. Das Setup-Programm führt dabei eine Kompatibilitätsprüfung durch. Findet es eine Home-Edition auf einem BitLocker-verschlüsselten Systemlaufwerk, bricht die Installation mit dem Hinweis ab, dass Edition und Features nicht zusammenpassen.

Da solche Risiken die Vorteile meist überwiegen dürften, raten wir dazu, BitLocker nur in solchen Konfigurationen zu verwenden, die von Microsoft auch offiziell unterstützt werden. Verwenden Sie auf einem Home-System statt schmutziger Tricks lieber eine Alternative wie VeraCrypt (siehe c't 14/2016, S. 140).

(jss@ct.de)

#### BitLocker und Windows-Editionen

Betriebssystem	BitLocker aktivieren	BitLocker verwalten	per Kennwort entsperren: System- / internes Daten- / USB-Laufwerk	USB-Medium automatisch entsperren
Windows 7 Starter / Home Basic / Home Premium / Professional	–	– <sup>1</sup>	– / – / ✓ <sup>2</sup>	–
Windows 7 Ultimate / Enterprise	✓	✓	– / ✓ / ✓	✓
Windows 8.1 („Core“)	–	– <sup>1</sup>	– / – / ✓ <sup>2</sup>	✓
Windows 8.1 Pro / Enterprise	✓	✓	✓ / ✓ / ✓	✓
Windows 10 Home	–	– <sup>1</sup>	– / – / ✓ <sup>2</sup>	✓
Windows 10 Pro / Enterprise / Education / Pro Education	✓	✓	✓ / ✓ / ✓	✓

<sup>1</sup> nur rudimentär per Kommandozeile

<sup>2</sup> Laufwerk muss vorher an einem PC mit geeigneter Windows-Edition verschlüsselt werden



# Algorithmen statt Optik

## Wie Smartphone-Kameras Spiegelreflex-Systeme imitieren

**High-End-Smartphones versprechen höhere Lichtstärke, optisches Zoom und gestalterisch wertvolle Tiefenunschärfe: das begehrte Bokeh. Weil das rein optisch nicht möglich ist, kommt Computational Photography zum Einsatz: Den Spiegelreflex-Look simulieren Algorithmen und Multikamera-Systeme.**

**Von Andrea Trinkwalder**

Die Miniaturisierung der Fotografie hat durchaus clevere optische Konstruktionen hervorgebracht. Dennoch muss ein lichtstarkes System mit hohem Zoomfaktor nach wie vor eine gewisse Länge haben und die Lichtstrahlen auf einem aus-

reichend großen Sensor bündeln – zumal wenn es gestalterisch wertvolle Tiefenunschärfe zeichnen soll, die den Hintergrund nahezu ausblendet und aus Lichtpunkten die charakteristischen scheibenförmigen Lichtreflexe formt. Ein Smartphone-Gehäuse ist dafür viel zu klein.

Deshalb greifen immer mehr Hersteller zu einem Trick. Sie bauen zwei oder mehr handelsübliche Kameramodule ins Gehäuse ein, die das Motiv simultan, aber auf unterschiedliche Art erfassen: aus leicht variierenden Perspektiven, mit unterschiedlichem Zoomfaktor oder in verschiedenen Farbspektren. Solche Arrangements liefern wertvolle Daten, die das Smartphone mit Hilfe diverser Algorithmen geschickt verarbeitet, um Tiefeninformationen zu gewinnen oder die Qualität bei schlechten Lichtverhältnissen durch Überlagerung der Einzelfotos zu verbessern (Image Fusion). Dafür werden

klassische Algorithmen aus der Stereo-Fotografie intensiv weiterentwickelt, für den Smartphone-Einsatz optimiert und auf Effizienz getrimmt. In der Videoverarbeitung bewährte Verfahren werden ebenso als Alternative oder Ergänzung erprobt wie maschinelles Lernen.

Dualkameratechnik steckt derzeit vor allem in Smartphones der Oberklasse wie etwa dem Google Pixel 2 (XL), dem Apple iPhone X oder dem Samsung Galaxy S9+. Das Huawei P20 Pro geht mit drei Linsen an den Start, an einem Smartphone mit neun Kameras tüftelt das Start-up Light.

### Geometrie der Tiefe

Wenn man den Auslöser einer Dualkamera drückt, passiert Folgendes: Jede Kamera projiziert die 3D-Punkte der Szene (Objektpunkte) auf 2D-Bildkoordinaten. Weil die Smartphone-Kameras leicht versetzt nebeneinander liegen, weisen auch die

Bilder einen leichten Versatz auf, wodurch ein linkes und ein rechtes Bild entsteht. Dieser Versatz zwischen zwei Pixeln, die denselben Punkt des Objekts abbilden (Pixelpaar), wird auch als Parallaxe oder Disparität bezeichnet. Überlagert man die beiden Fotos, wird er sichtbar.

Allerdings ist die Disparität nicht für jedes Pixelpaar gleich, sondern hängt davon ab, wie weit der zugehörige Objektpunkt von der Kamera entfernt lag. Nahe Punkte erscheinen im Bild größer und besitzen eine größere Disparität als weiter entfernte. Die Disparität ist umgekehrt proportional zur Tiefe und geht im Unendlichen gegen null. In der Aufnahme einer Person vor einer Hafenkulisse etwa würde die Person im Vordergrund stark versetzt erscheinen, die mittig platzierten Schiffe mit geringerem, aber ebenfalls deutlichem Versatz, während sich die Wolken am Himmel in beiden Bildern ziemlich exakt überlagern.

Diesen Zusammenhang nutzen Dualkamera-Systeme, um die beim Fotografieren verlorenen Tiefeninformationen zu rekonstruieren. Zunächst versuchen sie, zu jedem Pixel im linken Bild das zugehörige Pixel im rechten Bild aufzuspüren. Aus deren unterschiedlichen Koordinaten können sie anschließend leicht Disparität und die Lage aller Pixel im Raum berechnen – und eine detaillierte Tiefenkarte (Depth Map) anfertigen, die wiederum als Vorlage für die Berechnung räumlicher Effekte wie der Tiefunschärfe dient.

## Kalibrierung

Unter Idealbedingungen könnte man die meisten korrespondierenden Bereiche leicht finden, weil sie identische Helligkeits- und Farbwerte aufweisen. In der Realität besitzen die Einzelkameras aber unterschiedliche Auflösungen, Spektren oder Brennweiten. Selbst baugleiche Kameras liefern aufgrund von Fertigungstoleranzen nicht dieselben Tonwerte. Dazu kommen Bildstörungen wie Rauschen, Vignettierung, Farbsäume oder problematische Eigenschaften der Szene wie verdeckte Bereiche, einfarbige Flächen, Reflexionen, senkrechte und parallele Linien oder feine Strukturen (Büsche, Bäume).

Bevor sich also ein Algorithmus auf die Suche nach ähnlichen Pixeln machen kann, werden die Einzelbilder vorverarbeitet, um sämtliche system-, fertigungs- und verschleißbedingten Unterschiede zu eliminieren. Die gröbsten objektivbedingten Abweichungen von der Norm beseiti-

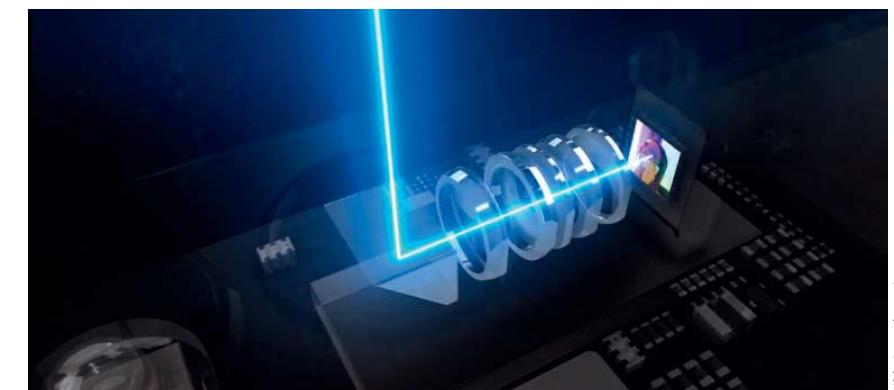


Bild: Corephotonics

Corephotonics arbeitet zusammen mit Oppo an einem Fünffach-Zoom fürs Smartphone. Das für normale Positionierung zu lange Tele liegt senkrecht zur Weitwinkeloptik im Gehäuse, ein Prisma lenkt das Licht ins Linsensystem.

gen Korrekturprofile, die mit Hilfe von Kalibrierungs-Charts vorberechnet werden und automatisch Farbsäume, Vignettierung und Verzeichnungen herausfiltern. Weil Smartphone-Kameras aber im Laufe ihres Lebens auch äußeren Einwirkungen wie Temperatur oder Stürzen ausgesetzt sind, können zusätzlich Verfahren zur Online-Kalibrierung zum Einsatz kommen, also zur Kalibrierung im laufenden Betrieb.

## Abstandsmesser

Für die Suche nach korrespondierenden Pixeln in Bildpaaren (Stereo Matching) gibt es diverse Herangehensweisen und Algorithmen mit unterschiedlichen Stärken und Schwächen. Die Grundlagen dafür wurden schon lange vor der Smartphone-Ära entwickelt: Fotos kamen damals aus zwei Studiokameras, die Korrespondenzsuche lief auf dem Rechner. Welche Verfahren in welchem Smartphone eingesetzt werden, behalten die Hersteller für sich; lediglich Google verrät Details. Grundsätzlich stehen alle vor der Herausforderung, Geschwindigkeit gegen Qualität abzuwägen.

Die meisten Hersteller arrangieren die Kameras achsparallel neben- oder übereinander, und zwar aus gutem Grund: Achsparallel ausgerichtete Systeme projizieren die Szene so, dass identische Pixel im linken und rechten Bild auf derselben Bildzeile erscheinen. Ergo kann der Algorithmus die Suche nach korrespondierenden Pixeln auf eine bestimmte Bildzeile eingrenzen, wodurch sich der Aufwand und damit auch Rechenzeit und Speicherbedarf erheblich verringern.

Ganz einfache Verfahren suchen zeilenweise nach korrespondierenden Blö-

cken, indem sie jeweils einen Block fester Größe im linken Bild – zum Beispiel  $5 \times 5$  Pixel – mit jedem  $5 \times 5$ -Block derselben Zeile im rechten Bild vergleichen (Block Matching). Die Ähnlichkeit wird dabei über die Helligkeits- und Farbwerte der enthaltenen Pixel gemessen.

Gängige Ähnlichkeitsmaße sind etwa die Summe der absoluten Differenzen (Sum of Absolute Differences, SAD) oder die Summe der quadratischen Differenzen (SSD) der Tonwerte. Als „passend“ gilt der Block mit dem geringsten SAD- beziehungsweise SSD-Wert. Solche Ähnlichkeitsmaße bezeichnet man auch als Kostenfunktion.

Die Block-Matching-Methode ist schnell, aber auch fehleranfällig, weil sie keinerlei strukturelle Informationen über



Bild: Light

Der Hersteller Light hat kürzlich einen Prototyp seines 9-Kamera-Smartphones präsentiert, der 64 Megapixel Auflösung und gute Bildqualität bei schlechtem Licht liefern soll.

den Aufbau der Szene einbezieht, die ein Foto typischerweise auszeichnet, sondern nur lokale Ausschnitte isoliert betrachtet. Weil dieser Algorithmus nicht berücksichtigen kann, wo ein Objekt beginnt und wo es endet, führt etwa schlichtes Bildrauschen dazu, dass er für Bereiche innerhalb eines homogen gefärbten Objekts fälschlicherweise unterschiedliche Abstände berechnet.

Auch abhängig von der Blockgröße, die bei der Implementierung festgelegt werden muss, treten Probleme in unterschiedlichen Bildbereichen auf. Ein kleines Suchfenster verbessert die Abstandsschätzung in Bereichen mit feinen Strukturen und harten Objektübergängen, kommt aber bei großflächigen, einfarbigen Objekten ins Straucheln. Mit wachsender Blockgröße wiederum leidet die Bilanz in feinstrukturierten Bereichen und der Algorithmus kommt schlechter mit

Rauschen, abrupten Distanzänderungen und verdeckten Partien zurecht.

### Präzisionsmesser

Ausgefeilte Algorithmen versuchen deshalb, Pixel nicht isoliert Block für Block zuzuordnen, sondern dabei strukturelle Informationen aus anderen Bildbereichen einzubeziehen. Auch sie suchen entlang der Bildzeilen nach Korrespondenzen, arbeiten aber mit komplexeren Kostenfunktionen und schätzen sämtliche Disparitäten im Bild auf einmal. Ziel ist es, durch Minimierung der Gesamtkosten eine optimale Schätzung für die einzelnen Disparitäten zu bekommen. Spezielle Terme in der Kostenfunktion bestrafen dabei Zuordnungen, die fotorealistisch unwahrscheinlich oder unmöglich sind. Solche Terme sollen beispielsweise sicherstellen, dass sich Disparitäten fast überall kontinuierlich, an Objektgrenzen aber abrupt

ändern. Eine weitere wichtige Bedingung in der Kostenfunktion favorisiert Lösungen, die einen plausiblen Schätzwert für verdeckte Pixel finden.

Im Jahr 2005 präsentierte der Mathematiker Vladimir Kolmogorov mit seinem Graph-Cut-Algorithmus ein Verfahren zur globalen Kostenminimierung, das die Disparitäten sehr präzise schätzt. Leider sind dieser und viele andere Hochpräzisionsalgorithmen viel zu rechenintensiv für den Einsatz auf mobilen Plattformen.

Smartphone-taugliche Algorithmen versuchen deshalb, den Aufwand mit allen Mitteln der Kunst klein zu halten, vor allem indem sie häufiger – probabilistisch unterstützt – raten statt rechnen oder Tiefenkarten in geringer Auflösung anfertigen und anschließend kantenschonend hochskalieren. Auch maschinelles Lernen soll helfen, die Performance zu steigern, ohne Qualität einzubüßen: So lassen sich

## Zusammenhang zwischen Disparität und Tiefe

Eine Dualkamera projiziert jeden Punkt der Szene in ein rechtes und ein linkes Bild, wobei Größe und Versatz (Disparität) davon abhängen, wie weit der Objektpunkt von der Kamera entfernt liegt. Nahe Punkte werden größer abgebildet und besitzen eine größere Disparität als entfernte. Bei Smartphones liegen die Kameras nur etwa einen Zentimeter auseinander, weshalb der Versatz deutlich geringer ausfällt, als hier dargestellt.

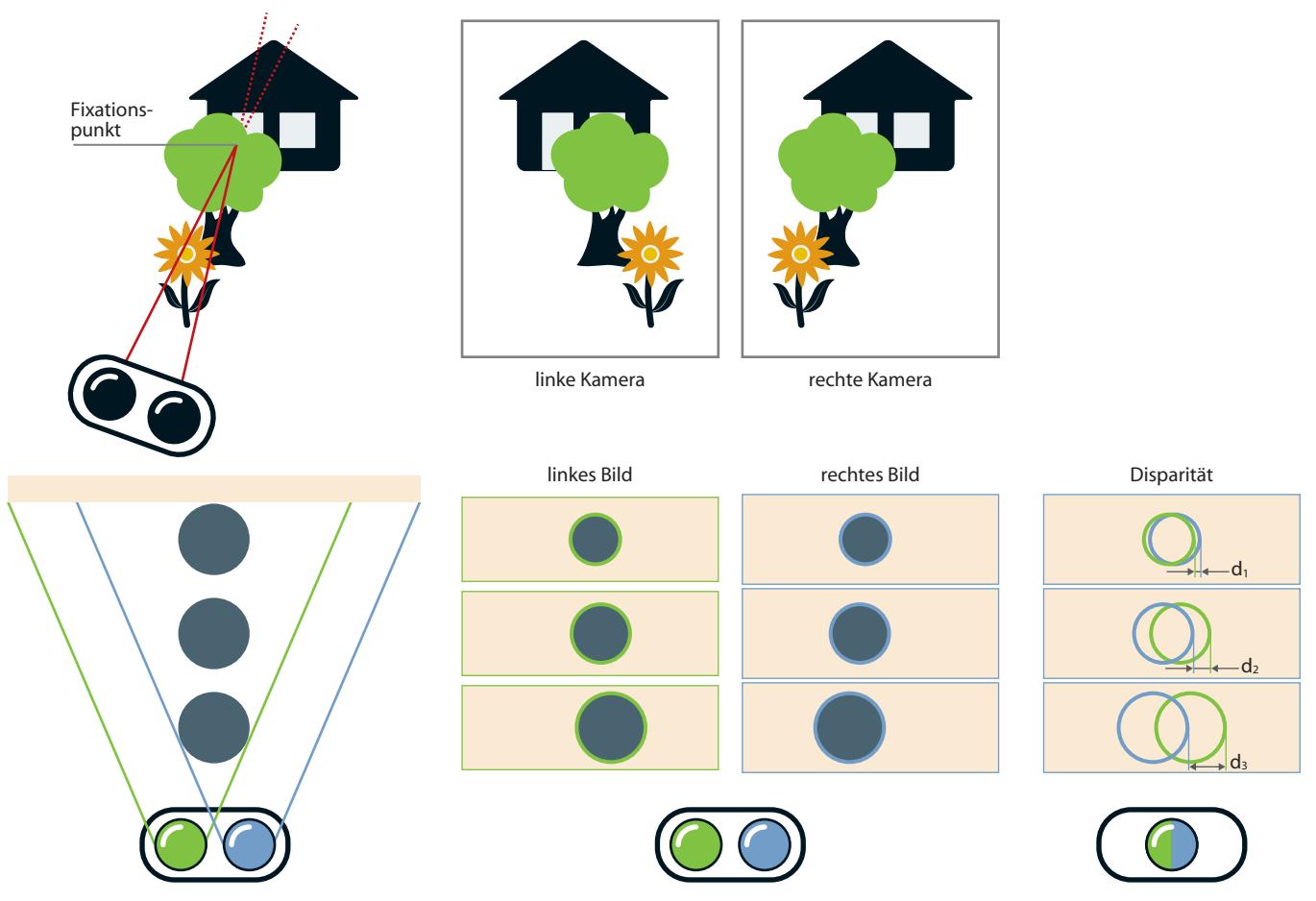
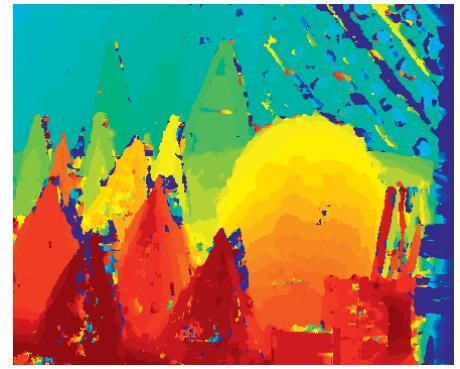


Bild: Chris McCormick



Nahe Objekte sind zwischen rechtem und linkem Bild stärker versetzt als weiter entfernte.



Die Tiefenkarte weist noch Löcher und Fehler in verdeckten Bereichen auf.

mit Hilfe eines auf Segmentierung trainierten neuronalen Netzes Personen und andere wichtige Motivteile separieren und anschließend mit einer rasch berechneten Tiefenkarte kombinieren. Andere Selbstlerner werden direkt anhand von Bildern auf das Erzeugen der Depth Map oder die Ermittlung der optimalen Werte für die Kostenfunktion trainiert.

Verfeinerungsverfahren merzen am Ende die Matching-Fehler aus. Sie identifizieren Verdeckungen, rekonstruieren die Kanten an diesen Stellen und füllen Löcher in homogenen Bereichen.

## Raffiniertes Google Pixel 2

Sehr spannende Details hat Google über das algorithmische Innenleben seines Pixel 2 (XL) verraten, Link zum Paper siehe Seite 178. Es gewinnt das Bildpaar nicht über zwei getrennte Kameras, sondern aus seinem 12.2-MP-Dualpixel-Sensor. Jedes Pixel dieses Sensors besteht aus zwei Fotodioden, die beim Fokussieren helfen. Der Phasendetektor-Autofokus wertet die Signale aus den linken und rechten Fotodioden getrennt aus und justiert anhand deren Differenz die Linsen des Objektivs. Wie beim Fotografieren mit einer Dualkamera entsteht dabei ein linkes und ein rechtes Bild – nur mit deutlich geringerem Versatz.

Aus dieser speziellen Architektur resultieren einige Vor- und Nachteile gegenüber klassischen Dualkamera-Systemen. Die Konstruktion ist akkuschonend und platzsparend und aufgrund des geringen Abstands zwischen den beiden Fotodioden kommt es nur zu minimalen Verdeckungen. Allerdings kann Rauschen das Zuordnen der Pixel stark beeinträchtigen und ein überzeugender Tiefeneffekt gelingt nur, wenn die wichtigsten Motivteile nah an der Kamera positioniert sind. Deshalb setzt

Google eine unterstützende Methode ein, um die Disparitäten exakt zu schätzen: ein neuronales Netz zur Personenerkennung.

Linkes und rechtes Bild werden zunächst separat entrauscht, um Matching-Fehler zu minimieren. Dazu fertigt das Pixel 2 bereits eine Serie von Einzelaufnahmen an, bevor der Nutzer den Auslöser drückt. Die letzten Aufnahmen dieser Serie werden zu einem rauscharmen Foto mit höherem Dynamikumfang überlagert – die als HDR+ bekannte Technik stammt ebenfalls aus Googles Labor.

Anschließend versucht das neuronale Netz, Menschen im Bild zu erkennen und zu segmentieren. Es ist nicht nur auf Personen trainiert, sondern auch auf typische Accessoires wie Hut, Sonnenbrille, Tasche oder Rucksack. Zusätzlich wird aus den Stereobildern des Dualpixel-sensors eine Tiefenkarte berechnet. Falls sich im Motiv keine Personen befinden, stützt sich der Algorithmus allein auf diese Tiefenkarte.

Um die Disparitäten zu schätzen, setzt Google nicht auf klassisches Stereo Matching, sondern auf eine Methode, die von Frame zu Frame auftretende Objektbewegungen in Videos modelliert: optischer Fluss (Optic Flow). Das Google Pixel interpretiert sein Bildpaar also einfach als Mini-Video aus zwei Frames. Effizient ist der Einsatz von Optic-Flow-Algorithmen

laut den Google-Forschern, weil sich der maximal mögliche Versatz dank der Dualpixel-Architektur auf wenige Pixel beschränkt. Um zusätzlich Rechenzeit zu sparen, ermittelt der Bildprozessor den optischen Fluss anhand von 5,6-MPixel-Bildern, glättet die Disparitätenkarte anschließend und rechnet sie mit einem kantenschonenden Skalierungsverfahren auf die Originalauflösung hoch.

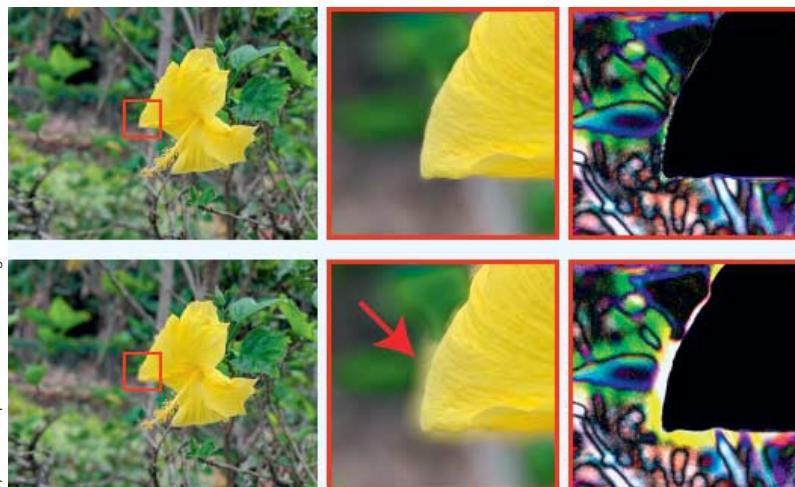
## Schön unscharf

Mit Hilfe einer Disparitätskarte lassen sich fotografische Effekte fein dosieren – wodurch sie realistischer wirken. Die wichtigste Anwendung, die Disparitätskarten benötigt, ist die entfernungsabhängige fotografische Unschärfe, also Tiefunschärfe. Sie wächst mit der Distanz zum Fokuspunkt, und zwar auf eine ganz spezielle Art: Jeder Bildpunkt mutiert zu einem kreisförmigen, halbtransparenten Gebilde, das sich zusammen mit seinen Nachbarn mal zu einem gleichmäßig weichen Verlauf, mal zu Myriaden sich überlagernder Scheiben, mal zu einer riesigen leuchtenden Seifenblase formt. Deshalb entsteht überzeugendes künstliches Bokeh auf ähnliche Weise Punkt für Punkt und Schicht für Schicht.

Anstatt aufwendig einen kontinuierlichen Unschärfeverlauf zu simulieren, fasst das Google-Smartphone die Tiefenwerte der Depth Map sinnvoll nach Berei-

Block-Matching-Verfahren suchen zeilenweise nach möglichst ähnlichen Blöcken, um jedem Pixel im oberen Bild ein korrespondierendes Pixel im unteren Bild zuzuordnen.





Glaubwürdige synthetische Unschärfe darf sich nicht über scharfe Objektkanten hinweg ausdehnen (unten). Der Google-Algorithmus verhindert dies, indem er Pixel mit ähnlichem Abstand auf einer Ebene zusammenfasst und die Unschärfe schichtweise berechnet (oben).

chen zusammen, die wiederum dazu dienen, das Foto in Bearbeitungsebenen aufzuteilen: Auf sämtliche Pixel einer Ebene wird dann eine Unschärfe-Funktion angewendet, die vorgibt, in welcher Form und Stärke sich der Punkt ausbreitet.

## Mehr Linsen, mehr Zoom?

Die Multikamera-Technik funktioniert erstaunlich gut. Sie rechnet ansehnliche Unschärfe ins Bild, verbessert die Bildqualität bei schlechtem Licht und markiert die Abkehr von der reinen Weitwinkel-Fotografie im Smartphone-Bereich – womit sie immer alltagstauglicher wird.

Das iPhone X etwa kombiniert eine Weitwinkel- mit einer Telebrennweite, die Triple-Kamera des Huawei P20 lichtet Szenen mit hochauflösenden Farb- und Monochrom-Sensoren sowie einer 8-Megapixel-Telebrennweite ab. Möglich sind auch Kombinationen mit Infrarotsensoren, das Splitten von Rot-, Grün- und Blauanteil oder natürlich noch mehr Kameras unterschiedlicher Brennweite. Auf die Spitze treibt das Prinzip momentan der Hersteller Light mit seiner Kompaktkamera L16, die sechzehn Optiken beherbergt, aber auch doppelt so dick ist wie ein Smartphone und noch arg mit Performance- und Qualitätsproblemen kämpft.

Jede Architektur bringt ihren spezifischen Vorteil: Ein zusätzlicher Monochromsensor erfasst mehr Helligkeitsstufen als der RGB-Sensor; durch Überlagerung der Einzelbilder lässt sich die Bildqualität vor allem bei schlechten Lichtverhältnissen deutlich verbessern.

Telebrennweiten schmeicheln Porträts, da sie Gesichter nicht so unvorteilhaft verzerrn und einen größeren Aufnahmeabstand erlauben. Weil das leichte optische Bokeh der kleinen, relativ lichtschwachen Smartphone-Teles nicht ausreicht, um ein Motiv vernünftig von seinem Hintergrund zu separieren, muss das Smartphone aber auch hier künstlich weichzeichnen.

Allerdings gelingt die Simulation nicht in jeder Situation und mit jedem Motiv perfekt, wovon unterschiedliche Artefakte zeugen. Mal bleiben Teile des Hintergrundes scharf, mal blutet der Hintergrund in das eigentlich scharf abgetrennte Objekt ein, mal kommt es zu Farbverfälschungen. Selbst ein billiges Teleobjektiv ist da klar im Vorteil, weil sich ganz ohne Kunstgriffe von allein ein kon-

tinuierlicher räumlicher Unschärfeverlauf ergibt. Über Segmentierungsartefakte sollte man also großzügig hinwegsehen können oder sich mit Stempel- und intelligenten Reparaturwerkzeugen vertraut machen, um solche Bilder auch in Fotobüchern verewigen zu können.

Derweil darf man gespannt sein, wie weit sich die Computerfotografie ausreizen lässt. Zu den spannendsten Entwicklungen gehören die gefalteten Zoom-Objektive von Corephotonics/Oppo und Apple sowie das Light-Smartphone mit neun Kameras. Bei letzterem bleibt abzuwarten, ob der Hersteller die Probleme, die bei der komplexen L16-Architektur aufraten, in den Griff bekommt.

Anderswo werden ebenfalls strategisch wichtige Weichen gestellt. Google hat sich im Frühjahr den Lichtfeld-Pionier Lytro einverleibt, Leica investiert in Light und Corephotonics hat strategische Partnerschaften mit Samsung, Foxconn und Oppo geknüpft.

Rein kreativ lässt sich das Spiel mit Tiefeninformationen definitiv noch weiter ausreizen. Nvidia beispielsweise hat ein Verfahren entwickelt, das die Perspektive künstlich verkürzt, also weiter entfernte Objekte automatisch separiert und so nah heranrückt, dass eine Weitwinkel- zu einer Teleaufnahme mutiert.

So wandelt sich die Fotografie allmählich zu dem, was sie im wörtlichen Sinn bedeutet. Der aus dem Griechischen stammende Begriff setzt sich aus photos (Licht) und graphein (malen, zeichnen) zusammen: Malen mit Licht. (atr@ct.de) **ct**

**Dokumentationen, Publikationen:**  
[ct.de/ygk7](http://ct.de/ygk7)



So strahlend und differenziert wie in einem optischen System (oben) formen sich Lichtreflexe im künstlichen Bokeh nicht: unten die Interpretationen des iPhone X (links) und des Google Pixel 2 XL (rechts).

Anzeige

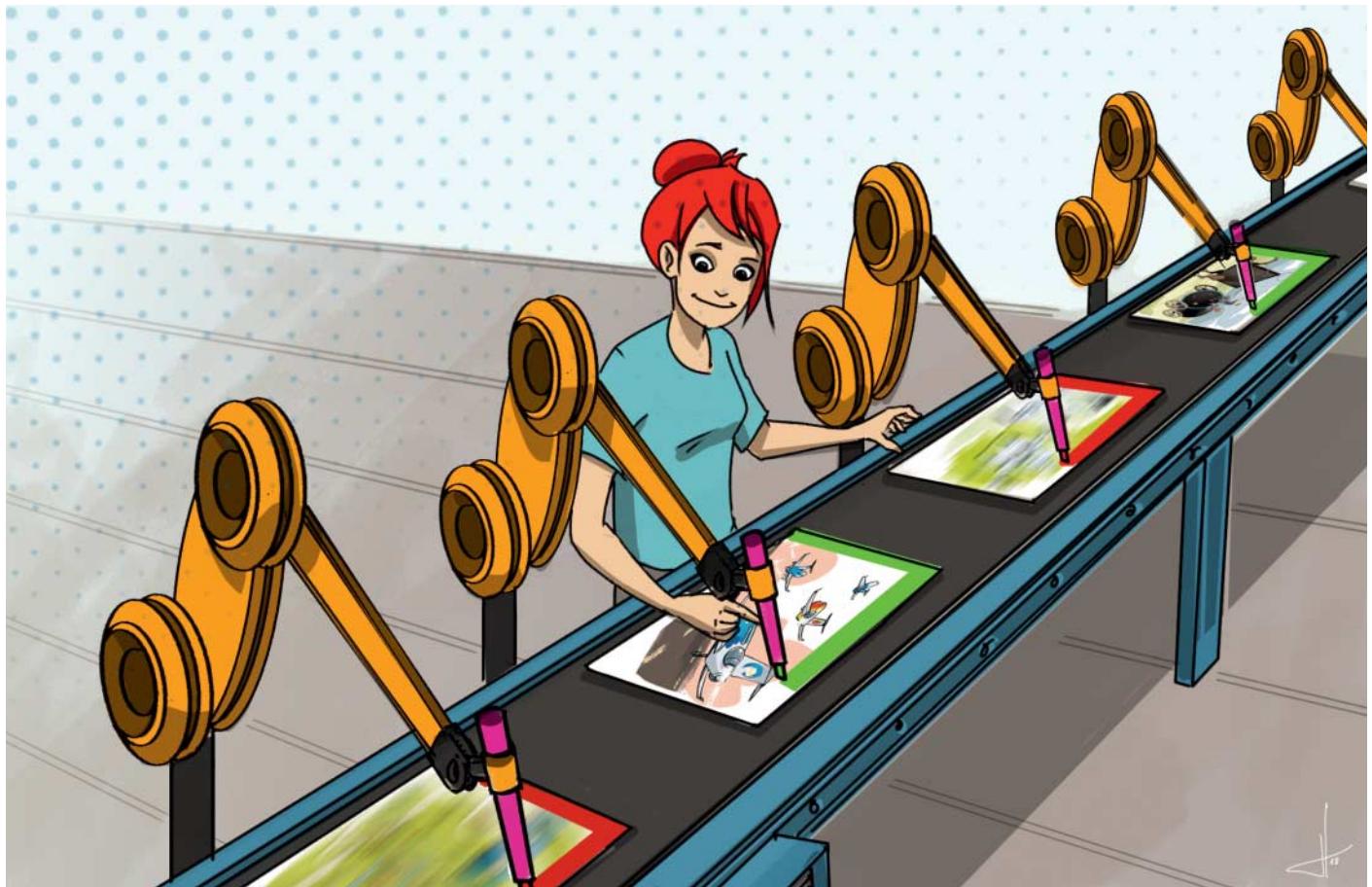


Bild: Thorsten Hübner, Illustrator

# Delegatenerschaffung

## Dynamische Listen-Widgets mit PyQt5

**Im Handumdrehen entstehen mit PyQt grafische Anwendungen, die auf allen Desktopbetriebssystemen laufen. Doch wenn sich die Länge von Listen mit Widgets zur Laufzeit ändern soll, sollte man auf das in Qt enthaltene Model-View-Framework zurückgreifen. Das gibt die Struktur für eine performante Implementation vor.**

**Von Pina Merkert**

Wir haben in c't 16/2018 ein neuronales Netz trainiert, um automatisch unscharfe Urlaubsbilder zu löschen [1]. Da diese KI manchmal Fehler macht, haben wir mithilfe von PyQt5 ein grafisches Interface programmiert, das bei jedem Urlaubsbild anzeigt, ob die KI es löschen

möchte oder nicht. Die Entscheidung der KI kann man mit einem Mausklick überschreiben.

Das Programm besteht aus einem Button, um einen Ordner voller Bilder zu laden, einem Vorschaufenster, um einzelne Bilder in voller Auflösung sehen zu können, und einer Liste mit Thumbnails zu jedem Bild. Diese Liste enthält alle Bilder im Ordner. Wie viele das sind, entscheidet sich erst, wenn der Benutzer mit dem Laden-Dialog einen Ordner ausgewählt hat. Daher kann man nicht einfach ein paar Thumbnail-Widgets ins Layout ziehen.

Abhilfe schafft die `QListView`. Sie gehört zum seit Qt4 integrierten Model-View-Framework und zeigt Daten an, die ein `QAbstractListModel` liefert. Wie die Daten dargestellt werden, entscheidet `QListView` nicht selbst, sondern delegiert die Aufgabe an eine von `QAbstractItemDelegate` abgeleitete Klasse. Die ist selbst kein `QWidget`, hat aber eine `paint()`-Metho-

de, um das Aussehen der Daten in der Liste zu bestimmen.

Die etwas verwirrende Struktur nutzt Qt aus Performancegründen. Listen und Tabellen enthalten nämlich oft mehr Daten, als das GUI-Framework gerade darstellen muss. Renderte es intern alle unsichtbaren Daten, würde das viel Rechenzeit und Arbeitsspeicher verschwenden. Stattdessen sorgt Qt automatisch dafür, dass nur die Delegaten zum Zug kommen, die auch sichtbar sind.

### Daten ins Model

Das Model-View-Framework orientiert sich am MVC-Konzept und versucht die Daten daher unabhängig von der Anzeige zu halten. Die Model-Klasse, die die Daten aufbewahrt, erbt dafür von der Qt-Klasse `QAbstractListModel`. Implementieren muss man mindestens die Methoden `rowCount()` und `data()`. Wir haben uns dafür einen Wrapper um eine Python-

Liste geschrieben, die im Prinzip jeden Datentyp aufnimmt. Die Methode `rowCount()` gibt in unserem Fall schlicht die Länge der Liste zurück.

Der Methode `data()` übergibt Qt einen `index` und sie liefert den zum Index passenden Eintrag. Der übergebene `index` ist allerdings keine Ganzzahl, sondern ein `QModelIndex`-Objekt. Das enthält in `row()` aber eine Ganzzahl, die man stattdessen benutzen kann:

```
def data(self, index, role=None):
    return self.list[index.row()]
```

Falls Daten in der Liste überschrieben werden, möchte man die `QListView` über die Änderung informieren. Das `QAbstractListModel` bringt dafür das Signal `dataChanged` mit. Das transportiert `QModelIndex`-Objekte für den Beginn und das Ende des geänderten Bereichs. Aktualisiert man nur einen Eintrag der Liste, ist das zweimal dieselbe Index. Das `QModelIndex`-Objekt erzeugt man am leichtesten mit der Factory-Methode `createIndex()`:

```
def data_changed(self, item):
    model_index = self.createIndex(
        self.list.index(item), 0, item)
    self.setData(model_index, item)
def setData(self, model_index, data,
           role=Qt.EditRole):
    super().setData(model_index,
                   data, role=role)
    self.dataChanged.emit(
        model_index, model_index, [role])
```

Die eigene Funktion `data_changed` verknüpfen wir später mit einem gleichnamigen Signal aus den Datensätzen. Sie illustriert hier, wie man den für `setData()` nötigen `QModelIndex` erzeugt. `setData()` erweitert die Methode der Elternklasse, indem sie zusätzlich das `dataChanged`-Signal aussendet.

## Standarddelegierte

Da `QListView` die Listeneinträge nicht selbst zeichnet, braucht sie immer einen Delegaten, der das übernimmt. Das ist eine einzelne Klasse, die man mit `setItemDelegate()` setzt. Man übergibt der Funktion dafür nicht die Klasse selbst, sondern ein bereits instanziertes Objekt. Qt kümmert sich darum, dieses mit den Daten der einzelnen Listeneinträge zu versorgen.

Stecken in einer Liste verschiedene Datentypen, muss dieselbe Delegat mit allen davon umgehen können. Für übliche Datentypen wie Zahlen und Strings bringt Qt eine fertige Klasse mit, die alle Typen

anzeigen kann. Da sie ihr Aussehen an die aktuell gewählte Qt-Stilvorlage anpasst, heißt die Klasse `QStyledItemDelegate`. Die Klasse ist keine abstrakte Klasse. Das heißt, Sie können sie direkt instanzieren, ohne weitere Methoden zu implementieren. Das reicht, falls Sie nur Standarddatentypen in der Liste anzeigen und editieren möchten.

## Eigene Datentypen

Für unseren Bildersortierer haben uns Standarddatentypen nicht ausgereicht. Die Listeneinträge bestehen nämlich aus einem Bild und einem Thumbnail (beides `QImage`), den Eingabedaten für das neuronale Netz (Numpy-Array), dem Dateinamen, der Entscheidung des Netzes oder des Nutzers und Statuswerten für die Anzeige. Wir haben diese Sammlung `ClassifiedImageBundle` genannt und von der Qt-Basisklasse `QObject` abgeleitet.

Solche Objekte fügen sich nahtlos ins Typsystem von Qt ein. Um Änderungen an den Daten zu überwachen, können Sie mit `pyqtSignal()` Signale definieren, zu denen sich Widgets oder Delegaten verbinden können. Falls eine solches Objekt Berechnungen beim Abruf von Properties ausführen soll, definiert man die Getter und Setter als `pyqtProperty()`. Wir haben das für `QPropertyAnimation` genutzt (dazu später mehr).

## Delegaten erweitern

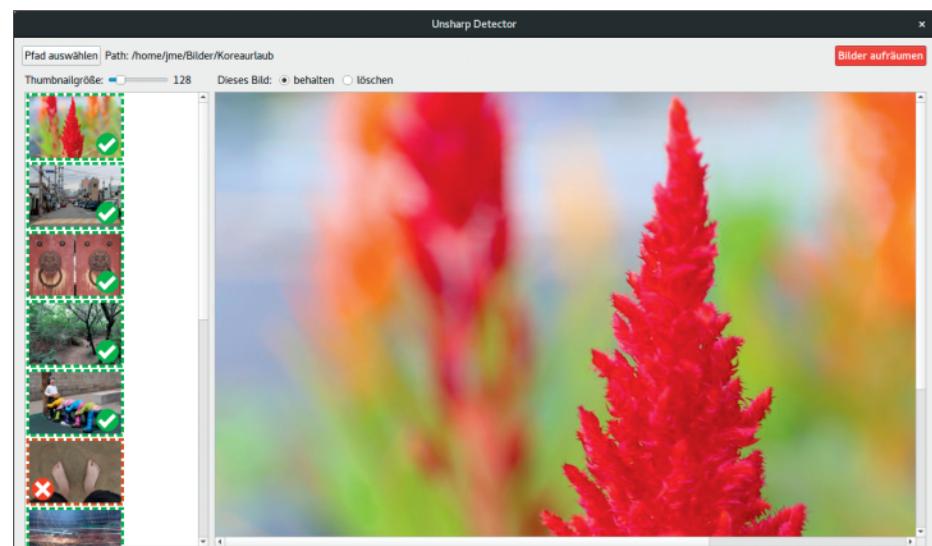
Mit dem selbst definierten Datentyp kann `QStyledItemDelegate` natürlich nichts an-

fangen. Aber statt das Rad neu zu erfinden, kann man ja einfach von der Klasse erben. Überschreiben sollte man zumindest die Methoden `paint()` und `sizeHint()`.

Beim Überschreiben der Methoden muss man nur herausfinden, um welchen Datentyp es sich bei dem Listeneintrag handelt. Dafür extrahiert man mit der `data()`-Methode aus dem `QModelIndex` das Datenobjekt und prüft mit `type()`, zu welcher Klasse es gehört. Für eigene Datentypen berechnet man die Antwort direkt in der Methode, für alle anderen Datentypen lässt man mit `super()` die Basisklasse entscheiden und reicht das Ergebnis durch.

Am `sizeHint()` erkennt man das Vorgehen recht gut. Falls der Delegat die Größe zur Darstellung eines `ClassifiedImageBundle` zurückgeben soll, gibt die Funktion die Größe des Thumbnails plus 8 Pixel Rahmen zurück. Bei allen anderen Datentypen übernimmt sie die Größenangabe der Basisklasse:

```
def sizeHint(self,
            style_option_view_item, model_index):
    mid = model_index.data()
    midtype = type(mid)
    if midtype is ClassifiedImageBundle:
        return QSize(
            mid.get_thumb().width() + 8,
            mid.get_thumb().height() + 8)
    else:
        return super().sizeHint(
            style_option_view_item,
            model_index)
```



Unser KI-Bildsortierer zeigt in der linken Leiste eine Liste mit Thumbnails an. Das Aussehen der Listeneinträge bestimmt eine Python-Klasse. Die Länge der Liste hängt daran, wie viele Bilder das Programm unter dem gewählten Pfad findet.



Delegaten zeichnen jeweils einen Teil der Liste. Dabei muss man auf alle Zeichenoperationen ein Offset addieren, da sich die Delegaten sonst gegenseitig übermalen.

```
qp.drawImage(svir.left() + 4,
            svir.top() + 4, mid.get_thumb())
# ... Weitere Zeichenbefehle ...
qp.restore()
else:
    super().paint(qp,
                  style_option_view_item,
                  model_index)
```

Da der Delegat einen bestehenden QPainter übernimmt, liegt der Nullpunkt des Koordinatensystems nicht in der linken oberen Ecke des Listeneintrags, sondern in der linken oberen Ecke des sichtbaren Teils der Liste. Den Zeichenbereich, in den der Delegat zeichnen sollte, erfährt er mit dem zweiten übergebenen Objekt style\_option\_view\_item. Das speichert in der Eigenschaft rect ein QRect, das den Zeichenbereich definiert. Zeichnet der Delegat darüber hinaus, übermalen die Listeneinträge sich gegenseitig.

## Mausereignisse

Damit Anwender bereits in der Vorschau Bilder zum Löschen oder Behalten auswählen können, reagieren die Delegaten auch auf Mausereignisse. Normalerweise empfangen Delegaten nur Klicks. Ruft man aber bei QListWidget die Methode setMouseTracking(True) auf, erfährt der Delegat auch, wenn die Maus nur darüber schwebt.

Die Ereignisbehandlung übernimmt die Methode editorEvent(), die vier Parameter erhält: zuerst ein Event-Objekt, von dem man erfährt, welche Maustasten gedrückt wurden. Danach das Model-Objekt

und das View-Objekt. Schließlich erhält der Delegat die Mausposition innerhalb des Listeneintrags sowie die Position des Mauszeigers innerhalb des gesamten Listeneintrags. Mit dem übergebenen QPainter-Objekt qp kann der Delegat die Mausposition innerhalb des Zeichenbereichs des Listeneintrags zeichnen.

Schwebt die Maus über dem Listeneintrag, hat event.type() den Wert QEvent.MouseMove. Wird ein Mausbutton gedrückt, gibt die Funktion stattdessen QEvent.MouseButtonPressed zurück. Um nur auf den linken Mausbutton zu reagieren, prüft man zusätzlich, dass event.button() den Wert Qt.LeftButton hat:

```
if event.type() == QEvent.MouseButtonPress and event.button() == Qt.LeftButton:
    pass
```

Danach braucht man nur noch die X- und Y-Koordinate des Mauszeigers innerhalb des Eintrags:

```
x_in_delegate = event.pos().x() - style_option_view_item.rect.left()
y_in_delegate = event.pos().y() - style_option_view_item.rect.top()
```

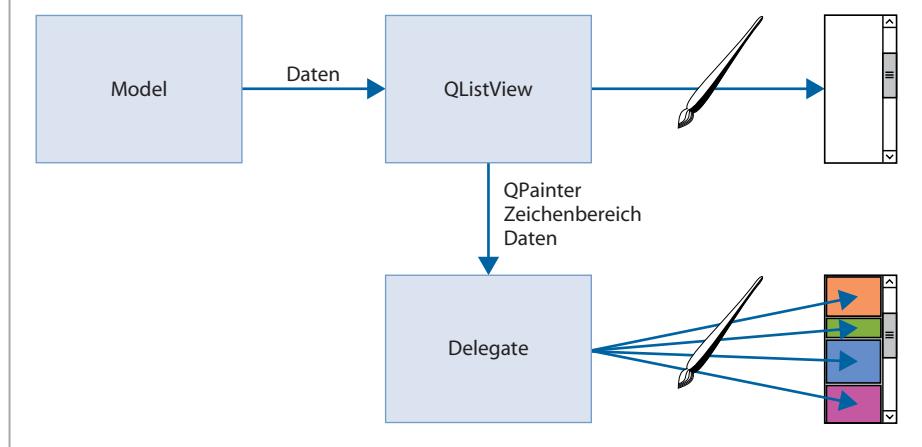
Den gesamten Code des Beispiels finden Sie über ct.de/y6u4 im Repository in der Datei extended\_qt\_delegate.py.

## Animierte Delegierte

Während die KI über der Qualität der Bilder sinniert, soll die Anwendung den Nutzer mit einer Animation unterhalten.

## Model-View-Delegate

Das Model-View-Framework trennt die Daten (Model) strikt von der Anzeige (View). Das QListWidget-Widget organisiert die Anzeige, überlässt die Zeichenarbeit aber sogenannten „Delegaten“.



In der paint()-Methode läuft das im Prinzip genauso, nur ohne return.

## Zeichenregeln

Zeichenoperationen nutzen in Qt Objekte vom Typ QPainter. Die bieten Funktionen für Linien, Kreise, Text, und Pixmaps und kümmern sich intern darum, die Anweisungen effizient bis zum Display durchzurichten. Aus Performance-Gründen ergibt es Sinn, nicht für jeden Strich einen eigenen QPainter zu erzeugen. Die QListWidget übergibt daher ihren QPainter, mit dem sie Umrandungen oder Scrollbalken zeichnet, an jeden der Delegaten. Die fügen mit dem einfach ihre Zeichenanweisungen hinzu.

Damit dabei kein Chaos mit Farben und Strichstilen entsteht, enthält jeder QPainter einen Stack. Mit save() speichert man die aktuellen Einstellungen auf diesen Stack und mit restore() setzt man die Einstellungen auf den zuletzt gespeicherten Stand zurück. Daher sollte der Delegat mit dem übergebenen QPainter-Objekt qp vor dem ersten Zeichenbefehl qp.save() und nach dem letzten Zeichenbefehl qp.restore() aufrufen:

```
def paint(self, qp,
          style_option_view_item, model_index):
    mid = model_index.data()
    midtype = type(mid)
    if midtype is ClassifiedImageBundle:
        qp.save()
        svir = style_option_view_item.rect
```

## Urlaubsbilder sortieren

Um Ihre Urlaubsbilder mit unserer KI getriebenen Qt-Anwendung zu sortieren, brauchen Sie Python, PyQt und TensorFlow.

Laden Sie zuerst eine 64-Bit-Version von Python 3 von Python.org herunter und installieren es. Linuxer können diesen Schritt überspringen, da Python dort üblicherweise vorinstalliert ist.

Den Code können Sie als ZIP-Datei herunterladen (siehe [ct.de/y6u4](http://ct.de/y6u4)) oder das Repository mit Git auschecken. Windows- und Mac-Nutzer laden Git von [git-scm.com](http://git-scm.com), unter Linux kümmert sich die Paketverwaltung um die Installation.

Sobald Sie den Code entpackt oder ausgecheckt haben, sollten sie ein Virtualenv anlegen, damit die weiteren Schritte keine bestehenden Python-Programme stören können. Das Virtualenv erzeugen Sie unter macOS und Linux mit folgendem Befehl, den Sie im Verzeichnis des Codes ausführen:

```
python3 -m venv env
```

Windows findet `python.exe` nicht automatisch, sodass Sie in der Eingabeaufforderung den Pfad angeben müssen:

```
..\..\AppData\Local\Programs\Python\Python36\python.exe -m venv env
```

Starten Sie das Virtualenv unter Windows mit `env\Scripts\activate.bat` und unter Linux und macOS mit `source env/bin/activate`.

Um alle weiteren Abhängigkeiten kümmert sich Pythons Paketmanager `pip`:

```
pip install -r requirements.txt
```

Falls Sie eine Nvidia-Grafikkarte einsetzen und CUDA installiert haben, können Sie stattdessen `requirements-gpu.txt` verwenden. Dann nutzt TensorFlow die GPU für das neuronale Netz.

### Nutzen

Um das Programm zu nutzen, müssen Sie zuerst wie bei der Installation das Virtualenv aktivieren. Danach führen Sie `python inference_gui.py` aus.

Das Programm startet nach ein paar Sekunden mit einer leeren Liste an Bildern. Die füllen Sie, indem Sie mit dem Button „Pfad auswählen“ in der linken oberen Ecke einen Ordner auswählen. Das Programm lädt dann alle Bilder im Ordner, was bei vielen und großen Bildern einige Sekunden dauern kann. Die Analyse der Bilder beginnt sofort im Hintergrund. Sie können aber auch sofort mit der Maus Bilder zum Behalten

oder Verwerfen markieren. Alle, die Sie nicht per Hand markieren, analysiert das neuronale Netz. Dessen Einschätzung erkennen Sie am gestrichelten Rahmen um das Bild.

Falls Sie am Thumbnail nicht erkennen können, ob ein Bild gut oder schlecht ist, klicken Sie einfach auf den Thumbnail. Das Programm zeigt dieses Bild dann in voller Auflösung im Vorschaubereich an.

Wenn Sie mit der Einordnung aller Bilder zufrieden sind, drücken Sie den roten „Bilder aufräumen“-Button in der oberen rechten Ecke. Vorsicht: Die zum Löschen vorgemerkt Bilder werden dann ohne weitere Nachfrage von der Festplatte entfernt.

### Instabilitäten

Hin und wieder ist unser Programm mit einem Segmentation-Fault abgestürzt. Der Fehler hängt entweder mit Qt oder TensorFlow zusammen. Er scheint recht zufällig aufzutreten. Falls er bei Ihnen auftritt, starten Sie das Programm einfach noch mal und versuchen es erneut. Wenn Sie eine Idee haben, woran das liegt, schreiben Sie uns bitte eine Mail an [pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de).

Da der Delegat aber nur Aufgaben für den `QListView` übernimmt, kann er sich selbst nicht neu zeichnen. Qt sieht aber einen Mechanismus vor, der Teile der Liste neu zeichnet, falls sich Daten ändern. Darum kümmert sich das Model, indem es `dataChanged`-Signale versendet.

Uns war es lieber, wenn die Objekte im Model sich selbst animieren. Dafür definierten wir den Fortschritt der Animation (Gleitkommazahl zwischen -1 und 1) als Property:

```
animation_progress = pyqtProperty(
    float, get_animation_progress,
    set_animation_progress)
```

Die lässt sich dann per `QPropertyAnimation` animieren. Sobald man bei diesem Animations-Objekt die `start()`-Methode aufruft, setzt es die Eigenschaft `animation_progress` ständig neu. Das ruft auch die

Methode `set_animation_progress()` auf, zeichnet aber nichts neu.

Als Nächstes muss das Model von der Änderung erfahren. Das Datenobjekt definiert dafür das Signal `data_changed`, das es bei jeder Änderung am Animationsfortschritt aussendet. Das Modell empfängt dieses Signal mit der Methode `data_changed()`. Die kennen Sie bereits. Sie erzeugt den `QModelIndex` zum Eintrag und versendet ein `dataChanged`-Signal, das endlich ein erneutes Zeichnen des Eintrags auslöst.

Mit dieser Struktur reicht es dann, `animation_progress` in der `paint()`-Methode des Delegaten auszuwerten. Die Beispielanwendung berechnet damit den Start- und Endpunkt einer gestrichelten Umrandungslinie. Die wandert damit um den Thumbnail, während das neuronale Netz rechnet.

## Gute Schwuppdizität

Im ersten Moment erscheint das Model-View-Framework unnötig kompliziert. Beim genaueren Hinsehen entpuppt sich die Gängelei des Frameworks aber als sinnvolle Struktur, um performante Anwendungen zu schreiben. Die brechen dann auch nicht zusammen, wenn eine Liste mal etwas länger wird, weil Qt stets nur das Nötigste berechnet. Die Logik dafür nicht programmieren zu müssen, wiegt die Einarbeitungszeit ins Model-View-Framework mehr als auf.

(pmk@ct.de) 

## Literatur

[1] Pina Merkert, *Bilderstürmer*, Mit Keras effizient Trainingsdaten für maschinelle Lernen generieren, c't 16/2018, S. 174

Repository: [ct.de/y6u4](http://ct.de/y6u4)

## Klimasimulation

[climateprediction.net](http://climateprediction.net)

Wissenschaftlich belastbare Klimamodelle und -simulationen brauchen viel Rechenleistung. Supercomputer können diese Power zwar liefern, allerdings ist die auf ihnen verfügbare Zeit teuer und begrenzt. Die alternative Idee, aus der schließlich 2003 an der Oxford University **Climateprediction.net** entstand: Man sucht nach dem Vorbild des legendären SETI@Home viele freiwillige Teilnehmer und greift auf die ungenutzte Rechenleistung ihrer PCs zu.

Um einen Beitrag zu leisten, installiert man sich zunächst den BOINC-Client (Open Source) für verteiltes Rechnen über die Website, wählt aus den dort angezeigten Projekten **climateprediction.net** aus und legt nach der kostenlosen und datenarmen Registrierung los.

Die Site der Klimaforscher liefert viele Informationen und eine Community rund um die Themen Klimamodellierung, Klimawandel sowie die Konzepte und Ziele der einzelnen Forschungsprojekte. Lehrer finden Material für den Unterricht in den Sekundarstufen I und II, etwa zu Grundlagen der Klimamodellierung in Physik oder zu regionalen Risiken und Folgen durch den Klimawandel in Geografie. (mon@ct.de)

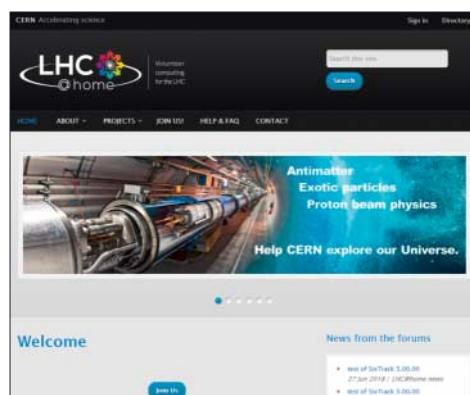
## Teilchen-Crashtest

[home.cern](http://home.cern)

[lhcatome.web.cern.ch](http://lhcatome.web.cern.ch)

Wer sich für physikalische Grundlagenforschung zu Materie und Elementarteilchen interessiert, findet dazu auf der Website des Schweizer **CERN** (von dem auch das Konzept des World Wide Web stammt) umfangreiche Informationen. Ähnlich wie bei der Klimamodellierung (s. o.) kann man beim CERN mit dem eigenen Rechner einen Beitrag zu Experimenten mit dem Teilchenbeschleuniger LHC leisten.

In der Volunteer-Computing-Initiative **LHC@Home** lassen sich aktuell fünf Simulationen unterstützen. Im Projekt „Atlas“ beispielsweise berechnen die PCs der freiwilligen Teilnehmer alternative Modelle von Universum, Partikeln und Wechselwirkungen. Diese Modelle gleichen die Forscher anschließend mit den Daten ab, die sie im LHC gewonnen haben. Um teilzunehmen, laden Sie von der Website den BOINC-Client herunter und wählen darin **LHC@Home** aus. (mon@ct.de)



## Reise(un)freiheit

[passportindex.org](http://passportindex.org)

Die Bürger der Bundesrepublik Deutschland genießen eine große Reisefreiheit: Laut **Passportindex.org** akzeptieren 126 andere Länder den bundesdeutschen Reisepass ohne Visum, 38 erteilten ein Visum bei der Einreise und für nur 34 muss das Visum vor der Reise ausgestellt sein. Mehr Reisefreiheit besitzen demnach nur die Singapurer (127/39/32), während am unteren Ende Afghanistan rangiert (5/25/168).

Die Website liefert jede Menge Zahlen, Vergleichsmöglichkeiten und Bilder aller Reisepässe dieser Welt. Außerdem erhält man (etwas versteckt unten auf der Seite) Informationen zu Themen wie Geschichte und Rechtsgrundlagen von Visa und Pässen. Unter „Discover“ findet sich das Blog „Passe/Port“ mit News und Hintergrundinformationen, etwa zu den russischen Sonderregelungen während der Fußball-WM. (mon@ct.de)



## Fahrradstadtplanung

[copenhagenize.eu](http://copenhagenize.eu)

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

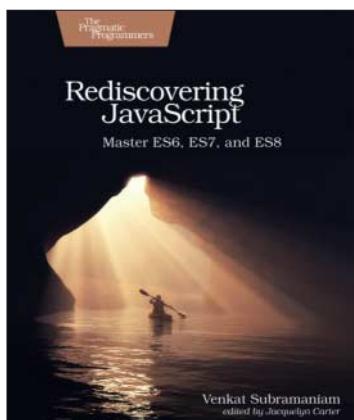
Kopenhagen verfolgt seit fast 50 Jahren das Konzept einer Verkehrsplanung, die vom unmotorisierten Menschen als Basis einheit ausgeht. Seither haben sich Dänemarks Hauptstadt und ihr Umland zum vielzitierten Vorbild für intermodalen und fahrradgerechten Großstadtverkehr entwickelt.

Begleitet wird die Entwicklung von spezialisierten Planungsbüros wie **copenhagenize.eu**, das für den – nicht unumstrittenen – Copenhagenize Index bekannt ist. Dieser bewertet jährlich die Fahrradfreundlichkeit von Metropolen mit über 600.000 Einwohnern und berücksichtigt dabei neben Meinungsumfragen unter den Bürgern auch Pläne und Maßnahmen von Politik und Verwaltung.

Überdies postet das Büro auf dem Blog **copenhagenize.com** seit 2007 immer wieder ausführliche Artikel über konkrete Maßnahmen und Hintergründe zur Fahrradverkehrsplanung, auch weit über Kopenhagen hinaus. Viele der hier versammelten Beiträge samt einer Videoserie sind zeitlos und lassen sich über die thematisch gut sortierte Seitenleiste finden. Fahrradenthusiasten sowie verkehrspolitische Interessengruppen bekommen dort solide Argumente auf Basis von realen Erfahrungen an die Hand. (mon@ct.de)

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

Anzeige



Venkat Subramaniam  
**Rediscovering  
JavaScript**  
Master ES6, ES7 and ES8

The Pragmatic Bookshelf,  
Raleigh, NC (USA) 2018  
ISBN 978-1-6805-0546-7  
286 Seiten, 38 US-\$  
(PDF-/Epub-E-Book: 25 US-\$)

## Neue Knospen am alten Baum

**Bei alten Programmierhasen hat JavaScript keinen guten Ruf. Zu sehr haben Macken der Sprache die Webentwickler geärgert. Venkat Subramaniam zeigt, dass sich ein neuer Blick auf JavaScript lohnt: Manche Kante ist abgeschliffen worden; viele sinnvolle Erweiterungen sind hinzugekommen.**

Anfangs als Spielkram belächelt, später wegen allerlei Mängeln zu Recht gescholten, ist JavaScript in den letzten Jahren erwachsen geworden. Jetzt empfiehlt manch versierter Entwickler Neulingen sogar, als erste Programmiersprache JavaScript zu erlernen. Zum „Rediscovering“, welches das Buch propagiert, gehört es, tradierten Ballast abzuwerfen und von den hilfreichen Neuerungen zu profitieren.

Der Autor beginnt mit scheinbaren Banalitäten wie der Platzierung von Zeilenumbrüchen und der korrekten Verwendung von Vergleichsoperatoren. Tatsächlich erweist sich der gleichen als essenziell. Ähnlich wichtig sind die Änderungen bei der Deklaration von Variablen und Konstanten: Hier ist nichts mehr so, wie es früher mal war.

Trotz des irreführenden Namens hat JavaScript viel mehr mit der Lisp-Variante Scheme gemein als mit Java. Funktionale Programmierung spielt eine große Rolle; Subramaniam widmet diesem Thema viel Platz. Er beschreibt die verbesserten Möglichkeiten zur Definition von Funktionsparametern, kommt aber auch schnell zu anspruchsvoller Themen wie der Syntax von anonymen Funktionen und Lazy Sequences.

Vieles hat sich zudem bei den objektorientierten Eigenschaften getan; Leser erfahren alles Wissenswerte über die neuen Optionen zur Definition von Klassen und Vererbungshierarchien. Auch Modulkonzept und Metaprogrammierung werden behandelt.

Das Buch enthält viele Beispiele, die mit aktuellen Versionen von Node.js laufen. Die abgedruckten Übungen mit Lösungen helfen, das Gelernte zu vertiefen.

Für die Lektüre sind Programmierkenntnisse hilfreich. Der in leicht verständlichem Englisch mit subtilem Humor geschriebene Text spricht nicht nur Einsteiger an, sondern bringt auch erfahrenen Entwicklern die neuen Sprachmerkmale von JavaScript nahe.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Begleiter für Web-Macher

**Das Praxisbuch von Uwe Kraus hilft Bloggern, Portalbauern und Shop-Betreuern, in der Vielfalt der bunten WordPress-Welt das Passende zu finden und zu nutzen. Die Lektüre führt Content-Dirigenten von der Planung eines Web-Projekts bis zu technischen Feinheiten.**

Das freie Content-Management-System WordPress hat sich als Standard-Grundlage für private Web-Präsenzen, aber auch für viele E-Business-Portale etabliert. Der Zugang zu dem als Web-Anwendung ausgelegten plattformübergreifenden Werkzeug ist niedrigschwellig. Uwe Kraus hält sich nicht mit Abstraktem auf, sondern zeigt anhand praktischer Beispiele, worauf es bei der Arbeit mit WordPress ankommt. Er leitet dazu an, Web-Inhalte sinnvoll zu strukturieren, und erklärt, was Plug-ins und Templates Hilfreiches zu bieten haben.

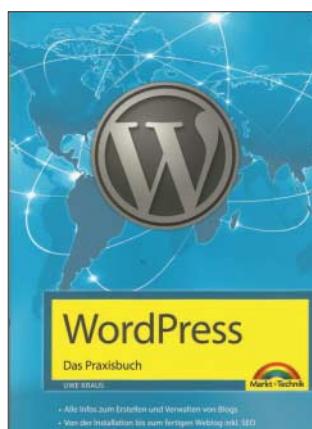
Die Lektüre erfordert keine Vorkenntnisse. Die Vielfalt der Darstellungsmöglichkeiten von WordPress ist an Plug-ins gebunden – etliche davon stellt Kraus exemplarisch vor und erläutert ihre Anwendung mit Hilfe von Screenshots. Der Leser bekommt dabei ein Gespür für die Mechanismen und das generelle Arbeiten mit dem System.

Professionelle Portalarbeiter können gleich vorblättern und sich den Tipps zu Vermarktung, Shop-Einrichtung und Suchmaschinenoptimierung sowie dem Bereich „Mit Bloggen Geld verdienen“ widmen. Auch hier unterfüttert der Autor seine Ausführungen mit konkreten Vorschlägen für Plug-ins, die etwa Backup-Aufgaben erledigen, eine automatische Suchmaschinenbestückung anbieten oder Texte bewerten und verschlagworten. Dabei bedient sich Kraus durchgängig aus dem Pool der kostenlosen Plug-ins.

Die Vorgaben der europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) werden noch nicht vollständig berücksichtigt. Kraus geht zwar auf Erfordernisse wie Datenschutzvereinbarung und Impressum ein. Um Rechtssicherheit für ein Online-Angebot zu erlangen, genügt das jedoch nicht.

Unterm Strich ist das Buch von Uwe Kraus ein hilfreicher Ratgeber für Neulinge in der WordPress-Welt und eine willkommene Tippquelle auch für bereits eingearbeitete Word-Presser.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)



Uwe Kraus  
**WordPress**  
Das Praxisbuch

Markt + Technik Verlag,  
Burghann 2018  
ISBN 978-3-9598-2082-0  
448 Seiten, 25 €

Anzeige



# TIEFSCHLAF (2)

von Peter Schattschneider

*Fortsetzung vom letzten Heft*

**B**ills Trainingshelm begann zu pulsieren. In weichen, massierenden Bewegungen schmiegte das integrierte Neuro-Interface sich seinem Gehirn an. Ein verwischter Lufthauch im Gesicht. Ameisen trabten seine Arme entlang bis zu den Fingerspitzen. Ein zartes Kribbeln in der Wirbelsäule. Der Helm vibrierte jetzt stärker – eine heiße Welle wie nach einem Adrenalinstoß überrollte Bill. Er hatte das Gefühl, sachte vor der riesigen Burj Khalifa zu landen, dem Schauplatz der Simulation. Gleichzeitig wusste er, dass er in Phantom City als Ausbilder vor seinen Kadetten saß und sich nicht rührte.

Er war im Spiel, beobachtete alles, aber für sie existierte er nicht. Er brauchte auch nicht auf Distanz zu achten – sie liefen einfach durch ihn hindurch. Die Gruppe war gut organisiert. Die Kadetten holten sich die Konstruktionspläne aus der Cloud, ließen eine Finite-Elemente-App laufen, die potenzielle Statikschwachstellen anzeigte, orderten in der Zentrale einen Drohnenschwarm, mit dem sie die Außenhülle entlang der tragenden Stützen von unten nach oben abscannten. Die hochempfindlichen Sprengstoffdetektoren fanden die Bomben in drei übereinanderliegenden Stockwerken. Expertensoftware analysierte den Zündmechanismus. Bill hatte, um den Stress zu erhöhen, einen Zeitzünder eingebaut, der ihnen nach der Entdeckung der Bomben nur gerade eben genug Zeit ließ, um das Gebäude zu räumen, wenn sie es effektiv machten. Sie verschwendeten wertvolle Zeit mit dem vergeblichen Versuch, die Bomben zu entschärfen. Alle Mechanismen waren individuell SSL-kodiert. Sie arbeiteten an der ersten Entschlüsselung, bis nach wenigen Minuten einer von ihnen feststellte: „Wir brauchen mindestens zehn Minuten für jede, das macht ... – fast zwei Stunden! Zu lang. Wir müssen evakuieren!“

Und das taten sie. Die Kapazität der Expressaufzüge wurde berechnet und voll ausgelastet; die Personen aus den oberen Stockwerken wurden per Helikopter von der Plattform in der 148. Etage geborgen. Bill zoomte sich als Beobachter in den letzten Heli; es war Zero minus eine Minute. Er saß auf dem Kranausleger des Boeing Defiant und sah zu, wie zwei seiner Kadetten die Leute anwiesen. Die Evakuierten waren verwirrt, langsam und nicht sehr kooperativ; realitätsnah eben. Bei Zero minus 10 Sekunden waren alle drin, ein Kadett gab dem Piloten Zeichen. Die Rotoren liefen donnernd an, während der andere Kadett hoch hechtete und Bills virtuellen Platz auf dem Ausleger einnahm. Wie ein Schoßkind saß er auf Bill, ohne es zu merken. Der Rumpf des Defiant schwankte. Aber es waren nicht die mächtigen Doppelrotoren, die ihn zittern ließen – es war die Burj Khalifa,

die wie in Zeitlupe einzustürzen begann. Der zweite Kadett lief auf den Helikopter zu, auf einer Plattform, die sich wie das Deck eines Ozeanriesen in schwerer See senkte. Der Defiant hob aus der Sinkbewegung ab, schwebte einige Zentimeter über dem Landeplatz, um den Heranlaufenden aufzunehmen, aber je näher der kam, desto weiter fiel er auf der stürzenden Plattform zurück. Bill unterdrückte den Impuls, die Hand nach ihm auszustrecken. Er konnte nicht eingreifen und es war sowieso zu spät. Sekunden noch schwebte der Defiant gleichsam zögernd über dem rasch unter ihnen schrumpfenden Landeplatz, während seitlich von ihm die höheren Etagen majestatisch erdwärts strebten. Staubfontänen und glitzernde Glassplitter brachen aus den Wänden der kühnen Nadel, die zur Ehre einer fixen Idee in den Wüstensand gerammt wurde, aus dem sie einst gewachsen war.

DNA-Spuren führten zu den Terroristen. Die KS-Zelle wurde liquidiert, wobei ein zweiter Kadett ums Leben kam. Gemäß Protokoll erhielten die beiden nach Übungsende Lipropanol. Sie erinnerten sich an den Einsatz, aber das traumatische Ende war vergessen. Es ging ihnen gut. Alles in allem war es ein guter Score.

\* \* \*

Seine Versuche, mehr über Anns Zustand zu erfahren, waren unergiebig. Tiefschlaf, ... auf dem Weg der Besserung ... in wenigen Tagen wissen wir mehr, hieß es vom Krankenhaus. Die Schulung der Kadetten nahm ihn voll in Anspruch. Es war schön zu sehen, wie begeistert sie waren und wie sie unter seiner Führung besser wurden. Er hatte kaum Zeit, an den Anschlag zu denken, der Ann und ihn fast das Leben gekostet hätte. Und das war gut.

Nur in den Träumen kamen die Bilder wieder. Die wasserhellen Augen des Terroristen, der Pick-up, Ann zur Seite stoßen, zielen, feuern. Aus einer Halswunde quellendes Blut.

Er erwachte mit klopfendem Herzen. Im Takt quellendes Blut – das Metronom des Todes. Wie in der Combat-Simulation. Die Wunde war an der gleichen Stelle und es quoll im gleichen Takt. War das Zufall?

Bill nahm den geplanten Urlaub, nachdem er die Kadetten durch das Programm geschleust hatte. Sie würden gute Phantoms werden – aufmerksam, entscheidungsstark und skrupellos, wenn es um die Bekämpfung des Terrors ging.

Es war phantastisch, Ann wiederzusehen. Sie genossen einen romantischen Abend mit allem, was dazugehörte. Sie war wunderschön, kein Anzeichen von Narben, die Haut war glatt und jugendlich, ihre Formen besser denn je, die Brüste zart und wohlgeformt, ein Thigh Gap wie bei einem Model: Die Biobots hatten ganze Arbeit geleistet.

Er buchte ein Luxushotel auf Sardinien und die Tage vergingen wie im Traum. Sie vermieden es die meiste Zeit, über den Anschlag zu sprechen, aber Bills Alptraum quälte ihn; die Bilder liefen immer wieder ab, als hätte er etwas übersehen.

„Weißt du noch“, fragte er eines Morgens, „als der Wagen auf uns zu raste? Da standst du neben mir. Was ist dann geschehen?“

„Du hast mich zur Seite gestoßen.“

„Und?“

„Es war heftig, ich bin gestürzt.“

„Hattest du einen Hut auf? Oder irgendwas um die Schultern? Ein Cape oder einen Umhang?“

Sie verneinte wortlos. „Warum fragst du?“

„Ich weiß nicht. Es kam mir so vor. Hat dich der Pick-up erwischt?“

Sie schüttelte den Kopf. „Ich glaube nicht. Du hast geschossen, dann ist er in die Mauer gekracht. Und dann ...“

Dann war die Welt in Feuer und Schmerz untergegangen.

Jetzt wusste er, was ihn beunruhigte: Er hatte bis zur Explosion volle Sicht auf die Uferpromenade gehabt. Er hätte Ann sehen müssen, sie war ja nicht weit von ihm gestürzt. Aber da war nichts. Dort, wo sie hätte liegen müssen, war in seiner Erinnerung ein Loch.

„Das kommt vom Lipopropanol“, beruhigte sie. „Es ist ohnehin erstaunlich, dass du dich an so viele Details erinnerst. Die haben dir zu wenig gegeben.“

Die Erinnerung überfiel ihn, als sie durch die Straßen schlenderten, vorbei an Geschäften, Cafés, Restaurants. Ein Windstoß erfasste einen schlecht befestigten Schal vor einem Souvenirladen, wehte ihn in die Straßenmitte. Er schwebte elegant zu Boden und landete in einer Pfütze. Bill blieb stehen. Er starrte in die Pfütze, die vor seinen Augen rot wurde, blutrot wurde sie, und der Schal sog das frische Blut auf.

Ann hatte einen Schal getragen an jenem Tag. Der Schal lag in einer Pfütze aus Blut und Gehirnmasse, und in der Pfütze lag ein halber Schädel – Ann's Kopf oder was von ihm übergeblieben war, als der Pick-up sie überfahren hatte. Du kannst das nicht überlebt haben, dachte er. Nicht mit den besten Biobots der Welt konnte man ein zu Brei gequetschtes Gehirn wiederherstellen.

Sie merkte gleich, dass etwas nicht stimmte, da er plötzlich schwieg.

„Was ist, Liebster?“

„Weißt du noch, an unserem ersten Hochzeitstag, das teure Restaurant in der Bucht?“, lenkte er ab.

Sie nickte lächelnd. „Das war so schön.“

„Ich glaube, wir hatten Fisch, nur an den Wein kann ich mich nicht erinnern.“

Es war ein Test. Er beobachtete sie aufmerksam. Sie blieb kurz stehen, erstarrte, wie um nachzudenken. Aus den Augenwinkeln sah er, wie ein Kind im Laufen innehalt, und die Spatzen erstarrten im Flug. Für Sekundenbruchteile schien die Welt den Atem anzuhalten.

„Nein, wir hatten ein Boeuf Bourguignon und dazu zwei Flaschen Volnay '93.“

Gut pariert, dachte er. Natürlich wusste er, dass sie ein Boeuf Bourguignon hatten. Dass sie sich noch an den Volnay

erinnerte, war auch möglich. Aber gleich den Jahrgang ... – etwas zu perfekt für jemanden, dem Wein nicht viel bedeutete. Die Kameras im Restaurant, die Rechnung, die Robotkellner – alles war aufgezeichnet. Ihr Wissen konnte aus der Datenkonserve kommen.

Er musste sie mit einer Situation testen, die keine digitalen Spuren hinterlassen hatte. Sie schlenderten weiter und er bemühte sich, entspannt zu wirken.

„Wir waren dann noch am Strand, erinnerst du dich?“

Sie nickte versonnen.

„Was hältst du davon, das heute zu wiederholen? Es ist ein lauer Abend.“

„O ja, wie schön wäre das!“

Er legte den Arm um ihre Schulter, zog sie heran und flüsterte ihr ins Ohr: „Ich hab's dir damals gleich zweimal besorgt. Aber das ist zehn Jahre her. Keine Garantie, dass ich das noch bringe.“

Sie kicherte verschämt und schenkte ihm ein verliebtes Lächeln.

Er spürte, wie sich seine Brust zusammenzog. Das war nicht Ann. Denn an jenem Hochzeitstag hatte er die zwei Flaschen Volnay fast allein geleert. Sie waren nicht an den Strand gegangen, sondern gleich aufs Zimmer. Und dann war von Sex keine Rede, so abgefüllt, wie er gewesen war.

Wer bist du? Wenn du nicht Ann bist, wer bin dann ich? Ein Verdacht regte sich, ein ganz und gar unmöglich Verdacht.

\* \* \*

Die Woche darauf war mit Meetings und Planungen ausgefüllt. Er beschäftigte sich intensiv mit der Weiterentwicklung der VR-Simulation. Es gab immer noch kleinere Probleme mit dem Streaming. Wenn der Haupt-Cluster eine Anfrage erhielt, die komplexe Suchroutinen in der Cloud erforderte, stockte das Bild für Sekundenbruchteile, so wie bei Kevins Combat-Training. Das war für die praktischen Übungen im Gelände kein Problem. In direkter Aktion hatten die Kämpfer keine Zeit für Anfragen an die Zentrale.

In den Pausen überlegte Bill, wie er seinen unmöglichen Verdacht überprüfen konnte, und so entstand bald ein Plan. Er erfand einen Notfall und bat Ann um Verständnis, dass er über das Wochenende im Forschungszentrum bleiben musste. Er schlenderte zum Krankenhaus, langsam und scheinbar in Gedanken, um keinen Verdacht zu erregen. Er warf einen Blick in die Krankenstation, in der sie ihn zusammengeflickt hatten, und fand wie erwartet das jetzt unbelegte Krankenzimmer. Aber sein Ziel war die Neurochirurgie – ein Hochsicherheitsbereich, in dem Tests am Menschen und Gehirnoperationen an Versuchstieren durchgeführt wurden.

Am Wochenende gab es nur Journaldienst. Mit seiner Zertifizierung kam Bill problemlos an einer gelangweilten Schwester vorbei, als er die Labors besichtigen wollte.

Bioreaktoren brummten, Zentrifugen sirrten, Sequenziere blinkten, alles lief vollautomatisch ab. Er ging alle Labors ab, aber nirgends fand er Versuchstiere. Auch die OP-Säle, an die er sich erinnerte, gab es nicht. Die Sache wurde immer mysteriöser.

Er inspizierte den gesamten Trakt, prägte sich die Lage der Labors und Büros ein und zeichnete sie danach in einen Grundrissplan der Basis ein. Dabei entdeckte er, dass ein Sektor ausgespart war. Niemandsland gewissermaßen, unsichtbar und unzugänglich. Jedenfalls für ihn. Wenn seine Erinnerung an die unsichtbaren Labors und OPs korrekt war, gab es nur eine Erklärung: Sie spielten ihm eine virtuelle Umgebung vor. Aber warum? Hatte die Innenrevision herausbekommen, dass er von den Todeskommandos wusste?

Es gab vielleicht einen Weg, das herauszufinden. In der Nacht schloss er sich in seinem Büro ein, wählte den Realitätsmodus und aktivierte den Helm.

Phantom City  
RealitätsModus  
Immersion startet ...

Das vertraute Kribbeln in den Armen verging rasch. Die 3D-Brille bot ihm eine Reihe von Avataren an. Er wählte eine schlanke Frau, überlegte kurz, dann stattete er sie mit Ann's Gesicht aus und steuerte sie zielstrebig in Richtung Krankenhaus. Der Avatar bewegte sich nun durch einen virtuellen Raum, der dem realen Gebäude exakt glich. Jedenfalls hoffte er das. Dann würde Ann Dinge wahrnehmen können, die ihm, Bill, in seiner virtuellen Realität verborgen blieben, wenn er denn wirklich in einer solchen gefangen war. Dinge, die er in der Neurochirurgie vermutete.

Die Laborräume entsprachen exakt seiner Erinnerung an den Rundgang. Aber die Abstellkammer am Ende des Korridors, an der er bei seiner Erkundung ratlos kehrtgemacht hatte, war jetzt keine Abstellkammer, sondern bot Zugang zu einem Vorraum, von dem mehrere Türen wählten. In einem Raum lebten Mäuse und Meerschweinchen in ordentlich gestapelten Käfigen. Dann zwei OPs, ein leeres Krankenzimmer mit zwei Betten und eine breite Doppeltür mit der Aufschrift „Intensivpflege“.

Ann trat ein. Gedämpftes Licht, eine lange Reihe von Hightech-Betten. Beatmungsgeräte, Monitore, Schläuche, Kabel. Die Betten waren mit etwas Menschenähnlichem belegt. Hier lag ein halber Torso, dort jemand, dem Teile des Schädelns fehlten. Mehrere Patienten waren frisch operiert, Drähte führten von geöffneten Schädeldecken zu Maschinen.

Ann schritt die Reihe der Schwerverletzten ab, bis sie unvermittelt erstarrte. Da lag er, Bill. Er war sehr klein, besser gesagt sehr kurz. Keine Beine, kein Torso, keine Arme. Die Chirurgen hatten aus den Resten seines Körpers einen polstergroßen Klumpen gebaut, auf dem der Kopf saß. Der Kopf trug einen VR-Helm und die Mirage.

So einfach war das. Hier lagen die unrettbar Verlorenen. Krüppel, die für die Firma wichtig waren. Alle waren sie bei Unfällen oder Anschlägen schwerst verletzt und für ein virtuelles Leben zurechtgeflickt worden. Die Biobots konnten keine Körper nachbauen, aber sie hatten die Gehirne bewahrt. Wichtige, wertvolle Gehirne. Und sie waren gnädig gewesen. Sogar seine Frau hatten sie ihm virtuell zurückgegeben.

Er steuerte den Avatar an das Kopfende seines Bettes. Merkwürdig war das: Er nahm durch die Mirage seine Frau

wahr, die vor seinem Krankenbett stand – dem Bett eines Verlorenen. Aber eigentlich sah der Verlorene durch Ann's Augen, was er wirklich war: Nichts als ein intaktes, getäusches Gehirn.

Der Monitor neben dem Bett wurde hell. „Hallo, Bill“, sagte Bryan. Er schien sehr ernst und besorgt. „Wir wussten, dass du irgendwann hier auftauchst. Bei deiner Intelligenz war das vorauszusehen. Wir wussten nur nicht, wie du es anstellen würdest, die Simulation auszutricksen.“

„Was habt ihr mir angetan?“ fragte Bill hasserfüllt, aber aus Ann's Mund klang es erstaunt und sanft. Bryan schwieg.

„Was ... was habt ihr mir angetan? Ich bin – ein Krüppel. Ein verdammter Krüppel! Und ihr spielt mir die heile Welt vor. Ihr ... ihr verfluchten Schweine!“

Bryan seufzte, den Blick schmerzgetrübt. „Es tut mir so leid.“

„Spar dir dein Mitleid! Du ... mieser ...“

„Bill! Bill, hör zu! Was hätten wir denn tun sollen? Die Explosion hat deinen Körper fast vollständig zerstört. Du warst gerade noch am Leben, als wir dich holten.“

Ann, alias Bill, blieb stumm. Was sollte sie auch sagen? Sollte sie jene verfluchen, die ihn gerettet hatten? Auch wenn sie es nicht aus Nächstenliebe getan hatten.

## WIR HATTEN GEHOFFT, DASS DIE SIMULATION SCHLAUER SEIN WÜRDE ALS DU. ABER SO WAR ES LEIDER NICHT.

„Wir hatten gehofft, dass die Simulation schlauer sein würde als du. Aber so war es leider nicht. Jetzt, da du die Wahrheit kennst, hast du den Wunsch, dem allem ein Ende zu machen. Wir verstehen das. Aber es gibt eine andere Option: Wir simulieren den Anschlag, holten dich heraus und versetzen dich in Tiefschlaf. Wir würden die Lipopropanol-Dosis erhöhen, um diesmal dein Trauma endgültig zu löschen. Du würdest dich an nichts erinnern, du könntest wirklich von vorn beginnen. – Und wir brauchen dich. Überleg es dir.“

Bryan verschwand mit einem hoffnungsvollen Blick vom Schirm. Von vorn beginnen. Ein virtuelles Leben. „Wirklich“ hatte er gesagt. Welch ein Hohn ...

Die bleierne Zeit floss wie ein Lavastrom dahin. Nach einer Ewigkeit erwachte das Display wieder zum Leben. „Life Support System“ stand da. Darunter zwei Buttons – *Shutdown* und *Replay*.

Ann blickte den Patienten traurig an. Dann strich sie ihm zärtlich über die Wange. Bill spürte die schlanken Finger wie einen Lufthauch der Verheißung. Wir sind eins. Du bist mein Leben, dachte er und schloss die Augen. So konnte er nicht sehen, wie sie sich zum Monitor drehte. Ihre Hand schwebte scheinbar zögernd über dem Bildschirm, dann drückte sie *Replay*.

(psz@ct.de) 

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:** „Vom Darknet lernen“: Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de)), „Der optimale Office-PC“: Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteure:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de)), Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de)), Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de)), Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@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 Poimana ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüler ([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 Döllé ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([imd@ct.de](mailto:imd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de)), Olivia von Westerhagen ([ovw@ct.de](mailto:ovw@ct.de))

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrjan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müsigg ([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 ([hc@ct.de](mailto:hc@ct.de)), Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgefot ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurran ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Alexander Spier ([asp@ct.de](mailto:asp@ct.de))

**heise online**

**Chefredakteur:** Dr. Volker Zota ([vza@heise.de](mailto:vza@heise.de))

**Stellv. Chefredakteur:** Jürgen Kuri ([jk@heise.de](mailto:jk@heise.de))

**Leitender Redakteur:** Martin Fischer ([mfi@heise.de](mailto:mfi@heise.de))

**Redaktion:** Kristina Beer ([kbe@heise.de](mailto:kbe@heise.de)), Daniel Berger ([dbe@heise.de](mailto:dbe@heise.de)), Volker Briegleb ([vbr@heise.de](mailto:vbr@heise.de)), Oliver Bünte ([olb@heise.de](mailto:olb@heise.de)), Daniel Herbig ([dahe@heise.de](mailto:dahe@heise.de)), Martin Holland ([mho@heise.de](mailto:mho@heise.de)), Axel Kannenberg ([axk@heise.de](mailto:axk@heise.de)), Katharina Kraft ([kkr@heise.de](mailto:kkr@heise.de)), Bernd Mewes ([bme@heise.de](mailto:bme@heise.de)), Martin Reche ([mre@heise.de](mailto:mre@heise.de)), Fabian A. Scherschel ([fab@heise.de](mailto:fab@heise.de)), Andreas Wilkens ([anw@heise.de](mailto:anw@heise.de)), Tilman Wittenhorst ([tiw@heise.de](mailto:tiw@heise.de))

**Korrespondent USA (heise online):** Daniel AJ Sokolov ([ds@ct.de](mailto:ds@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg\\_uk@ct.de](mailto:Ltg_uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Social Media:** Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([Ltg\\_rs@ct.de](mailto:Ltg_rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nöhl ([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\\_nj@ct.de](mailto:Ltg_nj@ct.de)), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Dieter Wahner

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Maurer

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Joana Hollasch

**Illustrationen:**

**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: [sq4lecqyx4izcpkp.onion](http://sq4lecqyx4izcpkp.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 35 vom 1. Januar 2018.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F, No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)

Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,

BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG

Mefberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

## c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;  
Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten:

Inland 116,10 €, Österreich 125,55 €, Europa 135,00 €, restl. Ausland 162,00 €  
(Schweiz 164,70 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende  
(nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 83,70 €,  
Österreich 90,45 €, Europa 102,60 €, restl. Ausland 129,60 € (Schweiz 135,00 CHF).  
c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und  
iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßiges Abonnement für  
Mitglieder von AUGE, bdvB e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter  
e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland  
87,75 €, Österreich 91,80 €, Europa 106,65 €, restl. Ausland 133,65 € (Schweiz 121,50 CHF).  
Luftpost auf Anfrage.

## Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))

oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsbereich 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 18/2018

Ab 18. August 2018 am Kiosk und auf ct.de



## Spioniert Ihr Handy?

„Erfahren Sie alles“ – FlexiSpy & Co. bewerben ganz ungeniert ihre „leistungsstarke Überwachungs-Software“ für eifersüchtige Partner, Eltern und Arbeitgeber. Doch Sie können sich gegen Spionage wehren: Mit unseren Checklisten erkennen Sie zuverlässig, ob ein Handy verwanzt ist.



## E-Bikes: Konzepte, Technik, Know-how

Vom Alltags-Drahtesel über Trekkingbike und Rennrad bis zum Lastenfahrrad: Alle bekommt man auch mit smarter Motorunterstützung. Wir stellen die spannendsten Konzepte vor, vergleichen Motoren und ihre Apps und helfen, sinnvolle Zusatzausstattung vom Schnickschnack zu unterscheiden.

Außerdem:

## TV-Streaming-Dienste

Zattoo, Waipu, Magine & Co. sind echte Alternativen zum klassischen TV-Empfang: Die Streaming-Dienste bieten Fernsehen auf allen möglichen Geräten, exklusive Sender und schnelles Zappen durch die Kanäle. Und Online-Videorecorder gibt es noch obendrauf.

## Gameshow-Technik

Der Zuschauer bemerkt oft nichts davon, aber im Hintergrund von Gameshows arbeitet komplexe Technik, die eigens zu diesem Zweck entwickelt wurde. c't hat bei einem der größten Entwickler von Gameshow-Technik hinter die Kulissen geschaut.

## Lite-Apps

Android-Apps wie Facebook, Google Maps und Spotify belegen viel Speicherplatz und funktionieren meist nur mit guter Netzanbindung zufriedenstellend. Für die Nutzung bei schlechteren Bedingungen und auf schlapperen Smartphones testet c't kompakte Versionen mit weniger Funktionen, sogenannte Lite-Apps.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



Mac & i 4/2018 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



iX 8/2018 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



c't Photoshop jetzt im Handel und auf heise-shop.de