

# c't

**magazin für  
computer  
technik**

4. 2. 2017 **4**



**Internet im  
Flugzeug**

**Privatsphäre schützen • Akku schonen • Datenvolumen sparen**

# Android ohne Google

**Günstige S/W-Laserdrucker  
Affinity Photo vs. Photoshop  
FAQ: Windows-Registry  
Kaby Lake übertakten  
Lightroom befüllt WordPress  
Chatbots selbstgebaut  
VR-Audio mit Ambisonics  
Malen mit CreateJS**



**Anschluss und Wirklichkeit**

# Das geht mit USB-C

**Monitore, externe Platten, Universal-Docks**

**€ 4,70**

AT € 5,00

LUX, BEL € 5,50

NL € 5,70

IT, ES € 6,00

CHF 6,90

DKK 52,00



Anzeige



## Vorhersehbar vergurkt

"Ach, ach": Solche Seufzer hallen immer mal wieder durch die Redaktionsflure, wenn viel versprechende Ideen in der Realität scheitern. Beim Test von USB-Typ-C-Geräten kamen wir aus dem Seufzen, Stöhnen und Kopfschütteln gar nicht mehr heraus: Es ist kaum zu fassen, was alles schiefgeht.

Es war eigentlich schon absehbar, wenn man die PC-Branche kennt: Erst gibt es vollmundige Versprechungen zu einer neuen Idee, anschließend verwirrende und lückenhafte Spezifikationen, danach zahlreiche Verspätungen, schließlich halbgare Produkte, gerne ohne Dokumentation. Die werden freilich trotz aller Macken lauthals mit Superlativen angepriesen: "USB 3.1" (in Wahrheit nur mit USB-3.0-Geschwindigkeit, falls überhaupt), "alles über ein Kabel" (na ja, fast alles und nicht immer gleichzeitig), "universelles Ladegerät" (das nur mit bestimmten Geräten kooperiert), "mehr Komfort" (aber vieles klappt erst nach mehreren Fehlversuchen).

Was dem Fass aber den Boden ausschlägt: Nicht einmal auf den einleuchtendsten Vorteil des USB-C-Steckers ist Verlass. Sein Clou sollte ja sein, dass er in beiden möglichen Steckrichtungen passt. Doch genau daran scheitern mehrere Testgeräte: Manches funktioniert nur in einer der beiden Orientierungen des Steckers.

Hätte man sich eine Karikatur der Typ-C-Idee ausdenken wollen, man wäre wohl kaum darauf gekommen: Nun haben wir einen Stecker, dem man seine Ausrichtung nicht mehr ansieht, weil es ja genau darauf nicht ankommen sollte. Bei manchen Geräten und Adaptern muss man daher von Hand eine Seite dieses Steckers markieren, um ihn beim ersten Versuch richtig herum in die Buchse zu bekommen. Es sagt eine Menge über die Denkweise in der PC-Branche aus, dass der Qualitätssicherung sogar diese grandios dämliche Umkehrung der ursprünglichen Idee durchrutscht.

Schon in c't 16/15 hatte der ehemalige Kollege Benjamin Benz befürchtet, dass die unscharfen USB-C-Spezifikationen viele Hersteller dazu verleiten, Murks zu produzieren: Scheitern mit Ansage - und das in Zeiten schrumpfender PC-Verkäufe. Dass der Mangel an Kauflaune auch damit zusammenhängen könnte, dass vermeintlich attraktive Neuheiten regelmäßig enttäuschen, geht in die Köpfe vieler Geräteentwickler wohl einfach nicht hinein. Ach, ach ...

Christof Windeck

Anzeige



Anzeige

# Inhalt 4/17

## Trends & News

- 16** Linux-Tüftler schalten Intels Management Engine aus
- 17** Wie Samsung das Note-7-Debakel aufarbeitet
- 18** Prozessorgeflüster: Von Performance und Perspektiven
- 20** c't zockt: Indie-Spiele
- 21** Audio/Video
- 22** Musikproduktion
- 24** Heimautomation: Nest-Geräte bald erhältlich
- 26** Hardware
- 27** Embedded Systems, Storage
- 28** Anwendungen
- 30** Technische Software, Unternehmens-Anwendungen
- 31** Android
- 32** Netze
- 33** Spiele
- 34** Apple
- 35** Forschung
- 36** Sicherheit
- 37** Internet
- 38** Linux
- 39** Windows 7 auf Core i-7000 (Kaby Lake)
- 40** Strengere Regeln für Drohnen-Piloten
- 176** Web-Tipps

## Test & Kaufberatung

- 42** High-End-Smartphone: Xiaomi Mi Mix
- 44** Staubsauger-Roboter: Xiaomi Mi Robot Vacuum
- 44** Android-Tablet: Yoga Tab 3 Plus
- 46** Android-Smartphone: Honor 6X
- 46** HiRes-Musikspieler: Fiio X7
- 47** LAN-Tester für Smartphones: Pockethernet
- 48** Günstige Kaby-Lake-Prozessoren deutlich aufgewertet
- 50** PC-Doppelkammergehäuse mit Glasfenstern: Lian Li PC-O11

- 50** MicroSD-Karte mit A1-Spezifikation: DSP Memory MaxIOPS A1
- 50** USB-3.1-Hostadapter mit einer Typ-C-Buchse: Icy Box IB-U31-01
- 52** Software zur Sprachförderung: Microsoft Schlaumäuse
- 54** Elektroschock-Armband Pavlok
- 56** Fahrtenbuch-Schreiber VimCar
- 56** Plasma-Desktop spricht mit Mobilgerät: KDEConnect
- 57** Synthesizer-Plug-in: U-he Repro-1
- 57** Online-Aufgabenverwaltung: Zenkit
- 58** **Lightroom befüllt WordPress**
- 60** Raw-Entwickler: Capture One Pro 10
- 90** **Günstige S/W-Laserdrucker**
- 102** **Affinity Photo vs. Photoshop**
- 110** USB-C: Monitore und Adapter
- 114** Acht flotte USB-SSDs für USB-C
- 120** USB-C-Adapter
- 178** Spielekritik
- 182** Buchkritik



### Das geht mit USB-C

Bei USB Typ C können über eine einzige Strippe Bildsignale, USB-Daten und Energie fließen. Die Technik dahinter ist ausgeklügelt, aber auch komplex und manchmal hakelig – wie sie funktioniert und welche Monitore, SSDs und Adapter Sie jetzt schon dafür kaufen können.

## Android ohne Google

Ob Sie sich mehr Privatsphäre wünschen, den Akku schonen oder Datenvolumen sparen wollen – es gibt viele Gründe, ein Android-Smartphone ohne Google-Dienste zu betreiben. Wir zeigen, wie Sie Google loswerden und Ihr Smartphone trotzdem komfortabel nutzen können.

## Wissen

- 62** Vorsicht, Kunde: Samsung lässt Kunden für seine schlechte Verpackung büßen
- 64** Computerlinguistik: Ein Job an der Schnittstelle von Mensch und Maschine
- 106** **Das geht mit USB-C**
- 124** Technische Hintergründe zu USB Typ C
- 142** Recht: Probleme durch Automatisierung und Datenübertragung bei den Finanzbehörden
- 160** Dirty Cow: Wie eine Linux-Lücke Angreifer zu Root-Rechten verhilft
- 164** **Internet im Flugzeug**
- 168** **Malen mit CreateJS**
- 172** TLS 1.3: Was das Verschlüsselungsprotokoll bringt

## Praxis & Tipps

- 66** Experimentierplatine mit Mikrocontroller: BBC Micro:Bit
- 68** **Android ohne Google**
- 72** Googles Neugier mit XPrivacy bändigen

- 76** CyanogenMod und LineageOS installieren
- 78** Standortdienste und Benachrichtigungen mit UnifiedNlp und microG statt Google Play Services
- 82** Apps und Dienste für Mail, Kalender, Kontakte, Aufgaben und Notizen ohne Google
- 86** Quellen für Apps abseits vom Play Store
- 89** Google-Dienste abschalten, um Akku und Datenvolumen zu schonen
- 96** **VR-Audio mit Ambisonics**
- 130** Text-Adventures in Python programmieren
- 136** JSON in der Shell verarbeiten
- 138** **Kaby Lake übertakten**
- 146** Tipps & Tricks
- 150** **FAQ: Windows-Registry**
- 156** **Chatbots selbstgebaut**

## Rubriken

- 3** Editorial: Vorhersehbar vergurkt
- 10** Leserforum
- 15** Schlagseite
- 184** Story: Naos Botschaft von *Ulf Fildebrandt*
- 197** Stellenmarkt
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau



## Internet im Flugzeug

Ein neues System aus Satelliten und LTE-Basisstationen soll das Internet im Flugzeug schneller und günstiger machen. Es bietet schnelle Antwortzeiten und über 75 MBit/s Datenrate in weiten Teilen Europas – bei bis zu 1200 km/h.

Anzeige

Anzeige



# Leserforum

## Kaufkriterium Updates

Editorial: Wer nicht testen will, muss fühlen!,  
c't 3/17, S. 3

Ein immer wichtiger werdendes Thema. Nachdem jetzt schon die ersten LG-TVs gekapert sind, musste ich bei meinem gerade mal ein Jahr alten 4K-UHD-TV von Panasonic feststellen, dass sich seit Juni 2016 nichts an der Software weiterentwickelt hat.

Trübe Aussichten, wenn ich von einem solchen Gerät einen Nutzungszeitraum von mehreren Jahren erwarte. Aufgrund der Komplexität und der Internetanbindung wäre es wohl naiv anzunehmen, dass ausgerechnet diese Software fehlerfrei und sicher ist.

Das Thema wird künftig mehr in meine Kaufentscheidungen einfließen. Natürlich kann man das wohl nur rückwirkend durch Erfahrungen beurteilen.

Ralf Zapfe ✉

## Kreative Maschinen

Automatische Texterstellung setzt sich durch,  
c't 3/17, S. 70

Irgendwann langweilt sich die Menschheit, wenn Maschinen alle Aufgaben, auch die kreativen, übernehmen. Wozu geht der Mensch dann noch zur Schule? Lohnt es sich dann noch zu lernen, im Deutschunterricht Aufsätze zu verfassen, Satzbildung und Textstruktur zu erlernen? Die Gefahr ist doch von der Natur gegeben, alles, was wir nicht ausüben, wird verkümmern, wie es uns unser Körper ohne Fitnessprogramm täglich beim Treppensteigen aufzeigt.

Was wird der Mensch machen, wenn er sich um nichts mehr kümmern muss? Wird er seine Maschinen noch verstehen? Wird er noch Antrieb haben zu forschen, wenn das irgendwann von Maschinen schneller erledigt wird? Wofür?

S. Ziganki ✉

## Freigeschauft oder wegrationalisiert?

Die Automatisierung wird kaum Jobs vernichten, hat aber bei den beteiligten Redakteuren 20 Prozent Zeit freigeschauft? Nun, ich verstehe das so: Bei 20 Prozent Zeitersparnis können jetzt vier Redakteure den Job von fünf machen. Dann

spart die Automatisierung schon heute jeden fünften Arbeitsplatz ein.

Peritus

## TV-Baustellen

TVs noch farb- und kontraststärker, c't 3/17, S. 31

Weiterentwicklung ist natürlich sinnvoll, aber ich wünschte mir, die Hersteller würden anstatt immer mehr Pixel, Farben und Kontraste mal wirklich an die Baustellen gehen: Kompatibilität von Bild- und Tonformaten, wechselbare Empfangsteile, ergonomische Fernbedienungen, ansehnliche Geräte in Einstiegs- und Mittelklasse – High-End gibts ja zur Genüge.

Romiman

## WLAN-Jamming

Sechs vernetzte Alarmanlagen im Test, c't 3/17, S. 90

Mit großer Aufmerksamkeit habe ich Ihren Artikel über die Sicherheitslücken in vernetzten Alarmanlagen gelesen. Als ich aber las, wie die per Funk angebundenen Glasbruchsensoren arbeiten, um die Batterie zu schonen, wurde mir eine wesentlich schlimmere und konzeptionelle Sicherheitslücke bewusst. Wenn ich in einem Alarmanlagensystem Sensoren über eine öffentliche Ressource wie das Funknetz anbinde, muss ich als ernsthafter Hersteller doch davon ausgehen, dass diese öffentliche Ressource auch vom Einbrecher genutzt und gestört werden kann.

Mein Tipp: Bei Google einmal nach WLAN-Jammer suchen. Wenn die Alarm-

anlage daher nicht in regelmäßigen (kurzen!) Abständen die Sensoren auf Funktion prüft, ist die ganze Sache nichts wert: Der Einbrecher stört das WLAN, schlägt die Fensterscheibe ein, schließt das Fenster wieder, schaltet eventuell den Glasbruchsensor komplett ab (Batterie entfernen genügt ja schon).

Ein Einbrecher, der ein Haus vorher observiert, kann zudem die Gewohnheiten der Bewohner studieren. Statt einer Replay-Attacke kann auch hier mit dem WLAN-Jammer die Scharfschaltung der Alarmanlage blockiert werden, wenn man weiß, wie sich der Bewohner verhält. Ja, natürlich ist der Einsatz eines Jammers illegal, aber davon lässt sich ein Einbrecher wohl nicht abhalten. Etwas versteckt ist bei den Detailtexten zu Abus und Egerdia ein Verweis auf Jamming-Attacken zu finden. Vielleicht können Sie ja bei einem der nächsten Tests das Thema genauer darstellen.

Jens Köhler ✉

## Finanzierung von Threema?

Schreib mal anders, Sichere WhatsApp-Alternativen im Vergleich, c't 3/17, S. 116

Ich nutze Threema, bin jedoch vom Geschäftsmodell nicht überzeugt. Es ist zwar nicht kostenlos, das heißt, Geld braucht nicht durch Werbung eingenommen zu werden. Jedoch sind die Lifetime-Lizenzen auch keine regelmäßige Einnahmequelle. Man kann nicht von ständigem Kundenwachstum ausgehen. Ob sie den Weg von Wire gehen und mit Business-Services Geld einnehmen wollen? Ich wünsche es ihnen.

Gaius Baltar

## Ende-zu-Ende nicht zu Ende gedacht

Wie groß sind die Gefahren, die vom OS oder anderen Apps ausgehen, indem die Eingaben vor der Verschlüsselung (Key-Logging) abgefangen und verdeckt weitergeleitet werden könnten? Im Grunde bräuchte man für eine inhärente Sicherheit ein Extra-Gerät, welches offline arbeitet und die Krypto-Software sowie Schlüssel verwaltet. Dort müssten die Eingaben (Texte, Fotos) erfolgen und letztlich das Chiffre per QR-Codes (oder dergleichen)

### Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

🗨 c't Forum

f g+ c't magazin

🐦 @ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab und kürzen sie wenn nötig sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anzeige

mit Bildschirm und Kamera auf ein Mobile Device übertragen werden, um es dann zu versenden. Beim Empfang müsste es umgekehrt verlaufen. Ein Schlüsselaustausch dürfte nur mit dem Extra-Gerät erfolgen. So ein Aufbau ist dann leider kaum noch bequem.

Name ist der Redaktion bekannt ✓

## Weniger ist mehr

Formate und Werkzeuge für JavaScript-Module, c't 3/17, S. 128

Das Hauptproblem ist meines Erachtens selten die JavaScript-Einbindung, sondern dass sich die Seitenbetreiber grundsätzlich keine Gedanken um Struktur und „Statik“ ihrer Seite machen. Noch schlimmer ist es, wenn man reine Designer auf die Webseitengestaltung loslässt. Dann gilt: Hauptsache fancy, Solidität ist ein Fremdwort! Schon heute funktionieren viele Webseiten nur noch mit JavaScript, Flash, neuestem Browser etc. Und man will immer noch mehr Funktionen im Browser, bis irgendwann der Browser ein eigenes OS ist, vermutlich dann inklusive Virens Scanner und Firewall.

Bei mir verstärkt sich das Verlangen nach „zurück zu den Wurzeln“: lieber mal wieder RSS statt Facebook, lieber mal wieder ohne JavaScript und weniger interaktiv. Drittseiten-Objekte, erst recht Werbung, werden pauschal geblockt und nur vereinzelt zugelassen. Dafür erhält man schnellere Seiten, einigermaßen Trackingschutz und wird nicht mit reinem Design-Klicki-Bunti zugemüllt. Manchmal ist weniger eben doch mehr!

M76

## Statusinfo manchmal falsch

Starthilfe für Windows-Updates in Windows 7 und 8.1, c't 3/17, S. 102

Unter Windows 7 Professional ist es mir schon sehr oft passiert, dass Windows Update bei manuellem Start der Suche nach einiger Zeit sagt: „Ihr System ist aktuell“. Der Verlauf aber zeigt das letzte Update von vor zwei oder mehr Monaten an. Auch in diesem Fall ist Hand anzulegen. Bitte reichen Sie die Info noch nach, dass die Statusinfo durchaus falsch sein kann.

Andreas Töpfer ✓

## Leitung kappen

Der schnellere Weg zum temporären Stilllegen von Windows Update vor Einspielen der beiden Patches geht über eine Eingabeaufforderung mit erhöhten Rechten:

```
net stop "Windows Update"
ipconfig /release
ipconfig /release6
```

Alternativ zu den letzten beiden Befehlen kann man auch das RJ45-Kabel abziehen beziehungsweise WLAN ausschalten. Dieser Weg hat zudem den Vorteil, dass man nach dem Reboot keine Einstellungen mehr zurücksetzen muss.

Bernhard Krömeke ✓

*Die von Ihnen vorgeschlagene Methode funktioniert zwar oft, manchmal hängen die relevanten Dienste aber. Die im Artikel geschilderte Methode ist robuster und hat auf jedem bisher getesteten Rechner zuverlässig funktioniert.*

## Upgrade-Drängelei?

Will Microsoft durch die Update-Politik das Upgraden auf Windows 10 forcieren? Ich hatte das Gefühl, Microsoft will die User dazu bringen, auf Windows 10 zu gehen oder sich neue Hardware zu kaufen. Der normale User ärgert sich einfach nur über seinen langsamen PC/Laptop, versteht doch nicht im Ansatz, was da mit den Updates im Hintergrund abläuft, die wollen den PC als Werkzeug nutzen.

polareisbaer

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Falscher Preis

Smart Alarm, Sechs vernetzte Alarmanlagen im Test, c't 3/17, S. 90

Die Beispielkonfiguration der Alarmanlage von Lupus Electronics kostet 865 und nicht wie im Artikel angegeben 8965 Euro.

### Threema verschickt GIFs und Dateien

Schreib mal anders, Sichere WhatsApp-Alternativen im Vergleich, c't 3/17, S. 116

Entgegen der Angaben in der Tabelle verschickt Threema unter Android animierte GIF-Dateien und beliebige Dateien mit einer maximalen Größe von 20 MByte. Außerdem können Teilnehmer einer Gruppe nachträglich hinzugefügt oder entfernt werden und es gibt eine App-Version für Windows 10 Mobile.

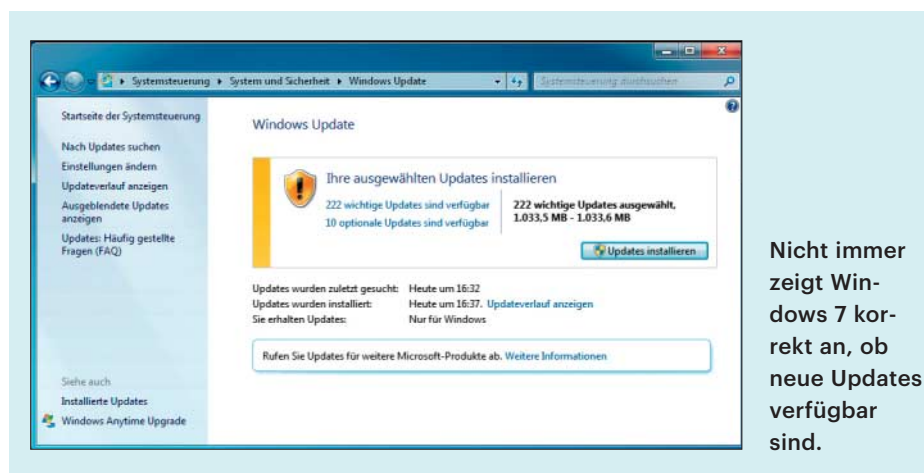
### Feld für Geschäftspartner

Steuern und Steuern sparen, Fahrtenbuch-Apps für iOS und Android, c't 1/17, S. 152

Die Android-App „Trip Tracker PRO-Fahrtenbuch“ kostet in der jüngsten Ausführung einmalig 11,90 Euro und keine Monatsgebühr.

Hersteller der iOS-App „Fahrtenbuch“ ist die Firma Meyer-Solutions. Anders als berichtet enthält die App ein Feld für besuchte Geschäftspartner. Dadurch erübrigt sich die Befürchtung, das Finanzamt könnte mit dieser App geführte Fahrtenbücher in Frage stellen.

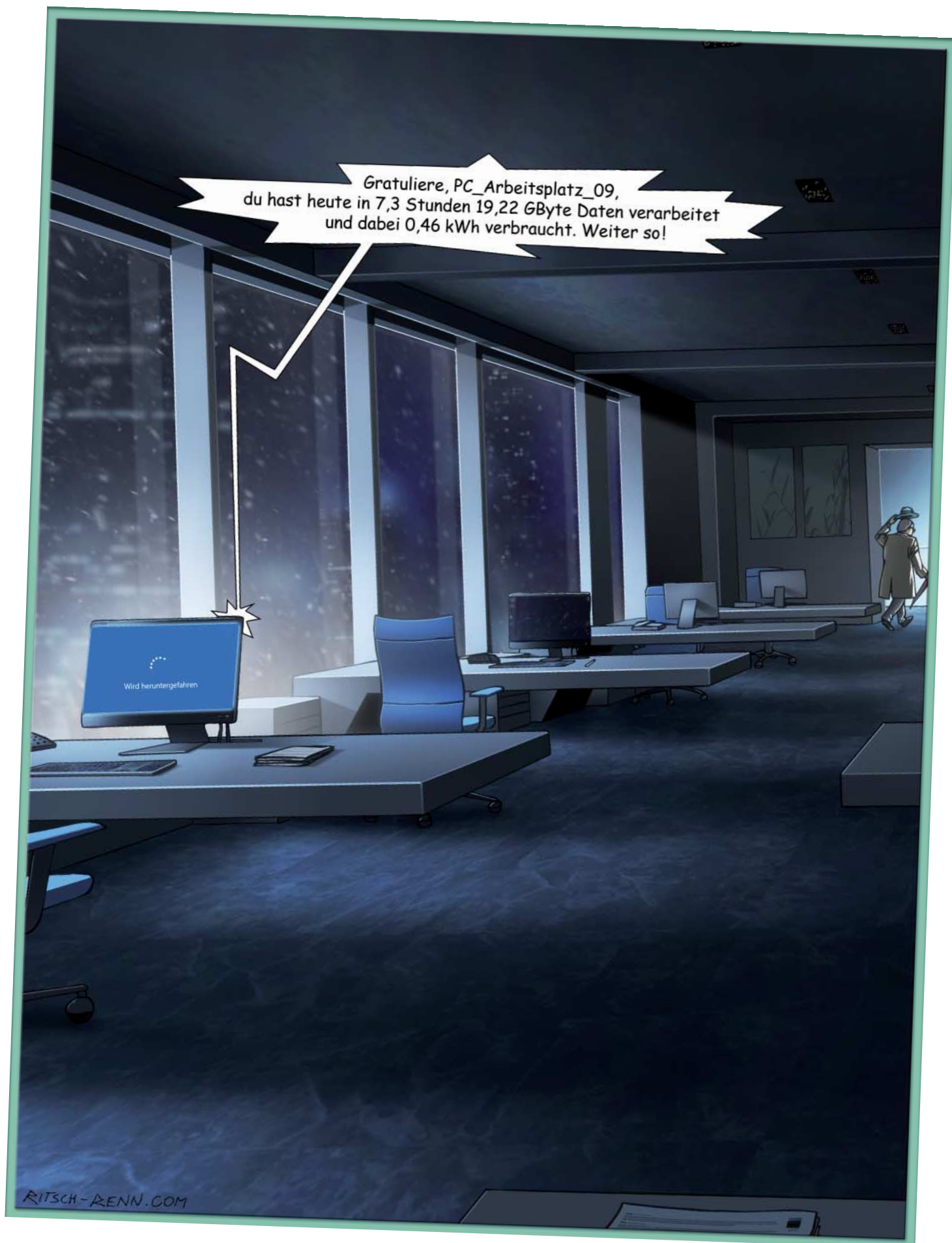
Nicht immer zeigt Windows 7 korrekt an, ob neue Updates verfügbar sind.



Anzeige

Anzeige





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

# ME-Blockade

## Linux-Tüftler schalten Intels Management Engine aus

**Datenschützer kritisieren die sogenannte Management Engine in allen Systemen mit Intel-Prozessoren. Durch Firmware-Modifikationen lässt sie sich bei vielen Rechnern aushebeln.**

Von Christof Windeck

Seit rund zehn Jahren steckt in jedem PC, Notebook, Tablet und Server mit Intel-Prozessor auch eine sogenannte Management Engine (ME). Der italienische Programmierer Nicola Corna hat Python-Skripte entwickelt, die Funktionen der ME-Firmware blockieren.

Weil die ME Zugriff auf sämtliche Daten des Systems hat – etwa RAM, Festplatte, SSD ... – und oft den Netzwerkanschluss nutzen kann, zieht sie Kritik auf sich, unter anderem von der Electronic Frontier Foundation (EFF). Mancher vermutet, dass US-Geheimdienste die ME als Hintertür nutzen können. Bisher verweigert Intel vollständige Dokumentation oder Offenlegung der ME-Firmware.

### ME-Funktion

Bei der ME handelt es sich um einen eingebetteten Mikrocontroller mit eigener Firmware, der ursprünglich vor allem für die Fernwartung (Remote Management) nützlich war. Stecken bestimmte Intel-Netzwerkchips im System, kann die ME darüber unabhängig vom Betriebssystem Daten übertragen. Mittlerweile erfüllt die ME viele weitere Aufgaben, ohne die Intel-Systeme nicht einmal mehr starten.

Die von Intel signierte ME-Firmware liegt gemeinsam mit dem Code des (UEFI-)BIOS in einem SPI-Flash-Chip; sie kann Bestandteil von BIOS-Updates sein. Teile der ME-Firmware sind Huffman-kodiert, wobei das zugehörige Code-Wörterbuch an die Hardware gebunden ist. Dadurch lässt sich die ME-Firmware nur schwer analysieren. Experten haben trotzdem mehrere modulare Funktionsblöcke der ME-Firmware identifiziert (siehe c't-Link unten). Diese Vorarbeit nutzt Nicola Corna: Seine Skripte entfernen oder über-

schreiben Teile der ME-Firmware und sorgen dafür, dass die ME den restlichen Code weiter ausführt. Cornas Skripte funktionieren nicht bei jedem beliebigen System und derzeit nur mit Prozessoren aus CPU-Generationen vor Skylake.

Die Blockade von ME-Funktionen wirkt sich auf andere Funktionen des Systems aus: etwa auf die DRM-Funktion Protected Audio/Video Path (PAVP), ohne die sich kommerzielle 4K-Streaming-Angebote nicht mehr nutzen lassen.

Es ist leicht, an die ME-Firmware eines Rechners heranzukommen, falls sie in BIOS-Updates steckt, die man von der Webseite des Herstellers herunterladen kann. Deutlich schwieriger ist es, das gepatchte BIOS-Image in den Flash-Chip zu schreiben: Manche BIOS-Update-Tools

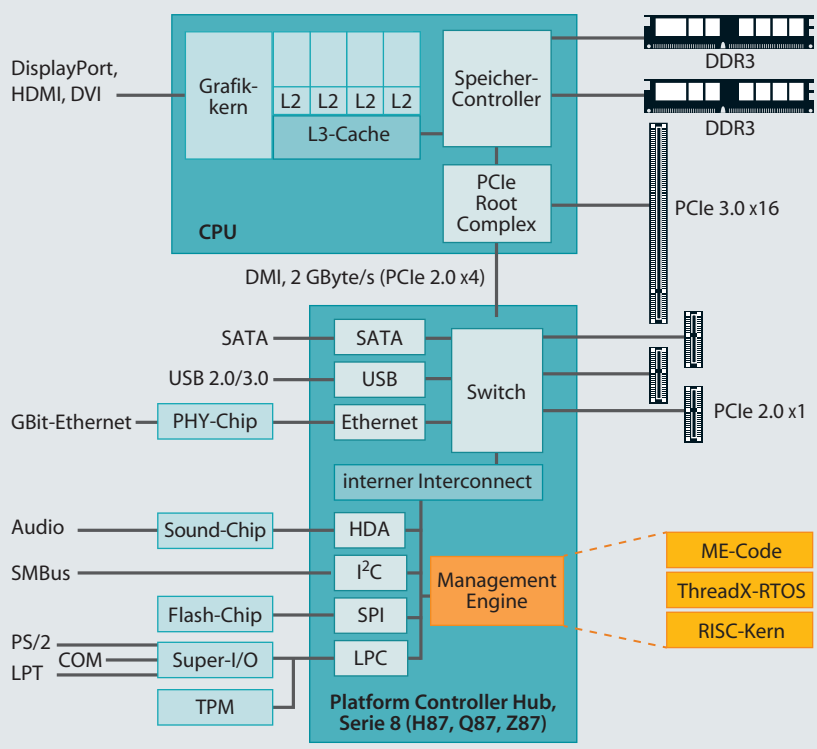
von Mainboard- und PC-Herstellern prüfen die Integrität von BIOS-Images, bevor sie sie in den Flash-Chip schreiben – und das scheitert, wenn das jeweilige Image verändert wurde. Dann braucht man Hardware-Programmierschalter, die man direkt an den SPI-Flash-Chip des angeschraubten Rechners anschließen muss. Auch wenn Geräte mit der veränderten Firmware nicht mehr booten, braucht man zur Reparatur Programmierschalter.

Corna erläutert auf seiner Github-Seite, dass es keine Garantie dafür geben kann, dass die Firmware-Manipulation sämtliche unerwünschten Funktionen der ME sicher abschaltet. Ohnehin enthalten viele andere PC-Komponenten Firmware mit nicht dokumentiertem Funktionsumfang, die der ME-Patch nicht beeinflussen kann, etwa Festplatten, SSDs und Grafikkarten. Das grundsätzliche Problem, dass in modernen PCs proprietäre Firmware mit unbekannten Funktionen läuft, würde also selbst ein von Intel offengelegter ME-Code derzeit nicht lösen. (ciw@ct.de) **ct**

**ME-Informationen und -Skripte:**  
[ct.de/ydd5](http://ct.de/ydd5)

## Management Engine im Intel-Chipsatz

Die ME besteht aus Firmware und einem Mikrocontroller, der in jedem aktuellen Intel-Chipsatz eingebettet ist.



# Ursachenforschung

**Wie es beim Samsung Galaxy Note 7 zum Akku-Debakel kam und wie es jetzt weiter geht**



Bild: Samsung

Allein bei Samsung haben 700 Techniker über 200.000 Note 7 und weitere 30.000 Akkus in die Mangel genommen.

Der TÜV Rheinland untersuchte die Montage in Fabriken in Korea, China und Vietnam. Bei Straßentransporten von China nach Vietnam wurden außerdem Sensoren mitgeschickt, die Daten wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und mechanischen Stress aufzeichneten. Alle Akkus überstanden demnach Transport und Montage ohne weitere Beschädigungen.

## Zukünftige Maßnahmen

Gegen künftige Akkubründe will Samsung vorbeugen. So soll künftig ein Beirat aus drei US-Professoren und einem Berater tätig werden. Von Entwicklung und Materialauswahl an soll es neue Sicherheitsprotokolle geben.

Neue Geräte bekommen einen zusätzlichen Rahmen um den Akku, der die Akkus etwa bei einem Sturz schützen soll. In der Lade-Software werden die Sicherheitsparameter hinsichtlich Stromstärke, Temperatur und Ladedauer verbessert.

Ein zusätzliches Acht-Punkte-Programm soll den Produktionsprozess überwachen. Dazu zählen Röntgenaufnahmen und das Auseinandernehmen von zufällig ausgewählten Stücken sowie große Lade-Entlade-Tests von Akkus und Geräten während der Produktion. Nach der Produktion sollen zweiwöchige Tests unterschiedliche Nutzungsszenarien nachstellen. Für Mitarbeiter wurden neue Schulungsprogramme erarbeitet. (jow@ct.de) **ct**

**Die nagelneuen Spitzen-Smartphones von Samsung gerieten im vergangenen Herbst reihenweise in Brand. Der Hersteller reagierte mit einer Rückrufaktion und nahm das Modell komplett vom Markt. Jetzt präsentiert Samsung die Ergebnisse der Ursachenforschung und verspricht Konsequenzen.**

Laut Exponent habe eine zu kleine Außenhülle des ursprünglichen Akkus die Elektroden verbogen. Bei der zweiten Akkuserie entstanden die Kurzschlüsse demnach durch defektes Isoliermaterial, beschädigte Beschichtungen der Anoden und schlechte Schweißqualität.

Von Daniel AJ Sokolov

**S**amsung beauftragte zusätzlich zu eigenen Tests die Prüflabore UL und Exponent sowie den TÜV Rheinland. Das Ergebnis: Die Untersuchung der Qualitätssicherung von Komponenten, Zusammenbau und Logistik habe keine Probleme aufgezeigt. Hingegen traten sowohl beim ursprünglichen Akkutypen als auch dem der Austauschgeräte Fehler auf.

Das Prüflabor UL fand bei hitzege-schädigten Note 7 und Akkus der ersten Variante verbogene Akku-Ecken sowie zu dünne Isolationsschichten rund um die Kathode, die in Verbindung mit mechanischem Stress zu Kurzschlüssen führen können. Bei der zweiten Note-7-Version fanden sich Kurzschlüsse an unterschiedlichen Stellen. Sie beruhen wohl auf einer Kombination aus fehlendem Isoliermaterial, dünnen Nichtleitern und den scharfen Kanten hoher Schweißpunkte.



Florian Müssig

## Augenwischerei

**E**ine wichtige Frage lässt Samsung unbeantwortet: Wie konnten diese schwerwiegenden Fertigungsfehler bei beiden Akkutypen übersehen werden? Sollte die Produktion möglichst schnell anlaufen, wurden Tests aus Kostengründen übersprungen? Dies wird wohl dauerhaft unbeantwortet bleiben.

Die Schuldzuweisung an die Zulieferer wirkt unbeholfen: Samsung hätte die gesamte Qualitätssicherung des High-End-Smartphones sicherstellen müssen. Dazu gehört explizit die Überprüfung der fest eingebauten Akkus, insbesondere die der unter Zeitdruck gefertigten Austauschgeräte. Dass

Samsung das erst nach dem Disaster forciert, ist erschreckend, sind doch Beschädigungen und Fertigungsfehler bekannte Ursachen für die unbedingt zu vermeidenden Thermal Runaways.

Der zusätzliche Rahmen um den Akku ist an sich eine tolle Sache, schützt aber nur vor Unachtsamkeiten des Nutzers – die Akkuprobleme des Note 7 hätte er nicht verhindert. Auch der neue Beirat hätte nicht viel geholfen, denn die Probleme entstanden nicht durch Entwicklungsfehler oder neue Akkumaterialien. Immerhin: Der Acht-Punkte-Plan dient ausschließlich der Qualitätssicherung.



# Prozessorgeflüster

## Von Performance und Perspektiven

**Intel hat ein Superquartal hingelegt, auch wenn „Product Quality Issues“ den Gewinn etwas gesenkt haben. Vom Skylake-EP und seinem Gaming-Bruder Skylake-X tauchen neue Details auf und Intels Security-Gruppe darf sich wieder McAfee nennen.**

Von Andreas Stiller

Die neue Quartalsbilanz von Intel übertraf die Erwartungen der Analysten. Mit einem Umsatz von 16,4 Milliarden US-Dollar war es das bislang beste Quartal der Corporation überhaupt. In ihr zeigt sich aber auch ein leichter Trendwechsel, sowohl in den Geschäftsbereichen als auch in der Präsentation der Zahlen. Während früher die Bilanzierung gemäß der United States Generally Accepted Accounting Principles (US-GAAP) im Vordergrund stand, werden jetzt, etwa in der Bilanz-Presskonferenz, die Non-GAAP-Zahlen herausgeputzt, bei denen bestimmte Einmalkosten für Investitionen, Umstrukturierungen und so weiter herausgerechnet werden. Der Unterschied für das abgelaufene Gesamtjahr 2016 beträgt immerhin 2,9 Milliarden Dollar nach Steuern, 2015 lag er nur bei 800 Millionen Dollar. So verringerte sich der Nettogewinn gemäß GAAP um 10 Prozent auf 10,3 Milliarden, er stieg aber gemäß Non-GAAP um 9 Prozent auf 13,2 Milliarden. Es ist eben alles eine Frage der Perspektive.

Die Client Computer Group konnte den operativen Gewinn vor Steuern recht ordentlich um 30 Prozent verbessern, obwohl Notebooks und Desktop-PCs im Volumen zurückgegangen sind – indes sind die mittleren Verkaufspreise um zwei Prozent gestiegen. In den anderen Bereichen dieser Gruppe (Mobile, Tablets et cetera) müssen die Preise offenbar noch deutlich mehr emporgeschnellt sein, denn Intel weist insgesamt eine Erhöhung des „Average Selling Price“ von 10 Prozent aus.

Allerdings musste die erfolgsverwöhnte Datacenter Group beim Gewinn zumindest gemäß GAAP-Bilanzierung etwas Federn lassen. Der Umsatz stieg zwar trotz der Server-Absatzprobleme in Europa (mitverursacht unter anderem durch den bevorstehenden Brexit) in gewohnter Weise um 8 Prozent. Der operative Jahresgewinn jedoch lag mit 7,5 Milliarden Dollar vor Steuern etwa 10 Prozent unter dem des Vorjahres. Unter anderem sollen teure Patentaustauschabkommen den Profit gesenkt haben. Nach Aussage des noch recht neuen Chief Financial Officers Bob Swan (er kam im Oktober von eBay) war ein erheblicher Kostenpunkt aber ein „Product Quality Issue“ im vierten Quartal, das eine Designänderung nötig machte.

Um welche Probleme es sich dabei genau handelte, gab er nicht bekannt, ob nun Xeon Phi oder Broadwell-E/EP/EX. Bei Letzterem mussten jedenfalls zahlreiche Bugs mit Microcode-Updates umschifft werden, darunter auch mal wieder ein Bug bei Transactional Memory (Fehler BDF69, BDH67), der ein „unvorhersehbares Verhalten“ bewirkt. Das betrifft übrigens nicht nur die Xeons, sondern auch den Edel-Desktop-Prozessor Broadwell-E Core i7-6900K – der von AMD für Ryzen auserkorene Lieblingsgegner.

Broadwell-Besitzer sollten also tunlichst überprüfen, ob ihr Chip die aktuelle Update-ID (0B00001F bei E/EP) besitzt, sonst gleich den Board- oder System-Hersteller nach einem BIOS-Update lächeln. Das Update befindet sich auch in Intels Microcode-Update-Datei für Linux vom November 2016, sodass man es notfalls selber nachladen kann.

### 3D Xpoint bald wirklich

Dann hat Intel auch noch die Non Volatile Memory Solution Group, wo die SSDs zu Hause sind und wo das Joint Venture mit Micron einfließt. Dass diese Abteilung kräftig Miese machte (über 500 Millionen Dollar), überrascht nicht, denn die versprochene und bislang nicht zur Marktrei-



Bild: Intel

Bob Swan, den Intel im Oktober von eBay für viele Millionen abgeworben hatte, sprach auf seiner ersten Bilanzkonferenz von „Product Quality Issues“.

fe gebrachte Speichertechnik 3D-Xpoint hat bisher nur gekostet und noch nichts abgeworfen. Die geplante SSD-Lösung namens Optane wurde auf der CES präsentiert und soll nun aber wirklich im ersten Quartal dieses Jahres herauskommen.

Krzanich vermeldete auch die Auslieferung der ersten 3D-Xpoint-DDR4-Testchips mit Codenamen Apache Pass. Die werden jedoch frühestens 2018 auf den Markt kommen. So muss der für den Sommer geplante Skylake-EP zunächst ohne Non-Volatile DIMMs in 3D-Xpoint-Technik auskommen.

Apropos Skylake-EP: Auf der Ranking-Seite von SiSoft Sandra sind vor einiger Zeit merkwürdige „Core i3/i5/i7“-Prozessoren mit 4, 16, 18, 24 und 28 Kernen sowie mit riesigem 1-MByte-L2-Cache pro Kern aufgetaucht – und das als Dual-Prozessor-System im Supermicro-Board X11DPI. Über just dieses Board hatten wir schon von der SC16 berichtet, ausgestattet mit Sockel P3 für den Skylake-EP. Beim 18-Kerner mit 2,7/3,7 GHz Takt fand man auf der SiSoft-Sandra-Seite irgendwo auch noch die Bezeichnung Xeon 6150 Gold. Einen 32-Kerner, den Intel angeblich auch noch in petto

haben soll, fand man indes nicht. In Sisofts Multimedia-Bench übernahm jetzt das Skylake-EP-System mit dem 28-Kerner mit insgesamt 112 Threads und 3,2 GHz Takt mit 4500 MPix/s klar die Führung vor einem Broadwell-EP-2696v4-System mit 88 Threads bei 3,7 GHz Takt, das 2541 MPix/s schaffte.

### Dicke Caches

Dass der Skylake-EP deutlich größere L2-Caches als sein Desktop-Kollege mit dessen 256 KByte haben wird, hatte Entwickler Yuli Mandelblat schon auf dem IDF 2015 angedeutet, die Größe indes verriet er nicht. 1 MByte L2, das ist immerhin das Vierfache gegenüber dem Broadwell-EP und dem Skylake-Desktop.

Für High-End-Desktops beziehungsweise Gaming-PCs soll es für den Sockel R4 (LGA2066) zudem eine Xeon-Auskopplung Skylake-X mit vier Speicherkanälen (DDR4-2667 bei DIMM pro Channel, DDR4-2400 bei 2 DPC), bis zu 44 PCIe-3.0-Lanes und 6 bis 10 Kernen geben. Ver-

mutlich dürfte auch diese Skylake-Version mit 1 MByte großen L2-Caches aufwarten. Und zudem kann man hoffen, dass auch AVX512 bei ihm freigeschaltet ist.

Bislang ging man vom Erscheinen des Skylake-X zusammen mit Kaby Lake-X und der X299-Plattform (Basin Falls) auf der Computex Anfang Juni in Taipeh aus. Nach den Erkenntnissen von digitimes können sich jetzt jedoch die Kölner freuen, wenn auf der dortigen Gamescom im August die neuen Intel-Prozessoren offiziell vorgestellt werden. Der Kaby Lake-X ist im Vergleich mehr ein Baby Lake-X für die gleiche Plattform mit maximal 4 Kernen, 256 KByte kleinen L2-Caches, 16 PCIe-Lanes und zwei Speicherkanälen, dafür aber auch mit weniger TDP (112 statt 140 Watt) und deutlich niedrigerem Preis.

Und schließlich gibts es auch noch die Intel Security Group, die aus der vor sechs Jahren für 7,7 Milliarden US-Dollar eingekauften Antivirenfirma McAfee hervorgegangen ist und dann umbenannt wurde.



Das Board von Supermicro, das für die SiSoft-Sandra-Benchmarks des Skylake-EP zum Einsatz kam

Nach Verkauf der Mehrheitsanteile an eine Investorengruppe soll sie wieder McAfee heißen. Vorbesitzer John McAfee hatte aber gegen die Wiederverwendung seines Namens geklagt. Ein Bundesgericht in New York verwarf jetzt seine Klage und gab Intel grünes Licht. Schlechtes Licht auf McAfees Namen warf vor einigen Monaten jedenfalls der vom amerikanischen Fernsehsender Showtime ausgestrahlte Film „Gringo: The Dangerous Life of John McAfee“, in dem ihm zwei noch ungeklärte Morde in Belize angehängt wurden. Aber wer weiß, vielleicht wurde der ja „postfaktisch“ gedreht, schließlich war auch McAfee ein Kandidat bei der letzten amerikanischen Präsidentenwahl. (as@ct.de) **ct**

Anzeige



## Android oder Mensch?

Das Puzzle-Spiel **Able Black** (Windows, macOS, 5 Euro, Android, iOS, 2 Euro) von Skot Leach handelt von dem titelgebenden Androiden, der einen Bürgerschaftstest ablegt. Dafür muss er beweisen, dass er zu Emotionen fähig ist. Erst dann darf er aus seiner unterirdischen Heimat zur geheimnisvollen „Mutter“ an die Erdoberfläche. Sein einziger Gesprächspartner ist eine schrullige künstliche Intelligenz. Entwickler Skot Leach hat eine eigenwillige Mischung aus Gamebook und Knobelspiel erschaffen, die den Spieler vor schwierige Rätsel stellt. Neben Sinn für Logik und guten englischen Sprachkenntnissen sollte man Geduld für die langen Textpassagen mitbringen – ein Spiel für Freunde ungewöhnlicher Science-Fiction-Stories.

(Andreas Müller/hag@ct.de)



**Träumen Androiden?**  
Die Story von **Able Black** könnte von Philip K. Dick stammen.

## Auf leisen Sohlen

**Tiny Heist** (Windows, Flash, kostenlos) ist ein herausforderndes Stealth-Abenteuer von Terry Cavanagh (Super Hexagon). Das Spielprinzip ist simpel: Als kleines gelbes Männchen sammelt der Spieler Juwelen und schleicht sich zum Ausgang. Dabei muss er den Scheinwerfern der Überwachungskameras ausweichen, denn sonst wird er für die Wachen zur leichten Beute. Dank des rundenbasierenden Spielprinzips hat man genug Zeit, um sich seine nächsten Schritte genau zu überlegen. Zwar glänzt das Spiel nicht mit Originalität, aber mit verzwicktem Leveldesign und hohem Schwierigkeitsgrad. Beobachtungsgabe und gute Planung sind die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einbruch.

(Andreas Müller/hag@ct.de)



Klein, aber oho! **Tiny Heist** bietet ein simples, aber sehr kniffliges Spielprinzip.

## Zombies aus dem All



So schräg wie seine Vorbilder: **Paul Pixel** könnte ein Bruder von **Zak McKracken** sein.

Im Point'n'Click-Abenteuer **Paul Pixel** (macOS, 4 Euro, iOS, 2 Euro) von Xoron stellt die Titelfigur eines Morgens fest, dass ihr Stadtviertel von Alien-Zombies überrannt wurde. Im Stil von Klassikern wie **Zak McKracken** oder **Maniac Mansion** muss der unfreiwillige Held schräge Aufgaben bewältigen, etwa den Hund des Nachbarn finden oder ein Zombie-Kostüm organisieren. Das vereinfachte Interface nutzt auf aktuellen Macbooks die Touchbar. Neben der stilvollen Pixelgrafik dürfen sich Retrofans besonders auf die Musik freuen, für die Sounds des C64-SID-Chips benutzt wurden. Dass die Rätsel nicht schwer sind, wird dabei zur Nebensache. Ein liebevoller Trip in die Vergangenheit, besonders geeignet für Fans der alten Lucas-Arts-Klassiker.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

## Rasante Platform-Action



Tempo, Tempo, Tempo. Der Held in **Standby** hat keine Zeit zum Verschnaufen.

Im Arcade-Platformer **Standby** (Windows, macOS, 8 Euro) von Noclip geht es um zwei Dinge: Schnelligkeit und Präzision. Der Spieler muss in einem Labyrinth über kurze Strecken sprinten, dabei Mauern durchbrechen und über markierte Flächen gleiten. Allerdings wirft nur ein Fehltritt den Spieler wieder zurück zum Anfang. Jeder der 54 Abschnitte dauert zwar nur wenige Sekunden, aber das Frustrationspotenzial ist hoch. Um die Motivation zu steigern, haben die Entwickler eine Online-Bestenliste eingebaut. Noclip ist eine visuell minimalistische, aber herausfordernde Action-Hatz gelungen, die vom Klassiker **Super Meat Boy** inspiriert ist.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

**Downloads und Video:** [ct.de/ydyf](https://ct.de/ydyf)

# Amazon Alexa: 500 deutschsprachige Skills und neues Aktivierungswort

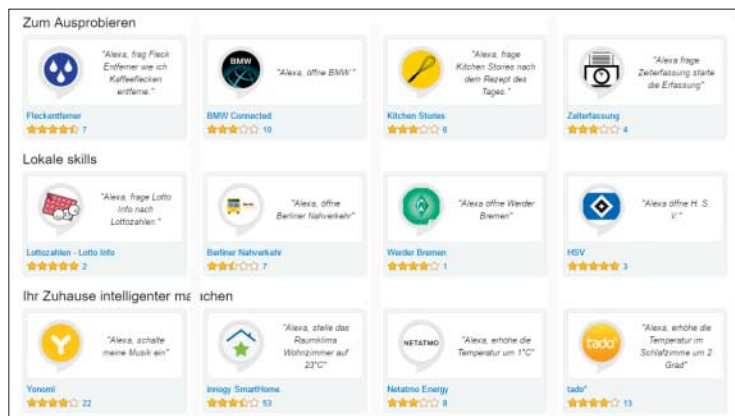
Amazon erfreut Star-Trek-Fans mit einem neuen Aktivierungswort für seine Netzwerk-lautsprecher Echo und Echo Dot: Die integrierte digitale Assistentin Alexa kann man nun auch mit dem Wort „Computer“ aufwecken. Bisher war man auf „Alexa“, „Amazon“ oder „Echo“ festgelegt.

Mindestvoraussetzung dafür scheint die Firmware-Version 4812 respektive 564197320 zu sein: So stellte es sich jedenfalls bei unseren Geräten dar – einem aus den USA importierten Echo Dot (4812), einem deutschen Echo (4812) und einem deutschen Echo Dot (564197320). Bei Tests reagierten die Lautsprecher aber nicht so zuverlässig auf die Ansprache „Computer“ wie auf eines der anderen Aktivierungswörter.

Beim formellen Deutschlandstart konnten die vernetzten Lautsprecher zwar Wissensfragen beantworten, das Smart Home steuern,

den Wecker stellen, Einkaufslisten führen und Musik wiedergeben. Doch nur eine Handvoll Drittanbieter lieferte Zusatzfunktionen (Skills), um Webdienste anzuzapfen. In den vergangenen drei Monaten ist die Zahl jedoch auf 500 Skills angewachsen, sodass Amazon dafür mittlerweile eine eigene Rubrik auf der Homepage gönnt. Dort kann man die Skills bequemer durchsuchen und nach Bewertungen sortieren als in der zugehörigen Alexa-App. Die meisten Skills finden sich in der Kategorie „Spiele, Quiz & Zubehör“ (103), gefolgt von „Bildung & Nachschlagewerke“ (87) und „Neuheiten & Humor“ (58). Unter den „Nachrichten“ finden Sie übrigens auch heise online: Alexa liest in der täglichen Zusammenfassung die aktuellen Top News von heise online vor. (vza@ct.de)

**Alexa Skills Store:** [ct.de/y93r](http://ct.de/y93r)



Neuerdings haben die Alexa-Skills ein eigenes Zuhause auf [amazon.de](http://amazon.de)

Anzeige

## PC-Laufwerke für Ultra HD Blu-ray

Als erstes Unternehmen hat Pioneer Japan PC-Laufwerke zur Wiedergabe von Ultra HD Blu-ray (UHD-BD) angekündigt. Die optischen Laufwerke BDR-S11J-BK und BDR-S11J-X sollen Ende Februar zu noch nicht genannten Preisen zunächst in Japan auf den Markt kommen. Beiliegen soll unter anderem die Abspiel-Software CyberLink PowerDVD. CyberLink hatte im Dezember 2016 die nach eigenen Angaben erste Windows-Software zur Wiedergabe von UHD-BDs angekündigt.

Die Pioneer-Laufwerke unterstützen die für die Wiedergabe von Ultra HD Blu-rays nötige erweiterte BD-XL-Spezifikation und den Kopierschutz AACS 2.0.

Über die Laufwerke und die Player-Software hinaus benötigt man laut CyberLink

einen PC mit Windows 10 und mindestens 6 GByte RAM, in dem eine CPU vom Typ Core i5 oder Core i7 der 7. Generation (Kaby Lake) steckt. Schließlich muss die Verbindung zwischen Rechner und Display über HDMI 2.0a (oder höher) mit dem Schnittstellen-Kopierschutz HDCP 2.2 laufen. Pioneer empfiehlt zudem ein HDR-taugliches Display, um die UHD-Blu-ray voll ausnutzen zu können.

Das BDR-S11J-X soll sich von seinem Bruder durch eine verbesserte Fehlerkorrektur für Audio-CDs unterscheiden. Zudem ist das Modell laut Hersteller besser vor Vibrationen geschützt. Eine Ankündigung für den internationalen Markt gibt es bislang noch nicht; weitere UHD-Blu-ray-Laufwerke werden von LG erwartet. (nij@ct.de)

## Video-Sequenzler fürs iPad



Mit dem OP-Z von Teenage Engineering lassen sich Video-Sequenzen aus 3D-Szenen oder Fotos leicht zur Musik steuern und synchronisieren.

Teenage Engineering hat neue Funktionen seines kommenden Sequenzers OP-Z vorgestellt. Die graue Box nimmt per USB oder Bluetooth Kontakt zum iPad auf, das mit einer zugehörigen App als Bildschirm fungiert. Auf acht Spuren lassen sich verschiedene Instrumente einspielen, deren Klangerzeugung und Steuerung komplett im OP-Z laufen. Ein virtueller Tape-Recorder nimmt die Spuren auf und verfremdet sie mit verschiedenen Scratch-, Pitch- und Stutter-Effekten.

Passend zur Musik lassen sich Video-Szenen abspielen, die in der 3D-Engine Unity ablaufen. Der Sequenzler kontrolliert die Bewegungen der Figuren oder Kamerawinkel. Neben 3D-Szenen lassen sich auch Fotos rhythmisch zur Musik zu einem Video verarbeiten, sodass sie synchron zum Beat vibrieren oder wechseln. So lassen sich schnell zu Tracks passende Videos erstellen oder Visualisierungen für Live-Performances ausgeben. Eine Steuerung von Lichtanlagen sei ebenfalls möglich. Teenage Engineering peilt eine Veröffentlichung zum Spätsommer an. Der Preis steht noch nicht fest, er soll aber „deutlich günstiger“ als beim OP-1 ausfallen, der 900 Euro kostet. (hag@ct.de)

## Musik-Taschenrechner

Neben dem OP-Z plant Teenage Engineering eine neue Platine im Taschenrechner-Format namens PO-32 Tonic. Bei dem kleinen 16-stimmigen Drum-Computer soll es in der Verbindung mit der Microtonic-Software möglich sein, die Drum-Sounds am Rechner zu verändern und Patches auf die Platine zu überspielen. Die Übertragung läuft über Lautsprecher und ein eingebautes Mikrofon, das die schreibbelnden Datentöne wie bei alten Modems entgegennimmt. Diese neckische Retro-Funktion lässt sich Teenage Engineering allerdings gut bezahlen: Der Hersteller verlangt für das Paket mit PO-32 und Microtonic-Software 159 Euro. (hag@ct.de)

## Console 1 für UAD-Effekte

Softube hat den Preis seines Channel-Strip-Controllers Console 1 in der Version MK 2 auf 500 Euro gesenkt. Er soll im Frühjahr auf den Markt kommen. Zudem unterstützt die Software nun 38 Plug-ins von Universal Audio. Equalizer und Kompressoren lassen sich in den Channel Strip einbinden und mit den Drehknöpfen regeln. Die Zuweisung erfolgt automatisch, ohne dass der Anwender sie anlernen muss.

Zum USB-Controller liefert Softube eine Plug-in-Emulation des SSL 4000 E Channel Strips mit. Weitere Emulationen (British Class A, SSL XL 9000, Summit Audio Grand Channel) kann man zu Preisen zwischen 250 und 320 US-Dollar kaufen. Gate, parametrischer 4-Band-EQ, Kompressor und Overdrive lassen sich direkt mit den Knöpfen regeln – weitere Effekte wie Hall oder Delay unterstützt der Hardware-Controller nicht. Die Kanäle schaltet man auf einer 20er-Leiste um. Grundsätzlich funktioniert das mit jeder DAW. Allerdings lassen sich bislang nur bei Cakewalk Sonar und bei Studio One 3 auch die Fader, Paner, Mute und Solo-Einstellungen der DAW steuern.

Die Plug-ins von Universal Audio brauchen weiterhin ein UAD-Audio-Interface oder einen DSP-Accelerator. Der US-Hersteller ersetzt das kleine Audio-Interface Apollo Twin mit einer verbesserten MK2-Version. Dessen neue Wandler sollen noch einige Dezibel mehr Dynamik herauskitzeln. Neben einer Version mit einem und zwei DSPs (für 700 und 900 Euro) ist auch ein Modell mit vier DSPs für 1300 Euro erhältlich. Das Thunderbolt-Interface unterstützt neuerdings nicht nur macOS ab 10.9, sondern auch Windows 10 per Thunderbolt 3 über USB-C. Es verspricht dort kürzere Latenzen als die aktuelle USB-3-Version des Apollo Twin. (hag@ct.de)

## 3D-Audio vom IRCAM

Der Audio-Software-Hersteller Flux will in Zusammenarbeit mit dem französischen IRCAM-Institut im April eine neue Software zur Verarbeitung von 3D-Audio auf den Markt bringen. IRCAM Spat Revolution ist eine Stand-alone-Anwendung, die beliebig viele Sound-Quellen frei im dreidimensionalen Raum verteilen, mischen und anschließend auf beliebige Ausgabe-Systeme – vom binauralen Mix für Stereo-Kopfhörer bis zum Setup mit 64 Lautsprechern – in allen üblichen 3D-Formaten ausgeben kann.

Als Quellen kommen sowohl Spuren von DAWs in Frage, die mit einem zugehörigen Plug-in (VST, AU, AAX) übergeben werden, als auch Ambisonics-Aufnahmen bis zur 7. Ordnung (siehe S. 98). Um die Quellen authentisch im Raum abzubilden, werden sie mit einem parametrischen Reverb verhallt, der verschiedene Lautsprecherkonfigurationen, binaurale Aufnahmen sowie Ambisonics unterstützt. Der Sound lässt sich mit zwei EQs bearbeiten; ein Doppler-Effekt beeinflusst zusätzlich die Tonhöhe sich bewegender Objekte. Zudem lassen sich VST-Effekte einbinden und die Parameter per OSC oder über Python-Skripte in Echtzeit mit niedriger Latenz steuern.

IRCAM Spat Revolution soll sich für Film-Produktionen ebenso wie für VR-Anwendungen oder Live-Events einsetzen lassen. Der Preis liegt bei 1390 Euro, unterstützt werden macOS und Windows. (hag@ct.de)



## Musik-DAW von Traktion für Raspberry Pi

Traktion hat eine neue DAW namens Waveform entwickelt, die so ressourcenschonend ist, dass sie selbst auf einem Raspberry Pi läuft. Unterstützt werden neben Linux auch Windows und macOS. Veröffentlicht werden soll die Software im Februar oder März.

Im Kern übernimmt Waveform viele Elemente aus der Traktion-DAW. Allerdings wurde die Bedienoberfläche überarbeitet. Sie folgt immer noch dem Ein-Bildschirm-Konzept ohne aufpoppende Fenster, bringt jedoch einen „richtigen“ Mixer mit vertikalen Fadern und Pegelanzeigen mit.

Traktion läuft ebenfalls unter allen drei Betriebssystemen; die ältere Version T4 ist sogar kostenlos zu haben. Zu den Spezialitäten der DAW gehören verschachtelbare Effekte sowie LFOs, mit denen sich verschiedene Parameter einfach automatisieren lassen. Etwas mau sind die mitgelieferten Effekte. Traktion bietet aber in seinem Online-Shop zusätzliche Plug-ins an, um diese Lücke zu füllen.

Die Firma Traktion will mit der neuen Waveform-DAW vor allem Anwender erreichen, die in ärmeren Ländern leben und sich keinen Laptop leisten können. Erstmals sei es mit Waveform möglich, auf einem 35-Dollar-Rechner professionell Musik zu produzieren. Der aktuelle Pi 3 sei stark genug, um Songs mit 20 bis 30 Spuren zu mischen. Eingebunden werden können VST-Plug-ins; ebenso läuft der hauseigene Synthesizer Biotek auf dem Pi und lässt sich auch per Touchscreen bedienen.

Darüber hinaus will Traktion auf Grundlage des Raspberry Pi neue Musik-Hardware entwickeln und anderen dabei helfen, mit ihrem Code beispielsweise Stand-alone-Mixer oder Synthesizer zu bauen. Dazu können Entwickler den Kern der Traktion-Software für ihre Projekte lizenzieren.

Zudem will Traktion in Kürze eine günstige IO-Card für Audio-Signale anbieten. Angeschlossen wird sie direkt über den I<sup>2</sup>S-Port des Pi. Weil das Interface nicht am USB-Port hängt, soll es mit sehr kurzen Latenzen arbeiten. Dies sei nur ein Baustein eines größeren Ökosystems, das Traktion für den Raspberry Pi im Laufe des Jahres vorstellen will.

(hag@ct.de)



Traktion plant mit Waveform ein ganzes Musik-Ökosystem für den Raspberry Pi, inklusive günstiger Hardware und Audio-Interfaces.

## Kompakter Sampler und Sequencer



Elektrons Digitakt hat keine analoge Klang-erzeugung, bringt aber einen ausgefuchsten MIDI-Sequencer mit und kann auf acht Spuren sampeln.

Elektron will im Frühjahr eine neue kleine Box namens Digitakt für 650 Euro auf den Markt bringen. Es ist eine Kombination aus MIDI-Sequencer und Sampler. Digitakt gibt jeweils acht Audio- und MIDI-Spuren aus. Über zwei Klinkenbuchsen zeichnet es Samples im 64 MByte großen Speicher auf. Das interne +Drive sichert insgesamt bis zu 1 GByte.

Im Vergleich zum Drum-Computer Rytm hat Digitakt keine Drum-Synthesizer, weder analoge noch digitale. Samples lassen sich per Hüllkurve, digitalem Multimode-Filter und LFO bearbeiten, aber nicht überlagern. Hall und Delay können als Send-Effekte eingebunden werden. Pattern spielt man schrittweise oder live ein, allerdings sind die kleinen Tasten nicht anschlagdynamisch.

Im Unterschied zu Elektrons Octatrack, Rytm und A4 kann der mächtige Sequencer des Digitakt erstmals Trigger Conditions und Parameter Locks auch per MIDI-DIN-Buchse ausgeben. Die bis zu 64 Steps langen Pattern lassen sich somit überaus einfach mit Fills und Variationen verzieren, die sich bei jedem Durchlauf verändern – eine Spezialität von Elektron.

Damit eignet sich die kleine Box als Steuerzentrale für andere Hardware-Synthesizer, die sicherlich von den Sequencer-Tricks des Digitakts profitieren. Ob auch der Sampler spezielle Funktionen auf Lager hat, wird man erst später sehen können. Elektron präsentierte auf der US-Musikmesse NAMM nur eine blinkende Attrappe. An der Fertigstellung der Hard- und Steuer-Software arbeite man derzeit mit Hochdruck, deshalb stehe der endgültige Funktionsumfang noch nicht fest.

Der schwedische Hersteller will Digitakt auch in Overbridge einbinden – allerdings erst später, nachdem das Gerät auf dem Markt ist. Über das Steuer-Plug-in sollen sich unter anderem auch Samples mit Digitakt austauschen lassen – eine Funktion, die Rytm-Besitzer vermissen.

Zudem kündigte Elektron an, die macOS-Version von Overbridge nachbessern zu wollen. In unserem Test des Analog Heat in c't 3/17 hatten wir ungewöhnlich lange Roundtrip-Latenzen von über 18 ms festgestellt.

(hag@ct.de)

# Smart-Home-Brut

**Nest-Geräte bald offiziell erhältlich**



**Rund drei Jahre nach dem spektakulären Kauf durch Google für rund 3,2 Milliarden US-Dollar will Nest Labs mit seinen Smart-Home-Produkten den deutschen Markt erobern.**

**Von Nico Juran**

Nest Labs, eines der gehyptesten Unternehmen der Smart-Home-Branche, bietet ab 15. Februar auch Geräte in Deutschland, Österreich, Spanien und Italien an – über fünf Jahre nach seinem US-Start. Auf dem britischen Markt ist Nest schon seit einiger Zeit vertreten. In Deutschland werden zunächst der vernetzte Rauch- und Kohlenmonoxidsmelder „Nest Protect“ für rund 120 Euro und die beiden smarten Überwachungskameras „Nest Cam“ für den Innen- und Außenbereich zum Preis von jeweils knapp 200 Euro erhältlich sein.

Der per WLAN ans Netzwerk angebundene und per Smartphone steuerbare „Nest Protect“ sendet Alarmmeldungen nicht nur als Text ans Smartphone, sondern spricht auch aus einem eingebauten Lautsprecher. Hat man mehrere Melder im Einsatz, erfährt man so, für welchen Raum die Warnung gilt. Im täglichen Gebrauch kann der Melder dank eingebauter Bewegungs-

melder und mehrfarbigem LED-Ring auch als Nachtlcht dienen. Im Gerät stecken in der 2. Generation weitere Sensoren, darunter ein integriertes Mikrofon für Selbsttests – was bei einigen Nutzern aber Datenschutzbedenken auslösen dürfte.

Das Gerät tauchte bereits Ende 2014 im deutschen Handel auf – und wurde daher seinerzeit von uns getestet [1]. Wenig später verschwand es aus vielen Sortimenten wieder sang- und klanglos. Bei den aktuell sofort lieferbaren Geräten handelt es sich noch nicht um das offizielle Modell für den deutschen Markt; dessen Vorverkauf hat bei mehreren großen Handelsketten und Online-Händlern erst begonnen.

Die beiden Nest-Kameras sind keine reinen Eigenentwicklungen des Unternehmens, sondern kamen durch Googles Übernahme der Firma Dropcam ins Portfolio. Sie bieten einen ordentlichen Funktionsumfang, wobei die Möglichkeit heraussticht, dem Nutzer eine Mitteilung aufs Handy zu senden, wenn eine Person ins Blickfeld kommt. In den USA muss man dafür aber den Dienst „Nest Aware“ für mindestens 10 Dollar monatlich hinzubuchen. Von diesem Abo hängt auch ab, ob und über welchen Zeitraum der Nutzer auf in der Cloud gespeicherte Aufnahmen zugreifen kann. Zu den Konditionen für Deutschland äußerte sich Nest bislang nicht.

Die Nest Cams treffen hierzulande auf reichlich Konkurrenz – darunter Netatmo Kameras „Welcome“ und „Presence“, die sogar Gesichter erkennen beziehungsweise zwischen Personen, Tieren und Objekten unterscheiden sollen – ohne Cloud-Abo. Die Modelle bieten zudem eine kostenlose lokale Speicherung der Videos und über den Webdienst IfThisThenThat (IFTTT) eine Anbindung an andere vernetzte Geräte und Online-Dienste.

## Kuschelig

Der Thermostat, mit dem Nest weltweit bekannt wurde, soll erst später folgen. Vorher will die Firma das System nach Angaben des Mitbegründers Matt Rogers an die hierzulande verbreiteten Heizungssysteme anpassen – weshalb der Kauf aktuell erhältlicher Importgeräte nicht uneingeschränkt empfohlen werden kann.

Nest entwickelte ursprünglich einen Ersatz für Zweipunkt-Thermostate in US-Haushalten, die die gewünschte Raumtemperatur durch getaktetes Ein- und Ausschalten des Heizkessels beziehungsweise der Kühlung regeln. Die aktuelle dritte Generation des Nest-Thermostaten unterstützt auch das „OpenTherm“-Protokoll und ist damit auch zu neueren europäischen Heizanlagen kompatibel.

Der Nest-Thermostat wurde nach der Übernahme durch Google international zum Synonym für smarte Heizungssteuerungen. Daher wird das hierzulande Ende 2012 eingeführte vernetzte System des Münchener Start-ups Tado, bei dem ebenfalls ein Raumthermostat und die Steuerung des Heizkessels im Zentrum steht, auch gerne als das „deutsche Nest“ bezeichnet. Doch der Vergleich hinkt: Tado kombiniert eine Zeitschaltung mit einer über die Smartphones der Bewohner realisierte Geofencing-Funktion [2]. Der Clou des Nest-Thermostaten ist hingegen die „Auto Schedule“-Funktion, die die Heizmuster der Bewohner erkennt und sich anhand dieser selbst programmiert. Die An- und Abwesenheit der Nutzer versucht das Gerät über integrierte Bewegungsmelder zu ermitteln. Eine Zeitschaltung gibt es zwar, sie ist aber nur optional.

Nest ist bislang auf das amerikanische Konzept eines zentralen Wohnraums zugeschnitten, bei dem man über den Heizkessel die gesamte Temperatur im Haus oder in der Wohnung steuert. Tado bietet hingegen mittlerweile auch vernetzte Heizkörperthermostate an, mit denen sich die Temperatur in einzelnen Räumen individuell regulieren lässt – und dank derer



Tado auch Nutzer mit Zentralheizung oder Fernwärme erreicht. Daneben gibt es mittlerweile auf dem deutschen Markt etliche Heizungssysteme, die die Raumtemperatur ausschließlich über vernetzte Heizkörperthermostate regeln – etwa von Danfoss, Devolo, Elgato, ELV/EQ-3 und Honeywell.

Der Nest-Thermostat verbindet sich über IFTTT mit anderen vernetzten Geräten und Online-Diensten. Den Trend zur Sprachsteuerung bedient der Hersteller mit einer Anbindung an Amazons Echo (Dot) sowie Google Home. Mit Apples HomeKit arbeitet Nest nicht zusammen. Daten mit Google würden nur im Rahmen der Verknüpfung zur Sprachsteuerung auf Kundenwunsch geteilt, betont Nest.

Tado unterstützt ebenfalls IFTTT sowie Amazon Echo und Dot, nicht jedoch Google Home – wobei dieses Gerät in Deutschland auch noch nicht erhältlich ist. Die Münchener hatten zur vergangenen IFA eine HomeKit-Anbindung angekündigt und vor dem Jahreswechsel mit der Auslieferung der nötigen Internet-Bridge begonnen, verschoben den offiziellen Start allerdings gerade auf das 2. Quartal – sehr zum Missfallen einiger Kunden. HomeKit-Vorreiter Elgato ist da bereits weiter und hat für seine Heizkörperthermostate eine Zertifizierung von Apple. (nij@ct.de) **ct**

#### Literatur

[1] Sven Hansen, Nestschutz, Kurztest, c't 26/14, S. 55

[2] Nico Jurrán, Smarter Einheiz, Heizungssteuerung Tado im Praxistest, c't 1/17, S. 94

## Zukunftstechnik gut abgehangen



NICO JURRAN

**D**ass Nest nach Deutschland kommt, ist erst einmal eine gute Nachricht. Konkurrenz belebt das Geschäft – und der hiesige Marktstart dürfte Smart-Home-Technik noch einmal in den Fokus der allgemeinen Berichterstattung rücken.

Dennoch glaube ich nicht an einen Durchmarsch in Deutschland. Die Nest-Kameras stechen meiner Meinung nach nicht stark genug aus der Masse der smarten Überwachungskameras heraus, die Nachfrage nach einem sprechenden Rauchmelder halte ich für überschaubar – zumal das Gerät ja abseits des Alarmfalls eh

stumm bleibt und auch in der deutschen Ausführung wohl nur noch als Nachtlicht dienen kann. Letzteres brauche ich persönlich nicht.

Beim Nest-Thermostat passt der Spruch „too little, too late“ wie die Faust aufs Auge: Zwar sind selbstlernende Systeme ein Schritt in die richtige Richtung, da eine optimale Programmierung einer Heizungssteuerung durchaus einiger Beschäftigung mit dem System bedarf – und jede grundlegende Änderung der Lebensgewohnheiten eine Anpassung erfordert. Hier könnte ein cleverer Algorithmus tatsächlich bessere Ergebnisse erzielen.

Mit der amerikanischen Idee des zentralen Wohnraums kann ich mich aber nicht anfreunden: Ich will nicht die ganze Wohnung heizen, wenn es morgens im Badezimmer warm sein soll. Und ich möchte nicht im kalten Arbeitszimmer hocken, weil der Thermostat im Wohnzimmer meint, dass alle Bewohner das Haus verlassen haben. Ein Heizungssystem, bei dem sich die Temperaturen in verschiedenen Räumen nicht individuell regeln lässt, ist meines Erachtens schlicht nicht mehr zeitgemäß. (nij@ct.de)

Anzeige

## Mini-PCs mit Kaby Lake und HDMI 2.0

Seit vier Jahren verkauft Intel Mini-PCs und Mini-Barebones unter der Marke NUC, die für „Next Unit of Computing“ steht. Die Baureihe bekommt nun abermals Zuwachs: fünf Modelle mit drei verschiedenen Prozessoren der siebten Core-i-Generation Kaby Lake. Spitzenmodell ist der NUC7i7BNH mit dem 28-Watt-Prozessor Core i7-7567U, der zwei CPU-Kerne mit der GPU Iris Plus 650 vereint. Der Grafikprozessor profitiert dabei von einem zusätzlichen Cache aus 64 MByte Embedded DRAM (eDRAM). Die CPU-Kerne takten im Turbo mit bis zu 4 GHz.

In alle Kaby-Lake-NUCs lötet Intel einen Zusatzchip, der HDMI-2.0-Signale ausgibt, um 4K-Displays mit 60 Hz anzusteuern. Zusätzlich ist beim NUC7i7BNH eine Thunderbolt-3-Buchse vorhanden, die sowohl USB 3.1 als auch DisplayPort ausgibt. Auch beim NUC7i5BNK gibt es diese Thunderbolt-Buchse, in diesem Mini steckt der Core i5-7260U mit Iris Plus 640. Die Variante NUC7i5BNH besitzt ein höheres Gehäuse mit Platz für eine 2,5-Zoll-SSD oder -Festplatte, in die flachere Version mit „K“ am Ende der Typenbezeichnung passt nur eine M.2-SSD. Das ist auch bei den Core-i3-Typen NUC7i3BNK/NUC7i3BNH der Fall. Hier spart Intel aber nicht nur an der CPU, sondern lässt auch Thunderbolt weg – es gibt aber eine Typ-C-Buchse mit USB 3.1 und DisplayPort.

Bekanntlich fertigen außer Intel etwa auch ASRock, Asus, Gigabyte, MSI, Shuttle und Zotac Mini-Barebones, und auch dort hat Kaby Lake oft schon Einzug gehalten. Die ASRock Beebox-S gibt es etwa mit Core i3-7100U und HDMI 2.0 ab 330 Euro, hier stehen außerdem noch DisplayPort und HDMI 1.4 für Monitore bereit.

(ciw@ct.de)



In die hohe Variante der NUCs mit Kaby Lake passt eine 2,5"-Festplatte oder -SSD.

## Mehr verkaufte PCs in Deutschland

2016 wurden laut den Marktforschern von IDC im Wirtschaftsraum Europa, Naher Osten und Afrika (EMEA) insgesamt 71,6 Millionen Desktop-PCs, Workstations und Notebooks verkauft. Im Vergleich zum Vorjahr entspricht das einem Rückgang um 6,1 Prozent. In Westeuropa stieg die Zahl der verkauften Rechner im vierten Quartal 2016 hingegen leicht um 0,6 Prozent. In Deutschland lag der PC-Absatz über den Erwartungen, was vor allem an einer gestiegenen Nachfrage nach Notebooks sowohl bei Firmen- als auch bei Privatkunden lag. Bei den Herstellern führt nach Stückzahlen in der EMEA-Region weiterhin HP mit 25,5 Prozent Marktanteil vor Lenovo (20,4 %) und Dell (11,2 %).

(chh@ct.de)

## PC-Gehäuse für Silent-Rechner

Das Midi-Tower-Gehäuse Pure Base 600 von Be quiet! lässt sich an die im Inneren eingebaute Hardware anpassen. Um Platz für lange Grafikkarten zu schaffen, kann man die drei entkoppelten Festplattenschächte an fünf verschiedenen Positionen befestigen. Der Käfig für zwei optische Laufwerke besitzt eine Aussparung, sodass es genug Raum für große Radiatoren von Wasserkühlungen unter dem Gehäusedach gibt. Der Midi-Tower bietet außerdem Platz für ein ATX-Mainboard und zwei 2,5"-SSDs.

Der Hersteller stattet das Pure Base 600 mit zwei Ventilatoren aus. Dämmmaterial am Deckel, an den Seiten und an der Front reduziert störende Geräusche. Obendrein lässt sich der Öffnungsgrad der Luftdurchlässe im Dach in drei Stufen verstellen. Das Pure Base 600 kostet 75 Euro und ist in zwei Varianten mit schwarzer oder silberner Zierleiste erhältlich.

(chh@ct.de)



Die Laufwerksschächte des Midi-Tower Be quiet! Pure Base 600 lassen sich an unterschiedlichen Stellen anbringen.

## Gehäuselüfter mit entkoppeltem Rahmen

Die Lüfter der Serie Special N.N.V. bestehen aus zwei getrennten Rahmen, die durch vier Kunststoff-Dämpfer miteinander verbunden sind. Das soll nach Angaben des Herstellers Nanoxia verhindern, dass sich Vibrationen des Rotors auf den

äußeren Lüfterrahmen und damit auf das PC-Gehäuse übertragen. Zur Lüfterserie gehören drei 3-Pin-Ventilatoren mit einer Maximaldrehzahl von 800, 1200 und 2000 U/Min sowie ein Modell mit 4-Pin-Anschluss und PWM-Regelung (400-1650 U/min). Der Hersteller verspricht eine Lebensdauer von 50.000 Stunden. Die Lüfter sollen in Kürze für je 22 Euro in den Handel kommen.

(chh@ct.de)



Dank zwei getrennter Rahmen sollen die Lüfter Nanoxia Special N.N.V. besonders leise arbeiten.

## Raspi-Konkurrent mit HDMI 2.0 für 4K-Displays

Das schon im Sommer 2016 von Asus angekündigte Tinker Board im Format eines Raspberry Pi ist nun für etwa 65 Euro beim Distributor Farnell erhältlich. Leider hat Asus keine Detailinformationen zum Tinker Board veröffentlicht, auch nicht zu den unterstützten Linux-Versionen. Herzstück des Boards ist jedenfalls das System-on-Chip RK2388 der chinesischen Firma Rockchip.

Die Hardware verspricht einige attraktive Vorteile im Vergleich zum deutlich billigeren Raspi 3 – allerdings nicht bei der Rechenleistung: Die vier Cortex-A17-Kerne takten mit 1,8 GHz und verarbeiten nur 32-Bit-Code. Allerdings hat das Tinker Board mit 2 GByte doppelt so viel RAM wie der Raspi 3. Außerdem sind Video-Decoder für 4K-Auflösungen eingebaut sowie die vergleichsweise kräftige GPU ARM Mali-T764. Ein HDMI-2.0-Ausgang soll den Anschluss von 4K-Displays mit 60 Hz Bildwiederholrate erlauben.

Es gibt einen Gigabit-Ethernet-Adapter (Realtek RTL8211E), einen WLAN-Adapter mit 802.11b/g/n und Bluetooth 4.0 sowie den USB-Audio-Codec ALC4040. Das Tinker Board benötigt ein Netzteil mit 5 V/2 A. (ciw@ct.de)



Asus Tinker Board im Raspi-3-Format mit 2 GByte RAM, HDMI 2.0 und Gigabit-Ethernet.

## Erste Geräte mit Windows 10 IoT Enterprise

Hersteller von Industriesystemen liefern erste PCs mit Microsofts Embedded-Betriebssystem Windows 10 IoT Enterprise. Es findet beispielsweise in der Automatisierungstechnik, in Kassensystemen und bei Digital Signage seinen Einsatz. Microsoft vertreibt die Betriebssystemversion lediglich an Gerätehersteller (OEMs), welche es auf ihren Produkten vorinstallieren. Die Preise hängen von der Prozessorleistung ab, nicht vom Funktionsumfang. Laut Hardwaredistributor Avnet kostet die Lizenz für ein System mit Intel-Atom-Prozessor weniger als 40 US-Dollar.

In Deutschland hat der Hersteller ICP erste Rechner mit vorinstalliertem Windows 10 IoT Enterprise im Angebot. Die „Ready-to-Use“-Reihe beinhaltet unter anderem einen kompakten 7-Zoll-Touchscreen-PC mit zwei seriellen RS-232-Schnittstellen und zwei Gigabit-Ethernet-Ports. Antrieb verleiht ein passiv gekühlter Intel Celeron N2807 mit 4 GByte Arbeitsspeicher und 64 GByte mSATA-Speicher. WLAN, zwei USB-3.0-Anschlüsse und ein Lautsprecher sind ebenfalls integriert. Der Hersteller gibt den Preis mit etwa 890 Euro an. (amo@ct.de)

## Grummeln im Speichermarkt

Noch größere Festplatten, mehr Layer beim 3D-Flash und der Verkauf von Teilen von Toshiba Flash-Fertigung – im Speichermarkt gab es in den vergangenen Tagen spannende Entwicklungen.

Den Anfang machte Toshiba: Das durch einen Finanzskandal und Milliardenverluste im US-Kraftwerksgeschäft in Zahlungsschwierigkeiten geratene Unternehmen möchte einen Teil seines Speichergeschäfts verkaufen. Im Verbund mit Western Digital (ehemals SanDisk) betreibt Toshiba das Unternehmen Flash Forward, das rund ein Drittel des weltweiten Flash-Speichers produziert.

Der Verkauf soll Ende März abgeschlossen sein. Zu den Interessenten gehören nicht nur Western Digital, angeblich sind auch Investmentfonds im Rennen. Nach eigenen Angaben hat Toshiba noch nicht entschieden, ob es das Speichergeschäft komplett oder nur in Teilen abgeben wird.

Derzeit will der Flash-Hersteller SK Hynix seine 3D-NAND-Fertigung weiter ausbauen: Ab dem zweiten Quartal sollen Chips mit 72 Lagen TLC-Flash verfügbar sein. Die ersten Packages werden 16 Flash-Chips mit jeweils 256 GBit enthalten; damit würde ein einziger Speicherbaustein satte 512 GByte fassen. Im vierten Quartal will SK Hynix 16 512-GBit-Chips integrieren, die Bausteine könnten damit 1 TByte Speicherplatz zur Verfügung stellen.

Nicht nur Flash-Speicher, sondern auch DRAM will Tsinghua Unigroup in Zukunft produzieren. Dazu investiert das Unternehmen bis 2020 rund 200 Milliarden US-Dollar in moderne Chip-Fabs. Im chinesischen Nanjing soll ein eigener Stadtteil für in- und ausländische Fachkräfte entstehen.

Der Flash-Nachfolger 3D XPoint kommt ebenfalls langsam in Schwung. Intel-Chef Brian Krzanich versprach, in den kommenden Wochen Optane-SSDs an Partner zu liefern. Zunächst erscheinen die SSDs als M.2-Speicherkärtchen zur Beschleunigung von Festplattenzugriffen. Die Kapazitäten liegen derzeit bei maximal 32 GByte, die SSDs werden über zwei PCIe-3.0-Lanes angebunden und erreichen damit maximal 2 GByte/s.

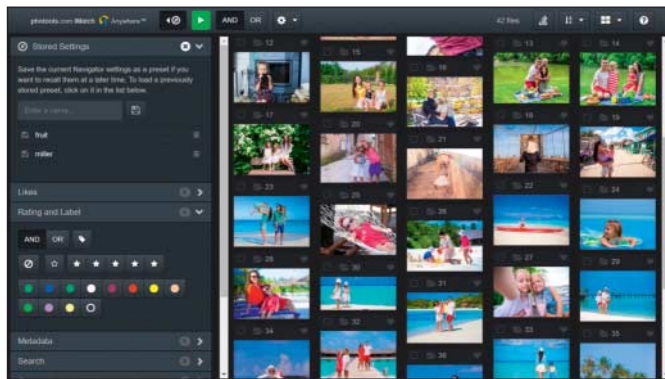
Die Kapazität von Festplatten wird erneut ansteigen: Seagate will in den kommenden 18 Monaten eine Server-Festplatte mit 16 TByte Kapazität auf den Markt bringen. Sie wird voraussichtlich mit Helium gefüllt sein und mit acht Scheiben arbeiten. Zum Aufzeichnungsverfahren – ob Shingled oder Perpendicular Magnetic Recording – gibt es noch keine Informationen. (ll@ct.de)



Intels Optane Memory mit 3D XPoint erscheint zunächst als Beschleuniger für Festplatten.



## Server-gestützte Bildverwaltung



Der IMatch WebViewer gibt über den Browser Lesezugriff auf eine IMatch-Datenbank, etwa zur Präsentation auf Tablet oder Smart TV.

Photools hat ein Add-on für die Bildverwaltung IMatch veröffentlicht. IMatch Anywhere macht Bilddatenbanken über gängige Web-Browser zugänglich. Der IMatch WebViewer verwendet HTML und JavaScript und ist sowohl für Einzel- als auch für Mehrbenutzer-Umgebungen ausgelegt. Der WebViewer gibt bisher nur Lesezugriff. So eignet er sich zur Präsentation auf Tablets, Smartphones, Smart TV oder PC. In den kommenden Monaten soll sukzessive Schreibzugriff aufgebaut werden.

Die Home-Edition für maximal zwei gleichzeitige Benutzer kostet 45 Euro. Die Editionen Pro (200 Euro) und Team (400 Euro) unterstützen zehn beziehungsweise unendlich viele gleichzeitige Zugriffe. Nutzungsvoraussetzung für Anywhere ist eine IMatch-Installation. Eine Einzelplatzlizenz für IMatch kostet 110 Euro. (akr@ct.de)

## Freier PDF/A-Validierer

Mit veraPDF hat das gleichnamige Konsortium einen Open-Source-Validierer für PDF-Dokumente veröffentlicht, der Konformität zum Langzeitarchivierungsstandard PDF/A (ISO 19005) überprüft und gegebenenfalls herstellt. Das Tool entstand als EU-gefördertes Gemeinschaftsprojekt der Open Preservation Foundation (OPF) und der PDF Association. veraPDF steht unter den Lizenzen MPL v2+/GPL v3+ auf Github zum Testen bereit. Geplant ist eine plattformübergreifende Standalone-Anwendung sowie eine API für Entwickler.

veraPDF analysiert PDF-Dokumente und gibt zwei Reports aus: Einer beschreibt Eigenschaften des Dokuments und seiner Metadaten, der andere verrät, ob das Dokument konform zu den Standards PDF/A-1 bis PDF/A-3 ist. Gegebenenfalls werden die Metadaten repariert: Falls sich ein als PDF/A ausgewiesenes Dokument als nicht konform zum Standard erweist, entfernt veraPDF das irreführende Flag aus den Metadaten. Falls lediglich die Metadaten die Anforderungen nicht erfüllen, korrigiert veraPDF die XMP-Einträge. (atr@ct.de)

## 3D-Druck-Modelle aus dem Browser

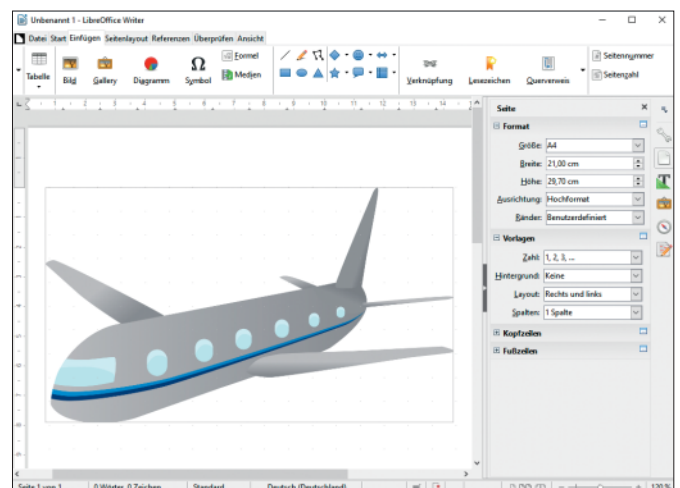
Vectary hat den öffentlichen Beta-Status beendet und steht jetzt zur freien Verfügung. Die Modelliersoftware erstellt 3D-Modelle direkt im Browser. Außer dreidimensionalen Formen wie Rechtecken und Kugeln kann man damit 2D-Formen zeichnen und extrudieren. Vectary arbeitet mit Ebenen, die sich einzeln einblenden und bearbeiten lassen. Die Anwendung exportiert Modelle in den gängigen 3D-Druckformaten STL und OBJ – letztere importiert sie auch. Eine Screenshot-Funktion dokumentiert auf Wunsch einzelne Arbeitsschritte. Farbe und Helligkeit des Arbeitsbereichs lassen sich individuell festlegen. Die Anwendung ist kostenlos und setzt lediglich eine Registrierung voraus. (mre@ct.de)

## Ribbons für LibreOffice

Die freie Office-Suite LibreOffice 5.3 erhält eine Symbolbänder-Ansicht, die den in MS Office 2007 eingeführten Ribbons ähnelt. Sie zeigt wichtige Befehle mit beschrifteten Symbolen an – entweder kontextabhängig oder in Registern für typische Aufgaben wie Einfügen, Referenzen oder Überprüfen. Die gewohnten Menüs und Symbolleisten bleiben aber Standard; auf die Symbolband-Ansicht muss man explizit umschalten.

Ein abgesicherter Modus hilft, Problemen auf die Spur zu kommen. Unter Windows lässt er sich über das Start-Menü aktivieren, unter Linux und macOS muss man das Office-Paket auf der Kommandozeile dafür mit dem Parameter `-safe-mode` starten. Ein Dialog bietet daraufhin an, Extensions abzuschalten oder die Software auf Standardeinstellungen zurückzusetzen.

Die Kontextmenüs zeigen jetzt Tastenkürzel an. Die Seitenleiste in Writer bietet auch Vorlagen für Tabellen und das Änderungsprotokoll an. Außerdem wurden die Import-/Export-Filter verbessert, insbesondere die für Excel-Dateien. LibreOffice 5.3 steht für Windows, Linux und macOS zum Download bereit. (db@ct.de)



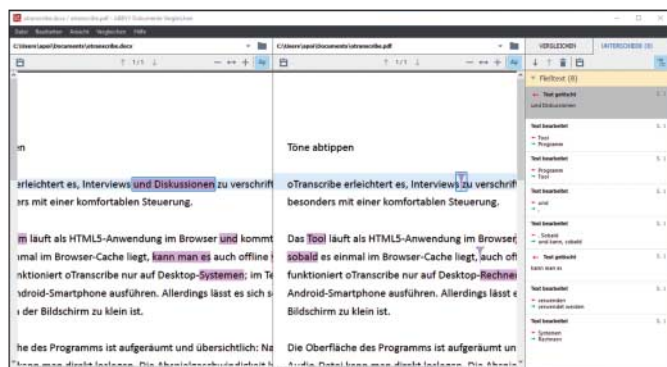
Die Symbolbänder von LibreOffice 5.3 erinnern an die Ribbons von Microsoft Office. Die traditionellen Menüs kann man weiterhin nutzen.

## FineReader bearbeitet PDF-Dokumente

Abbyy FineReader 14 verwandelt eingescannte oder fotografierte Schriftstücke in editierbaren Text. Neu hinzugekommen sind diverse PDF-Werkzeuge. Sie trennen oder verbinden Seiten, markieren oder schwärzen Textpassagen, ändern Abbildungen oder helfen Formulare auszufüllen. Abbyy hat hierfür das Programm PDF Transformer+ in den FineReader integriert und will es nicht länger als eigenständiges Produkt anbieten. OCR- und PDF-Funktionen erreicht man jetzt über eine neue Bedienoberfläche.

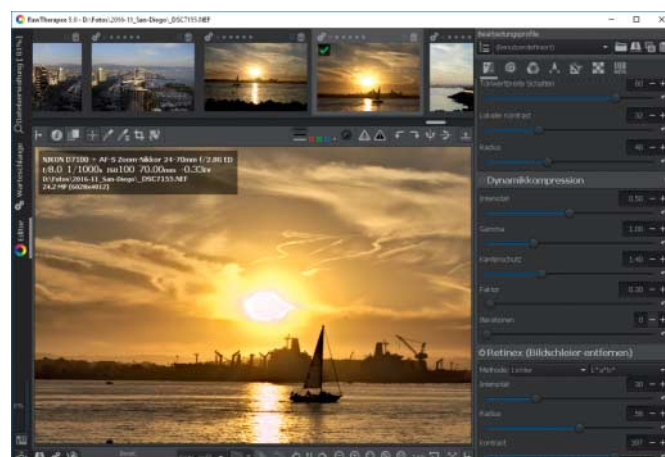
Schriftstücke lassen sich nun miteinander vergleichen, selbst Dokumente unterschiedlichen Formats wie DOCX und PDF. Das Programm gleicht wahlweise nur die Zeichensetzung, nur die Zeichen oder beides ab. Das Ergebnis lässt sich als kommentiertes PDF speichern oder als Textdokument, in dem die Unterschiede aufgelistet sind.

Die Standard-Version von FineReader 14 für 200 Euro (Upgrade 130 Euro) bietet keinen Dokumentenvergleich. Der ist Bestandteil der Corporate-Version für 300 Euro (Upgrade 200 Euro) und der Enterprise Version für 500 Euro (Upgrade 330 Euro). Letztere konvertiert Dokumentenstapel automatisch. (apoi@ct.de)



FineReader markiert Unterschiede zwischen zwei Dokumentversionen und speichert auf Wunsch eine Zusammenfassung.

## Freier Foto-Entwickler



Der freie Foto-Entwickler RawTherapee 5 rechnet mit den Reglern der Retinex-Werkzeuge Dunst aus Fotos heraus.

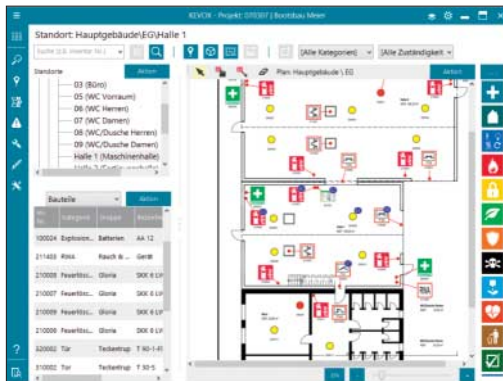
Der freie Raw-Entwickler RawTherapee 5.0 soll verbesserte Werkzeuge für Schärfe und gegen Bildrauschen enthalten, Dunst entfernen und sehr dunkel geratene Bilder aufhellen können. Die sogenannten Wavelet-Tools zerlegen Fotos in Ebenen mit unterschiedlichem Detailgrad. So lässt sich das Bildrauschen auf einer Detailtiefe bearbeiten, während ein Schärfe-Algorithmus auf eine andere Detailtiefe angewandt wird. Das Retinex-Werkzeug rechnet Dunst aus Fotos heraus und soll stark unterbelichtete Fotos besser aufhellen können als bisher.

RawTherapee 5.0 enthält darüber hinaus Regler zur Reduktion von Farbrauschen. Das Farbmanagement wurde um eine Soft-Proof-Ansicht für die Druckausgabe erweitert und ermöglicht, Monitorprofile einzubinden. Das Programm bearbeitet mehr Raw-Dateitypen als zuvor inklusive solcher von Kameras mit Foveon- und X-Trans-Sensoren und unterstützt erstmals TIFF-Dateien mit bis zu 32 Bit Farbtiefe pro Kanal. RawTherapee 5.0 steht kostenlos für Windows Vista bis 10 zum Download bereit. Für Linux und macOS muss man den Installer selbst kompilieren. (akr@ct.de)

Anzeige

## Haustechnik warten und dokumentieren

Mit dem Programm Kevox beschreiben Bauleiter, Haustechniker und Gebäudesicherheits-Beauftragte die von ihnen betreuten Räumlichkeiten. Man dokumentiert damit auch erkannte Baumängel und plant regelmäßige Prüfungen und Wartungsarbeiten. Die Tablet-PC-optimierte, modulare Windows-Anwendung importiert den Grundriss der überwachten Räume in einem gängigen CAD-Format oder PDF und lässt den Nutzer darauf Symbole für Feuerlöscher, Rauchmelder und weitere Piktogramme aus dem internen Katalog platzieren. Zu jedem dieser Elemente kann man schriftliche, fotografische und gesprochene Anmerkungen festhalten und zu einer Historie zusammenfassen. Aufzeichnungen kann man an MS Office übergeben, als E-Mail verschicken und zusammen mit erfassten Aufgaben im Modul Mängel-Management verwalten. Mit Zusatzmodulen erzeugt die Anwendung automatisch Formulare etwa zur Mängelübergabe sowie Berichte und Wartungsprotokolle. Lizenzkosten für die Anwendung beginnen pro Benutzer bei netto 1480 Euro oder monatlich 90 Euro für die auf 30 Lokationen begrenzte Ausführung Basic. (hps@ct.de)



Auf einem importierten Grundriss platziert man mit Kevox Symbole für sicherheitsrelevante Installationen.

## Viele Neuerungen bei IPEmotion

Zum Jahresbeginn erweitert IPEtronik einige Module seiner Messtechnik-Software. Das Web-Portal IPEcloud generiert aus Signalen der OBD-Fahrzeugschnittstelle einen Report. Bei einer Fahrzeugflotte lassen sich dadurch Kraftstoffverbrauch, Kfz-Betriebsstunden und weitere Parameter überwachen. Die COM-Schnittstelle von IPEmotion erleichtert die Anbindung externer Software mit einem Makrorecorder. So lassen sich Messdaten einfach in LabVIEW und andere Programme übertragen. Das Control-Modul hat der Hersteller in den Bereichen Ablaufsteuerung, Funktionsgenerator, Regler und Router zur effizienteren Abwicklung von Prüfaufgaben mit zusätzlichen Funktionen ausgestattet. Anwendern der Professional Edition bietet IPEmotion ein 3D-Werkzeug zur Einbettung von Messdaten in dreidimensionale Grafikelemente. Diese können als STL-Dateien aus CAD-Programmen importiert werden.

(Mathias Poets/hps@ct.de)

## orgAnice integriert MS Power BI

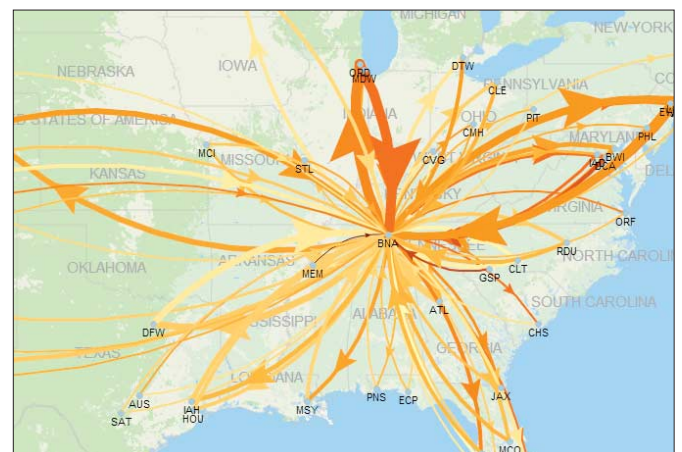
Das zu orgAnice CRM gehörige Business-Intelligence-Modul kann Dashboards mit den Auswertungen von Geschäftszahlen jetzt über Microsofts Web-Dienst Power BI in der Cloud veröffentlichen. Regelmäßig benötigte Listenaufstellungen sollen sich mit dem neuen SQL Report Generator auf Basis der Microsoft SQL Server Reporting Services einfacher erzeugen lassen als bisher über den CRM-Markierungsassistenten.

Laut Hersteller kann der Report Generator Daten aus mehreren orgAnice- und anderen SQL-Datenbanken auswerten, etwa um außer den unternehmenseigenen Datensätzen auch Marktdaten über Mitbewerber zu berücksichtigen. Ebenso sollen sich Power-BI-Berichte lokal in orgAnice einbinden lassen. Für komplexe Auswertungen gibt es außerdem Vorlagen, aus denen man gängige Routinen in Microsoft Visual Studio programmieren kann. (hps@ct.de)

## Qlik ergänzt seine BI um Geo-Funktionen

Der Business-Intelligence-Spezialist Qlik hat das Softwarehaus Idevion übernommen. Unter dem Namen Qlik GeoAnalytics offeriert das Unternehmen ab sofort das Paket IdevionMaps mit sämtlichen Komponenten GeoAnalytics für QlikView und für Qlik Sense. Damit kann man diskrete Daten als zusätzliche Layer in unterschiedlichen Formaten zum Beispiel als Bubbles, Linien, Flächen oder Heatmaps visualisieren. Über den integrierten „Location Service“ sollen sich Geschäftspartner auch dann auf der Landkarte platzieren lassen, wenn statt Geo-Koordinaten nur deren Adressangaben vorliegen. Laut Hersteller kann die Software individuelle Kartenprojektionen rendern und unterstützt SQL-Datenbanken ebenso wie die Kartenformate GeoJSON, GML und Esri Shape.

Im zweiten Halbjahr will Qlik die Idevion-Software komplett in das BI-Paket Qlik Sense integrieren. (hps@ct.de)



Idevion GeoAnalytics for QlikView visualisiert unter anderem die Pünktlichkeit von Flugverbindungen.



# Android: Google I/O, Apps, Nougat-Updates, neue Smartwatches und Lineage OS

Für die Spitzenmodelle Galaxy S7 und S7 Edge liefert Samsung endlich das Update auf Android 7.0 Nougat aus. Die S6-Varianten und einige Tablets sollen das Update ebenfalls bekommen – jedoch nicht ältere Geräte wie die S5 und das Note 4. Letzteres versorgte Samsung immerhin mit dem Security-Patch vom Januar 2017. So langsam wächst die Nougat-Liste: In den vorigen Wochen sind auch HTC 10, Huawei Mate 8, OnePlus 3/3T und einige Sony Xperia hinzugekommen.

Google selbst hat inzwischen eine Beta von Android 7.1.2 herausgebracht: Bugfixes ohne neue Funktionen. Für einige Pixel- und Nexus-Modelle ist sie schon erhältlich, weitere folgen, darunter aber nicht mehr das Nexus 6 und 9.

Wer nicht in den Genuss von Hersteller-Updates kam, konnte sich bislang mit dem populären Custom-ROM CyanogenMod behelfen. Nach Querelen mit der kommerziellen Mutterfirma vollziehen die CyanogenMod-Entwickler unter dem Namen LineageOS einen Neustart: Seit einigen Tagen stehen die Custom-ROMs des Alternativ-Android für mittlerweile rund 90 Modellvarianten unter <http://download.lineage.org> bereit.

Google schraubt weiter an den hauseigenen Apps. So zeigt die Navigation von Google Maps künftig die Verfügbarkeit freier

Parkplätze am Zielort an. Und auch bei Google Fit tut sich etwas: Im API der kommenden Version 2.0 finden sich Hinweise, dass die App künftig auch Blutdruck, Blutzuckerspiegel, Körpertemperatur und Körperfettanteil verarbeitet.

Wahrscheinlich erscheint Google Fit 2.0 zusammen mit dem Smartwatch-Android Wear 2.0. Nachdem Casio und New Balance neue Uhren präsentiert hatten, häufen sich nun auch Leaks um LG. Die LG Sport und die LG Style sollen Gerüchten zufolge am 9. Februar auf den Markt kommen – mit Android Wear 2.0.

Inzwischen steht fest, dass die Entwicklerversammlung Google I/O vom 17. bis 19. Mai läuft. Einige Neuerungen der nächsten Android-Version dürfte man dort erfahren, möglicherweise auch etwas zu Andromeda: Das soll je nach Gerücht ein ChromeOS-Nachfolger auf Android-Basis sein oder ein Android-Nachfolger ohne Open-Source-Basis. Wie bald auf die Ankündigungen die Marktreife folgt, ist eine andere Frage. So hat erst jetzt ein eingeschränkter Vorabtest der Instant Apps begonnen, eine Art Minimalversion einer App, die ohne Installation durch den Nutzer läuft. Vorgestellt wurden sie auf der Google I/O im vorigen Jahr. (jow@ct.de)

Anzeige

## PoE-gespeister PoE-Switch



Der Switch D-Link DGS-1100-05PD nimmt Energie über Port 5 an und gibt einen Teil davon weiter.

Sollen in einem Büro mehr VoIP-Telefone laufen als es Netzwerkdozen gibt, kann der konfigurierbare Gigabit-Switch D-Link DGS-1100-05PD aushelfen: Über seinen Upstream-Port bezieht er Energie per Power-over-Ethernet und reicht einen Teil davon an zwei Ports weiter (IEEE 802.3af). Steht PoE im Upstream nach IEEE 802.3at (max. 25 Watt) zur Verfügung, kann der Switch maximal 18 Watt abgeben; bei 802.3af im Upstream sind es immerhin 8 Watt. Das Gerät kommt ohne Netzteileingang. Laut Datenblatt liegt sein Eigenbedarf zwischen 1,5 und 6 Watt.

Der Switch beherrscht viele in Firmen gewünschte Funktionen wie VLANs für Netzsegmentierung, QoS (Quality of Service) und Port Mirroring für Fehlerdiagnose (siehe Link). Die Konfiguration kann per Browser oder Konsole geschehen, Fernüberwachung per SNMP versteht der DGS-1100-05PD indes nicht. Er kostet 60 Euro. (ea@ct.de)

**Datenblatt DGS-1100-Serie:** [ct.de/ygww](http://ct.de/ygww)

## IFTTT und AP-Funktion für QNAP-NAS

Mit zwei Software-Modulen erweitert QNAP die Funktion seiner Netzwerkspeicher: Über den IFTTT-Agenten kann man sein NAS mit dem Automationsdienst If This Then That verbinden, um etwa Backup-Aufträge abhängig von externen Diensten auszulösen. QNAP nennt als Beispiel die automatische Sicherung von Handy-Fotos aufs eigene NAS. Denkbar ist auch ein automatisches Anstupsen des Admins per Twitter-Direktnachricht bei Systemfehlern. Den IFTTT-Agenten gibt es für alle NAS mit Firmware ab QTS 4.2.2.

Die zweite Erweiterung stellt höhere Anforderungen: Die Wireless AP Station läuft ab QTS 4.3.0 auf NAS mit x86-Prozessor und PCI-Express-Erweiterungsslots. Letztere kann man mit ausgewählten WLAN-Karten bestücken, QNAP nennt vier TP-Link-Modelle. Darüber können Mobilgeräte ohne Umweg über ein eventuell langsames Router-WLAN direkt Daten speichern. Leider funkt keine der genannten Karten nach dem modernen WLAN-Standard IEEE 802.11ac. (ea@ct.de)

**IFTTT für QNAP-NAS, WLAN-AP:** [ct.de/ygww](http://ct.de/ygww)

## Kollaboration mit Spark 2.0

Cisco will mit zwei neuen elektronischen Wandtafeln – Spark Boards – Videokonferenzen und Präsentationen übers Netz erleichtern. Die Tafeln gibt es mit 55 und 70 Zoll Bilddiagonale bei 4K-Auflösung (3840 × 2160 Pixel); 4K-Kamera und Audio-schnittstelle sind eingebaut. Die Inhalte landen automatisch in der Cisco-Cloud. Das Spark-System soll auch von anderen Geräten aus zugänglich sein, also Notebooks, Tablets oder Smartphones unter Windows, iOS oder Android, ebenso per Browser. Whiteboarding klappt laut Anbieter gleichzeitig von mehreren Clients aus.

Offene APIs sollen die Integration in eigenen Anwendungen ermöglichen (siehe Link). Cisco nennt als Beispiele diverse Cloud-Speicher, Salesforce Alerts oder Twitter. Unterstützung für das Videokonferenzsystem WebEx soll im März 2017 folgen. Billig ist der Spaß nicht: Für das 55-Zoll-Sparkboard werden 5000 US-Dollar fällig. Dazu kommen 200 US-\$ monatlich für den Cloud-Dienst. (ea@ct.de)

**Cisco-Spark-API:** [ct.de/ygww](http://ct.de/ygww)



Die elektronische Wandtafel Cisco Spark Board soll Meetings effizienter machen. Das Spark-Cloudsystem lässt sich dabei gleichzeitig von anderen Geräten aus verwenden.

### Netz-Notizen

Der USV- und Fernschalter-Hersteller **Emerson Network Power** firmiert jetzt als **Vertiv** ([www.vertivco.com](http://www.vertivco.com)). Durch Zukäufe hat er sein Angebot auf Rack- und Kühlsysteme für Rechenzentren ausgedehnt.

Sonus Networks bringt seinen **Session Border Controller 5400** für Großunternehmen und mittelgroße VoIP-Provider heraus. Die SIP-Firewall kann 75.000 Verbindungen gleichzeitig filtern; bei gleichzeitiger Transkodierung sind es 40.000.

TP-Link hat unter der Bezeichnung C5400 einen **WLAN-Router mit drei Funkmodulen** herausgebracht. Das Gerät steckt im gleichen Gehäuse wie der AD7200 (Test siehe c't 25/16), hat aber statt des 60-GHz-Funkmoduls (802.11ad) ein zweites 5-GHz-Modul (11ac).



## Viva Amiga: Doku über Kultrechner

Der Commodore Amiga genoss in seiner Glanzzeit regelrechten Kultstatus und hat auch heute noch viele Anhänger. Zachary Weddington ist ein besonders engagierter Fan und hat Mitte 2011 über Kickstarter knapp 30.000 US-Dollar eingesammelt, um einen Film über seinen Lieblingsrechner zu finanzieren.

Knapp sechs Jahre später ist das Projekt fertig und dokumentiert die Geschichte des Amiga von den Anfängen über die Escom-Zeit bis heute. Den Löwenanteil machen Interviews mit den Entwicklern und Wegbegleitern aus. Es gibt aber auch historisches Material, das etwa Andy Warhol bei der ersten öffentlichen Präsentation des Amiga zeigt.

„Viva Amiga“ bietet viel Nostalgisches, zeigt aber auch, was Menschen heute noch mit dem Amiga veranstalten, zum Beispiel bei Chiptune-Festivals. Der Film läuft rund eine Stunde, eine in Kürze erscheinende DVD wird dazu Extras enthalten. Viva Amiga ist unter anderem auf iTunes, Amazon Video und Google Play erhältlich und kostet dort zirka 10 Euro.

(Maik Schmidt/mfi@ct.de)



Für Amiga-Fans und solche, die es werden wollen:  
Die Crowd-finanzierte Doku ist nach sechs Jahren fertig.

## Pillars of Eternity 2 kommt 2018



Die Fortsetzung des Rollenspiel-Hits Pillars of Eternity soll dynamisches Wetter und eine bessere KI bieten.

Mit Pillars of Eternity verückte Obsidian Entertainment vor zwei Jahren Anhänger klassischer Rollenspiele. Das Geld für die Entwicklung kam von Fans, die über Kickstarter mehr als 4 Millionen US-Dollar zugaben. Jetzt hat Obsidian einen zweiten Teil angekündigt, der ebenfalls von einer Crowdfunding-Kampagne getragen wird. Schon Ende Januar wurde das Finanzierungsziel von 1,1 Millionen US-Dollar um 50 Prozent übertroffen. Ein Video verrät Details zur Story von Pillars of Eternity 2, zeigt erste Gameplay-Szenen mit deutlich hübscherer Grafik und lässt die Entwickler selbst zu Wort kommen. Gegenüber dem Vorgänger soll unter anderem die KI der Gegner aufgebessert worden sein, was dem Spieler taktisch fordernde Kämpfe beschern soll. Ein neues Wettersystem und authentische NPC-Tagesabläufe lassen auf eine dichte Atmosphäre hoffen, Ladezeiten beim Betreten von Gebäuden sollen entfallen. Pillars of Eternity 2: Deadfire soll im ersten Quartal 2018 auf den Markt kommen.

(dahe@ct.de)

Video: [ct.de/y857](https://ct.de/y857)

## Xbox Scorpio kommt ohne ESRAM

Microsofts Konkurrenzkonsole zur Playstation 4 Pro läuft derzeit noch unter dem Codenamen „Xbox Scorpio“ und soll Ende 2017 erscheinen. Sie soll dank besonders schneller 3D-Hardware genügend Power für flüssiges Spielen in 4K bieten. Aus einem Whitepaper für Entwickler, in das die englischsprachige Webseite Digital Foundry Einsicht nehmen konnte, geht nun hervor: Microsoft will bei der Scorpio auf den Embedded-Speicher ESRAM verzichten und voll auf einen großen Videospeicher setzen.

Erst dadurch sollen Render-Auflösungen von 4K möglich werden, schließlich fordert diese Auflösung bei 32 Bit Farbtiefe bereits mehr als jene 32 MByte Speicher, die Microsoft derzeit bei der aktuellen Xbox One und Xbox One S als ESRAM einsetzt. Trotzdem sollen Entwickler ihre Spiele weiterhin auf ESRAM optimieren, damit sie auch auf den derzeit aktuellen Konsolen laufen. Überdies dürfte die Scorpio auch viele künftige Spiele ohnehin nicht vollständig in 4K rendern, sondern wie bei Konsolen bisher üblich in geringerer Auflösung. So spart man Rechenkraft,

die man entweder für hübschere 3D-Effekte oder eine höhere Bildrate verwenden kann. Die Bilder werden dann per Upscaler in 4K ausgegeben, um den scharfen Bildeindruck zu erhalten.

Alternativ können Render-Techniken wie Sparse Rendering beziehungsweise Checkerboard Rendering auf 4K-Fernsehern einen wesentlich höheren Schärfeeindruck erzeugen, als er mit Full HD möglich wäre. So kann man beispielsweise die Geometrie in 4K rendern, Farbwerte und Co. allerdings in einer geringeren Auflösung. Überdies nutzt Delta Color Compression die bereits vergleichsweise hohe Transferrate der Xbox Scorpio (320 GByte/s, PS4 Pro: 218 GByte/s) effizienter aus.

Der Grafikchip der Xbox Scorpio dürfte den kommenden Vega-GPUs stark ähneln, die AMD noch im ersten Halbjahr 2017 für Desktop-PCs vorstellen möchte. Bisher bekannt ist die theoretische Rechenleistung der Scorpio-GPU: Sie soll 6 TFlops betragen. Zum Vergleich: Sony gibt die Rechenleistung seiner PS4-Pro-GPU mit 4,2 TFlops bei 32-Bit-Genauigkeit (Single Precision) an.

(mfi@ct.de)

## iOS 10.3 tauscht Dateisystem aus und findet AirPods



iOS 10.3 hilft dabei, verlorene AirPods wiederzufinden.

In der ersten öffentlichen Beta der nächsten iOS-Version 10.3 stellt Apple aufs Neue Apple File System (APFS) um. Apple hatte das Dateisystem 2016 vorgestellt und in einer Vorabversion für macOS angeboten – jetzt kommt es auf iPhones und iPads. Die Umstellung läuft automatisch ab, gespeicherte Daten bleiben bestehen. APFS ist für Flash-Speicher optimiert und bringt unter anderem Datenverschlüsselung mit.

Zu den weiteren Neuerungen zählt eine Erweiterung der Suchfunktion „Mein iPhone finden“ für AirPods. Wer seine drahtlosen Ohrstöpsel verlegt, kann nun über die Finde-App zurückverfolgen, an welchem Ort sie zuletzt mit dem iPhone gekoppelt waren. Das Sprach-API SiriKit versteht in der neuen Version auch Befehle zum Bezahlen von Rechnungen sowie die Abfrage von Finanzdaten. CarPlay zeigt Ladestationen für Elektroautos an. Dazu kommen diverse Verbesserungen unter anderem in Apple Mail und bei der Icon-Darstellung auf dem Startbildschirm. Die finale Version von iOS 10.3 dürfte im Laufe des Frühjahrs veröffentlicht werden. (acb@ct.de)

## Apple Watch mit Kino-Modus

In der nächsten watchOS-Version verhält sich die Apple Watch angenehmer in dunklen Räumen. Im sogenannten „Theater Mode“ leuchtet die Uhr nicht mehr plötzlich hell auf, wenn man den Arm bewegt, die Audio-Ausgabe wird deaktiviert und die Uhr macht subtiler auf eingehende Nachrichten aufmerksam – praktisch im Kino oder im Schlafzimmer.

In der für Entwickler veröffentlichten Beta 1 für watchOS 3.2 soll die Uhr von Apple außerdem Zugriff aufs iOS-Sprach-API SiriKit erhalten, sodass man mit ihr beispielsweise Fitness-Programme per Sprache starten oder Befehle für Apps anderer Hersteller einsprechen kann. (acb@ct.de)

## Abo-Dienst für Mac-Apps

Setapp will eine Art Netflix für macOS-Programme sein: Für 10 US-Dollar bietet das Unternehmen eine Software-Flatrate. Enthalten sind derzeit über 60 Mac-Anwendungen, die der Nutzer während der Abo-Laufzeit nutzen kann. Dazu zählen zwar keine der ganz prominenten Mac-Programme, aber einige beliebte Tools wie der Text-Editor Ulysses, die Bilder-Verwaltung Pixa und die Mindmap-Software XMind.

Der Anbieter MacPaw will künftig weitere ansonsten kostenpflichtige Mac-Apps ins Programm nehmen – und zwar nur solche, die seiner Ansicht nach qualitativ hochwertig sind. Zieht ein Entwickler seine Anwendung aus Setapp später wieder zurück, sollen Abonnenten das bereits heruntergeladene Programm dennoch weiter nutzen können. (acb@ct.de)



Über 60 Apps sind im Software-Abo Setapp enthalten.

### Apple-Notizen

Die **iOS-Hilfe-App** Apple Support gibt es jetzt auch in Deutschland. Sie führt alle Produkte auf, die mit der Apple-ID des Nutzers verknüpft sind und zeigt zugehörige Hilfetemen sowie Möglichkeiten an, bei Problemen mit Apple Kontakt aufzunehmen – etwa telefonisch.

Apple erwägt gemeinsam mit seinem Hardware-Produzenten Foxconn, Teile der **Produktion von Asien in die USA** zu verlegen. Dem japanischen Wirtschaftsblatt Nikkei zufolge sollen bis zu 7 Milliarden US-Dollar in die Produktion von Bildschirmen investiert werden und zwischen 30.000 und 50.000 Jobs in Amerika entstehen.

Apple hat sich der KI-Organisation **Partnership on AI** angeschlossen. Die Vereinigung wurde gegründet, um Chancen und Risiken von künstlicher Intelligenz zu diskutieren und sich auszutauschen. Außer Apple sind unter anderem Amazon, Facebook, Google und Microsoft Mitglieder.

Das **dritte Update für macOS Sierra (10.12.3)** behebt unter anderem Probleme beim neuen 15-Zoll-MacBook-Pro. Dieses hatte Schwierigkeiten beim automatischen Umschalten zwischen Onboard-Grafik und dem Grafikchip von AMD. Auch Grafikfehler im Zusammenhang mit Adobe Premiere Pro auf Macbook-Modellen mit Touch Bar sollen nun gelöst sein.

## Kriminalprävention über Social Media

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert mit 1,8 Millionen Euro ein multidisziplinäres Forschungsprojekt, in dessen Verlauf die Nutzung sozialer Medien bei der Kriminalprävention getestet werden soll. Zentrales Element des auf zwei Jahre angelegten Projekts „PräDiSiKo“ (Präventive digitale Sicherheitskommunikation) wird der Aufbau einer technischen Plattform sein, über die Polizeibehörden künftig „dialogorientiert und interaktiv präventive Botschaften in sozialen Netzwerken verbreiten“ wollen.

Bislang habe sich die Polizei bei der Kriminalprävention vor allem auf den Einsatz klassischer Medien wie Flyer, Anzeigen oder TV-Spots fokussiert, heißt es beim BMBF. Dies sei aber mit erheblichen Kosten verbunden; außerdem würden nicht alle Zielgruppen gleichermaßen erreicht. Insbesondere Jugendliche, die verstärkt neue Kommunikationswege wie soziale Netzwerke nutzen, wolle man künftig „gezielt über ein ihnen vertrautes Medium ansprechen“.

Beteiligt sind an dem Projekt Kriminologen, Präventionsforscher, Kommunikationswissenschaftler, IT-Experten, Medienethiker, Webdesigner sowie Ökonomen. Nach einer Bestandsaufnahme im In- und Ausland will man unter anderem „realitätsnahe narrative Szenarien“ zur Vermittlung kriminalpräventiver Informationen erarbeiten. Diese sollen dann als Videos auf der Plattform bereitgestellt und nachfolgend in sozialen Netzwerken verbreitet werden.

Laut BMBF entsteht mit dem Projekt erstmals „eine wissenschaftlich fundierte Datengrundlage“, um Kosten und Wirksamkeit klassischer Kriminalprävention mit neuen Verbreitungswegen über Social Media vergleichen zu können. Zu den PräDiSiKo-Projektpartnern gehören die Hochschule der Medien in Stuttgart, die Uni Hannover, die Deutsche Hochschule der Polizei, das Bundeskriminalamt, die LKAs von Niedersachsen und Baden-Württemberg sowie die Stuttgarter Internet-Marketing-Agentur MOSAIQ.

(pmz@ct.de)

**PräDiSiKo-Projekt:** [ct.de/yp2k](http://ct.de/yp2k)

## Elektronische Haut

Flexible Elektronik zählt zu den Technologien, denen Marktforscher ein besonders starkes Umsatzwachstum in den kommenden Jahren prognostizieren. Von bis zu 90 Milliarden US-Dollar ist die Rede, die in Zukunft mit dehnbaren Displays, elastischer Biosensorik, intelligenten Implantaten oder auch mitdenkender Kleidung umgesetzt werden könnten.

Experimentiert wird derzeit vor allem mit neuen Materialkompositionen sowie Fertigungsverfahren, um möglichst dünne und sehr biegsame – dabei aber trotzdem robuste – Elektronik herstellen zu können. Materialwissenschaftler der kalifornischen Stanford University haben nun eine Technik vorgestellt, mit der sich organische Halbleiter auf Polymer-Basis um das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge auseinanderziehen lassen, ohne dabei ihre Schalteigenschaften zu verlieren. Die Wissenschaftler arbeiteten dazu Nanometer-dünne Fibrillen aus leitfähigem DPPT-TT (eine Polythiophen-Verbindung) in ein gummiartiges Elastomer-Substrat ein.

Das transparente Material reicherten die Forscher mit Elektroden aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen an und fertigten daraus einen dehnbaren Dünnschichttransistor-Streifen (TFT), der sich wie eine Art unsichtbare elektronische Haut auf den Körper auftragen lässt. Aufgeklebt auf ein Fingergelenk beispielsweise lässt sich durch Beugung (und damit Dehnung des TFT) sowie Streckung des Fingers eine angeschlossene Leuchtdiode reproduzierbar ein- und ausschalten. (pmz@ct.de)

**Fachartikel in Science:** [ct.de/yp2k](http://ct.de/yp2k)



Bild: Stanford University

Wissenschaftler der Stanford University haben einen Halbleiter auf Polymer-Basis entwickelt, der sich auf die Haut auftragen und als dehnbare Schaltelement nutzen lässt.

Anzeige



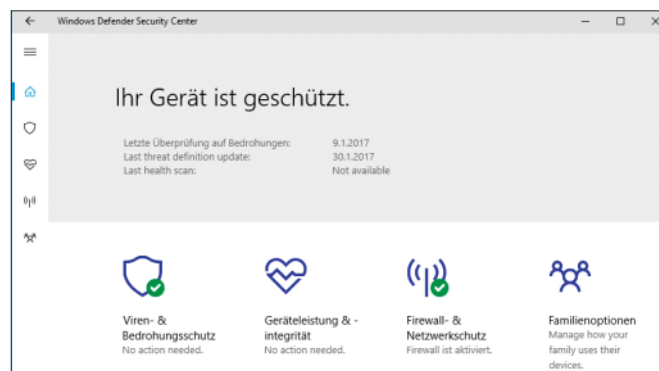
## Windows 10 Creators Update bringt neues Sicherheitscenter

Mit der Insider-Betaversion von Windows 10 mit der Build-Nummer 15014 bietet Microsoft einen Blick auf das neue Sicherheitscenter von Windows, das mit dem für April erwarteten „Creators Update“ für Windows 10 ausgeliefert werden soll. Die neue App heißt Windows Defender Security Center und stellt im modernen Windows-10-Look dar, was die altbekannte Funktion Sicherheit und Wartung seit Langem bietet: die Statusübersicht und Zugriff auf den Virenwächter Defender, die Windows-Firewall und die Familienkontensteuerung.

Interessierte Tester können die neue Ansicht im Build 15014 ausprobieren, allerdings klappt die Anzeige des App-Namens im Startmenü hin und wieder nicht. Manchmal versteckt sich die App hinter der kryptischen Bezeichnung `ms-resource://Microsoft.Windows.SecHealthUI/resoucrs/DisplayName`. Die Funktionen des

bordeigenen Virenwächters Defender sind direkt im Security Center aufrufbar; zum manuellen Anlegen von Firewall-Regeln leitet es allerdings auf die Firewall-Verwaltung der klassischen Systemsteuerung um.

Mit dem Windows Defender Security Center will Microsoft es Anwendern leicht machen, die wichtigsten Sicherheitsfunktionen im Blick zu haben, so ein Blog-Eintrag der Firma. Tatsächlich erinnert die Oberfläche ans Design von Internet-Security-Produkten anderer Anbieter. Das Konzept an sich ist für Microsoft nicht neu, nur das Design hat sich geändert: Schon 2004 führte der Hersteller mit dem Service Pack 2 für Windows XP eine ähnliche Übersicht ein; sie wurde seitdem mehrfach überarbeitet. Eine traditionellere Version des Sicherheitscenters stellt Windows 10 in der klassischen Systemsteuerung unter dem Punkt Sicherheit und Wartung zur Verfügung. (jss@ct.de)



Das nächste Update für Windows 10 bringt ein optisch aufgefrischtes Sicherheitscenter mit.

## Kritische Lücke in Cisco WebEx

Die häufig fürs Web-Conferencing genutzte Browser-Erweiterung Cisco WebEx enthielt eine kritische Sicherheitslücke, über die ein Angreifer das Zielsystem infizieren kann. Das passiert völlig unsichtbar für den Nutzer; der muss nicht einmal an einem WebEx-Meeting teilnehmen. Für einen erfolgreichen Angriff muss eine Webseite lediglich eine Unterseite mit einem bestimmten Dateinamen enthalten. Cisco hat die Sicherheitslücke mittlerweile geschlossen und Updates herausgegeben, die über die Update-Mechanismen der Browser verteilt werden. Betroffen sind WebEx für Chrome, Firefox und Internet Explorer unter Windows. Die WebEx-Versionen für macOS und Linux sind nicht angreifbar.

Nachdem der bei Google beschäftigte Sicherheitsforscher Tavis Ormandy die WebEx-Lücke entdeckt hatte, flickte das Security-Team

von Cisco sie zunächst nur notdürftig. Der Hersteller veröffentlichte ein Update, welches allerdings weiterhin Angriffe unter Verwendung von etwaig vorhandenen Cross-Site-Scripting-Problemen (XSS) auf Webseiten zuließ. Ormandy und weitere Sicherheitsexperten kritisierten diesen Fix, worauf Cisco mit einem zweiten Update reagierte.

Chrome-Nutzer sollten sicherstellen, dass sie mindestens Version 1.0.7 des Plug-ins einsetzen. Firefox-Nutzer sind ab der Version 106 auf der sicheren Seite. IE-Nutzer haben das zweite Update, wenn ihre WebEx-Erweiterung unter dem Punkt GpcContainer Class die Versionsnummer 10031.6.2017.0127 anzeigt. Cisco scheint allerdings fleißig weiter zu fixen, da bereits neuere Versionen der Plug-ins im Umlauf sind. (fab@ct.de)

## Firefox und Chrome warnen vor unsicheren Logins

Google und Mozilla haben kooperiert, um die Nutzer von Firefox und Chrome vor Datenklau zu schützen. Auf unverschlüsselten Seiten warnen die neuesten Versionen beider Browser ihre Nutzer vor der Eingabe von Passwörtern. Firefox 51 zeigt in so einem Fall in der Adressleiste ein rot durchgestrichenes Vorhängeschloss an. Neu in Release 51 ist auch die WebGL-2-Unterstützung. Sie verspricht ein verbessertes Grafik-Rendering und bietet einige Funktionen, die 3D-Grafik noch prächtiger aussehen lässt. Auf-

gebohrt wurde auch die Videowiedergabe auf Geräten ohne GPU-Beschleunigung.

Chrome 56 warnt den Anwender durch den Hinweis „Nicht sicher“ neben dem Adressfeld. Wie Firefox unterstützt Chrome 56 nun WebGL 2. Das noch nicht abschließend standardisierte TLS 1.3 (siehe S. 172) ist ebenfalls an Bord. Wie ein kurzer Test ergab, funktioniert das bereits; der Nutzer muss dazu aber TLS 1.3 derzeit noch händisch unter `chrome://flags` aktivieren. (lel@ct.de)



Vor ungesicherten Logins warnt Firefox mit einem rot durchgestrichenen Vorhängeschloss, Chrome textlich.

## E-Mail-Dienst Lavabit kehrt zurück

Der E-Mail-Provider Lavabit hat sich am 20. Januar zurückgemeldet, dem Tag der Amtseinführung des neuen US-Präsidenten Donald Trump. Der Zeitpunkt ist kein Zufall: Der Wechsel der Präsidentschaft ist laut Lavabit-Betreiber Ladar Levison ein guter Anlass, um auf Werte wie die Freiheit aufmerksam zu machen.

Im August 2013 hatte Levison seinen Dienst eingestellt. US-Behörden hatten ihn bei der Suche nach Informationen über Edward Snowden unter Druck gesetzt, private SSL-Schlüssel auszuhändigen und somit die Privatsphäre der Anwender zu kompromittieren. In der Zwischenzeit hat Lavabit eine neue Archi-

tektur namens Dark Internet Mail Environment (DIME) entwickelt. Sie soll solche Angriffe von staatlichen Behörden unmöglich machen. Mehr noch: DIME soll auch die Metadaten beim Mailversand schützen. Die von der Schließung betroffenen Alt-Anwender erhalten laut Lavabit als erste Zugang zu Lavabit und zu ihrem Datenbestand. Danach sollen neue Kunden zum Zug kommen. Die Kosten beginnen bei 30 US-Dollar pro Monat für einen Account mit 5 GByte Speicherplatz. Lavabit hat zudem einen DIME-fähigen Mail-Server entwickelt und stellt ihn als Open Source zum Herunterladen bereit. (jo@ct.de)

## Trump: Gegenwind aus der IT-Szene

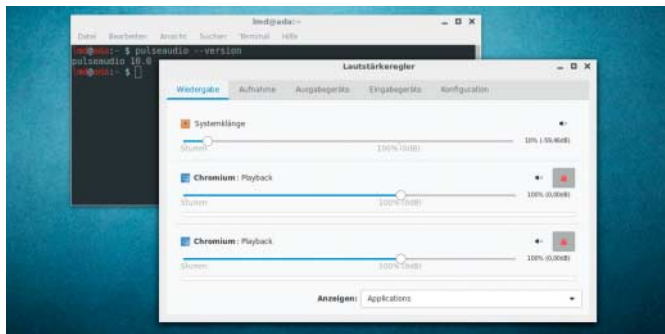
Konzerne aus dem Silicon Valley haben sich an die Spitze der Proteste gegen Trumps erste Amtshandlungen gestellt. Vor allem das Ende Januar erlassene Einreiseverbot für Bürger von sieben mehrheitlich muslimischen Staaten trifft auf scharfe Kritik. Netflix-CEO Reed Hastings bezeichnete Trumps Entscheidung als „so un-amerikanisch, dass es uns alle schmerzt“. Auch Apple-CEO Tim Cook und Facebook-Chef

Mark Zuckerberg kritisierten die Entscheidung. Google-Mitgründer Sergey Brin beteiligte sich an einem Protestmarsch.

Trumps Erlass ist von mehreren Gerichtsurteilen teilweise beschnitten worden. Unklar sind bis dato die Auswirkungen eines weiteren Erlasses Trumps, die zum Ende des Datenschutzabkommens Privacy Shield zwischen der EU und den USA führen könnten. (jo@ct.de)

Anzeige

## Pulseaudio 10.0: Bequemer Wechsel



Pulseaudio 10.0 wechselt automatisch zwischen Musik-Player und VoIP-Anwendungen.

Die neueste Ausgabe 10.0 von Pulseaudio erleichtert den Wechsel zwischen Musikwiedergabe und VoIP-Anwendungen beim Einsatz von Bluetooth-Headsets. Der bei Ubuntu und anderen Linux-Distributionen verwendete Sound-Server erkennt automatisch den Start einer Mikrofonaufnahme und aktiviert dann das passende Headset Profile (HSP). Ist die VoIP-Verbindung beendet, lädt Pulseaudio wieder das Advanced Audio Distribution Profile (A2DP).

Audio-Streams, die Pulseaudio unverändert durchleiten muss, werden mithilfe des neuen Moduls allow-passthrough höher priorisiert. Parallel laufende Streams leitet Pulseaudio um, wenn ein solcher Passthrough-Stream aufgebaut wird, etwa zum S/PDIF-Anschluss. Ein Fehler, der bislang die Initialisierung einer Surround-fähigen USB-Soundkarte im laufenden Betrieb verhinderte, wurde korrigiert.

Statt Shared Memory verwendet Pulseaudio 10.0 standardmäßig die in der Vorversion eingeführte Datenaustauschtechnik, die das seit Linux-Kernel 3.17 unterstützte Memfd nutzt. Außerdem kommt das für Airport-Verbindungen zuständige Modul raop-sink wieder mit OpenSSL 1.1.0 zurecht. Der Start des Soundservers über Systemd wurde ebenfalls optimiert. (lmd@ct.de)

### Linux-Notizen

**Digikam 5.4.0** verbessert die Unterstützung für Videos sowie die Suche nach ähnlichen Bildern. Jetzt lassen sich als Suchvorlage auch Bilder aus dem Dateimanager, die nicht importiert wurden, in die Suche ziehen.

Die innerhalb des Solus-Projekts entwickelte Desktop-Umgebung **Budgie Desktop** soll in künftigen Versionen auf Qt statt auf Gtk+ setzen. Allerdings sollen weder QML noch KDE-Bibliotheken verwendet werden.

**Shotwell 0.25.3** führt das neue Tastenkürzel Strg+F ein, um eine Suchleiste zu öffnen. Die neue Version bringt Verbesserungen im Flickr-Uploader, darunter vereinfachtes OAuth-Parsing und besser lesbare Upload-Informationen.

## Wine 2.0 verbessert Direct3D-11-Support

Die neue Version 2.0 der Windows-Laufzeitumgebung für Linux enthält Funktionen, die die Unterstützung von Direct3D 11 voranbringen sollen und die von Direct3D 9 verbessern. Erstmals läuft auch Microsoft Office 2013 mit Wine unter Linux.

Viel Arbeit wurde in die Direct3D-11-Unterstützung investiert, Windows-Spiele lassen sich damit aber noch nicht einsetzen. Dafür fehlen noch wesentliche Funktionen wie das Multi-Threading von Direct3D 11, das in der nächsten Version folgen soll. Die Shader-Instruktionen wurden bereits erweitert und die sRGB-Unterstützung umgesetzt. Wine 2.0 erkennt mehr Grafikkarten und kann über die GLX-Schnittstelle der Mesa-Bibliothek erweiterte Informationen über die Fähigkeiten der Hardware einholen.

Verbessert wurde auch die Zusammenarbeit zwischen Direct2D und der Programmierschnittstelle Graphics Device Interface (GDI), was eine bessere Darstellung von Bitmaps zur Folge haben soll. Zudem wurde die Device Independent Bitmaps Engine nochmals beschleunigt. (lmd@ct.de)

## Arch Linux lässt 32-Bit-Unterstützung auslaufen

Das Arch-Linux-Projekt hat angekündigt, die 32-Bit-Variante der Rolling-Release-Distribution einzustellen. Das für Februar geplante ISO-Image soll das letzte sein, das die Installation eines 32-Bit-Systems ermöglicht.

Ab März folgt eine Auslaufphase, in der weiterhin Updates für 32-Bit-Systeme ausgeliefert werden. Ab November 2017 müssen Paket-Maintainer dann nicht länger 32-Bit-Pakete bereitstellen. (lmd@ct.de)

## Office-Suite Calligra 3.0 auf Qt 5 portiert

Mit Version 3.0 hat das Calligra-Projekt seine Büro-Software auf Qt 5 und die KDE Frameworks 5 portiert. Einige Anwendungen sind dabei allerdings auf der Strecke geblieben. Zum Umfang der KDE-Office-Suite zählen die Textverarbeitung Words, die Tabellenkalkulation Sheets, die Projektverwaltung Plan sowie die Vektorgrafik-Software Karbon.

Das Autoren-Werkzeug Author und das Brainstorming-Tool Braindump sollen nicht mehr weiterentwickelt werden. Author habe sich ohnehin kaum von Words unterschieden und Braindump sei nicht mehr zeitgemäß. Die Diagramm-Anwendung Flow und die Präsentations-Software Stage dagegen fehlen zwar in diesem Release, sollen aber in späteren Versionen wieder dazustoßen. Die Datenbankverwaltung Kexi und das Zeichenprogramm Krita werden getrennt entwickelt, zählen aber nach wie vor zum Calligra-Paket. (lmd@ct.de)

# Windows 7 läuft auf Kaby Lake halbwegs

Grafiktreiber für die siebte Generation der Core-i-Prozessoren liefert Intel nur noch für Windows 10 – offiziell. Die Mainboard-Hersteller Asus, ASRock und Gigabyte stellen trotzdem Beta-Treiber für Windows 7 bereit, mit denen der eingebaute Grafikprozessor eines Core i-7000 funktioniert. Wir haben das auf dem Asus-Mainboard Prime Z270-A mit einem Core i3-7100 ausprobiert, raten jedoch vom produktiven Einsatz ab. Wer Windows 7 braucht, nimmt besser einen älteren Skylake-Prozessor (Core i-6000) auf einem Serie-100-Mainboard: Kaby Lakes rechnen kaum schneller und ihre Video-Decoder für VP9 und HEVC-10/HDR bringen unter Windows 7 nichts. Zudem traten im Test einige Probleme auf und auch Microsoft unterstützt Kaby Lake erst mit Windows 10.

Schon auf Skylake-PCs mit USB-Tastatur/Maus lässt sich Windows 7 nur mit Tricks installieren: Dem Windows-7-Setup muss man zunächst einen USB-3.0-Treiber für den xHCI-Controller im Chipsatz unterschieben. Manche Mainboards helfen mit speziellen BIOS-Optionen, andere haben zusätzliche USB-Controller, die Windows 7 kennt – oder PS/2-Buchsen.

Wir haben Windows 7 im BIOS-Modus (UEFI mit Compatibility Support Module/CSM) auf eine SATA-SSD installiert. Auf der Treiber-DVD von Asus fanden sich Chipsatz- und Soundtreiber; auch für den USB-3.1-Zusatzchip ASM2142 gibt es Windows-7-Treiber. Der erwähnte Beta-Grafiktreiber trägt die Versionsnummer 21.20.16.4508. Am Display-Port lief ein Monitor mit 4K-Auflösung und 60 Hz, an der HDMI-Buchse gleichzeitig ein Full-HD-Display. Die Audio-Ausgabe via HDMI und DP funktioniert. PowerLink 16 Ultra konnte den HEVC-Decoder des Core i3-7100 nutzen, auch für 4K-Videos. Das alles geht aber auch mit Skylake.

Mit VP9 und HEVC-10 kann PowerDVD 16 Ultra hingegen nichts anfangen. Den VP9-Decoder verschmähten auch Internet Explorer 11 und Google Chrome, weshalb 4K-Videos von YouTube mit hoher CPU-Last liefen. Unter Windows 7 gibt es kein 4K-Streaming von Netflix und DirectX 11 statt 12. Andere Grafiktreiber als der von Asus bereitgestellte ließen sich nicht installieren – weder einer von ASRock mit der Versionsnummer 4565 noch der 4552 Beta von intel.com. Als wir zusätzlich zur SATA-SSD mit dem Betriebssystem noch eine M.2-SSD mit NVMe-Controller einbauten, stürzte Windows 7 mit Blue-screen ab. (ciw@ct.de)

Anzeige



# Flugüberwachung

## Strengere Regeln für Drohnen-Piloten



**Die nun auf den Weg gebrachte Verordnung sei nach Aussagen von Bundesverkehrsminister Dobrindt nötig gewesen, um „der Zukunftstechnologie Drohne Chancen zu eröffnen und gleichzeitig die Sicherheit im Luftraum deutlich zu erhöhen“.**

**Von Daniel Clören und Nico Jurran**

Nach Schätzung der Deutschen Flugsicherung sind in Deutschland schon rund 400.000 Drohnen privat und kommerziell im Einsatz. Ihre Zahl dürfte weiter steigen – und damit auch das Risiko von Unfällen und die Zahl von Rechtsverletzungen. Für den Betrieb unbemannter Fluggeräte sollen daher in Deutschland künftig strengere Vorschriften gelten. Eine von Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt Mitte Januar eingebrachte Neuregelung hat das Bundeskabinett bereits abgesegnet; der Bundesrat muss der Verordnung aber noch zustimmen.

Die Nutzung von Fluggeräten ist in Deutschland im Luftverkehrsgesetz und in der Luftverkehrsordnung geregelt. Von „Drohnen“ spricht man bei unbemannten Luftfahrtsystemen, sofern diese nicht ausschließlich zur Sport- oder Freizeitgestaltung betrieben, sondern zu einem gewerb-

lichen Zweck genutzt werden. Bei reiner Freizeitnutzung gelten sie als Flugmodelle.

### Vor dem Start

Nach der neuen Verordnung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) müssten alle Flugmodelle und unbemannten Luftfahrtsysteme ab einer Startmasse von mehr als 0,25 kg mit einer Plakette gekennzeichnet sein, auf der Name und Adresse des Eigentümers vermerkt sind. Im Schadensfall soll sich so schnell der Halter feststellen lassen. Der verkehrspolitische Sprecher der Grünen-Bundestagsfraktion Stephan Kühn hält dies für nicht ausreichend: „Notwendig ist ein zentrales Drohnenregister, damit Aufklärung und Haftung bei Unfällen und Regelverstößen sichergestellt werden können.“ Unterstützung erfährt er dabei von der Deutschen Flugsicherung.

Gewerbliche Nutzer brauchen für den Betrieb von unbemannten Luftfahrtsystemen bislang eine Erlaubnis – unabhängig vom Gewicht des Fluggeräts. Künftig wäre für den Betrieb mit Geräten unterhalb von 5 kg eine solche grundsätzlich nicht mehr erforderlich. Der Betrieb von Flugmodellen und unbemannten Luftfahrtsystemen ab einem Gewicht von 2 kg würde aber künftig einen Kenntnissnachweis erfordern. Bislang benötigt man den Nachweis für den Betrieb jeglicher gewerblich genutzter Drohnen.

Wie hoch die 2-kg-Grenze ist, zeigt sich daran, dass der beliebte Quadrocopter DJI Phantom 4 Pro inklusive Akku und Kamera gerade einmal rund 1,4 kg wiegt.

Als Nachweis soll eine gültige Pilotenlizenz sowie eine Bescheinigung nach Prüfung durch eine vom Luftfahrt-Bundesamt anerkannte Stelle (online möglich) oder – bei Flugmodellen – nach Einweisung durch einen Luftsportverein gelten. In letzterem Fall würde das Mindestalter 14 Jahre betragen, für die zuvor genannte Prüfung müsste man mindestens 16 Jahre alt sein. Die Bescheinigungen sollen je 5 Jahre gelten. Für den Betrieb auf Modellfluggeländen wäre kein Kenntnissnachweis erforderlich.

### Im Flug

Der Katalog, wann der Betrieb von Flugmodellen und unbemannten Luftfahrtsystemen verboten ist, ist recht lang. Viele Regelungen sind aber nicht neu – darunter die, dass Drohnen nicht in und über sensiblen Bereichen wie Einsatzorten von Polizei und Rettungskräften, Menschenansammlungen oder Gefängnissen geflogen werden dürfen. Auch bestimmte Verkehrswege und Zonen rund um Flughäfen sind schon heute tabu. Über Wohngrundstücke dürfte künftig mit Drohnen mit einem Gewicht über 0,25 kg aber praktisch nur noch geflogen werden, wenn der dadurch in seinen Rechten Betroffene dem Überflug ausdrücklich zustimmt.

Weiterhin würde die Neuregelung das bestehende generelle Betriebsverbot außerhalb der Sichtweite aufheben: Die Luftfahrtbehörden könnten aber Flüge mit Geräten erlauben, die mehr als 5 kg wiegen und somit generell erlaubnispflichtig sind.

Für reichlich Gesprächsstoff unter Modellfliegern sorgte die generelle Beschränkung der Flughöhe auf 100 Metern über Grund außerhalb von Modellfluggeländen. Dies bedeutet nach Angaben des Deutschen Modellflieger-Verbandes (DMFV) für die allermeisten Modellflugbereiche wie den klassischen Segelflug das Aus, da aus praktischen und aus Sicherheitsgründen zum Teil größere Höhen zwingend erforderlich seien. Der DMFV und die Initiative „Pro Modellflug“ riefen daher zu Protesten auf: Unterstützer sollen in einer E-Mail-Aktion die Abgeordneten ihres Wahlkreises auf die Probleme aufmerksam machen. SPD-Fraktionsvize Sören Bartol findet ebenfalls, dass die Bundesregierung mit ihrem Kabinettsbeschluss übers Ziel hinausgeschossen ist: „Das wird im Bundesrat noch für erhebliche Diskussionen sorgen.“ (nij@ct.de) **ct**



Anzeige

# Das Nur-Display-Smartphone

**High-End-Smartphone Xiaomi Mi Mix mit (fast) randlosem Bildschirm**



**Das Xiaomi Mi Mix ist durch und durch ein Exot: Schon äußerlich setzt es sich mit nahezu randlosem Display von den etablierten Smartphones ab. Außerdem hat es Dual-SIM, ist aber hierzulande nur über Umwege erhältlich.**

**Von Hannes A. Czerulla**

Vom Smartphone ist in Sci-Fi-Filmen nicht mehr viel mehr zu sehen als das Display. Das eigentliche Gehäuse tritt optisch immer weiter in den Hintergrund und somit schrumpft auch der Rand des Displays. Xiaomi hat diese Entwicklung mit dem Mi Mix an die bisherige Grenze getrieben. So hauchdünn umrandet und futuristisch wie auf den Werbebildern wirkt das LCD in Wirklichkeit aber nicht. Der untere Rand fällt mit 13 Millimetern noch am breitesten aus – irgendwo müssen Frontkamera und Status-LED ja hin.

Die restlichen Ränder sind weniger als 2,5 Millimeter breit. Die Anzeige macht somit laut Hersteller 91,3 Prozent

der Vorderseite aus – wir errechneten eher 85 Prozent.

Das LC-Display wirkt dadurch größer, als es eigentlich ist, und zieht den Betrachter gefühlt ins Bild ähnlich wie bei sehr großen Fernsehern. Dennoch zeigten sich einige Kollegen davon völlig unbeeindruckt.

Rein technisch gibt es am 6,4-Zoll-Bildschirm nichts zu mäkeln, ganz im Gegenteil: Die Farben strahlen wie auf den besten Smartphone-LCDs von Sony und der Kontrast ist mit über 1300:1 weit über Durchschnitt. Um im Sonnenlicht den Bildschirm ablesen zu können, genügen die 468 cd/m<sup>2</sup>, auch wenn Spitzenmodelle wie das Samsung Galaxy S7 bereits über 600 cd/m<sup>2</sup> erreichen.

Die drei Android-Tasten stellt das Mi Mix im unteren Teil des Bildschirms dar. Damit das Gerät die eigentlichen Bildschirmhalte dennoch in Full-HD darstellen kann, zeigt es die ungewöhnliche Auflösung von 2040 × 1080 und ein Seitenverhältnis von 17:9, was zur Unhandlichkeit des sowieso schon rutschigen Gerätes weiter beiträgt. Der Platz für die An-

droid-Tasten außen vor gelassen, ergibt sich eine Full-HD-Auflösung im 16:9-Format – abzüglich einiger Bildpunkte in den Ecken. Denn die Ecken sind abgerundet. Dadurch gehen zwar ein paar Pixel verloren, in der Praxis fällt das aber nicht auf und bietet weder Vor- noch Nachteile.

## Vibrationstelefon

Einen klassischen Telefonielautsprecher, oberhalb des Displays gibt es nicht. Stattdessen nutzt das Mi Mix das Gehäuse als Membran. Die Stimme des Gesprächspartners ertönt viel zu leise und klingt schrammelig. Den nicht mehr selbstverständlichen Kopfhöreranschluss findet man im oberen Teil des Gehäuserahmens.

Wegen des dünnen Randes ergeben sich noch weitere Ungewöhnlichkeiten: Die Frontkamera befindet sich unter dem Bildschirm. Im Test hielten wir immer wieder versehentlich die Hand vors Objektiv. Für Videoanrufe und Selfies dreht man das Telefon lieber auf den Kopf.

Den Bildern der Hauptkamera fehlt es gelegentlich an Schärfe und Details; das Niveau von Galaxy S7 & Co. erreichen sie nicht. Farben und Belichtung stellen aber zufrieden und in den meisten Situationen schießt die Kamera mehr als brauchbare Fotos und Videos.

## High-End-Hardware

Die Hardware besteht zum großen Teil aus High-End-Komponenten. Der Qualcomm-Prozessor beispielsweise stellt das aktuelle Top-Modell dar, liefert in Benchmarks Spitzenwerte und wird von keiner Anwendung an seine Grenzen getrieben. Nicht ganz so glänzt der große Akku: Alle Laufzeiten liegen zwar deutlich über dem Smartphone-Durchschnitt, erreichen aber nicht die Längen anderer Top-Modelle. Ein Speicherkarten-Slot fehlt. Doch 128 beziehungsweise 256 GByte fest eingebauter Speicher dürften den meisten Nutzern sowieso genügen.

## China geschuldet

Eigentlich ist das Mi Mix nur für den asiatischen Markt konstruiert, hierzulande verkaufen die Chinesen ihre Smartphones nicht offiziell. Daher bekommt man das Mi Mix nur über Ebay oder spezielle Import-Shops wie cect-shop.com oder gearbest.com – oder selbst importiert. Im Original-Zustand fehlen dem modifizierten Android-System alle Google-Apps inklusive Play. Die erwähnten Händler installieren sie auf Wunsch. Das MIUI genannte Android-ROM ist fast vollständig auf

Deutsch übersetzt. Ob eine Garantie oder ein Rückgaberecht besteht, ist vom Händler abhängig.

Das mitgelieferte Netzteil mit Quick Charge 3.0 passt nur in US-amerikanische Steckdosen. Die meisten Händler liefern aber einen Adapter mit, den man ansonsten für unter 10 Euro bekommt. Generell funktioniert das Mi Mix in allen deutschen Mobilfunknetzen; das in ländlichen Gebieten wichtige LTE-Band 20 (800 MHz) unterstützt es aber nicht. Es beherrscht Dual-SIM.

## Fazit

Wer mit seinem Smartphone noch Aufsehen erregen will, ist mit dem Xiaomi Mi Mix gut bedient. Auch wenn das randlose Display kaum praktische Vorteile bringt, ist es schick und gewährt einen Blick in die Smartphone-Zukunft. Wegen des hohen Preises, der mäßigen Kamera, der Gesprächsqualität und der kleinen Nachteile bei LTE, Android-ROM und Gewährleistung eignet es sich eher für technikbegeisterte Early Adopters. Wer einfach nur ein schickes High-End-Smartphone sucht, greift beispielsweise besser zum Samsung Galaxy S7 Edge für unter 600 Euro.

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

Anzeige

Xiaomi Mi Mix	
Android-Smartphone	
Ausstattung	
Betriebssystem / Bedienoberfläche	Android 6.0.1 / MIUI 8.0
Android-Sicherheitspatch-Ebene	1. September 2016
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 821 / 2 × 2,4 GHz + 2 × 1,6 GHz
Grafik	Adreno 530
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei)	6 GByte / 256 GByte (229,7 GByte)
Wechselspeicher	—
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-433 (MU-MIMO) / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	4.2 / ✓ / ✓ (auch Glonass, Beidou)
Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor	✓ / ✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE (600 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)
LTE-Frequenzen (Auswahl)	850 (5) / 900 (8) / 1800 (3) / 2100 (1) / 2600 (7) MHz
Dual-SIM	✓
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	4400 mAh / — / —
USB-Anschluss	Typ-C (USB 2.0)
Abmessungen (H × B × T)	15,8 cm × 8,2 cm × 0,8 cm
Gewicht	215 g
Farbvarianten	schwarz, weiß
Kamera-Tests	
Kamera-Auflösung Fotos / Video	15,9 MPixel (4608 × 3456) / 4K (3840 × 2160)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (2)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	5 MPixel (2592 × 1944) / Full-HD (1920 × 1080)
Display-Messungen	
Technik / Diagonale (Größe)	LCD (IPS) / 14,3 cm × 7,6 cm (6,4 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	2040 × 1080 Pixel (362 dpi) / 17:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	1 ... 468 cd/m <sup>2</sup> / 88 %
Kontrast / Farbraum	1335:1 / sRGB
Laufzeit-Messungen	
Ladezeit auf 50 % / 100 %	38 min / 98 min
Video (200 cd/m <sup>2</sup> )	13,7 h
Video (max. Helligkeit)	8,3 h
3D-Spiel (200 cd/m <sup>2</sup> )	7,8 h
WLAN-Surfen (200 cd/m <sup>2</sup> )	14,2 h
Preis	699 € (4 GByte + 128 GByte) / 779 € (6 GByte + 256 GByte)
<sup>1</sup> Herstellerangabe	✓ vorhanden — nicht vorhanden



## Smarter China-Sauger

**Mit dem Staubsauger-Roboter Mi Robot tritt der chinesische Hersteller Xiaomi gegen deutlich teurere Konkurrenz etwa von iRobot, Vorwerk oder Dyson an.**

Der recht elegant gestaltete Mi Robot macht einen wertigen, soliden Eindruck – nichts klappert, wackelt oder quietscht, auch nicht nach dutzenden Saugvorgängen. Viele Bauteile am Saug-Roboter ähneln auffällig denen der Roombas von iRobot – da haben sich die Xiaomi-Produktentwickler wohl einiges abgesehen.

Mit 12 Sensoren erfasst der Roboter permanent seine Umgebung. Ein rotierender Laser-Distanz-Sensor etwa erkennt zusammen mit einem Ultraschall-Radar Hindernisse in bis zu sechs Metern Entfernung. Mi Robot saugt mit einer bemerkenswert planvollen Strategie: Er fährt zunächst die Ränder ab und erstellt eine Art Grundriss. Erst dann reinigt er in parallelen Bahnen einen Raum nach dem anderen. Das erledigt er mit hohem Tempo: Eine 130-qm-Wohnung saugte er in unserem Test in rund zwei Stunden – andere Saugbots sind da deutlich langsamer.

Dabei ging der Roboter angenehm leise und gründlich zu Werke, Katzenhaa-

re und Staub etwa entfernte er zuverlässig. Hochflorige Teppiche bereiten ihm keine Probleme, allerdings scheitert er bisweilen daran, Teppich- oder Türschwellen über 1,5 Zentimeter zu überwinden.

Der Mi Robot hat nur zwei Taster: einen On/Off-Knopf und einen Home-Button. Drückt man auf letzteren, fährt der Sauger automatisch zur Basisstation zurück und dockt an die breiten Kontaktschienen an, um den Akku zu laden. Dasselbe tut er, wenn der Akku fast leer ist – nach dem Laden fährt er automatisch mit dem Saugvorgang fort. Start und Ende quittiert der Roboter mit Sätzen einer chinesischen Frauenstimme.

Das ganze Potenzial des smarten Sagers erschließt sich erst mit der Mi-Home-App. Darüber lassen sich Zeitpläne erstellen und Saugmodi auswählen. Sie zeigt sogar einen Live-Grundriss des erfassten Raums inklusive des Sauger-Standorts und Putzfortschritts. Allerdings ist die App teils in englischer, teils in chinesischer Sprache. Immerhin liefern einige Blogs mittlerweile deutsche Anleitungen, mit denen es gelingt, die App auch ohne Sprachkenntnis via WLAN mit dem Sauger zu koppeln.

Man muss die App zunächst mit einem vom Mi Robot geöffneten WLAN verbinden und ihm die Zugangsdaten zum heimischen WLAN-Router übergeben, bevor sowohl App als auch Sauger über die Xiaomi-Cloud kommunizieren können. Wir haben den Datenverkehr von App und Gerät belauscht: Er war komplett TLS-transportverschlüsselt. Ob also beispielsweise das Router-Passwort zu chinesischen Servern übertragen wird, konnten wir nicht prüfen. Wer auf Nummer sicher gehen will, richtet ein separates Gäste-WLAN für den Sauger ein und meidet Personenbezug, indem er für die Registrierung beim Mi-Home-Service eine Wegwerf-E-Mail-Adresse verwendet.

Wie bei Geräten von Xiaomi üblich gehört zum Kauf eine gewisse Risikobereitschaft. Wir orderten das Testgerät über einen der China-Online-Shops und erhielten es nach rund drei Wochen. Mitunter bleiben die Geräte im Zoll hängen, der dann die Umsatzsteuer geltend macht. Die zugesagte Produktgarantie dürfte im Schadensfall kaum durchzusetzen sein. Immerhin sind Ersatzteile, etwa neue Bürsten oder Rollen, lieferbar.

(hob@ct.de)

**Video eines Saugvorgangs:** [ct.de/yfrh](http://ct.de/yfrh)



## Knapp daneben

**Das Yoga Tab 3 Plus will mit hoher Auflösung, vier Frontlautsprechern und Standfuß das ideale Android-Tablet für Film und Fernsehen sein.**

Das Lenovo Yoga Tab 3 Plus kann zunächst mit den praktischen Vorzügen der Yoga-Tab-Serie punkten: ein integrierter Standfuß, der sich stufenlos verstellen lässt, über 15 Stunden Laufzeit und Frontlautsprecher, die für ein Tablet angenehm klar klingen. In den CPU-Benchmarks macht das Tablet eine gute Figur und muss nur dem Huawei M3 und dem iPad den Vortritt lassen. Die Grafik ist schnell genug für die üblichen Tablet-Spiele.

An entscheidender Stelle hat Lenovo gepatzt: Egal ob YouTube oder Netflix, Bild und Ton sind in Apps leicht asynchron. Besonders beim Start von Videos fiel die Abweichung von einigen Millisekunden auf. Auch nach Monaten kann Lenovo dafür kein Update bereitstellen. Ebenfalls nicht überzeugend ist die Wahl des Displays. Das löst zwar sehr hoch auf und zeigt schöne Farben, doch schon für den Einsatz auf dem Balkon ist es oft zu dunkel. Zudem nervt die automatische und nicht abschaltbare Kontrastanpassung. Aufgrund der Mängel erfüllt das ansonsten solide Tablet seine Kernaufgabe nur eingeschränkt und ist daher zu teuer.

(asp@ct.de)



Xiaomi Mi Robot Vacuum	
Staubsauger-Roboter mit App	
Hersteller	Xiaomi, <a href="http://www.mi.com">www.mi.com</a>
Durchmesser, Höhe	34,5 cm, 9,5 cm
Gewicht	3,8 kg
Akku, Laufzeit	5200 mAh Li-Ion, ca. 2,5 h (mittlere Saugstärke)
Prozessoren	ARM Cortex A7, Cortex M3
Sensoren u.a.	Laser-Distanz (LDS), Gyroskop, Ultraschall-Radar, Kollisions- und Absturz-Warner
App	Mi Home (teils chinesisch, teils englisch) für iOS und Android
Preis	ca. 330 € (ohne Steuern)

Yoga Tab 3 Plus	
Android-Tablet	
Hersteller	Lenovo
Betriebssystem	Android 6.0.1
Display	10 Zoll, LCD (IPS), 1600 × 2560 Pixel (301 dpi), 200 cd/m²
RAM / Speicher / SD-Karte	3 GByte / 32 GByte / MicroSDXC
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	17,9 cm × 24,7 cm × 0,9 cm – 2,1 cm / 637 g
Straßenpreis	330 € / 380 € (mit LTE)

Anzeige





## Billigedel

**Das Android-Smartphone Honor 6X bietet für 250 Euro Mittelklasse-Technik – mindestens.**

Die Grenzen zwischen Billig- und Mittelklasse-Smartphones verschwimmen: Das Honor 6X kostet lediglich 250 Euro und dennoch muss man erstaunlich wenige Kompromisse eingehen. Das Telefon ist prima verarbeitet, sieht wertig aus und kommt mit flottem Acht-Kern-SoC, der auch bei Dauer-Volldampf nicht heruntertaktet. Wegen der lahmen GPU Mali T830 traten im Test lediglich bei Spielen Ruckler auf. Für VR-Anwendungen eignet sich das 6X nicht, Kopfbewegungen werden mit deutlicher Verzögerung umgesetzt. Der Akku hält mit 16,5 Stunden (WLAN-Surfen) überdurchschnittlich lange durch.

Das Honor 6X hat drei Kameras eingebaut: Zwei hinten (12 und 2 MPixel) und eine vorne (8 MPixel). Details, was die Dual-Kamera bringt, kommuniziert Honor nicht. Im Test konnten wir dann auch keine Vorteile durch das zweite Objektiv feststellen – was nicht heißen soll, dass das 6X schlechte Fotos macht. Mit den Top-Modellen vom Schlage eines Samsung S7 oder iPhone 7 kann das Honor-Telefon in Sachen Schärfe und Farbdarstellung aber nicht mithalten. Praktisch: Statt einer SD-Karte nimmt das 6X alternativ auch eine zweite SIM auf. Fingerabdruck-Sensor und NFC sind ebenfalls an Bord. (jkj@ct.de)



## Wechselspieler

**Ein Player – unterschiedliche Endstufen: Fios HiRes-Spieler X7 liefert zu jedem Kopfhörer den passenden Verstärker.**

Fiios jüngsten portablen Musikspieler baut man sich à la carte zusammen, aus der Zentraleinheit X7 und einem von fünf Verstärkermodule. Der Verstärker wird über eine proprietäre Steckverbindung mit dem Player verbunden und fest verschraubt.

Der 220 Gramm schwere Player steckt in einem soliden Aluminium-Gehäuse. Das System wird angetrieben von einem Rockchip RK3188 mit 1,4 GHz und einem recht betagten Android 4.4 – immerhin ist eine Beta-Firmware mit Android 5.0 bereits erhältlich. Im Flash-Speicher liegen zwei Images, die sich über einen Bootmanager wechseln lassen: Man startet den X7 wahlweise im normalen Android oder mit einer für die Musikwiedergabe stark abgespeckten Android-Version. Letztere sorgt dafür, dass keine Hintergrundprozesse parallel laufender Apps den Musikgenuss trüben.

Der X7 ist mit WLAN ausgestattet, kann allerdings nur im Android-Modus auf Streaming-Dienste wie Spotify oder Tidal zugreifen. Im Musik-Modus lassen sich zumindest Netzwerkressourcen via DLNA anzapfen, ansonsten spielt man Musik vom internen Speicher (27 GByte nutzbar) oder einer optional einsteckbaren MicroSD-Karte (bis 256 GByte) ab. Per Bluetooth lassen sich Kopfhörer koppeln, allerdings unterstützt der X7 nur den verlustbehafteten SBC-Codec.

Die Navigation über das Touchdisplay mit 480 × 800 Pixeln geht gut von der Hand – ein klarer Vorteil gegenüber früheren Fiio-Modellen. Die Sammlung

lässt sich wahlweise im Ordnermodus oder über den Musikindex durchsuchen. Unterstützt werden alle gängigen Formate auch in ihren Lossless-Varianten mit hohen Abtastraten, wobei der X7 auch vor DSD- oder DXD-Material mit 352,8 kHz nicht halt macht.

Die Qual der Wahl hat man bei den Endstufen. Das einfache Abschlussmodul AM0 ist nur etwas für Nutzer, die den Spieler an der Stereoanlage oder in einem Dock betreiben wollen – den Sound zweigt man dann über die USB-Schnittstelle oder die Line-Out-Buchse ab, die sowohl ein analoges als auch ein elektrisches SPDIF-Signal liefert.

Zum Anschluss eines Kopfhörers ist eines der Verstärkermodule AM1 (70 Euro), AM2 oder AM5 (je 130 Euro) nötig. Ersteres ist für niederohmige In-Ears optimiert, während der A5 auch hochohmige Over-Ear-Boliden treiben soll. Der AM2 liegt irgendwo in der Mitte. Die schlechte Nachricht: Im Labor war das AM1-Modul von den Messwerten kaum vom AM5-Modul zu unterscheiden. Die gute Nachricht: Alle Module waren messtechnisch sauber und lieferten auch im Hörtest hervorragenden Sound. Eine Besonderheit bietet das Verstärkermodule AM3: Es ist komplett symmetrisch aufgebaut und mit einer entsprechenden 4-fach-Klinkenbuchse ausgestattet. Fiio hat spezielle Kabel im Angebot, um damit Kopfhörer von Shure oder Ultimate Ears mit nach Kanälen getrennter Masse zu bespielen. Die Kanaltrennung war allerdings auch bei den übrigen Modulen hervorragend – die Unterschiede im Klang sind also sicher etwas für feine Ohren.

Fiio schnürt schon mit der kleinsten Kombi aus X7 und dem Verstärkermodule AM1 für zusammen 720 Euro ein für HiRes-Enthusiasten äußerst attraktives Paket. Ob man für den symmetrischen Ausgang oder mehr Verstärkerleistung tiefer ins Portemonnaie greifen möchte, bleibt Geschmacksache. Einziger Pferdefuß am X7 ist das Fehlen von AAC oder AptX bei der Bluetooth-Übertragung. (sha@ct.de)

Honor 6X	
Android-Smartphone	
Betriebssystem	Android 6.0 mit EMUI 4.1
Abmessungen / Gewicht	14,9 cm × 7,4 cm × 0,8 cm / 167 g
Display	IPS-LCD, 5,5 Zoll, 1920 × 1080 Pixel (400 dpi), 467 cd/m <sup>2</sup>
Prozessor / Takt	Huawei Kirin 655 (Cortex A53) / 4 × 2,1 GHz + 4 × 1,7 GHz
Preis	250 € (3 GB RAM / 32 GB Flash), 300 € (4 GB RAM / 64 GB Flash)

Fiio X7	
HiRes-Musikspieler	
Hersteller	Fiio, www.fiio.cn
Abmessungen	13 cm × 6,5 cm × 1,7 cm
Kommunikation	WLAN, 802.11 b/g/n (2,4 GHz), Bluetooth
Formate	MP3, AAC, WMA (lossless), FLAC, Monkeys, Apple lossless, WAV, DSD, DXD
Laufzeit	5-9 h (je nach Endstufe)
Preis	650 € (ohne Verstärker-Modul)



## Taschentester

**Kompakte Testgeräte, die LAN-Ports tiefgehend elektrisch und logisch prüfen, können sich bisher nur Firmen leisten. Pockethernet soll auch für Nebenbei-Admins erschwinglich sein.**

Mit LAN-Testern können Admins Netzwerkproblemen auf Layer 1 (elektrische, optische oder Funkübertragung) bis Layer 3 (Daten auf der IP-Schicht) auf den Grund gehen. Ähnlich wie Digitalmultimeter für Elektroniker laufen solche Tester autonom per Akku und haben einen farbigen Touchscreen zur Bedienung. Aber sie sind mit Preisen ab 1000 Euro nur etwas für größere Unternehmen.

Das per Crowdfunding entwickelte Pockethernet will mit seinem Preis von 200 Euro auch Admins in kleinen Firmen ansprechen. Es prüft nur elektrisches Ethernet mit 10, 100 und 1000 MBit/s und verzichtet auf einen eigenen Touchscreen. Als Ersatz dient ein Smartphone, mit dem das Gerät per Bluetooth Low Energy (BLE) Kontakt aufnimmt. Die zugehörige App gibt es für iOS (ab iPhone 4S/iPod Touch v5) und Android (ab 4.3).

Wie die großen Brüder testet Pockethernet, ob ein Port aktiv ist, also ein Ethernet-Signal anliegt. Dabei kann es auch checken, ob Energie per Power-over-Ethernet bereitsteht, ein Switch auf Managementanfragen antwortet (CDP, LLDP), ein DHCP-Server Adressen ausgibt, interne Hosts erreichbar sind und ein Router eine Internetverbindung bereitstellt. Für die letzten beiden Funktionen kann man drei Ping-Ziele vorgeben. Größtes Manko, das uns bis hierher auf-fiel: IPv6 versteht das Gerät aktuell nicht.

Falls die Tests auf höheren Ebenen fehlschlagen, überprüft man mit dem mitgelieferten Wiremap/Loopback-Adapter, ob die Verkabelung in Ordnung ist. Pockethernet erkennt Unterbrechungen und Kurzschlüsse zwischen Adern. Es kann dabei dank kalibrierbarer Laufzeitmessung (TDR) sogar die ungefähre Entfernung der Fehlerstelle vom Anschlusspunkt ermit-

eln. Der Hersteller spezifiziert die Genauigkeit mit  $\pm 2$  m oder 5 Prozent, je nachdem, was größer ist. In unseren Versuchen mit bis zu 90 m Kabelstrecke lag das Gerät nie mehr als zwei Meter daneben.

Im Loopback-Modus lässt sich testen, wie hoch die Bitfehlerrate (BER) auf der Leitung ist. Das reicht für eine grundlegende Analyse, aber natürlich nicht für Abnahmemessungen an Installationen strukturierter Verkabelung, wo weitere elektrische Parameter (Dämpfung, NEXT, FEXT, etc.) dokumentiert werden müssen.

Beim Auffinden von Ports am Switch hilft die Blinker-Funktion. Außerdem legt Pockethernet bei Bedarf Töne einstellbarer Frequenz auf ein wählbares Aderpaar, die man mit einer separat zu beschaffenden Probe am anderen Ende identifiziert.

Die Testergebnisse lassen sich als PDF-Reports speichern, auf Wunsch mit einem Foto von der Smartphone-Kamera. Der per USB aufladbare Akku liefert laut Hersteller Energie für rund 8 Stunden. Unsere kurzen Tests stellten für ihn kein Problem dar; Pockethernet legte sich bei Nichtbenutzung nach einigen Minuten schlafen. Die Status-LED – eine fürs Gerät, vier für die Aderpaare – leuchteten sehr hell; als Notfall-Taschenlampe kann das Gerät auch dienen.

Unterm Strich bekommt man einen nützlichen Tester mit gutem Funktionsumfang und eingängiger Bedienung über das gewohnte Smartphone. Nur eine Statusanzeige zu IPv6 im LAN wünschen wir uns noch. Die kommt laut Hersteller bald per Firmware-Update. (ea@ct.de)

Anzeige

### Pockethernet

#### LAN-Tester für Smartphones

Hersteller	Pockethernet, <a href="http://www.pockethernet.com">www.pockethernet.com</a>
Lieferumfang	Tester, Wiremap/Loopback-Adapter, Patchkabel, USB-Kabel
Testfunktionen	Verdrahtung, Kabellänge, Fehlerdistanz, Ethernet-Link, PoE, CDP/LLDP, VLAN, DHCP, Ping, BER
Bedienelemente	Ein, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 1 × USB 2.0, Bluetooth 4.0 (BLE)
Laufzeit	ca. 8 h bei vollem Akku laut Hersteller
Preis	200 €

# Billig schneller

## Günstige Kaby-Lake-Prozessoren deutlich aufgewertet



**Die teuren Versionen der jüngsten Intel-Prozessoren bringen im Vergleich zu ihren Vorgängern nur geringe Vorteile. Anders sieht das bei den viel billigeren Pentiums aus. Die vermeintlich sparsameren „T“-Modelle lohnen sich weiterhin nur für spezielle Rechner.**

**Von Christof Windeck**

**A**nfang Januar hat Intel die siebte Generation der Core-i-Prozessoren alias Core i-7000 eingeführt. Sie bringt zwar deutlich bessere Video-Decoder für HEVC und VP9, aber die Rechenleistung der Spitzenmodelle wuchs nur in bescheidenem Umfang: Das Kaby-Lake-Flaggschiff Core i7-7700K ist in vielen Benchmarks bloß um 6 bis 10 Prozent

schneller als sein Skylake-Vorgänger Core i7-6700K.

Doch der ebenfalls neue Pentium G4600 liefert im Cinebench R15 um bis zu 35 Prozent mehr Rechenleistung als der ältere Pentium G4500: Intel hat dem Neuling nämlich Hyper-Threading spendiert, was zuvor Core i3 und Core i7 vorbehalten war. Das machte uns neugierig, welche Verbesserungen Celeron G3950, Core i3-7100 und Core i3-7100T bringen.

### Typenkunde

Grundsätzlich hat Intel die seit Jahren übliche CPU-Sortierung bei den LGA1151-Prozessoren beibehalten: Die Spitzenmodelle heißen Core i7 und bieten vier Kerne, Hyper-Threading (HT), die Befehlssatzerweiterung AVX/AVX2 und den größten L3-Cache. Sie takten auch am höchsten, vor allem im Turbo-Modus.

Dem Core i5 fehlt HT und der Cache ist etwas kleiner (6 statt 8 MByte). Der Core i3 hat nur zwei Kerne, aber immerhin Hyper-Threading, jedoch einen noch kleineren Cache (4 MByte) und keine Turbo-Funktion.

Unter der 100-Euro-Grenze sind die Einschnitte stärker: Der Pentium G hat nur 3 MByte L3-Cache, vor allem aber kann er keinen AVX-Code verarbeiten. Daher liefert er pro Kern und Taktschritt theoretisch nur halb so viel Gleitkomma-Rechenleistung wie ein vollwertiger Core-i-Prozessor. In der Praxis ist die Bedeutung von AVX- und AVX2-Code bisher aber noch recht gering, weshalb sich die Beschränkung nur in wenigen Anwendungen auswirkt – etwa in dem optionalen Renderer „Cycles“ für die 3D-Grafik-Software Blender.

Bis zur Skylake-Generation fehlte dem Pentium auch Hyper-Threading, das ist bei Kaby Lake nun vorhanden: So steigt die Rechenleistung in manchen Multi-Threading-Programmen deutlich. Für Software, die nur einen oder zwei Kerne nutzt, bringt Hyper-Threading allerdings nichts.

Der Celeron G hat noch weniger Cache (2 MByte) und taktet niedriger; mangels Hyper-Threading verarbeitet er auch nur einen Thread pro Kern. Dank leistungsfähiger Mikroarchitektur ist der Celeron G trotzdem ein sehr attraktiver Prozessor, weil man ihn schon für weniger als 40 Euro bekommt. Die billigste Kaby-Lake-Version Celeron G3930 findet man für unter 50 Euro, unser Testmuster war allerdings der anfangs besser lieferbare, aber teurere Celeron G3950 mit 3 GHz.

Es gibt noch einige weitere Unterschiede zwischen den Core-i-, Pentium- und Celeron-Typen, die aber jeweils nur für wenige PC-Besitzer interessant sind: Einige Fernwartungsfunktionen der vPro-Bürocomputer mit Q170- oder Q270-Chipsatz arbeiten nur, wenn bestimmte Core-i5- oder -i7-Typen im System stecken. Für Server ist interessant, dass außer den Xeons künftig nur noch Spezialversionen von Core i3, Pentium G und Celeron G den RAM-Fehlerschutz ECC nutzen können – jedenfalls nach bisherigen Informationen.

Kaby-Lake-Prozessoren (Core i-7000) arbeiten auf denselben LGA1151-Mainboards mit Serie-100-Chipsätzen wie ihre Skylake-Vorgänger (Core i-6000), sofern das BIOS die neueren Prozessoren erkennt – oft erst nach einem BIOS-Update. Ein solches Update ist auch für Pentium G und Celeron G mit Kaby-Lake-Innereien nötig, die man nicht so leicht von ihren



Vorgängern unterscheiden kann; im Zweifel hilft ein Blick auf [ark.intel.com](http://ark.intel.com).

## Leistungsvergleich

Die Tabelle vergleicht die im c't-Labor gemessene Performance einiger Kaby-Lake- und Skylake-Prozessoren auf dem gleichen Mainboard MSI Z170-A Pro. Den Core i5-7500 hatten wir in c't 3/17 schon kurz vorgestellt, er taucht hier nochmals zum Vergleich auf, ebenso sein Skylake-Vorgänger Core i5-6500: Die Rechenleistung wächst ungefähr proportional mit der Taktfrequenz, weitere Verbesserungen bringt Kaby Lake diesbezüglich nicht. Nur der Pentium G4600 macht einen größeren Sprung im Multi-Threading-Teil des Cinebench R15 im Vergleich zum Vorgänger Pentium G4500, weil er Hyper-Threading unterstützt. Im Single-Thread-Lauf des Cinebench R15 ist der Neuling sogar minimal langsamer und im Linpack, der von Hyper-Threading kaum profitiert, kaum schneller.

Der Linpack nutzt AVX2-Code, daher ist hier der Unterschied zwischen Pentium G4600 und Core i3-7100(T) viel größer als im Cinebench R15. Auch das Primzahl-Suchprogramm Prime95 nutzt AVX2 – und weil wir die maximale Auslastung der CPU-Kerne mit Prime95 simulieren, liegt auch die Leistungsaufnahme des Core i3 deutlich höher als die des Pentium G4600, trotz geringer Unterschiede beim Takt. Wenn beide Prozessoren ähnlichen Code verarbeiten, dürften ihre Leistungsaufnahme ebenfalls recht ähnlich sein. Für die jährliche Stromrechnung ist bei Desktop-PCs ohnehin die Leistungsaufnahme im Leerlauf wichtiger, und da schenken sich die verschiedenen Kaby Lakes wenig und sind auch nur minimal sparsamer als ihre Skylake-Vorgänger.



Kaby-Lake-Prozessoren laufen nach BIOS-Updates auch auf Z170-Mainboards wie in unserem „11-Watt-PC“ aus c't 25/16.

## T-Modelle

LGA1151-Prozessoren mit einem „T“ in der Typenbezeichnung arbeiten unter Last sparsamer als die Normalversionen, die TDP des Core i3-7100T beträgt 35 Watt statt 51 Watt wie beim Core i3-7100 „ohne T“. Das geht mit geringerer Rechenleistung einher, der i3-7100T taktet rund 13 Prozent niedriger als der i3-7100 und rechnet folglich auch 12 bis 13 Prozent langsamer. Unter Prime95-Last sinkt die Leistungsaufnahme deutlich stärker, nämlich um 24 Prozent – aber nicht um 31 Prozent, wie der Quotient der TDP-Werte suggeriert.

Der billigere Pentium G4600 scheint auf den ersten Blick sparsamer und deutlich schneller zu sein als der erheblich teurere Core i3-7100T. Doch der Vergleich hinkt, weil der Pentium im Prime95 man-

gels AVX auch weniger leistet und schon deshalb weniger Strom schluckt. Wer selten oder nie AVX-Code verarbeitet, ist jedenfalls mit dem billigeren Pentium G4600 besser bedient als mit dem Core i3-7100T. Intels T-Modelle lohnen sich nur dann, wenn Stromversorgung und Kühlung zu schwach für einen Prozessor mit normaler TDP-Klasse sind.

Wie in unserem Bauvorschlag für einen lüfterlosen Heim-Server mit sparsamen Fujitsu-Mainboard in c't 8/16 gezeigt, kann der Celeron G3900 unter einem großen Kühler in einem luftigen Gehäuse ohne Ventilator auskommen. Das gilt auch für den Celeron G3950, der unter Prime95-Last noch ein wenig sparsamer ist, trotz etwas höherer Taktfrequenz. Bei Fujitsu braucht man aber neue Mainboards für Kaby Lake (D3400-B2 statt D3400-B), ein BIOS-Update reicht nicht.

## Fazit

Die billigeren Kaby-Lake-Prozessoren sind im Vergleich zu ihren Vorgängern deutlich attraktiver als die teureren, vor allem der Pentium G4600. Schon der Celeron G3950 enthält die neuen HEVC- und VP9-Video-Decoder. Voraussetzung für den Kaby-Lake-Einsatz ist aber nicht nur ein Mainboard mit passendem BIOS, sondern auch Windows 10 – Grafiktreiber für Windows 7 gibt es offiziell nicht. Mittlerweile ist allerdings ein Beta-Treiber für Windows 7 aufgetaucht, siehe Seite 39.

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

### Kaby Lakes bis 130 Euro im Vergleich

CPU	Generation	TDP	Kerne	Takt/Turbo	Linpack [GFlops] besser ▶	Cinebench R15 Single-/Multi-Threading [Punkte] besser ▶	Leistungsaufnahme Leerlauf/CPU-Vollast [Watt] ◀ besser
Core i5-7500	Kaby Lake	65 W	4	3,4 / 3,8 GHz	195	162/598	10,8/89
Core i5-6500	Skylake	65 W	4	3,2 / 3,6 GHz	183	152/548	11,3/96
Core i3-7100	Kaby Lake	51 W	2+HT	3,9 GHz / –	110	164/418	10,5/66
Core i3-7100T	Kaby Lake	35 W	2+HT	3,4 GHz / –	97	143/366	10,1/50
Pentium G4600	Kaby Lake	51 W	2+HT	3,6 GHz / –	28	145/386	10,3/48
Pentium G4500	Skylake	51 W	2	3,5 GHz / –	27	147/286	10,7/40
Celeron G3950	Kaby Lake	51 W	2	3,0 GHz / –	23	124/241	10,7/33
Celeron G3900	Skylake	51 W	2	2,8 GHz / –	21	117/227	10,5/32
AMD A10-7870K	Kaveri/Godavari	95 W	4	3,9 / 4,1 GHz	50	95/321	20/130

HT = Hyper-Threading

Messungen auf MSI Z170-A Pro, 2 × 8 GByte DDR4-2133, SATA-SSD, USB-Tastatur/Maus, HDMI-Display Full HD, Be Quiet Pure Power 9 300W



## Glashaus

**Im Lian Li PC-O11 verteilen sich die PC-Komponenten auf zwei Kammern. Getönte Glasscheiben gewähren einen Einblick in den Rechner.**

Das überbreite Tower-Gehäuse von Lian Li wiegt mit mehr als 10 kg so viel, wie es die wichtigen Abmessungen erwarten lassen. Das linke Abteil des PC-O11 ist von außen einsehbar und bietet Platz für ein Mainboard bis zur E-ATX-Größe, eine SSD sowie 39 cm lange Grafikkarten und Wärmetauscher einer Wasserkühlung.

Unterhalb von Dach und Boden gibt es jeweils drei Einbauplätze für 12-cm-Lüfter. Magnetische Filtermatten reduzieren das Eindringen von Staub. Optional lassen sich drei weitere Lüfter über eine zusätzliche Halterung hinter der Glasfront anbringen. Ventilatoren liefert der Hersteller jedoch nicht mit.

Die Kammer im rechten Gehäuse-drittel ist mit einer Aluminiumfront verkleidet und so schmal, dass ein ATX-Netzteil hochkant exakt hineinpasst. Zudem bringt der Hersteller dort vier 3,5"- und drei 2,5"-Laufwerksschächte unter. Die Anschlusskabel für Strom und Daten liegen ebenfalls im unsichtbaren Bereich des PC-O11. Das Design-Gehäuse überzeugt durch hohe Qualität, hat mit 230 Euro aber seinen Preis. Richtig zur Geltung kommt das Glasabteil erst, wenn im Inneren Mainboard und Grafikkarte mit LED-Beleuchtung erstrahlen. (chh@ct.de)

Lian Li PC-O11	
Doppelkammergehäuse mit Glasfenster	
Hersteller	Lian Li, <a href="http://www.lian-li.com">www.lian-li.com</a>
Abmessungen	50,5 cm × 27,7 cm × 48,2 cm (H × B × T)
Laufwerke	4 × 2,5", 4 × 3,5"
Frontanschlüsse	2 × USB 3.0, 2 × Audio
Zubehör	PC-Speaker, interner USB-3.0-auf-USB-2.0-Adapter
Preis	230 €

## Android-Speicher

**Viele Android-Smartphones binden SD-Karten als internen Speicher ein. Dafür sollte die Karte schnell sein.**

Eine neue SD-Spezifikationen zielt auf den Einsatz von microSD-Karten im Smartphone: Karten nach A1-Spezifikation müssen beim Lesen mindestens 1500 IOPS liefern, beim Schreiben mindestens 500. DSP Memory bringt nun die erste A1-Karte, die MaxIOPS A1.

Sie ist mit 32 und 64 GByte Speicherkapazität erhältlich, zum Test stand uns die große Version zur Verfügung. Neben der A1-Spezifikation erfüllt die Karte auch Speed Class 10, sie soll also kontinuierlich mit mindestens 10 MByte/s schreiben können – aber auch das ist Teil der A1-Spezifikation.

Am PC erreichte die MaxIOPS A1 beim Lesen 1800 IOPS, beim Schreiben mit 1400 IOPS sogar fast das Dreifache des geforderten Wertes – dabei ist sie rund 50 Prozent schneller als die schnellste Karte aus dem Test von microSD-Karten in c't 25/16. Beim sequenziellen Lesen kam sie auf knapp 90 MByte/s, beim Schreiben auf rund 30.

Im Galaxy S7 schaffte die Karte mit dem Androbench beim Lesen 1766 IOPS und 553 IOPS beim Schreiben – Spezifikation erreicht, andere Karten sind aber ähnlich schnell. Damit ist die MaxIOPS A1 als Speichererweiterung für ein Android-Smartphone gut geeignet. (ll@ct.de)

DSP Memory MaxIOPS A1	
MicroSD-Karte mit A1-Spezifikation	
Hersteller	DSP Memory, <a href="http://www.dsp-memory.de">www.dsp-memory.de</a>
Modellbezeichnung	Z-4051557439894
Straßenpreis	32 GByte: 23 €; 64 GByte: 34 € (getestet)

## Ein-Schienen-Adapter

**Adapterkarten zum Nachrüsten von USB-3.1-Buchsen sind nichts Neues, die meisten passen aber nur in PCIe-Steckplätze mit zwei oder vier Lanes. Der Hostadapter Icy Box IB-U31-01 kommt mit einer einzigen PCIe-3.0-Lane aus.**

Der USB-3.1-Übertragungsmodus SuperSpeedPlus kann mit 10 GBit/s doppelt so viele Daten übertragen wie USB 3.0 per SuperSpeed. Ältere Mainboards besitzen aber lediglich PCIe-2.0-Ports mit 5 GBit/s pro Lane. Deshalb hat der USB-3.1-Controller ASMedia ASM1142 zwei PCIe-Lanes.

Der ASM1142 kann auch mit einer einzigen PCIe-3.0-Lane arbeiten. Das ist beim Icy Box IB-U31-01 der Fall: Mit der SanDisk Extreme 900 Portable SSD konnten wir beim Transfer großer Datenblöcke bis zu 880 MByte/s messen. Der Icy Box IB-U31-01 muss auch mit dem Netzteil verbunden sein, dazu besitzt er eine SATA-Strombuchse.

Mainboards mit PCIe-3.0-x1-Steckfassungen gibt es erst seit 2015, etwa mit einem der Intel-Chipsätze Z170, Q170, H170 oder B150. Der Chipsatz H110 wiederum besitzt wie ältere Chipsätze nur PCIe-2.0-Ports. Dann lässt sich der IB-U31-01 nur ausreizen, falls ein PCIe-3.0-Steckplatz frei ist, der direkt mit der CPU verbunden ist. Das sind meistens PCIe-x16-Slots, doch auch darin läuft der IB-U31-01. Falls nur PCIe-2.0-Slots frei sind, greift man besser zu einem USB-3.1-Adapter mit mehreren PCIe-Lanes. (ciw@ct.de)

Icy Box IB-U31-01	
USB-3.1-Hostadapter mit einer Typ-C-Buchse	
Hersteller	Raidsonic/Icy Box, <a href="http://www.icybox.de">www.icybox.de</a>
Ausstattung	ASMedia ASM1142, Stromversorgung SATA 15-polig, Full-Size-Slot-Blech
Preis	36 €



Anzeige

# Schlaue Nager

## Microsofts Bildungsprojekt



**Die beiden Protagonisten in Microsofts Sprachförderprogramm Schlaumäuse sind ab sofort mehrsprachig unterwegs: Sie erklären die Übungen nun wahlweise auf Deutsch, Französisch, Englisch oder Arabisch.**

Von Anke Poimann

Die Mäuse Lingo und Lette begleiten die Kinder durch zehn spielerische Übungen, in denen es jeweils mehrere Aufgaben zu lösen gilt. Außer für Windows 10 (Windows Universal App) gibt es das Programm auch für iOS und Android. Letzteres funktionierte in unserem Test allerdings nicht – weder mit aktuellen Android-Versionen noch mit älteren.

Im Spiel gibt es drei Ebenen zu entdecken: von der Anmeldung über die unterschiedlichen Übungen bis hin zum Mäusezimmer, das eine Erfolgsübersicht sowie den direkten Zugriff auf die einzelnen Übungen bietet. Die Schlaumäuse richten sich an 5- bis 7-jährige Kinder, die nach der Einweisung durch Erwachsene selbstständig die Spielwelt erkunden können. Dabei entscheidet jedes Kind frei, welches Spiel es wann und wie lange spielt. Alle Aufgaben lassen sich durch Ausprobieren lösen: Findet das Kind die richtige Kombination,

so loben die Mäuse überschwänglich – andernfalls probiert es eine andere Variante.

Alle Übungen tragen Namen, die subtilen Wortspielen gleichen: Im Wörtersee ersetzt man einzelne Buchstaben durch andere, sodass das Wort eine neue Bedeutung erhält – der Wurm wird zum Turm, der Löwe wird zur Möwe. Bilder helfen dabei, die richtigen Wörter zu finden. Beim Silbenbogen gilt es, vorgegebene Wortsilben in die richtige Reihenfolge zu bringen. Auch hier ist wieder ein passendes Bild am Rand zu sehen. Außerdem sorgt die Sprachausgabe in vielen Übungen dafür, dass die Suche nach der richtigen Lösung nicht zum reinen Ratespiel gerät.

### Frei verfügbar

Die Vorgängerversion benötigte einen Lizenzschlüssel, den Kindergärten und Grundschulen kostenfrei beantragen konnten; mit dazu gab es eine Schulung sowie pädagogisches Begleitmaterial zum Spiel. Ohne Schlüssel standen bisher lediglich zwei Spiele zum Ausprobieren bereit. In der aktuellen Version wird kein Lizenzschlüssel mehr benötigt, Bildungseinrichtungen können sich freiwillig anmelden, um Zugriff auf das Material zu erhalten. Auch wenn Microsoft sich mit der App vor allem an Kindergärten und Grundschulen richtet, ist ein Einsatz an weiterführenden Schulen in Klasse fünf und sechs durchaus denkbar,

um Schülern mit Flucht- oder Migrationshintergrund eine spielerische Sprachförderung anzubieten. Auch zum Üben daheim eignet sich das Spiel.

Inhaltlich sind Tablet- und PC-Version identisch. Gerade jüngere Kinder profitieren aufgrund der Touch-Bedienung besonders vom Üben am Tablet. Im Humboldthain beispielsweise gilt es, Druckbuchstaben nachzuzeichnen, was mit dem Finger oder einem Stift auf dem Tablet deutlich leichter gelingt.

Zwischen einzelnen Spielen wechselt man per Wischgeste oder mittels der Pfeil-Knöpfe hin und her. Im Test funktionierte der rechte Knopf jedoch erst, nachdem man einmal den linken betätigt hatte – eine lästige Eigenheit.

### War stets bemüht

Im Mäusezimmer lässt sich eine Landkarte aufrufen, die die gesamte Spielwelt zeigt. Theoretisch sollte man von dort auch die Übungen aufrufen können. Praktisch sind jedoch nur zwei von ihnen anwählbar, während man vom Hauptschirm tatsächlich alle Übungen ohne Lizenzschlüssel anklicken kann. An einigen Stellen wird zudem zur Eingabe des Lizenzschlüssels aufgefordert – hat man keinen, so gibt es keine Möglichkeit, zur letzten Einstellung zurückzugelangen – vermutlich ein Relikt aus der Vorgängerversion. Der Hersteller hat bereits ein Update angekündigt.

Die Übersetzung wirkt nicht konsequent: So kann man die vor Beginn eines jeden Spiels vorgelesene Geschichte nur auf Deutsch hören; immerhin lässt sie sich überspringen, ohne dass das Spiel selbst davon beeinträchtigt wird. Die Dialoge der Mäuse Lingo und Lette dagegen sind in die jeweiligen Sprachen übersetzt.

Die Schlaumäuse fördern den spielerischen Umgang mit der deutschen Sprache und bieten gerade für Kinder mit einer anderen Muttersprache eine gute Möglichkeit zum selbstständigen Üben. Der Schritt, die verpflichtende Registrierung wegzulassen, ist begrüßenswert. Für Erwachsene ist das Konzept schnell zu verstehen, sodass sie es Kindern recht einfach erläutern können. An einigen Stellen hakt es noch deutlich, hier sollte Microsoft schleunigst nachbessern. (apoi@ct.de) **ct**

### Microsoft Schlaumäuse

#### Software zur Sprachförderung

Hersteller	Microsoft, <a href="http://www.schlaumaeuse.de">www.schlaumaeuse.de</a>
Systemanf.	Windows 10, iOS ab 9.0, Android ab 4.1
Preis	kostenlos

Anzeige

# Happy Aua

## Elektroschock-Armband Pavlok im Test



**Stromschläge gehören zu den eher wenig beliebten Sinneseindrücken. Das Pavlok-Band soll ausgerechnet damit lästigen Gewohnheiten abhelfen und glücklicher machen.**

**Von Michael Link**

**V**erhaltensänderung durch Schmerzvermeidung, das ist die schräge Idee hinter dem Pavlok-Armband. Und das kam so: Firmengründer Maneesh Sethi wollte produktiver sein. Er stellte daher eine Frau an, die ihn immer dann schlagen sollte, wenn er eine Facebook-Seite aufrief. Das wirkte, behauptet er. Eine

dauerhafte Begleitung durch die schlagkräftige Mitarbeiterin schien indes unpraktisch. So erfanden er und Dan Kaminisky das Elektroschock-Band Pavlok. Statt mechanisch ausgeteilter Schläge verabreicht das Band elektrische – als Strafe, wenn man schlechten Gewohnheiten frönt. Wem die Fantasie fehlt: Die Pavlok-Website führt 137 Sünden auf, etwa Rauchen, Alkohol und zu viel Arbeit. Bei mir war es ein zu großer Kaffeekonsum, mit dem ich das kuriose Band auf die Probe stellen wollte.

Mit 24 Millimetern Dicke passt das 170 Euro teure Armband schlecht unter Hemdsärmel. Schade, denn es trägt sich wie eine Uhr. Das Band wiegt 47 Gramm

– allein 25 Gramm entfallen auf das locker im schwarzen flexiblen Band klemmende „Schock“-Modul. Es ist ungefähr so groß wie ein Zweierpack Würfelzucker (34 × 20 × 11,5 mm) und fasst über eine Micro-USB-Buchse Strom für rund 200 Entladungen. Zwei auf der Unterseite befindliche etwa zentimeterbreite metallene Endkappen des Moduls stellen den Hautkontakt her, über den es elektrische Schläge austeilt. Auf der Oberseite des Moduls liegt ein beleuchteter Druckschalter zur komfortablen Selbstkasteiung. Im Folterkatalog gibt es außer Stromschlägen auch Piepser und Vibrationsalarme.

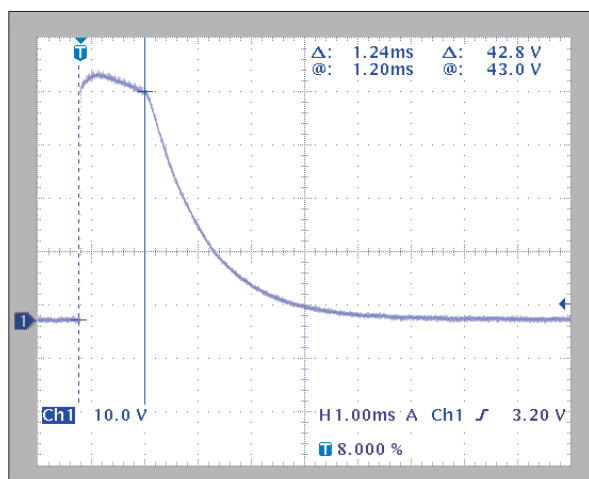
### Bitte quäle mich, wenn ...

Eine englischsprachige App steuert das Band vom Smartphone aus. Weil dem Band Sensoren fehlen, um Sündenfälle aller Art zu registrieren, soll sich der Träger unmittelbar nach der Tat oder nach falschen Gedanken selbst einen Stromstoß verabreichen – per Knopfdruck aufs Modul. Dass man dies selbst tun muss, soll zusätzlichen Schub beim Abgewöhnen lästiger Dinge geben. Ich habe beim Testen lieber die eine oder andere Sünde großmütig „übersehen“, um mich nicht schocken zu müssen.

Ein bisschen Automatisierung geht aber doch: Die App lässt sich mit dem Alltagsautomatisierer IFTTT sowie mit dem Business-Messenger Slack koppeln. So sendet die App – sofern das Band in Bluetooth-Reichweite ist – Befehle, die das Modul zum Piepsen, Vibrieren oder Schocken bringen. Eine Remote-Funktion macht optional Freunde zu Folterknechten. Außerdem bestraft ein Add-on für den Chrome-Browser auf Wunsch zu viele geöffnete Tabs oder den Besuch einstellbarer unliebsamer Seiten. Ich bin schlitzohrig schnell dazu übergegangen, weitere Browser zu benutzen, für die es kein Plug-in gibt.

### Schockt es denn?

Im Labor entsprachen die Messungen der Leerlaufspannungen (also bei Impulsen ohne Hautkontakt) grob den Angaben des Herstellers: Die geringste Spannung betrug 146 Volt, die höchste 550 Volt. Wer das Band trägt, ist derartigen Spannungen aber nie ausgesetzt. Denn die Hautoberfläche wirkt als Widerstand, durch den der Berührungstrom fließt. Den fühlte ich beim Testen in niedrigster Stufe als sanftes Klopfen, während die stärkste Stufe schmerzhaft die Muskeln zucken ließ. Für die Messungen habe ich meinen



Der Schockimpuls erreicht unter Belastung mit dem Hautwiderstand maximal 43 Volt. Nach 1,2 Millisekunden sinkt die Spannung stark.

Schrittmacher-Träger sollen das Band trotzdem nicht nutzen, so die Firma.

### Funktioniert es?

Ob das Elektroschock-Band wie versprochen von schlechten Gewohnheiten befreit, bleibt trotz einer langen Liste von Studien auf der Anbieter-Website umstritten. Und im Kleingedruckten garantiert Pavlok nicht mal dafür.

Bei mir selbst hat es nicht funktioniert – denn ich reagiere eher auf Lob und positive Verstärkung als auf Foltermethoden, ähnlich sieht es auch die pädagogische Forschung. Meine Meinung: Wer sich unbedingt etwas abgewöhnen will, der schafft es auch ohne Zwangsmittel. Wer sie braucht, findet zu leicht Wege, sie zu umgehen.

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

Körper – unwürdig vereinfacht – durch einen 1-Kiloohm-Widerstand nachgebildet. Schon der lässt die Spannungen beim Folter-Impuls auf Werte zwischen 41 und 43 Volt zusammenbrechen. Je stärker der eingestellte Impuls, desto länger hält das Modul dieses Niveau – bei niedrigster Einstellung dauert er rund 120 Mikrosekunden, bei höchster Stufe etwa zehnmal

so lang. Das Pavlok-Band variiert die Intensität des Stromstoßes also nicht durch die Spannungshöhe, sondern durch die Impulslänge.

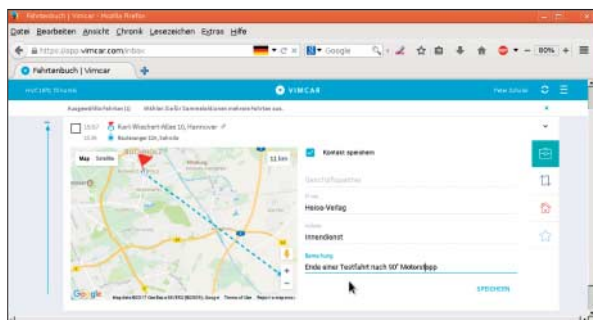
Laut Pavlok ist das Schocken ungefährlich – auch Unfallverhütungsvorschriften sehen das Band im Bereich der so genannten Kleinspannungen. Kinder, Schwangere, Tiere und Herzkranken sowie

### Pavlok + Wristband

Wearables	
Hersteller	Behavioral Technology Group, <a href="http://www.pavlok.com">www.pavlok.com</a>
App	iOS (ab 8.2), Android (ab 4.3)
Preis	170 US-\$

Anzeige





## Fahrtenbuch-Dongle

**Zu Lexwares elektronischem Fahrtenbuch gehört ein OBD2-Dongle vom Hersteller Vimcar und eine Cloud-Anwendung zum Kommentieren und Exportieren der Einträge. Damit dokumentiert man bequem und Finanzamt-gerecht die Nutzung eines Firmenwagens.**

Die Hauptkomponente des Fahrtenbuchs ist ein Stecker für die in gängigen Pkw vorhandene Onboard-Diagnosebuchse (OBD2). Dieses Dongle notiert jedes Mal den Kilometerstand, die Uhrzeit und über den eingebauten GPS-Empfänger den Ort, wenn man den Motor anlässt oder ausschaltet. Über das ebenfalls eingebaute autarke GSM-Modul überträgt es die Daten jeder Fahrt verschlüsselt an ein Web-Portal. Dort lassen sich die Einträge per Browser, iOS- oder Android-App sichten und soweit ergänzen, dass ein Finanzamt-taugliches Fahrtenbuch entsteht.

Die Angaben, die man von Hand fürs Finanzamt nachtragen muss, beschränken sich pro Fahrt auf einen Mausklick, um private, dienstliche, kombinierte und Fahrten zum Arbeitsplatz zu charakterisieren, sowie Name und exakte Anschrift des besuchten Geschäftspartners. Wichtig fürs Finanzamt: Die App lässt diese Er-



Wenig größer als eine Streichholzschachtel: das OBD2-Dongle von Vimcar

gänzungen nur in den ersten sieben Tagen nach der Fahrt zu – so ist belegbar, dass alle Daten vorschriftsmäßig zeitnah eingegeben worden sind. Jeden Eintrag für eine private Fahrt kann man noch einmal zusätzlich als „privat“ markieren – dann blendet die Software die aufgezeichneten Zielpunkte und Zeiten aus und macht sie nur nach Passwort-Abfrage wieder sichtbar. Außerdem kann man mehrere Fahrt-einträge zu einer Fahrt zusammenfassen, etwa wenn man vor einer Bahnschranke mehr als eine Minute lang mit ausgeschaltetem Motor gestanden hat.

Die Fahrtenbuch-Daten werden nach Zusage von Vimcar über mindestens 10 Jahre revisionssicher auf einem Server in Deutschland gespeichert. Außerdem kann man sie als CSV- oder PDF-Dateien sowie direkt in „Lexware Reisekostenabrechnung“ exportieren. Wir empfanden den Routinebetrieb mit dem Dongle ebenso wie dessen Zuordnung zum Auto – auch im Zusammenspiel mehrerer Dongles und Autos – als vorbildlich einfach und praxisgerecht.

Wir befürchten allerdings, in viele gängige Pkw-Modelle passt das Dongle nur, wenn man ein Stück der Innenraum-Verkleidung entfernt. Das ist hässlich und lässt Schmutz an die Elektronik. Bei einem unserer Testfahrzeuge, einem Citroën C5, ließ sich ein Kleinteil-Fach bei eingestecktem Dongle nicht mehr schließen und ragte weit in den Knieraum vor dem Fahrer.

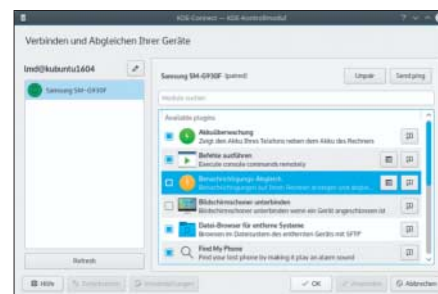
Für Autos, in denen sich das Dongle ohne Platzprobleme unterbringen lässt, ist das Vimcar-Fahrtenbuch eine höchst komfortable Lösung, mit der man die lästige Aufgabe der Fahrtenbuch-Schreiberei schnell und zuverlässig bewältigt.

(hps@ct.de)

### Lexware elektronisches Fahrtenbuch

#### Fahrtenbuch-Schreiber

Hersteller	Vimcar
Voraussetzung	Kfz mit zugänglichem OBD2-Port
Preis	191 €/Jahr



## Android verbunden

**KDEConnect verbindet ein Android-Smartphone mit dem Linux-Desktop. Dort zeigt es SMS oder Telefonate, überträgt Dateien und hält eine gemeinsame Zwischenablage bereit.**

Das Smartphone stumm schalten, sich ganz auf die Arbeit am PC konzentrieren und trotzdem nichts verpassen: KDE-Connect verbindet via WLAN eine auf dem Mobiltelefon installierte App mit dem Linux-Desktop. Dort werden zum Beispiel Benachrichtigungen des Smartphones angezeigt, seien es SMS, E-Mails, Twitter-Nachrichten oder der Akkuladestand. Ruft jemand an, erscheint auf dem Desktop eine Meldung.

Auch für die Datenübertragung lässt sich KDEConnect verwenden: Der KDE-Dateimanager Dolphin stöbert per SFTP direkt Dateien auf dem Mobiltelefon auf und kopiert sie auf den Rechner. Fotos lassen sich via KDEConnect teilen und auf den PC übertragen. URLs kann das Tool via gemeinsamer Zwischenablage an den Browser auf dem Rechner übergeben.

KDEConnect integriert sich nahtlos in KDEs Plasma-Oberfläche, funktioniert aber auch mit anderen Desktops – dort muss man es aber explizit starten. Bei Bedarf dient das Smartphone als Touchpad für den Mauszeiger auf dem Desktop. Die Konfigurationsoptionen sind vielfältig, in der Smartphone-App kann man bestimmen, welche Benachrichtigungen an den Desktop übertragen werden.

(Jörg Thoma/lmd@ct.de)

### KDEConnect 0.9

#### Kommunikation

Hersteller	Albert Vaca, <a href="https://community.kde.org/KDEConnect">https://community.kde.org/KDEConnect</a>
Systemanf.	Linux, Qt5, KDE Plasma
Preis	<b>kostenlos</b>



## Vorwärts in die 80er

**U-he gelingt mit dem Synthie-Plug-in Repro-1 eine tolle Emulation des Sequential Pro One von 1981.**

Repro-1 erzeugt Klänge mit zwei Oszillatoren, die mehrere Wellenformen gleichzeitig generieren (Sägezahn und Rechteck bzw. Sägezahn, Dreieck und Rechteck). Etwas gewöhnungsbedürftig ist die Modulationsmatrix, die drei Quellen auf fünf Ziele routet.

Komplexe Klangstrukturen gestattet der doppelte Step-Sequencer mit jeweils 32 Schritten, den letzten Schliff verpasst die Effektsektion mit fünf Modulen, die sich frei in ihrer Reihenfolge sortieren lassen.

Für Bastelspaß sorgt die Tweaks genannte Darstellung: Hier schaut man von oben auf die virtuelle Platine des Repro-1 und kann an einigen neuralgischen Punkten den Grundklang verändern. So stehen etwa verschiedene Filter- und Oszillator-Charakteristika zur Auswahl.

Der Sound des Repro-1 beeindruckt. Fett und durchsetzungsstark kommt er dem analogen Original Pro One verblüffend nahe. Von brachialen Bässen bis zu aggressiven Leads und pulsierenden Flächen ist vieles möglich.

Wie nahezu alle Instrumente von U-he verlangt Repro-1 nach Rechenleistung. Wer mehrere Instanzen bei niedriger Latenz störungsfrei betreiben will, sollte einen aktuellen Vierkernprozessor nutzen. Über die Sleep- und HQ-Option lässt sich der CPU-Hunger jedoch zügeln. (Kai Schwirzke/hag@ct.de)

### U-he Repro-1

#### Synthesizer-Plug-in

Hersteller	U-he, <a href="http://www.u-he.com">www.u-he.com</a>
Betriebssystem	Windows ab 7, macOS ab 10.7
Formate	VST2, VST3, AU, AAX, NKS
Preis	115 €



## Ommmmmm, erledigt!

**Das Web-Tool Zenkit organisiert Projekte flexibel in Listen, Tabellen, als Kanban-Board oder in einem Kalender.**

Bei der Projektorganisation hat jeder so seine Vorlieben. Die einen schwören auf Kanban-Boards, bei denen Aufgaben in drei Spalten sortiert werden: „Todo“, „In Progress“ und „Done“ – fertig. Andere arbeiten lieber mit einfachen To-do-Listen. Bei Zenkit haben die Nutzer freie Wahl, sie können jederzeit die Ansicht wechseln. Mit nur zwei Klicks erscheinen die abgelegten Informationen beispielsweise in einer Tabelle oder eben in einer simplen Liste.

Die gesammelten Ideen, Aufgaben und Notizen landen in „Collections“, die als Projektmappen fungieren. Eine Import-Funktion übernimmt bestehende Projekte von Trello. Stärker als der große Konkurrent setzt Zenkit auf Minimalismus und lässt alles weg, was stört. Die einzelnen Einträge in den Collections lassen sich um einen Status („Done“), eine Priorität („Medium“) und eine geschätzte Bearbeitungsdauer („5 hours“) ergänzen. Ein zusätzliches Fälligkeitsdatum hilft besonders in der Kalender-Ansicht, alles pünktlich zu erledigen. Nutzer können weitere Felder definieren und die Einträge kommentieren. Die Aufgaben verschiebt man einfach per Drag & Drop.

Zenkit gibt es derzeit nur auf Englisch und im Browser; Apps fehlen. Für Firmen gibt es kostenpflichtige Angebote mit mehr Speicherplatz und weiteren Funktionen. Die Server von Zenkit stehen in Frankfurt. (dbe@ct.de)

### Zenkit

#### Online-Aufgabenverwaltung

Hersteller	Axonic GmbH, <a href="http://zenkit.com">zenkit.com</a>
Preis	<b>kostenlos</b> (Privatnutzung)

Anzeige

# Gute Verbindung

## WP/LR Sync: WordPress mit Lightroom befüllen

**WP/LR Sync verbindet Adobe Lightroom mit dem Blog-CMS WordPress – so können Fotografen ihre Bilder direkt aus der Foto-Verwaltung auf ihre Website laden. Änderungen in Lightroom sind mit nur einem Klick auch auf der Website zu sehen.**

Von Daniel Berger

Um ein Foto von Lightroom nach WordPress zu bekommen, muss man es zunächst exportieren und in der Mediathek des Content-Management-Systems (CMS) hochladen. Wirkt das Bild auf der Website dann aber etwas farblos, geht das Spiel von vorne los: Sättigung in Lightroom erhöhen, Foto exportieren, erneut hochladen und die alte Version aus der Mediathek löschen. Bei einem Foto mag dieser Weg noch einigermaßen funktio-

nieren – bei vielen Fotos entsteht unnötiger Aufwand.

Wesentlich schneller geht die Foto-Übertragung nämlich, wenn Lightroom mit WordPress verbunden ist. Für solche Zwecke hat Adobe die „Veröffentlichungsdienste“ erfunden und liefert etwa einen für Flickr mit. Einer speziell für WordPress ist WP/LR Sync von MeowApps. Über das REST-API von WordPress überträgt der Dienst die Fotos und löscht sie auch wieder. Eine solche Fernwartung ist äußerst praktisch – doch der Clou ist die Synchronisierung: Mit einem Klick tauscht WP/LR Sync alle in Lightroom geänderten Fotos in der Mediathek von WordPress aus. So lassen sich gleich Dutzende Bilder mit nur einem Klick erneuern. Ein mühsames Exportieren, Hochladen und Löschen alter Bildversionen entfällt. Die Synchronisierung umfasst außerdem Metadaten, die nach dem IPTC-Standard in Bilddateien eingebettet

sind. Die nutzt WordPress etwa für den Bildtitel.

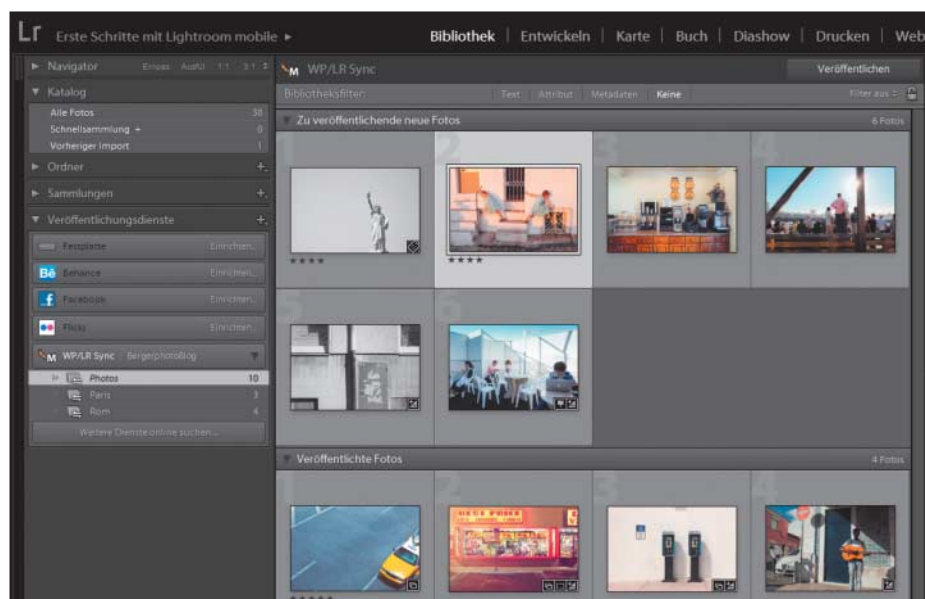
WP/LR Sync wird von Jordy Meow entwickelt und betreut. Der Fotograf verlangt für seine Software 14 US-Dollar pro Jahr oder einmalig 32 Dollar. Die erworbene Lizenz gilt für 3 Websites. Für Entwickler und Agenturen gibt es Mengenrabatte; für alle gilt ein kostenloser Testzeitraum von einer Woche. Eine Deinstallation von WP/LR Sync ist jederzeit problemlos möglich, alle hochgeladenen Bilder verbleiben in der Mediathek von WordPress.

### LR + WP

Für die Verbindung zwischen WordPress und Lightroom sind zwei Installationen notwendig: die eines Plug-ins für WordPress und die eines Veröffentlichungsdienstes für Lightroom; beide heißen WP/LR Sync. Die Einrichtung des Plug-ins ist über die Verwaltung von WordPress mit wenigen Klicks erledigt. Den Veröffentlichungsdienst braucht man nur von der Projekt-Website herunterladen und in einen bestimmten Ordner ablegen (siehe c't-Link am Ende des Artikels).

In Lightroom erlaubt WP/LR Sync viele Anpassungen. Die Einstellungen bei „Synchronisation & Metadaten“ beispielsweise bestimmen, welche Metadaten von Lightroom welche Felder von WordPress füllen sollen. Standardmäßig dient der IPTC-Titel als Bildtitel in WordPress. Wichtig sind die Werte bei „Dateieinstellungen“ und „Bildgröße“: Sie beschränken Kompressionsgrad und Auflösung der Fotos – schließlich sind auf einer Website nicht unbedingt volle 24 Megapixel notwendig. Die verkleinerten Bilder kann Lightroom auf Wunsch etwas schärfen; den Grad bestimmt die „Ausgabeschärfe“. Unter „Wasserzeichen“ versehen Fotografen ihre Werke mit einem Copyright-Hinweis.

Um Fotos in die Mediathek von WordPress zu kopieren, markiert man sie in der Lightroom-Bibliothek und schiebt die Auswahl per Drag & Drop auf den



Mit einem Klick gleich mehrere Fotos hochladen oder durch neue Versionen ersetzen: WP/LR Sync verbindet Lightroom mit WordPress und erleichtert Upload sowie Verwaltung der Fotos.



Veröffentlichungsdienst in der linken Seitenleiste. Dort enthält der WP/LR-Dienst die Sammlung „Photos“, welche die Bilder aufnimmt. Für die bessere Organisation lassen sich zusätzliche Sammlungen anlegen. Die sind in der Mediathek von WordPress allerdings nicht zu sehen, weil das CMS keine Alben für die Organisation von Fotos unterstützt. Erst spezielle Bildverwaltungserweiterungen wie „Next-GEN Gallery“ übernehmen auch Lightroom-Alben.

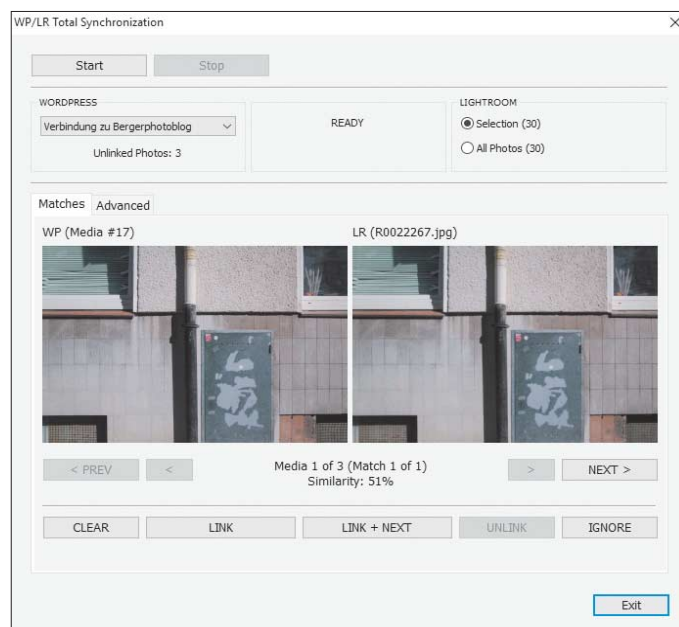
## Fotos synchronisieren

Ist die „Photos“-Sammlung gefüllt, startet ein Klick auf „Veröffentlichen“ den Export der Bilder mit anschließender Übertragung zu WordPress. Jede Sammlung muss man einzeln veröffentlichen. Nimmt der Nutzer nachträglich Änderungen an einem Foto vor, sortiert es Lightroom innerhalb der jeweiligen Sammlung nach „Erneut zu veröffentlichende geänderte Fotos“. Ein erneuter Klick auf „Veröffentlichen“ lädt die geänderten Fotos hoch und ersetzt deren alte Versionen in der WordPress-Mediathek. Auf Knopfdruck ist der Bearbeitungszustand der Bilder zwischen Lightroom und WordPress somit immer synchronisiert.

Die Synchronisierung ist besonders praktisch, wenn man in einem Schwung viele Fotos bearbeitet hat – mit nur einem Klick sind alle Änderungen auch auf der Website zu sehen. Möchte ein Fotograf seine Fotos irgendwann in höherer Auflösung auf seiner Website bereitstellen, ist nur eine kleine Änderung in den Export-Einstellungen nötig. Den Rest erledigt WP/LR Sync.

In der Grundeinstellung überträgt WP/LR Sync beim Upload auch die Metadaten (IPTC) der Fotos, die WordPress in der Mediathek übernimmt. Das sind der Titel, die Bildbeschreibung sowie der alternative Text, der im HTML-Code als `alt=""` eingebunden ist. Vorsicht bei eigenen Änderungen in WordPress: Bei jeder Synchronisierung der Bilder überschreibt Lightroom die Metadaten in der WordPress-Mediathek. In den Einstellungen des Veröffentlichungsdienstes kann der Nutzer die Metadaten aber einschränken, die WordPress von Lightroom übernimmt. Außerdem lässt sich gesondert abstellen, dass Lightroom die Metadaten bei einer Synchronisierung der Fotos aktualisiert. Stehen die Metadaten wie die Bildunterschrift allerdings fest in einem Beitrag, bewirkt eine erneute Synchronisierung keine Aktualisierung des Beitrags.

Eine umfangreiche Fotosammlung in WordPress lässt sich auch nachträglich mit den Fotos eines Lightroom-Katalogs verknüpfen. Als Unterstützung versucht WP/LR Sync, die Foto-Paare automatisch zuzuordnen.



## Nachträgliche Fotoverknüpfung

Nach dem Upload der Fotos mit WP/LR Sync steht in der WordPress-Mediathek ein „Enabled“ in der Spalte „LR Sync“. Diese Bilder sind mit Lightroom verbunden. Fotos, die man über die WordPress-Verwaltung hochlädt, sind dies natürlich nicht. Das betrifft auch eine umfangreiche Foto-Sammlung, die sich vielleicht über Jahre in der Mediathek von WordPress angesammelt hat. Glücklicherweise lassen sich diese Bilder noch nachträglich mit ihren Pendants in Lightroom verknüpfen.

Am bequemsten geht das mit der eingebauten Zuordnungsautomatik „WP/LR Total Synchronization“, die sich in Lightroom etwas versteckt im Menü „Bibliothek/Zusatzmoduloptionen“ verbirgt. Das Tool vergleicht Metadaten der Fotos oder verwendet „Perceptual Hashing“, wenn die Daten fehlen. Die Technik reduziert Bilder auf wesentliche optische Merkmale und erzeugt daraus einen digitalen Fingerabdruck. Bei einer umfangreichen Foto-Sammlung dauert der Hashing-Prozess allerdings eine Weile. Um etwas Zeit zu sparen, kann der Nutzer den Abgleich auf eine bestimmte Lightroom-Sammlung beschränken, in der die Fotos wahrscheinlich liegen oder gezielt einsortiert wurden. Auf der WordPress-Seite schaut sich das Tool aber immer alle unverknüpften Fotos an.

Nach der Analyse stellt das Tool die WordPress-Fotos ihren vermuteten Doppelgängern in Lightroom gegenüber. Der Wert bei „Similarity“ zeigt an, wie sicher sich das Tool bei der Zuordnung ist. Die Paarungen kann der Nutzer per Klick

abnicken, verwerfen oder manuell ändern. Im Test klappte die automatische Zuordnung gut, nur vereinzelt kam es zu fehlerhaften „Matches“. Nutzer können Bilder auch per Hand verknüpfen, indem sie die „LR ID“ in der WordPress-Mediathek eintragen. Diese IDs erzeugt Lightroom erst per Klick für jedes Foto und schreibt sie in die Metadaten der Bilddateien. Ein weiteres Helfer-Tool namens „Switch Photos“ ersetzt ein Foto durch ein anderes und verändert damit die Verknüpfung. Dazu markiert man in Lightroom das alte Foto und dessen schönere Variante.

## Fazit

WP/LR Sync erleichtert bloggenden Fotografen die Arbeit enorm. Große Foto-Sammlungen sind in einem Rutsch hochgeladen – der umständliche Export und Upload entfällt. Der Nutzer muss seine Bilder nur noch aus der Mediathek in die gewünschten Beiträge und Seiten einbinden. Das Alleinstellungsmerkmal von WP/LR Sync ist die Synchronisierung der Fotos. Sie hält den Lightroom-Katalog mit der WordPress-Mediathek auf den gleichen Stand. Und die Fotos auf der Website zeigen sich immer von ihrer besten Seite.

(dbe@ct.de) **ct**

**WP/LR Sync einrichten:** [ct.de/ywjin](http://ct.de/ywjin)

WP/LR Sync	
Lightroom-Dienst und WordPress-Plug-in	
Hersteller	Meow Apps, <a href="http://meowapps.com/wplr-sync">meowapps.com/wplr-sync</a>
Systemanf.	Lightroom und WordPress
Preis	14 US-\$ pro Jahr oder einmalig 32 US-\$



# Raw für Fortgeschrittene

## Capture One Pro 10 verfeinert das Spiel mit der Schärfe

**Der Raw-Entwickler Capture One Pro 10 erhält ausgebaute Funktionen zum Schärfen und für den Bild-export. Mit diesen Neuerungen setzt sich der Kamera-Hersteller Phase One erneut von Lightroom ab.**

Von André Kramer

**P**hase One verfolgt einen Workflow-Ansatz, der auf ein Profi-Publikum zielt. Die Bedienoberfläche ist vollgestopft mit kleinen, spärlich beschrifteten Bedienelementen. Das erfordert Einarbeitung, ist aber auf effiziente Arbeit ausgelegt: Wer sich auskennt, kommt schnell ans Ziel. Kern der Anwendung ist das linke Dock mit elf Palettenfeldern für Import, Metadaten, die eigentliche Bildbearbeitung und den Export. Verwaltungsaufgaben purzeln hier unsortiert durcheinander.

Die integrierte Bilddatenbank fasst Fotos auf Wunsch unabhängig von deren Speicherort anhand von Bewertung, Farbmarkierung, Datum oder anderen Daten zu virtuellen Alben zusammen. Schlagwörter lassen sich per Drag & Drop umsortieren. Geotagging und Gesichtserkennung fehlen.

Phase One hat die Hardware-Unterstützung ausgebaut. So lässt sich das Programm jetzt über Videoschnitt-Eingabe-

geräte von Tangent bedienen. Beim kabelgebundenen Fotografieren gibt Capture One Zugriff auf Blendenöffnung, Belichtungszeit und ISO-Wert. Über das neue Kamerafokus-Feld kann man bei der Aufnahme nun auch den Schärfereich steuern.

### Gestochen scharf

Fünf Palettenfelder widmen sich der Bearbeitung. Verzeichnung, Farbsäume und Helligkeitsabfall korrigiert das Programm automatisch. Capture One vermag auch sehr dunkle Aufnahmen aufzuhellen, ohne unnatürliche Farben zu produzieren. In der HDR-Palette lassen sich mit hohem Spielraum Schatten aufhellen und Lichter abdunkeln. Im Kurvendialog trennt Capture One Helligkeits- und Farbwerte. Insgesamt lässt sich die Belichtung damit recht einfach steuern, aber auch deutlich detaillierter als mit Lightroom.

Die Bearbeitung der Farben ist kniffliger. Im Farbeditor kann man mit der Pipette Farbtöne aufnehmen und über Regler bearbeiten. Sättigung und Helligkeit verstehen sich von selbst. Die Wirkung von „Glättung“ oder „Ton drehen“ erfährt man nur durch ausprobieren.

Eine Grauwertpipette sorgt für schnellen Weißabgleich. Bei der individuellen Schwarzweißumsetzung helfen Regler für sechs Farbbereiche. Weitere Palet-

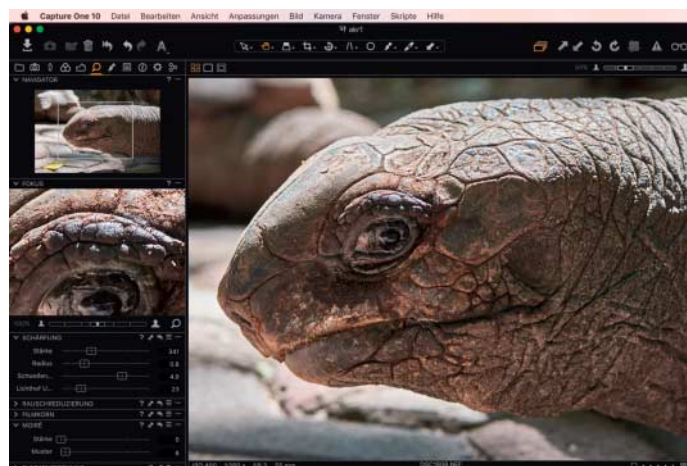
ten verringern Bildrauschen sowie Moiré und regeln Ausrichtung und Beschnitt. Für die selektive Korrektur von Licht- und Farb-Einstellungen bietet Capture One ein Pinselwerkzeug mit variabler Größe, Härte und Deckkraft. Auch der Fluss, also die Dosierung des Farbauftrags, lässt sich steuern.

Die Bildschärfe bearbeitet Capture One an drei Stufen des Workflows: Eingangs reduziert das Programm bei Bedarf Beugungsunschärfe – bei hochwertigen Linsen ein Problem eher geringer Bedeutung. Bei der Ausgabe optimiert es das Bild auf Wunsch für die Bildschirmausgabe oder für den Druck. Dabei kann man Stärke, Radius und Schwellenwert anpassen. Die in der Detailbearbeitung platzierte Schärfen-Palette ermöglicht kreatives Spiel. Neben den auch bei der Ausgabe vorhandenen Optionen fällt hier ein Regler für die Halo-Unterdrückung auf: Bei hohem Radius oder starker Schärfung können Lichtsäume an den Kanten entstehen. Dieser Regler unterdrückt sie, was vor allem bei kontrastreichem Schwarz-weiß hilft.

Praktisch ist die neue Ansicht für die Bildausgabe. Die Proof-Ansicht zeigt Zielauflösung, entstehende JPEG-Artefakte und Umsetzung in abweichende Farbräume bereits vor dem Export und erspart so im Zweifel mehrere Exportanläufe.

### Fazit

Seine Stärken spielt Capture One bei der Bearbeitung von Belichtung, Kontrast und Schärfe aus und liefert ebenso natürliche wie leuchtende Farben. Schwach ausgebaut ist lediglich das Bibliotheksmodul. Bei der Arbeit mit Capture One ist Geduld gefragt, die wird aber belohnt mit hoher Bildqualität. (akr@ct.de) **ct**



**Capture One Pro 10 verfeinert die Optionen zum Schärfen. Die Palette für kreative Schärfe unterdrückt auf Wunsch Halos; bei der Ausgabe schärft das Programm für Bildschirm oder Druck.**

### Capture One Pro 10

Raw-Entwickler	
Hersteller	Phase One, <a href="http://www.phaseone.com">www.phaseone.com</a>
Systemanforderungen	Windows ab 7, OS X ab 10.11.6
Preis	330 € (3 Aktivierungen) oder 12 € monatlich (2 Aktivierungen)

Anzeige

# Schwarzer Montag

## Samsung lässt Kunden für seine schlechte Verpackung büßen



Bild: Peter Stemmler

**Wenn Ware in stark beschädigter Verpackung ankommt, lässt man sie zurückgehen und bekommt eine Ersatzlieferung oder wenigstens sein Geld zurück. Außer man hat bei Samsung im Rahmen einer Rabatt-Aktion bestellt.**

**Von Tim Gerber**

**A**usgewählte Artikel werden in der Vorweihnachtszeit zu besonders günstigen Konditionen angeboten. c't-Leser Peter A. erwarb am sogenannten Cyber Monday, dem 27. November vergangenen Jahres, im Webshop von Samsung zwei Smartphones Galaxy S7 zum Gesamtpreis von 700 Euro. Regulär kostet ein solches Gerät derzeit bei Samsung 650 Euro. Deshalb freute sich Peter A. ganz besonders, als ihm Samsung am 29. November per E-Mail mitteilte, sein Schnäppchen sei auf dem Weg zu ihm.

Und umso größer war noch am selben Tage seine Enttäuschung, als der DHL-Mann mit dem Samsung-Päckchen vor

seiner Türe stand: Die äußere Verpackung war stark beschädigt und auch die kleineren Kartons der Handys im Inneren wiesen Beschädigungen auf; bei einem schaute bereits das Smartphone selbst hervor. Schnell war sich A. mit dem Kurierfahrer einig, dass die Sendung sofort retour gehen sollte. Beide dokumentierten die Schäden mit Fotos und A. verweigerte im Einvernehmen mit dem Boten die Annahme der Sendung.

Sogleich wandte A. sich an den Samsung-Shop, übermittelte diesem die Fotos von der beschädigten Verpackung, beschwerte sich über das fehlende Füllmaterial im großen Umkarton, worauf er die

Beschädigungen zurückführte, und bat darum, die erworbenen Smartphones in unbeschädigter Verpackung schnellstmöglich nachzuliefern.

Nach knapp zwei Wochen, am 12. Dezember, antwortete ein Samsung-Shop-Mitarbeiter, man werde ihm den Kaufbetrag nach Erhalt der Rücksendung erstatten. Ein neuer Versand sei nicht möglich, er möge die Bestellung gegebenenfalls doch erneut durchführen. Da die Smartphones jedoch nur am „Cyber Monday“ zum vergünstigten Preis angeboten wurden, hätte Peter A. nun rund 300 Euro draufzahlen müssen.

Er schrieb umgehend an Samsung zurück: Laut Bestätigung von DHL hatte Samsung die Ware bereits eine Woche zuvor, am 5. Dezember, zurückerhalten. Die Bestätigung enthält sogar ein Abbild der Retoure an diesem Tag in Empfang genommen hatte. Weiterhin wies Peter A. die Samsung-Shop-Mitarbeiter zu Recht darauf hin, dass man einen Vertrag geschlossen habe und Samsung ihm nun die gekauften und bezahlten Handys liefern müsse. Aus der Annahmeverweigerung aufgrund der beschädigten Verpackung könne man schließlich nicht einfach eine Vertragsauflösung konstruieren.

Den Kunden-Service des Samsung-Shops interessierte das nicht. Vier Tage später schrieb man Peter A., die Sache sei retourniert, und sobald das „Galaxy Tab E“ eingegangen sei, werde er sein Geld zurückerhalten. Dass A. kein Tablet, sondern zwei Handys bestellt und nicht erhalten hatte, fiel niemandem auf. Daher konnte Samsung wohl auch den Eingang der Rücksendung nicht nachvollziehen.

Jedenfalls tat sich nichts: Der Kunde erhielt weder Ware noch Geld zurück. Nach einer weiteren Woche wandte sich A. erneut an Samsung, diesmal telefonisch. Genervt von Samsungs Ignoranz wollte er nun nur noch so schnell wie möglich sein Geld zurück. Sein Gesprächspartner bestätigte ihm am 20. Dezember per E-Mail den Eingang seiner Beschwerde und versicherte: „Wir werden alle zuständigen Stellen informieren, sodass die Erstattung des Geldes aus Ihrer retournierten Bestellung so schnell wie möglich auf Ihrem Konto eingeht.“

Auch zwei Wochen später, am 4. Januar, war noch kein Geld bei Peter A. angekommen. Nunmehr setzte er Samsung per Fax und per eingeschriebenem Brief eine Frist von 14 Tagen, also bis zum 19. Januar. Gleichzeitig wandte er sich an c't.

Wir baten Samsung am 9. Januar um eine Stellungnahme und fragten insbesondere nach, warum dem Kunden die bestellten Handys nicht nachgeliefert werden konnten.

## Unbeweglich

Es dauerte über eine Woche, bis von Samsung eine Antwort kam. Und die fiel ernüchternd aus: Wie schon gegenüber dem Kunden hieß es lapidar, er habe die Geräte ja zurückgeschickt. Das Geld solle er freilich nun „schnellstmöglich“ gutgeschrieben bekommen. Für die Verzögerung habe man sich entschuldigt.

Wir sprachen Samsung erneut darauf an, warum keine Ersatzlieferung erfolgte, und ob man sich denn an den Kaufvertrag mit dem Kunden gar nicht gebunden fühle. Darauf entgegnete Samsung: „Die Auslegung der Annahmeverweigerung ist grundsätzlich verbraucherfreundlich. Wir wollten dem Kunden ermöglichen, die Ware zurückzugeben, ohne eine entsprechend gesetzlich vorgeschriebene Widerrufserklärung beizulegen. Diese wird oft vergessen.“ Damit setzt sich Samsung also über eine eindeutige gesetzliche Regelung hinweg: „Aus der Erklärung muss der Entschluss des Verbrauchers zum Widerruf des Vertrags eindeutig hervorgehen“, heißt es im Bürgerlichen Gesetzbuch zum Widerruf bei Verbraucherverträgen (§ 355 Abs. 1 Satz 2 BGB). Stattdessen hatte Peter A. dem Konzern sogar ausdrücklich mitgeteilt, dass er die Annahme wegen der beschädigten Verpackungen verweigere und um Ersatzlieferung bitte. Von einem Widerruf, der den Samsung-Shop von seiner vertraglichen Lieferpflicht befreit hätte, wollte Peter A. ausdrücklich nichts wissen.

Eine defekte Produktverpackung berechtige den Kunden grundsätzlich nicht zu einer Annahmeverweigerung der Ware, behauptete Samsung weiter. Die Ware selbst müsse defekt oder beschädigt sein. Dies sei bei Peter A. jedoch offensichtlich nicht der Fall gewesen und von ihm auch nicht geltend gemacht worden. Die Fotos, die Peter A. von der Lieferung geschossen und an Samsung geschickt hatte, zeigen aber eindeutig etwas anderes: Auch die Verpackung der Handys war beschädigt, eines ragte sogar aus seiner Verpackung heraus.

Darauf angesprochen lenkte Samsung nach der dritten Rückfrage am Ende doch ein. Nachdem Peter A. bestätigt hatte, noch immer an der Lieferung der beiden Galaxy S7 interessiert zu sein, wurden ihm diese am 20. Januar tatsächlich geliefert.



Die bei Anlieferung bereits stark beschädigte Handy-Verpackung hat der Kunde mit Fotos ordentlich dokumentiert.

Nur knapp zwei Monate nach der Bestellung am Cyber Monday. Immerhin sei die Lieferung nun besonders liebevoll verpackt gewesen, schilderte uns Peter A. Von Samsung hieß es zur Frage der Verpackung, die Geräte würden sorgfältig und ordnungsgemäß mit einer Papiereinlage verpackt, sodass sie beim Transport sicher geschützt seien. Sollte dies bei Peter A. nicht der Fall gewesen sein, entschuldige man sich und werde intern nach dem Grund dafür suchen.

## Anmerkungen

Normalerweise ist es unproblematisch, bei Verpackungsschäden oder sonstigen Reklamationen die Ware einfach innerhalb von 14 Tagen zurückgehen zu lassen und neu zu bestellen. Dafür bedarf es aber auch einer ausdrücklichen Erklärung, dass der Vertrag widerrufen werden soll. Fehlt diese wie im Fall von Peter A., kann sich der Verkäufer nicht ohne Weiteres vor der mangelfreien Lieferung drücken, wie Samsung das bei Peter A. versucht hat. Wer sich derart vertragswidrig verhält, muss dem Käufer unter Umständen sogar den dadurch entstandenen Schaden – hier in Höhe der Differenz zum inzwischen höheren Preis – ersetzen. Denn auch Verträge, die zu Schnäppchenkonditionen geschlossen werden, sind für beide Seiten verbindlich, schließlich hat niemand Samsung gezwungen, den 27. November zum „Cyber Monday“ zu erklären und seine Handys unter dem sonst üblichen Preis anzubieten. (tig@ct.de) **ct**



# Die Computerversteherin

## Ein Job an der Schnittstelle von Mensch und Maschine



**Siri, Alexa, Dragon Drive und Co. – digitale Assistenten erobern unseren Alltag. Damit sie uns wirklich auf Zuruf verstehen, tüfteln Computerlinguisten an immer ausgefeilteren Systemen zur Spracherkennung.**

**Von Anke Poimann**

**D**er Haupteingang des schmucklosen Firmengebäudes von Nuance Communications in Aachen liegt an einer vielbefahrenen Hauptverkehrsstraße. Ebenso nüchtern schaut es auch auf dem Schreibtisch der Computerlinguistin Dr. Ekaterina Kruchinina aus: Ein Notebook und ein Telefon – viel mehr ist nicht zu sehen. Wer sie ist und was sie macht, wird sie uns heute erzählen.

Die gebürtige Russin legte den Grundstein zur Laufbahn als Computerlinguistin noch in ihrem Heimatland, in dem sie Sprach- und Literaturwissenschaft studierte. Später zog sie nach Köln und nahm zusätzlich ein Studium der Sprachlichen Informationsverarbeitung (Computerlinguistik) auf: „Insbesondere die formalen Syntaxtheorien, beispielsweise die von Noam Chomsky, beschäftigten mich schon lange. Zudem faszinierte mich die Frage, wie man natürliche Sprache maschinell verarbeiten kann.“ Dass Mathematik bereits in der Schule ihr Lieblingsfach war, hat ihr den Zugang zur Informatik und zum Programmieren sehr erleichtert: Im Informatikstudium werden diese Fertigkeiten vorausgesetzt, in der Computerlinguistik dagegen ist das Programmieren Bestandteil des Curriculums. Ihren ersten Job fand sie direkt an der Uni-

versität. „Als studentische Hilfskraft in einer Forschungsgruppe zu arbeiten und erste Erfahrungen zu sammeln, war wunderbar“, erinnert sie sich.

### Hoch hinaus

Nach ihrem Master-Abschluss wechselte Frau Kruchinina für ihre Promotion an die Universität Jena. Dort beschäftigte sie sich mit Informationsextraktion aus Publikationen zur Genforschung. Die Mitarbeit an einigen internationalen Projekten ermöglichte es ihr, jährlich ein bis zwei Konferenzen zu besuchen. „Ich flog zum Beispiel nach Brasilien und nach Hongkong. Das Highlight war für mich aber der zweite Platz beim internationalen Wettbewerb für Informationsextraktionssysteme“, berichtet sie.

Nach der erfolgreichen Promotion stieg Frau Kruchinina 2012 beim Sprach-

erkennungsspezialisten Nuance Communications als Senior Research Engineer im Bereich Natural Language Understanding (NLU) ein. Dort entwickelte sie unter anderem die russische Sprachverstehenskomponente im Automotive-Bereich weiter. „Als Computerlinguistin muss ich mir überlegen, wie der Nutzer in seiner jeweiligen Landessprache agieren wird“, erläutert sie ihre Aufgabe. Wünscht ein Kunde von Nuance später eine neue Funktion, wie beispielsweise die sprachgesteuerte Suche nach Parkplätzen, so wird die Anfrage zunächst mit dem Produktmanagement spezifiziert. Anschließend arbeiten verschiedene Teams, darunter auch das NLU-Team, an der Umsetzung der Funktion in allen gewünschten Sprachen.

Im ersten Durchgang trainieren und evaluieren Computerlinguisten die statistischen NLU-Modelle. Nach Tests und Rückmeldungen von Kollegen aus der Qualitätssicherung verbessern die Computerlinguisten das System. Dieser Zyklus wird so lange wiederholt, bis die Ergebnisse zufriedenstellend sind und die neue Funktion ausgeliefert werden kann. „Die Entwicklung hört natürlich nicht auf, wenn das System auf dem Markt ist, denn erst dann kommen User-Daten im großen Stil dazu, die uns helfen, die Modelle immer weiter zu verfeinern“, führt Frau Kruchinina den Prozess aus.

## Andere Länder, andere Zeiten

Bereits nach einem Jahr übernahm sie eine Position als Research Manager und leitet seitdem ihr eigenes Team mit 10 Mitarbeitern in Europa: sieben in Deutschland, davon fünf in Aachen, zwei in Spanien und einer in London. Zudem arbeitet sie eng zusammen mit Kollegen in Montreal (Kanada) und Cambridge (USA).

Die Aufgabe wechselte, das Themengebiet blieb: Frau Kruchininas Team beschäftigt sich hauptsächlich mit NLU für die Automobilindustrie. Über 20 Sprachversionen hat Nuance bereits im Portfolio und die Zahl erhöht sich jedes Jahr. Als Managerin muss die 38-jährige stets alles im Blick haben und anfallende Aufgaben schnell koordinieren. So spannend die internationale Arbeit sein mag, so herausfordernd ist sie häufig. Das liegt auch an den unterschiedlichen Zeitzonen: „Ich beginne meist gegen 9 Uhr, bis mittags bleibt es eher ruhig. Spätestens, wenn in den USA der Arbeitstag startet, wird es stressig. Dann jagt eine Telefonkonferenz die nächste. Ich versuche so gegen 18:30 Uhr Feierabend zu machen, bleibe aber häufig doch länger“, beschreibt Frau Kruchinina ihren Arbeitstag.

Jedes Jahr findet eine interne Nuance-Forschungskonferenz statt, auf der sie ihre Kollegen persönlich trifft und über aktuelle Projekte diskutiert. „Das ist eine hervor-

## Steckbrief Computerlinguistik

In der Regel erfolgt ein Studium der Computerlinguistik. Das Fach zeichnet sich durch enge Verbindungen zu klassischen Fächern wie Linguistik, Phonetik und Informatik aus. Spezielle Vorkenntnisse sind zumeist nicht notwendig. Das Studium setzt sich zusammen aus Grundlagenkursen zur Semantik, Grammatik, Syntax und Morphologie der Sprache sowie aus Programmierkursen. Das Fach zeichnet sich durch eine recht hohe Praxisorientierung aus: Erworbenes Fachwissen soll in praktischen Einheiten zum Einsatz kommen, sei es durch Praktika oder durch Projekte. Arbeitsfelder finden sich vor allem im universitären Kontext und in der freien Wirtschaft. Das Einstiegsgehalt liegt bei rund 40.000 Euro.

ragende Möglichkeit sich auszutauschen. Wir definieren nicht nur die Ressourcen für jede Sprache neu, sondern auch die Anwendung der neuesten Algorithmen“, erläutert sie.

## Auf Gralssuche

Langfristig sollen sich die Maschinen, etwa digitale Assistenten in Autos, an die Menschen anpassen – nicht umgekehrt: „Dabei bewegen wir uns immer weiter in Richtung eines natürlichen Dialogs: Nicht nur der Mensch soll in seiner Alltagssprache die Maschine bedienen können, sondern auch sie soll aktiv am Dialog teilnehmen und antworten, ganz so, als wäre sie ein Mensch. Denken Sie nur an den fiktiven Computer HAL 9000 in Odyssee im Weltraum.“

Früher, so erzählt sie, hätten ihre Freunde häufig nicht verstanden, was sie eigentlich genau mache. Heute dagegen werde die NLU dank digitaler Assistenten wie Siri, Alexa und Co. für alle greifbar. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis es für uns selbstverständlich wird, per Sprachbefehl Kinotickets zu bestellen oder Plätze im Lieblingsrestaurant zu reservieren. „Ich freue mich, dass wir Computerlinguisten diese Zukunft mitgestalten dürfen.“ (apoi@ct.de) **ct**



Computerlinguistin Ekaterina Kruchinina (rechts) erzählt von der Gralssuche: Irgendwann sollen Menschen und Computer natürlich miteinander kommunizieren können.



# Mikrocontroller für erwachsene Kinder

## Programmieren lernen mit dem BBC Micro:Bit

**Der BBC Micro:Bit erlaubt den schnellen Einstieg in die hardwarenahe Programmierung ohne komplizierte Entwicklungsumgebungen und Programmieradapter.**

**Von Andrijan Möcker**

Der BBC Micro:Bit macht Lust auf das hardwarenahe Programmieren, ganz einfach, ohne Löten und Erweiterungsbauteile. Die 17 Euro teure Platine besitzt außer einem Mikrocontroller auch eine LED-Matrix (5 × 5), zwei Taster, eine Bluetooth-Schnittstelle, einen Beschleunigungs- und einen Magnetfeldsensor.

Der Lerncomputer wird im Webbrowser programmiert. Hierzu gibt es unter [microbit.co.uk](http://microbit.co.uk) (siehe c't-Link unten) verschiedene Code-Editoren. Die meisten davon sind ausschließlich auf Englisch verfügbar. Wer damit Probleme hat, findet unter [pxt.microbit.org](http://pxt.microbit.org) Microsofts Programming eXperience Toolkit. Das PXT bietet einfache grafische Programmierung mit deutscher Übersetzung der Funktionen und Erklärungen.

### Microsofts Bastelkiste

Das Programming eXperience Toolkit (PXT) besteht aus einer übersichtlichen Webseite, auf der Programmierfunktionen in Kategorien sortiert sind. Beim ersten Aufruf bietet das PXT bereits einen Programmvorschlagn, der einen Smiley auf der LED-Matrix des Micro:Bit blinken lässt. Besonders nützlich ist auch die Vorschau, um eigene Programme zu testen, ohne sie auf den Micro:Bit zu kopieren. Sie bietet eine vollständige Simulation des Micro:Bit und unterstützt auch die Eingabe von Sensordaten und Tasteranschlägen.

In den Kategorien des PXT finden sich auch Anfänger zurecht. Mit den Funktionen „wenn Knopf A gedrückt“, „4-mal wiederholen“ und „Zeige Zeichenfolge“ ist schnell das erste kleine Programm gebaut, das bei Tastendruck zum Beispiel „Hallo c't!“ über die LED-Matrix laufen lässt. Das fertige Programm lädt man als Datei via Browser herunter. Ist der Micro:Bit per USB mit dem Rechner verbunden, gibt er sich als USB-Laufwerk zu erkennen. Um das Programm zu übertragen, muss die Datei nur noch dorthin kopiert werden. Der Bastelcomputer startet

nach abgeschlossenem Kopiervorgang neu und führt das zuvor geladene Programm sofort aus.

Das PXT ist prinzipiell auch auf dem Smartphone nutzbar, denn es eignet sich ebenso für Touchscreens. Eine App überträgt die Programme per Bluetooth auf den Micro:Bit. Sobald jedoch komplexere Programme mehr Platz auf dem Bildschirm einnehmen, ist es besser, ein Tablet oder ein Laptop zu nutzen.

### Selbstprogrammiertes Thermometer

Auch die Benutzung von Variablen, die im PXT-Jargon Platzhalter heißen, stellt die Programmieroberfläche einfach visuell dar. Das zeigt unser Beispiel „Raumthermometer“: Der Micro:Bit besitzt keinen separaten Temperaturfühler, kann aber den des Mikrocontrollers abfragen. Da dieser durch die Arbeit des Controllers jedoch etwas wärmer ist als das Umfeld, empfiehlt es sich, ein paar Grad Celsius abzuziehen. Hierzu wird die Temperatur in einen Platzhalter geschrieben und mit der Funktion „ändere Platzhalter um“ reduziert. Die Funktion „zeige Nummer“ zeigt den Platzhalter auf der LED-Matrix an. Mit Funktionen wie „Pausieren (ms)“ lässt sich zum Beispiel das Anzeigintervall an die eigenen Vorstellungen anpassen.



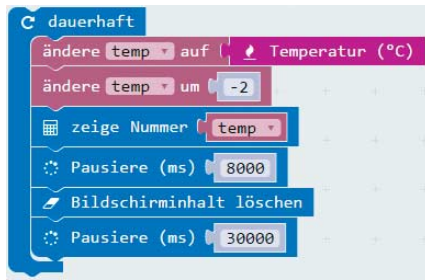
**Das erste Programm ist in Microsofts Programming eXperience Toolkit schnell zusammengekllickt.**

### Code-Editoren für den BBC Micro:bit

Editor	Programmiersprache
Microsoft Programming eXperience Toolkit	Block, JavaScript
Code Kingdoms	JavaScript
Microsoft TouchDevelop	TouchDevelop
MicroPython	Python
Open Roberta Lab	Block, NEPO
Mu	Python
Yotta	C++
Segger Embedded Studio (nur mit Segger Firmware und J-Link-Schnittstelle)	C/C++



Der Temperaturfühler des Mikrocontrollers als Raumthermometer: Die Anpassung der Temperatur geschieht mit Hilfe von Platzhaltern.



## Bluetooth-Leuchtfuerer

Die Bluetooth-Low-Energy-Schnittstelle des Micro:Bit bietet nicht nur Zugriff auf die verschiedenen Sensoren der kleinen Platine. Als Beacon programmiert wirbt der Micro:Bit drahtlos für beispielsweise das eigene Ladengeschäft, indem er regelmäßig die Adresse einer Webseite versendet. Bluetooth-LE-fähige Geräte ab Android 4.3/iOS 7 (mit Google Chrome installiert) unterstützen Googles Eddystone-Bluetooth-Profil und zeigen die empfangene Adresse als Benachrichtigung an. Die Konfiguration des Bluetooth-Beacons ist im PXT möglich.

Als Alternative gibt es show.io. Auf der Webseite erstellt man mit wenigen Klicks Beacon-Konfigurationen und erhält, wie im PXT, die Datei für den Micro:Bit als Download. Show.io bietet zusätzlich die Option, Links nachträglich zu ändern und die Sendeleistung mit den Tastern des Micro:Bit zu regulieren.

## Einstieg einfach gemacht

Der BBC Micro:Bit ist eigentlich ein Lernwerkzeug für Kinder und Jugendliche. Doch laden die bunten Blöcke auch Ältere dazu ein, sich mit der hardwarenahen Programmierung zu beschäftigen. Besonders die farblich gekennzeichneten Kategorien erleichtern es, komplexere Vorgänge zu erfassen. Weitere Code-Editoren vereinfachen den Übergang zu „richtigen“ Programmiersprachen. Eingabe- und Ausgabemöglichkeiten direkt auf der Platine, wie Taster und LEDs, garantieren schnelle Erfolgserlebnisse. Die Anschlussleiste mit Ein- und Ausgängen lässt Spielraum für Projekte, die über die Ausstattung der Platine hinausgehen. Wer komplexere Ideen umsetzen möchte als solche, die mit der Blockprogrammierung möglich sind, kann dem Micro:Bit auch mit mächtigeren Programmiersprachen wie C/C++ zu Leibe rücken. (amo@ct.de) **ct**

**Code-Editoren für BBC Micro:Bit:** [ct.de/yygg](https://ct.de/yygg)

Anzeige

BBC Micro:Bit	
Experimentierplatine mit Mikrocontroller	
Mikrocontroller	Nordic Semiconductor nRF51822, 16 MHz ARM Cortex-M0, 256 KByte Flash, 16 KByte RAM
Sensoren	NXP MMA8652 3-Achsen-Beschleunigungssensor, NXP MAG3110 3-Achsen-Magnetometer
Eingabe	2 × Programmtaster, 1 × Resetbutton
Ausgabe	5 × 5-LED-Matrix
Anschlüsse	25 Pins (davon 5 nutzbar per Bananenstecker/Krokodilklemme: GPIO (3,3 V), konfigurierbar: 6 × A/D, 3 × PWM, SPI, I <sup>2</sup> C, 1-Wire
Stromversorgung	Batterieanschluss (3 V), MicroUSB (5 V)
Bluetooth, USB	Bluetooth 4.0 Low Energy, MicroUSB 2.0



# Android ohne Google

## Google-Apps und -Dienste Schritt für Schritt einschränken



<b>Google-Dienste einschränken .....</b>	<b>Seite 68</b>
<b>Rechte mit XPrivacy verwalten .....</b>	<b>Seite 72</b>
<b>Auf ein Custom-ROM umsteigen .....</b>	<b>Seite 76</b>
<b>Standortdienste und Push-Nachrichten ohne Play-Dienste ...</b>	<b>Seite 78</b>
<b>Alternativen zu Googles Cloud-Diensten .....</b>	<b>Seite 82</b>
<b>App-Quellen abseits des Play Store .....</b>	<b>Seite 86</b>
<b>Akku und Datenvolumen schonen .....</b>	<b>Seite 89</b>

## Google weiß mehr über Android-Nutzer als jede Behörde und jedes andere Unternehmen. Wenn Sie Ihre Daten lieber für sich behalten wollen, kappen Sie die Verbindungen zur Google-Cloud mit simplen Einstellungen.

Von Christian Wölbart

**A**ndroid geht auch ohne Google. Und es gibt mehr als genügend Gründe dafür, Apps und Dienste des allgegenwärtigen Konzerns von Ihrem Smartphone zu schmeißen. Erstens schonen Sie den Akku und das Datenvolumen, wenn Ihr Gerät weniger Bits mit Googles Servern austauscht. Zweitens sehen App-Listen und Kontextmenüs übersichtlicher aus, wenn Sie überflüssige Anwendungen entfernen. Drittens, und das dürfte für viele entscheidend sein, verhindern Sie, dass Google ein Profil Ihrer persönlichen Daten, Interessen und Aktivitäten anlegt. Damit stellen Sie sicher, dass niemand diese Daten missbrauchen kann, zum Beispiel, falls Ihr Account oder sogar die gesamte Google-Cloud gehackt wird.

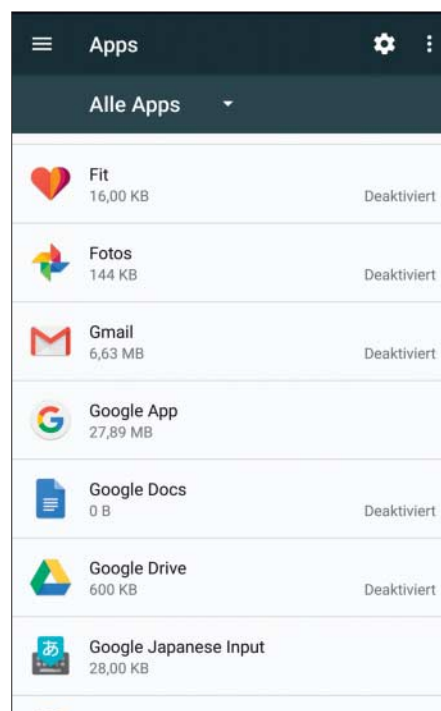
Egal, aus welchem dieser Gründe: Jedes Android-System können Sie so konfigurieren, dass kaum noch Daten an Google fließen. Die Frage ist nur, wie viel Aufwand Sie bei der Einrichtung betreiben und welche Komfortverluste Sie dauerhaft in Kauf nehmen wollen. Im Folgenden fangen wir mit einfachen Dingen an und steigern dann Schritt für Schritt. Sie können alle Maßnahmen aus diesem Artikel schnell wieder rückgängig machen.

Bevor Sie sich Ihr Handy schnappen und die Einstellungen durchpflügen, sollten Sie noch schnell einen Blick auf [myactivity.google.com](http://myactivity.google.com) werfen. Dort sehen Sie, welche Daten Google in Ihrem Konto bislang gesammelt hat. Die Übersicht hilft Ihnen bei der Entscheidung, was Sie verändern wollen.

Standardmäßig speichert Google jedenfalls erstaunlich viel von dem, was Sie auf Ihrem Android-Gerät tun, zum Beispiel minutös, wonach Sie gesucht haben, welche Suchergebnisse Sie angetippt haben, welche Apps Sie verwendet haben.

Ihre Gespräche mit dem Google-Assistenten sind dort als Audiodatei zu finden. Hinzu kommt der Standortverlauf, ein präzises Bewegungsprofil. Aus solchen Daten kann man schnell auf Ihren Wohnort, Ihren Arbeitgeber, Ihre politischen Ansichten, Ihre Konsumvorlieben und Ähnliches schließen.

Im Folgenden beziehen wir uns auf die Menüstruktur der Standard-Oberfläche von Android. Da einige Smartphone-Hersteller von dieser Struktur abweichen, kann es sein, dass die beschriebenen Menüpunkte bei Ihnen in Untermenüs versteckt sind oder an anderer Stelle auftauchen.

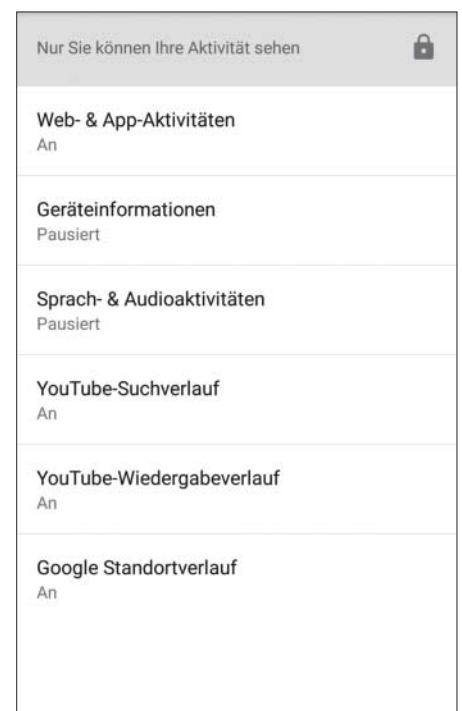


Die meisten Google-Apps lassen sich deaktivieren und werden dann nicht mehr aktualisiert.

### Unwichtiges abschalten

Viele Google-Dienste braucht man im Alltag kaum. Sie abzuschalten, reduziert den Datenaustausch erheblich.

Ein guter Einstiegspunkt sind die Google-Einstellungen. Auf den meisten Geräten finden Sie diese im Hauptmenü als App („Google-Einstellungen“) oder in der App „Einstellungen“ unter dem Punkt „Google“. Tippen Sie auf „Persönliche Daten & Privatsphäre“ und dann auf „Aktivitätseinstellungen“. Dort können Sie Google anweisen, Standortverlauf, Sprachbefehle, Geräteinformationen sowie Web- und App-Aktivitäten

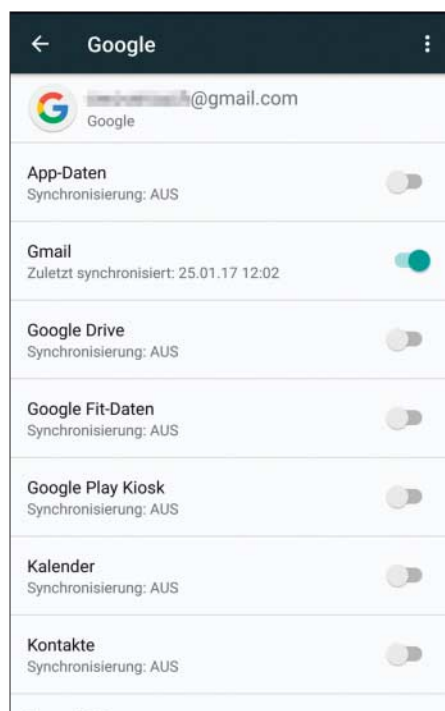


In den Google-Einstellungen stoppt man die Aufzeichnung von Suchbegriffen und Standorten.

(Suchaktivitäten) nicht mehr in der Cloud zu speichern.

Sie müssen dann auf die „Now-Karten“ verzichten, die zum Beispiel automatisch Routen zu regelmäßig angesteuerten Zielen anzeigen. Außerdem fließen die Daten nicht mehr in die Sprachsteuerung, Suchvorschläge und -ergebnisse ein. Doch die meisten Nutzer spüren diese Einschränkungen in der Praxis nicht, weil sie die Now-Karten ohnehin nicht nutzen und mit den restlichen Diensten auch so völlig zufrieden sind. Die Sprachsteuerung mit Google Now funktioniert weiterhin.

Wenn Sie diese Aufzeichnungen abschalten, bleiben alle bisher gespeicherten Daten davon unberührt. Löschen können Sie diese in den einzelnen Untermenüs hinter dem Link „Verlauf verwalten“ beziehungsweise „Aktivitäten verwalten“ oder bequemer am Desktop unter [myactivity.google.com](http://myactivity.google.com). Außerdem lässt sich in den Google-Einstellungen die personalisierte Werbung deaktivieren. Das heißt nicht, dass gar keine Werbung mehr eingeblendet wird. Googles Erkenntnisse zu Ihren Interessen bleiben dann lediglich bei der Auswahl der Google-Anzeigen unberücksichtigt.



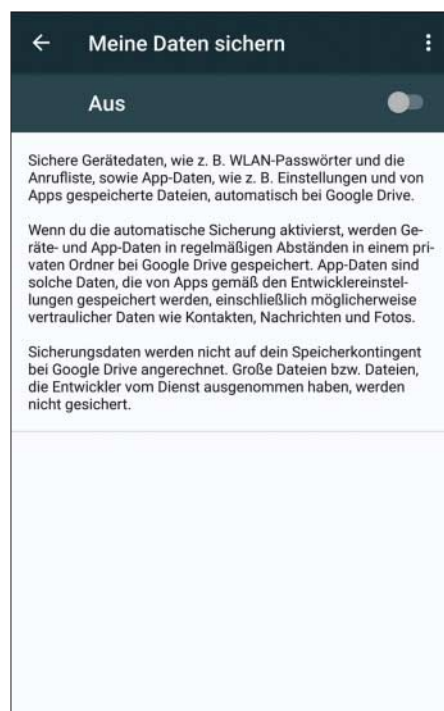
Die Synchronisation von Googles zahlreichen Web-Diensten lässt sich einfach abschalten.

## Apps deaktivieren

Unter „Einstellungen/Konten/Google“ schalten Sie die Synchronisation der Google-Dienste aus, die Sie ohnehin nicht nutzen. Überflüssige Google-Apps deaktivieren Sie in „Einstellungen/Apps“. Einige wie der Play Store und die Play-Dienste lassen sich allerdings nicht abschalten. In anderen Fällen ging es erst, nachdem wir die Apps zurückgesetzt hatten. Dazu mussten wir nur den Anweisungen im Deaktivierungs-Dialog folgen. Einige vorinstallierte Apps der Smartphone-Hersteller lassen sich ebenfalls deaktivieren.

Deaktivierte Apps tauchen nicht in den Menüs auf und werden nicht mehr automatisch aktualisiert. Da es sich um System-Apps handelt, kann man sie allerdings nicht einfach deinstallieren wie normale Apps. Außerdem kann es leider passieren, dass sie nach Betriebssystem-Updates ungefragt wieder erscheinen.

Falls Sie einzelne Google-Apps weiter nutzen, aber nicht mit Ihrem Konto verknüpfen wollen, können Sie sich zum Beispiel aus YouTube und Maps einzeln abmelden. Die Apps werden dann nicht mehr mit anderen Geräten abgeglichen.



Googles Backup-Funktion speichert unter anderem WLAN-Passwörter in der Cloud.

Googles Geräte-Manager soll helfen, das Handy im Verlustfall wiederzufinden. Er funkt vermutlich nicht regelmäßig Daten in die Cloud, sondern nur dann, wenn man das Handy von einem anderen Gerät aus ortet. Falls Sie die Funktion trotzdem deaktivieren wollen, geht das unter „Einstellungen (/Erweiterte Einstellungen)/Sicherheit/Geräteadministratoren“.

## Wichtiges ersetzen

Falls Sie Google-Dienste wie Gmail, Kalender und Kontakte nutzen, müssen Sie vor dem Abschalten einen Ersatz finden. Der Artikel auf Seite 82 stellt datenschutzfreundliche Optionen vor. Auch Googles Online-Speicher Drive lässt sich leicht ersetzen: Apps wie Tresorit und SpiderOak verschlüsseln die Daten des Nutzers (anders als Google, Microsoft OneDrive und Dropbox) vor dem Upload, sodass nicht einmal die Anbieter selbst sie entschlüsseln können. Sobald Sie die Ersatzdienste auf dem Handy eingerichtet haben, schalten Sie die Synchronisation der nun überflüssigen Google-Dienste ab.

Auch für Googles Chrome-Browser gibt es gute Alternativen, zum Beispiel Firefox oder Opera. Googles Galerie-App „Fotos“ lädt standardmäßig alle Bilder in die Cloud. In den Einstellungen der App lässt sich das abschalten („Sichern und synchronisieren“). Falls Sie weiterhin Fotos automatisch auf einem Server sichern wollen, bietet sich zum Beispiel die Tresorit-App als Alternative an.

Googles Bildschirmtastatur ist auf Nexus-Smartphones und vielen anderen Geräten aktiv. Sie sendet standardmäßig „Nutzungsstatistiken“ und „Textauschnitte“ an Googles Server. Beides lässt sich in den erweiterten Tastatureinstellungen abschalten. Falls Sie die Tastatur wechseln wollen, finden Sie im Play Store viele Alternativen, darunter auch solche, die keine Internetverbindung brauchen.

Als Offline-Ersatz für Google Maps kommt zum Beispiel OsmAnd in Frage. Für Fit und Play Music gibt es auch zahlreiche Alternativen, die allerdings ebenfalls Ihr Nutzungsverhalten in der Cloud protokollieren. Von Hangouts können Sie auf einen Messenger mit Ende-zu-Ende-Verschlüsselung wie Signal oder Threema umsteigen.

## Komfort einschränken

Unangetastet blieb bisher Googles Online-Backup. Standardmäßig sichert Android unter anderem WLAN-Passwörter, Einstellungen von Gmail, Anruflisten, eine Liste installierter Apps sowie optional Daten einiger Apps auf Googles Servern. Falls Sie Ihr Handy verlieren, ist das ein guter Notnagel; falls Sie geplant auf ein neues Modell umsteigen, spart es Zeit.

Es gibt aber andere Wege. Sie können ganz pragmatisch Daten von Hand über USB auf Ihrem Rechner sichern, zum Beispiel Fotos, Videos sowie die von WhatsApp und Threema erstellten Backup-Datenbanken. Ihre Apps können Sie auf dem neuen Gerät einzeln neu installieren.

Außerdem gibt es diverse Lösungen für umfassende Offline-Backups. Samsung-Nutzer sichern mit der Anwendung Smartswitch. Programme wie Helium und Titanium erfordern etwas Frickelei [1], ebenso wie ein Backup über adb. Wenn Sie Ihre Schäfchen im Trockenen haben, schalten Sie das Google-Backup aus (Einstellungen (/Erweiterte Einstellungen)/Sichern und Zurücksetzen).

Wenn Sie unter Einstellungen/Standort den Modus „Nur Gerät“ auswählen, bestimmt Ihr Smartphone seinen Standort nur über GPS, ohne Googles Online-Datenbank mit Standorten von WLAN-Routern und Mobilfunkmasten. Dann funktioniert die Standortbestimmung nur noch im Freien, und sie dauert in der Regel länger. Der Vorteil: Es gehen keine Standortdaten mehr an Googles Server.

## Ohne Google-Konto oder unter Pseudonym

Sie können Ihr Android-Smartphone natürlich auch ganz ohne Google-Konto betreiben. Dazu überspringen Sie diesen Punkt einfach bei der Ersteinrichtung oder löschen das Konto nachträglich in den Einstellungen. Dann kommen Sie allerdings nicht mehr direkt vom Handy an Googles Play Store. Es gibt natürlich viele andere Quellen für Apps, sowie Desktop-Clients für den Play Store (siehe S. 82) – doch diese Wege sind unbequemer. Zum Beispiel können Sie dann nicht mehr spontan im Urlaub die örtliche Nahverkehrs-App installieren.

Wenn Sie nicht auf den Play Store verzichten wollen und Ihr Google-Konto bislang unter Ihrem echten Namen führen, bietet sich der Wechsel auf ein neu angelegtes Konto mit Pseudonym an. Schnüffler, die irgendwie an diese Google-Daten herankommen, können Sie dann nicht mehr ganz so leicht identifizieren. Wie leicht, hängt davon ab, wie viele Daten Sie insgesamt mit diesem pseudonymen Konto abgleichen – zum Beispiel Kontakte, Ortsdaten oder Fotos.

Nach dem Umstieg auf das neue Konto funktionieren Ihre bisher gekauften Apps weiter, werden aber nicht mehr aktualisiert. Mit Play-Store-Gutscheinen von der Supermarktkasse kaufen Sie die Apps anonym neu. Kostenlose Apps werden mit Ihrem neuen Account verknüpft, wenn Sie diese über den Play Store aktualisieren.

## Für Profis

Der Betreiber des DNS-Servers kann die aufgerufenen Domain-Namen mit-schneiden. Normalerweise legt der Internet-Provider via DHCP fest, welchen DNS-Server Ihr Android-Gerät verwendet. Google betreibt eigene DNS-Server (8.8.8.8, 8.8.4.4), die unter Umständen von Ihrem Android-Gerät genutzt werden. Google kombiniert die Logs eigenen Angaben zufolge nicht mit persönlichen Daten aus Google-Diensten und löscht die IP-Adressen der Nutzer spätestens nach 48 Stunden.

Android hat keine Bordmittel zum Verändern der DNS-Einstellungen für Mobilfunkverbindungen, aber bei WLAN geht es. Tippen Sie lang auf die aktuelle WLAN-Verbindung, dann auf „Netzwerk ändern“ und „Erweiterte Optionen“. Wenn Sie die IP-Einstellungen auf statisch ändern, sehen Sie die aktuell verwendeten Server und können andere eintragen. Vorschläge für alternative DNS-Server gibt es unter anderem beim OpenNIC-Projekt und beim CCC. Tragen Sie als statische IPv4-Adresse eine ein, die nicht im DHCP-Bereich des Routers liegt und die nicht schon anderweitig im (W)LAN in Benutzung ist. Sonst kommt es früher oder später zu Verbindungsproblemen wegen Doppelnutzung.

Android wird auch danach weiterhin mit Google-Servern sprechen, zum Beispiel, um nach Updates zu suchen, oder

## Apps entfernen mit Root

Mit Root-Rechten erhalten Sie mehr Kontrolle über Ihr Smartphone, egal ob darauf das Original-Betriebssystem läuft oder ein Custom-ROM. Sie können dann auch vorinstallierte Apps löschen.

Allerdings sollten Sie abwägen, ob sich der Aufwand lohnt. Denn die meisten Google-Apps lassen sich ohne Root deaktivieren. Die restlichen (zum Beispiel die Play-Dienste) sollte man nicht mit der Brechstange entfernen, weil dann Fehlermeldungen auftreten oder das Betriebssystem streikt. Wie bei Custom-ROMs verweigern die meisten Hersteller nach dem Rooten alle Garantieleistungen.

Rooten lohnt sich, wenn Sie einzelne unwichtige Apps von Google oder vom Hersteller löschen wollen, zum Beispiel, weil diese sich nicht deaktivieren lassen oder selbst Fehlermeldungen produzieren. Falls möglich, deaktivieren Sie die Apps, bevor Sie sie mit Root-Explorern wie Titanium Backup oder ES löschen. Da die Apps auf der System-Partition liegen, gewinnen Sie keinen zusätzlichen Speicherplatz auf der Data-Partition. Wir konnten auf einem Nexus Hangouts und YouTube löschen, ohne das System zu zerschießen.

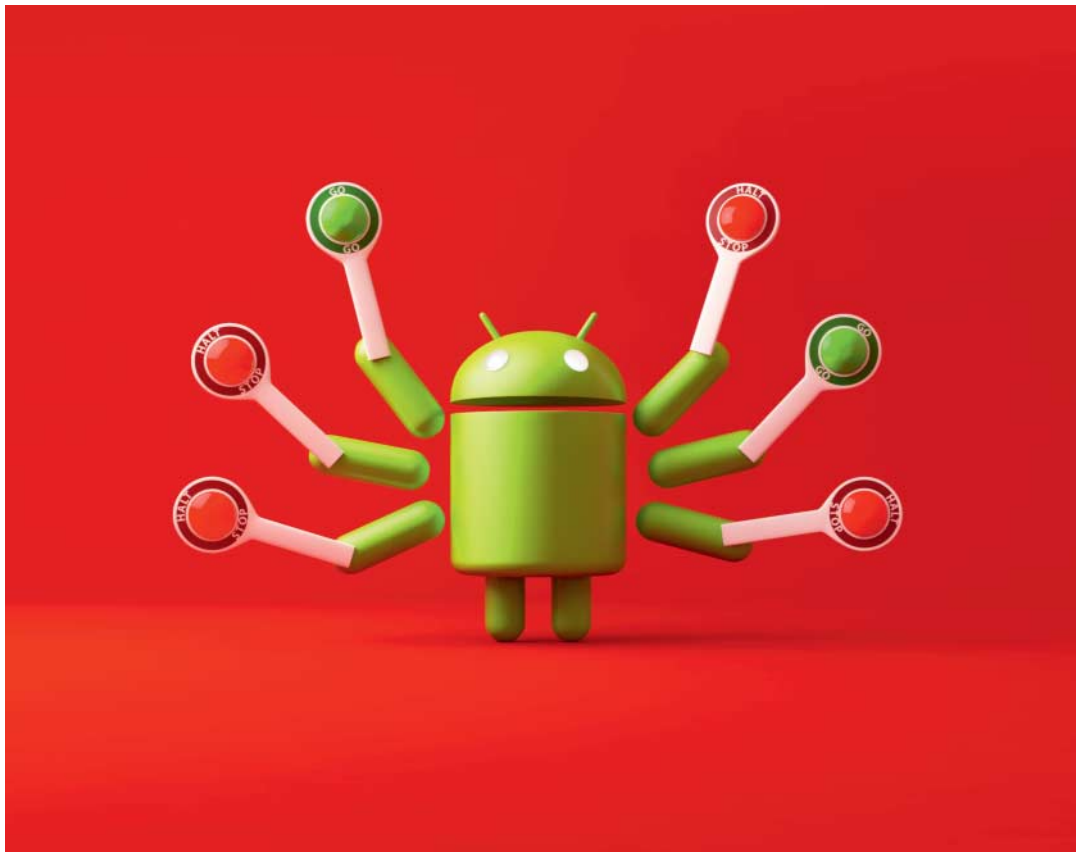
weil Apps von anderen Entwicklern Google-Werbung zeigen. Mit Root-Rechten und Firewalls werten Sie solche Verbindungen aus und blockieren sie; mit dem Xposed-Modul XPrivacy stellen Sie detailliert ein, auf welche Daten die Apps zugreifen dürfen (siehe S. 72).

Auch Googles Play-Dienste sind weiterhin aktiv. Sie zeigen zum Beispiel Ausschnitte aus Google Maps in anderen Apps an. Mit einem Custom-ROM werden Sie aber auch diese Dienste los – Details erklären wir ab Seite 76. (cwo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Hannes A. Czerulla, Nie mehr Angst vor Datenverlust, System und Apps mit Helium, Titanium Backup Root und ClockworkMod Recovery sichern, c't 2/15, S. 78





# Selektive Privatsphäre

## Googles Neugier mit XPrivacy bändigen

**Wer das volle Potenzial seines Android-Smartphones nutzen will, kommt an Google kaum vorbei. Dank XPrivacy muss man Google aber auch gar nicht meiden, denn das mächtige Werkzeug schiebt Googles Neugier einen Riegel vor, ohne den Nutzer Komfort zu kosten.**

**Von Alexander Spier**

**A**ch, wäre Google bloß nicht so neugierig! Richtig schlau werden Android-Smartphones eben doch erst durch die zahlreichen und oft nützlichen Google-Dienste, die tief ins System integriert sind. Bezahlen muss man dafür allerdings mit seinen Daten. Wer die Goo-

gle-Dienste haben, der Firma aber trotzdem nicht das perfekte Werbeprofil geben will, der kann sich mit XPrivacy von Marcel Bokhorst wehren. Dieses mächtige Werkzeug belohnt die nötige Vorbereitung und Einarbeitungszeit mit einer sehr fein abgestuften Rechteverwaltung – sowohl von Apps als auch Systemdiensten.

Die Möglichkeiten von XPrivacy gehen dabei deutlich über die rudimentären App-Berechtigungen von Android hinaus und übertreffen auch die weitergehenden Funktionen etwa vom Privacy Guard, der in CyanogenMod/LineageOS zum Einsatz kommt. So lässt sich den Apps nicht nur der Zugriff auf Standort, Kontakte oder den Speicher verweigern, sondern auch das Abfragen von Geräte-IDs, Sensoren, Zwischenablage und anderen Informatio-

nen, die den Nutzer und sein Verhalten eindeutig identifizieren könnten.

Da viele Apps eine Blockade bestimmter Rechte gar nicht vorsehen und deswegen in vielen Fällen schlicht abstürzen würden, geht XPrivacy sanfter vor: Statt den Zugriff auf eine Funktion zu sperren, gibt XPrivacy der App leere Listen oder falsche Daten zurück. In der Premium-Version für 5 Euro kann man Programmen auch selektiv Zugriff auf einzelne Kontakte, Konten und laufende Apps geben. Der Export von Einstellungen klappt ebenfalls nur mit der Kaufversion.

### Ohne Xposed geht nichts

Grundlage für XPrivacy ist das Xposed Framework. Das erlaubt es, Android und Apps während der Laufzeit gezielt anzu-

passen und zu beeinflussen. So erhält man Funktionen, wie sie sonst nur in Custom-ROMs oder mit Root-Rechten möglich sind. Löscht man Xposed, verhält sich das System wieder wie zuvor. Wer will, behält also sein gewohntes Hersteller-ROM mit allen Funktionen.

Xposed wird derzeit für Android-Versionen zwischen 5.0 und 6.0 weiterentwickelt. Ältere Xposed-Varianten für Android 4.0 bis 4.4 gibt es auf der offiziellen Seite noch zum Herunterladen, Unterstützung dafür aber nicht mehr. Dennoch sollten die meisten Module mit älteren Android-Versionen laufen, darunter auch XPrivacy. Auf dem aktuellen Android 7 läuft Xposed dagegen nicht und die Entwickler beantworten nicht, ob es eine angepasste Version geben wird.

Vom Hersteller stark veränderte Android-Versionen unterstützt Xposed teilweise nicht. Besonders Smartphones von Samsung mit Android 5.0 und höher sind davon betroffen: Für diese gibt es inoffizielle Xposed-Varianten, doch bei einigen Modellen kommt man um die Installation eines angepassten ROMs nicht herum.

Die Installation von Xposed ist relativ simpel, setzt aber entweder Root-Zugriff auf dem System voraus oder wenigstens ein Custom-Recovery, mit dem man das Framework aufspielen kann. Beide Voraussetzungen können die Garantiebedingungen des Geräteherstellers verletzen. Geht beim Aufspielen etwas schief, muss man sich selber helfen. Ein Backup wichtiger Daten ist in jedem Fall ratsam.

Auf gerooteten Geräten braucht es ausschließlich den Xposed Installer, den es im Xposed-Forum bei XDA-Developers gibt (siehe c't-Link). Er lädt die zum Gerät passende Datei und spielt sie ein. Ohne Root-Rechte wird die Sache komplizierter: Zwar lädt der Installer die Datei runter, kann sie aber selbst nicht installieren. Stattdessen muss man die korrekte Datei von Hand über ein Custom Recovery wie TWRP flashen. Das Aufspielen des Recovery unterscheidet sich je nach Gerät, eine kurze Anleitung gibt es meist bei TWRP oder den einschlägigen Foren. Details dazu finden Sie im Artikel auf Seite 76.

Das vom Installer heruntergeladene Paket landet tief vergraben im App-Ordner unter `Android/data/de.robv.android.xposed.installer/cache/downloads/framework`. Der Entwickler stellt die Installationsdateien aber auch direkt im Support-Forum zum Download bereit. Dabei gilt es auf die richtige Prozessorarchitektur zu achten und die zum installierten Android passende SDK-Version. Beide Angaben findet man in der Installer-App; für Android 5.0 ist SDK21 geeignet, für 5.1 SDK22 und für 6.0 SDK23.

Die passende Uninstaller-Datei sollte man bei beiden Methoden sicherheitshalber ebenfalls herunterladen und auf das Gerät schieben. Hängt das Smartphone nach der Installation in einer Boot-Schleife, schmeißt das Flashen dieser Datei Xposed wieder aus dem System.

Klappt der Neustart, meldet der Xposed Installer das korrekt installierte Framework. Über die App werden auch die Xposed-Module verwaltet, die die eigentlichen Funktionen bereitstellen. Die kommen in Form von APK-Dateien von verschiedenen Entwicklern und werden wie herkömmliche Apps aufgespielt. Dazu muss die Installation aus unbekannten Quellen in den Android-Einstellungen aktiviert sein. Unter „Download“ gibt es

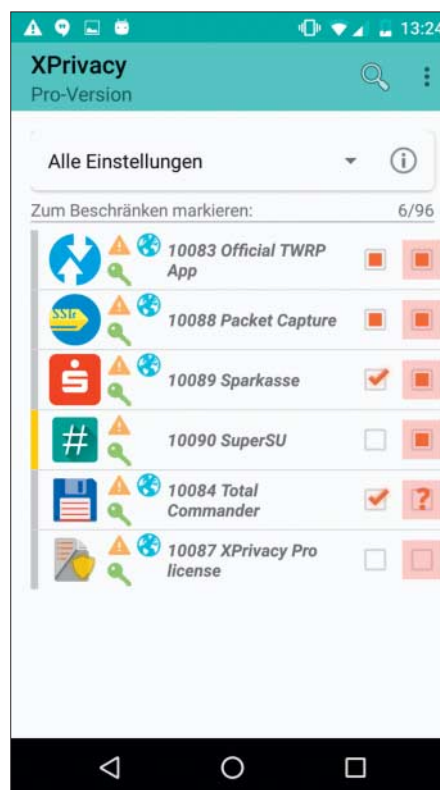
eine große Liste an Modulen, dort findet man auch die aktuelle XPrivacy-Version. Im Play Store ist diese ebenfalls erhältlich.

Bei „Module“ sind anschließend alle installierten Zusätze aufgeführt und können dort einzeln deaktiviert werden. Über den unscheinbaren Schalter „Xposed Status“ im Hauptmenü kann das komplette Framework beim nächsten Neustart aktiviert oder deaktiviert werden und so auch sämtliche Anpassungen.

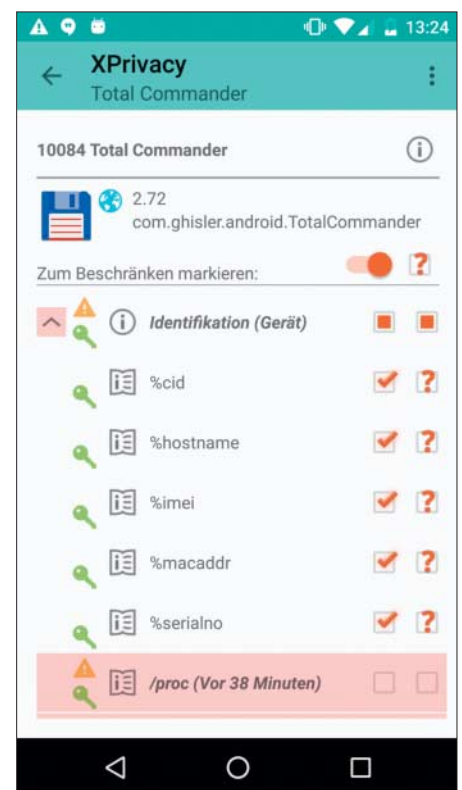
Einige Programme verweigern den Dienst, wenn sie Xposed erkennen. Insbesondere Banking-Apps reagieren aus Sicherheitsgründen ebenso allergisch auf Xposed wie auf ein gerootetes Android. Selbst dann, wenn Xposed deaktiviert ist. Diverse Module versuchen die Existenz von Xposed zu verschleiern, meistens muss man sich allerdings für App oder Xposed entscheiden.

## Loslegen mit XPrivacy

Nach der Installation erschlägt einen XPrivacy mit seiner schwer durchschaubaren Oberfläche. Die anfangs eingeblen-



Die Oberfläche von XPrivacy ist nicht selbsterklärend, das mächtige Werkzeug braucht einiges an Einarbeitungszeit.



Kritische Funktionen unterlegt XPrivacy rot und blockiert sie nicht automatisch. Im schlimmsten Fall sperrt man sich sonst von Android aus.

deten Hilfen sollte man sich daher aufmerksam durchlesen, denn XPrivacy ist mächtig, aber auch mächtig kompliziert. Auch die sehr ausführliche englische Dokumentation auf der XPrivacy-Webseite ist empfehlenswert.

In der Standardansicht werden die installierten Apps und daneben jeweils zwei Checkboxes angezeigt. Ein Haken in der linken Box blockt den Zugriff auf alle Rechte, ohne Haken gibt es keine Beschränkung für die App. Ein ausgefüllter Kasten bedeutet, dass nur einige Rechte eingeschränkt sind. Das ist im Standard-Profil der Normalfall. Ist die rechte Box für den On-Demand-Modus angehakt, fragt XPrivacy beim ersten Zugriff durch die jeweilige App per Popup nach, ob man eine Funktion blocken oder erlauben will – zu diesem Modus später mehr.

Drei Symbole neben einem App-Eintrag geben weitere Auskünfte: Ein gelbes Warnschild bedeutet, dass in dieser Kategorie eine Berechtigung genutzt wurde. Die blaue Weltkugel informiert über den prinzipiell möglichen Internet-Zugriff und

damit die Möglichkeit, gesammelte Daten auch zu senden. Der grüne Schlüssel zeigt an, dass die App eine Berechtigung von Android erteilt bekommen hat.

Das Antippen einer App ruft die Detailansicht auf, in der alle Zugriffskategorien aufgeführt sind und wie zuvor beschrieben ebenfalls über die Kästen beschränkt werden können. Ein Schieberegler erlaubt es, die App komplett freizugeben, der Kasten daneben schaltet die On-Demand-Option für alle Rechte frei. Klickt man auf den roten Pfeil neben einer Kategorie, klappt die äußerst kleinteilige Rechteübersicht auf. Ist ein Eintrag fett gedruckt, hat die App in letzter Zeit versucht, darauf zuzugreifen. Was ein einzelner Eintrag bedeutet, erklärt ein Klick auf das Infosymbol daneben sehr rudimentär. Dazu gibt es einen Link in die Android-Dokumentation.

In der Grundeinstellung führt XPrivacy nur die vom Benutzer installierten Apps auf. Systemdienste und vorinstallierte Programme fehlen, also auch die Google-Apps. Um an diese zu gelangen, muss

man zunächst den Experten-Modus in den Einstellungen aktivieren und dort „Beschränke Systemkomponenten“ erlauben. Anschließend das Speichern rechts oben nicht vergessen, Änderungen werden nicht automatisch übernommen. Danach muss man in der Standardansicht im Menü ebenfalls rechts oben noch den Filter anpassen, damit die System-Apps angezeigt werden.

Vorsicht ist beim Aufrufen der Einstellungen geboten, denn die können global und für jede App einzeln getroffen werden. Ruft man die Einstellungen in der Detailansicht eines Programms auf, sieht man die Optionen für die jeweilige App. Der Menüpunkt sieht identisch aus und steht an gleicher Stelle rechts oben. Die App-Einstellungen haben grundsätzlich Vorrang, wenn das jeweilige Häkchen gesetzt wurde. Ist ein Eintrag leer, gelten die globalen Vorgaben. Die globalen Einstellungen erreicht man nur aus der App-Übersicht heraus.

## On-Demand-Modus

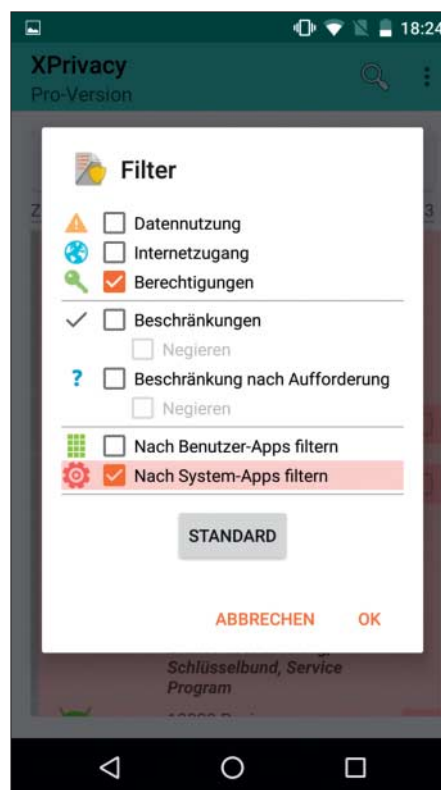
Bei neu installierten Apps wendet XPrivacy die Standard-Vorlage an: Bei der ist der Zugriff auf sensible Daten auf Nachfragen eingestellt, es wird aber nichts von vornherein blockiert. Will eine App auf eine Funktion zugreifen, blendet XPrivacy eine Abfrage über der App ein und blockt sie bis zu einer Entscheidung oder bis ein 15-Sekunden-Timer abgelaufen ist. Im Popup wird die angefragte Kategorie angezeigt und darunter die eigentliche Funktion.

Entscheidet man sich für „Zulassen“ oder „Blockieren“, wird die Einstellung für künftige Zugriffe gespeichert und nicht mehr nachgefragt. Was beim Druck auf „Ich weiß nicht“ und nach Ablauf des Countdowns automatisch für den aktuellen Zugriff angewendet wird, beeinflusst die linke Box in der XPrivacy-Übersicht. Beim nächsten Aufruf fragt XPrivacy erneut nach.

Das Zulassen oder Ablehnen wirkt sich auf die gesamte Kategorie aus: Erlaubt man einer App den Zugriff auf die Identifikation, kann sie ab sofort alle IDs abfragen. Hakt man den „Experten-Modus“ an, lässt sich das Verhalten ändern, sodass jede Funktion einzeln angefragt wird. Zudem erlauben die erweiterten Einstellungen, den Zugriff nur temporär zuzulassen.



Beim Zugriff auf sensible Informationen fragt XPrivacy, ob man diesen genehmigen will. Die Wahl lässt sich nachträglich ändern.



Vorinstallierte Programme und System-Apps zeigt XPrivacy nicht automatisch. Sie muss man im Experten-Modus freischalten und dann im Filter einstellen.



## Diffizile Rechtevergabe

Rot unterlegte Bereiche markieren bei XPrivacy grundsätzliche kritische Rechte, Apps und Einstellungen. Auch die Popups im On-Demand-Modus sind dann entsprechend rot unterlegt. Änderungen führen unter Umständen eher zum Absturz der jeweiligen App als normale Berechtigungen. Im schlimmsten Fall sperrt man sich sogar ganz aus Android aus, wenn man Systemdienste zu stark einschränkt. Dann bleibt nur das Deinstallieren von Xposed oder ein Zurücksetzen des Gerätes. Daher entzieht XPrivacy solche Rechte nicht automatisch.

Für Systemdienste lassen sich einige Funktionen wie der Zugriff auf die Geräteidentifikation erst gar nicht einschränken, da dies unweigerlich zu einer Bootschleife führen würde. Denn in der Kategorie befindet sich auch der Zugriff auf den /proc-Ordner, über den sich zum Beispiel laufende Prozesse identifizieren lassen, ohne den aber viele Apps nicht mehr funktionieren.

Nicht nur deshalb wird es schnell unübersichtlich, welche Einschränkungen überhaupt sinnvoll sind und welche man beruhigt ignorieren kann. Trotz Beschränkung des Standorts fand etwa Google Maps immer sofort die korrekte Position – es verwendete schlicht die Standortbestimmung über die WLAN-Daten. Diese Funktion ist von XPrivacy rot markiert und wird nicht automatisch gesperrt. Erst als wir sie blockierten, lokalisierte uns Google Maps wie von uns vorgegeben auf der Weihnachtsinsel. Das ist allerdings nicht zwangsläufig ein Problem: Ohne Account und Zugriff auf eindeutige IDs im Hintergrund kann Google den Standort nicht mit einem Profil verknüpfen. Bei XPrivacy muss man also auch im Gesamtbild denken, um eine alltagstaugliche Mischung aus Komfort und Datenschutz zu erreichen.

Statt sich selbst um die einzelnen Einschränkungen zu kümmern, kann man im Erweiterungs Menü unter „Operationen ...“ auch eine Vorlage aus dem Netz laden. Die speist sich aus den Profilen, die registrierte Nutzer zu XPrivacy hochladen können. Mehrheitlich gesperrte Funktionen kommen in das Crowd-Profil. Erfahrungsgemäß sperrt man damit aber auch bei vertrauenswürdigen Apps wirklich alle nicht essenziellen Funktionen, etwa Links

auf Webseiten. Dafür funktionierten die von uns ausprobierten Apps mit so einem Profil ohne Abstürze.

Startet eine App nicht mehr oder stürzt unvermittelt ab, hilft XPrivacy bei der Analyse. Ein Aktivitätslog führt auf Wunsch sämtliche erfolgreichen und geblockten Zugriffe mit Zeitstempel auf. Dazu muss in den Einstellungen der Haken bei „App Nutzungsdaten zeigen“ gesetzt sein. Rot hinterlegte Zeilen sind kritische Funktionen, die zum Absturz der App führen können, ein rotes Schild daneben zeigt an, ob die Funktion geblockt wurde.

Mit der einfachen Rechtevergabe von Android 6.0 kommt XPrivacy zurecht. Aber das erweiterte Sicherheitscenter von MIUI oder anderen Android-ROMs können dazwischenfunken, wenn Sie ebenfalls an den App-Rechten drehen.

## Keine Tarnkappe

In der Grundeinstellung gibt XPrivacy grundsätzlich leere Listen oder Einträge zurück, wenn eine App eine identifizierende Information abrufen und der Abruf geblockt wird. Einige Apps funktionieren damit allerdings nicht mehr. Mitunter kann es auch sinnvoll sein, gefälschte Daten zurückzugeben. In den Einstellungen lassen sich sowohl global als auch für die einzelne App daher Vorgaben machen, was zurückgeliefert werden soll: Android- und Werbe-ID, Standort, Telefonnummer, Funkzelle und diverse andere Angaben können geändert werden. IMEI, IP- und MAC-Adresse lassen sich ebenfalls vorgeben. Um die Nachvollziehbarkeit weiter zu verschleiern, können auch bei jedem Start Zufallswerte erzeugt werden. Verschleiert werden die Daten aber nur gegenüber der App, die so falsche Informationen sammelt. Der Provider oder der Seitenbetreiber sehen dagegen weiterhin die richtige IP, das kann XPrivacy nicht beeinflussen.

Trotz der zahlreichen Möglichkeiten, die XPrivacy anbietet, die Neugier von Google und anderen App-Anbietern einzuschränken: XPrivacy erzeugt keine perfekte Anonymität und soll es auch gar nicht. Zudem stopft XPrivacy nicht alle potenziellen Datenlecks: Böswillige Entwickler finden unter Umständen andere Wege, den Nutzer nachzuverfolgen oder Daten zu entlocken, indem sie anstatt der

Time	Package	Method
13:33:26	10083 phone/	getNetworkOperator
13:33:26	10083 phone/	getNetworkOperatorName
13:33:26	10083 internet/Connectivity.getActiv	eNetworkInfo
13:33:26	10083 location/	Srv_getNeighboringCellInfo
13:33:26	10083 location/	Srv_getCellLocation
13:33:26	10010 identification//proc	/proc/net/route
13:33:26	10083 identification//proc	/proc/15392/cgroup
13:33:26	10083 identification//proc	/proc/15366/cgroup
13:33:26	10083 identification//proc	/proc/15319/cgroup
13:33:26	10083 identification//proc	/proc/15294/cgroup
13:33:26	10010 network/NetworkInterface.getI	netAddresses
13:33:26	10083 identification//proc	/proc/15247/cgroup
13:33:26	10083 identification//proc	/proc/15193/cgroup
13:33:26	10083 identification//proc	

Das Aktivitätslog hilft bei der Suche nach Absturzursachen. Zudem zeigt es übersichtlich an, wann welche App ein bestimmtes Zugriffsrecht nutzt.

Android-Bibliotheken eigene nutzen. Auch Apps mit Root-Zugriff können das System selbstverständlich aushebeln. Unter Android 6 verhindert zudem aktuell ein Bug in XPrivacy das Abfangen von Datenzugriffen auf die SD-Karte. XPrivacy reduziert aber auch so die Möglichkeiten, den Nutzer nachzuverfolgen deutlich, und schützt sensible Daten besser, als es Android selbst leisten kann und will.

Wer nicht nur seine Privatsphäre schützen möchte, sondern zum Beispiel erst gar keine Werbung sehen will oder die Kommunikation mit bestimmten Anbietern komplett blocken möchte, muss ergänzend zu einer Firewall wie „NetGuard“ greifen. Die kommt ohne Root-Zugriff aus, indem sämtlicher Traffic lokal über die VPN-Funktion von Android geleitet wird und über die App läuft. Daher muss man dem Entwickler einiges an Vertrauen entgegenbringen, schließlich kann dieser potenziell auch sämtliche (unverschlüsselten) Inhalte mitlesen. (asp@ct.de) **ct**

Download der Tools: [ct.de/y1vv](http://ct.de/y1vv)



# Flashen für Einsteiger

## CyanogenMod und LineageOS installieren

**Die gründlichste Methode, Google vom Smartphone zu kicken, ist der Wechsel zu einem Custom-ROM.**

Von Christian Wölbart

**C**ustom-ROMs enthalten keine Google-Apps, sondern nur Anwendungen aus dem Open-Source-Teil von Android. Sie haben aber noch weitere Vorteile: Im Vergleich zu den Android-Varianten von Herstellern wie Samsung, HTC oder Sony nerven sie seltener mit Pop-ups, sind übersichtlicher und oft auch aktueller – und damit sicherer. Werbe-Apps für Pizza-Dienste, Anbindungen an die Cloud-Dienste der Hersteller und Ähnliches enthalten sie auch nicht.

Das meistgenutzte Custom-ROM ist CyanogenMod (CM), das im Moment turbulente Zeiten durchmacht. Die Firma Cyanogen stellte vor Kurzem ihre Unterstützung ein, aber die ehrenamtlichen Entwickler ließen sich nicht entmutigen. Sie forkten den Code und entwickeln ihn nun unter dem Namen LineageOS weiter.

LineageOS war bis Redaktionsschluss erst für ein Dutzend Geräte verfügbar, zum Beispiel für das Nexus 5 und Galaxy S5<. CM wird zwar nicht mehr weiterentwickelt, es ist aber weiterhin für Hunderte Modelle verfügbar. Eine Liste steht unter [download.cyanogenmod.org](http://download.cyanogenmod.org). Und im Vergleich zur Original-Software des Herstellers ist es oft aktueller. Zum Beispiel enthalten die jüngsten CM-Versionen für das Galaxy S5, Moto G (2015) und das Nexus 5 die Android-Sicherheitspatches vom Dezember. In solchen Fällen kann man noch

guten Gewissens auf CM umsteigen und dann später auf LineageOS, sobald dieses für das eigene Gerät verfügbar ist.

Im Folgenden erklären wir, wie die Installation eines Custom-ROM ganz allgemein abläuft. Dieses Wissen hilft bei der Einordnung der oft kryptischen Installationsanleitungen aus dem Netz für konkrete Modelle. Im Kasten rechts erklären wir die CM-Installation für drei beliebte Geräte Schritt für Schritt.

### Erst Recovery, dann Android

Um ein Custom-ROM zu installieren, müssen Sie das bisherige Betriebssystem überschreiben. Weil es in einer Partition liegt, die im Normalbetrieb schreibgeschützt ist, haben Android-Geräte eine weitere Partition mit einem Mini-Betriebssystem („Recovery“), dessen Hauptzweck es ist, die Systempartition zu modifizieren.

Das vorinstallierte Recovery spielt lediglich Updates der Hersteller ein, weswegen Sie es durch ein „Custom Recovery“ wie TWRP oder CWM ersetzen. Dazu müssen Sie normalerweise mit einem Kommandozeilenbefehl per USB den Bootloader entsperren. Danach schieben Sie das Custom Recovery vom PC über USB aufs Smartphone. Das geht bei den meisten Geräten (zum Beispiel Google Nexus, OnePlus, Motorola, Sony) mit Googles Entwicklungs-Tool Fastboot am einfachsten, bei Samsung-Geräten mit dem Tool Odin.

Danach schalten Sie das Handy aus und booten mit einer Tastenkombination (meist Power + Lautstärke runter/rauf) das Recovery-System. Hier können Sie kinderleicht die zuvor aufs Handy geschobene

Custom-ROM-Datei installieren („flashen“). Eine andere Methode: Man rootet das Handy und installiert dann mit einer App wie ROM Manager das Custom Recovery, statt mit einem Tool vom PC aus.

Auf Geräten mit Vollverschlüsselung – einige mit Android 5 und alle mit Android 6 oder neuer ausgelieferten – findet das Custom Recovery allerdings die ROM-Datei nicht, da die Datenpartition verschlüsselt ist. Android verschlüsselt mit einem gerätespezifischen Schlüssel, sodass die Eingabe des eigens vergebenen Passworts nicht reicht.

Wenn das Gerät einen SD-Slot hat oder USB-Speicher unterstützt, lässt sich die Custom-ROM-Datei darüber aufs Gerät bringen. Falls beides nicht vorhanden ist, hilft ein Trick: Booten Sie ins TWRP, brechen Sie die Passwortabfrage ab und formatieren Sie die Datenpartition neu (Wipe/Format Data). Ohne neu zu starten, schließen Sie das Gerät an den PC an, gehen in TWRP ins Mount-Menü, wählen die Data-Partition und tippen unten „Enable MTP“. Dann sollte das Gerät als USB-Gerät am PC mit einer leeren Datenpartition sichtbar sein, in die Sie das ZIP oder IMG kopieren. Dann gehen Sie im TWRP-Hauptmenü auf Install und wählen die Datei. Starten Sie zwischen diesen Schritten nicht neu, denn sobald Android hochfährt, verschlüsselt es die Datenpartition wieder.

Das Custom-ROM lässt dann übrigens die Vollverschlüsselung ausgeschaltet, sodass Sie GApps oder ein Rooting-Tool ohne Umweg installieren können. Unter Einstellungen/Sicherheit können Sie die Vollverschlüsselung aktivieren.

### Auf eigene Gefahr

Beim Rooten und der Installation eines Custom-ROMs verlieren Sie Ihren Anspruch auf Herstellergarantie. Die meisten Händler verweigern dann auch die Gewährleistung. Die Gefahr, dass Sie aus Versehen das Handy „bricken“, ist relativ gering. Wir haften aber nicht dafür, wenn bei der Umsetzung unserer Anleitungen etwas schiefgeht. Zum Schluss: Backup nicht vergessen, denn beim Umstieg auf ein Custom-ROM gehen alle persönlichen Daten, Apps und Einstellungen verloren.

(cwo@ct.de) **ct**

**Downloads und Links:** [ct.de/yz8h](http://ct.de/yz8h)

## Die Installation – Schritt für Schritt

Getestet haben wir jeweils CM, die Installation von LineageOS läuft aber grundsätzlich identisch. Alle erwähnten Dateien und Webseiten finden Sie über den c't-Link.



### Samsung Galaxy S5

Für das S5 (Codename „klte“) gibt es ein CM-Release vom Oktober und aktuelle Nightly-Versionen von CM und LineageOS:

- Zuerst die ZIP-Datei mit der Version Ihrer Wahl im Handy-Speicher ablegen;
- Odin 3.12.3 und das Custom-Recovery twrp-3.0.2-2-klte.img.tar auf den PC herunterladen;
- Handy ausschalten, in den Download-Modus versetzen (Lautstärke runter, Home und Power drücken), an den PC anschließen, Odin starten, unter Options das Häkchen bei „Auto Reboot“ entfernen und TWRP als AP flashen;
- Smartphone ausschalten und vom PC abziehen;
- danach sofort ins Recovery statt Android booten (Lautstärke rauf, Home und Power drücken);
- im TWRP unter Wipe einen Factory Reset ausführen, danach unter dem Punkt Install die ZIP-Datei mit dem CM auswählen.

Die einfachste Methode, zum Original-ROM von Samsung zurückzukehren: Handy an den PC anschließen, Kies starten, in der Menüleiste unter „Werkzeuge“ den Punkt „Firmware-Aktualisierung ...“ wählen. Im neuen Samsung-Programm Smart Switch steckt die Funktion unter „Notfallwiederherstellung von Software ...“.



### Google Nexus 5

Für dieses Modell (Codename „hammerhead“) gibt es ein CM-Release vom Dezember und ein LineageOS-Nightly:

- ZIP-Datei mit der Version Ihrer Wahl aufs Handy schieben;

- die Platform-Tools von Google und twrp-3.0.2-o-hammerhead auf den PC laden. Erstere gibt es seit Kurzem separat, sodass Sie nicht mehr das riesige Android Studio brauchen.
- auf dem Handy Entwicklermodus einschalten (Über das Telefon, 7 Mal auf Build tippen), USB-Debugging aktivieren, per USB mit PC verbinden;
- auf dem PC im Verzeichnis platform-tools eine Eingabeaufforderung starten, mit `adb reboot bootloader` und `fastboot oem unlock` den Bootloader entsperren;
- mit `adb reboot bootloader` und `fastboot flash recovery twrp-3.0.2-0-hammerhead.img` das Custom Recovery installieren (Pfad zum Recovery-Image beachten);
- auf dem Handy mit den Lautstärketasten „Boot Recovery“ auswählen;
- im TWRP unter Wipe einen Factory Reset ausführen, danach unter Install die ZIP-Datei mit dem CM wählen.

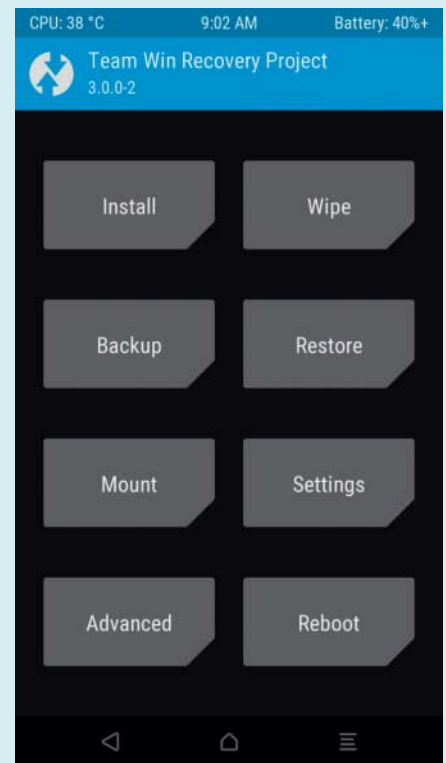
Zurück zu Googles System geht es schnell: Das Factory Image von `developers.google.com` in den Ordner mit den Platform-Tools legen, Nexus via USB anstöpseln, `flash-all.bat` starten.



### Motorola Moto G (2015)

Für dieses Gerät („osprey“) gibt es ein CM-Release vom Dezember und ein LineageOS-Nightly:

- ZIP-Datei mit der Version Ihrer Wahl aufs Handy schieben.
- Die Platform-Tools von Google und twrp-osprey-3.0.2 auf den PC laden, Motorolas USB-Treiber installieren;
- auf dem Handy Entwicklermodus aktivieren, USB Debugging und Bootloader Unlocking aktivieren;
- Handy ausschalten und in den Fastboot-Modus versetzen (Lautstärke runter + Power), an PC anschließen;
- auf dem PC im Verzeichnis platform-tools eine Eingabeaufforderung starten, mit `fastboot oem get_unlock_data` den Bootloader-Schlüssel auslesen,



Custom Recoverys wie TWRP machen die Custom-ROM-Installation leicht.

Zeichenkette aus allen 5 Zeilen zusammenkopieren (ohne den „Bootloader“-String), auf der Unlock-Webseite von Motorola eingeben und den Return-Key zwischenspeichern;

- Bootloader mit `fastboot oem unlock „Return-Key“` entsperren;
- Recovery installieren mit `fastboot flash recovery twrp.img` (Pfad zum Recovery-Image beachten);
- mit den Lautstärketasten „recovery mode“ auswählen;
- im TWRP unter Wipe einen Factory Reset ausführen, danach unter dem Punkt Install die ZIP-Datei mit dem CM auswählen.

Motorola bietet kein ROM zum Download an, deswegen ist der Weg zurück relativ kompliziert. Eine Anleitung finden Sie über den c't-Link.



# Komfort ohne GApps

## Standortdienste und Benachrichtigungen mit UnifiedNlp und microG statt Google Play Services

**Einige Apps streiken auf Custom-ROMs ohne Googles Play-Dienste. Zum Glück gibt es schlanke Open-Source-Tools, die die Google-Software überflüssig machen.**

**Von Andreas Itzchak Rehberg und Christian Wölbart**

**F**alls Sie Ihr Smartphone ohne die Apps von Google betreiben, werden Sie Einiges vermissen: Das Gerät ermittelt den Standort nur über Satelliten (GPS, Glonass ...), also eher langsam. Außerdem erhalten einige Apps plötzlich nur noch dann Benachrichtigungen, wenn sie

im Vordergrund laufen, zum Beispiel Threema und Signal. Viele Apps, zum Beispiel der DB Navigator, können keine Karte mehr anzeigen, und ein paar Apps wie Call a Bike und car2go streiken sogar komplett. So macht das nicht wirklich Spaß.

Die Ursache dieser Probleme ist das Fehlen der Play-Dienste. Sie gehören wie der Play Store, Maps, YouTube, Gmail und weitere zu den proprietären Google-Apps, die auf jedem Android-Gerät (außer einigen China-Phones oder Exoten) vorinstalliert sind, in Custom-ROMs wie CyanogenMod aber fehlen. Sie laufen im Hintergrund und stellen anderen Apps Schnittstellen zu fast zwei Dutzend Cloud-Diensten von Google bereit, zum

Beispiel für Location, Cloud Messaging, Analytics, Mobile Ads, Google+, Fit, Drive und Maps.

Zum Glück gibt es Open-Source-Apps, die die wichtigsten Funktionen der Play-Dienste übernehmen: UnifiedNlp bindet diverse Standortdienste ein, sodass Apps das Gerät schnell und energiesparend via WLAN und Mobilfunk orten können. Wer noch mehr Komfort will, sollte sich microG Services Core ansehen. Es enthält UnifiedNLP und gaukelt darüber hinaus anderen Apps das Vorhandensein der Play-Dienste vor. Außerdem verbindet es Apps mit Googles Cloud-Messaging-Dienst. So nutzt man Custom-ROMs komfortabel, aber ohne Google-Konto

und ohne Googles Standortdienste. Auch für Cloud-Messaging ist kein Google-Konto nötig, microG registriert das Gerät nur mit einer Zufallsnummer bei Google. Viele Dienste, zum Beispiel Threema und Signal, übertragen keine Nutzdaten über GCM, sondern wecken nur ihre Apps auf.

Entwickelt wurden beide Apps von dem Saarbrücker Informatik-Studenten Marvin Wißfeld. Er hat alle Quelltexte auf Github veröffentlicht. Beide Apps liefen im Alltagseinsatz in unserer Redaktion über mehrere Monate stabil, auf mehreren Geräten mit Custom-ROMs auf Basis von Android 5 und 6. Aber natürlich kann ein einzelner Entwickler seine App nicht so umfangreich testen und nicht so schnell weiterentwickeln wie größere Teams. Bei eventuellen Problemen kann Wißfeld deshalb keine schnelle Abhilfe garantieren.

Im Folgenden erklären wir zunächst UnifiedNlp, das sich in wenigen Minuten installieren und einrichten lässt. Im zweiten Teil geht es um microG, für das Sie mehr Zeit benötigen, aber ebenfalls kein Expertenwissen.

## Standortbestimmung mit UnifiedNlp

UnifiedNlp steht in F-Droid für Geräte ohne Google-Apps unter dem Namen „UnifiedNlp (no GAPS)“ zum Download bereit. Nach der Installation und einem Neustart des Geräts entscheiden Sie, welche Standortdienste Sie verwenden wollen. Marvin Wißfeld hat UnifiedNlp nämlich modular aufgebaut: Die App dient als Plattform für sogenannte „Location Backends“, die ebenfalls in Form von Apps im F-Droid-Store bereitstehen und den Standort mithilfe von Web-Diensten oder lokalen Datenbanken bestimmen.

Da es sich bei diesen Apps um Erweiterungen von UnifiedNlp handelt, tauchen sie nach der Installation nicht im Hauptmenü von Android auf. Aktiviert werden sie in einem Menü in UnifiedNlp („Configure location backends“). Die Backend-Wahl hängt von Ihren individuellen Ansprüchen ab. Generell muss man unterscheiden zwischen Backends, die den Standort mit auf dem Gerät gespeicherten Daten bestimmen und solchen, die Web-Dienste nutzen. Die Web-Dienste können prinzipbedingt das Handy tracken und Bewegungsprofile speichern:

- Das OpenBmapNlpBackend, das Mozilla

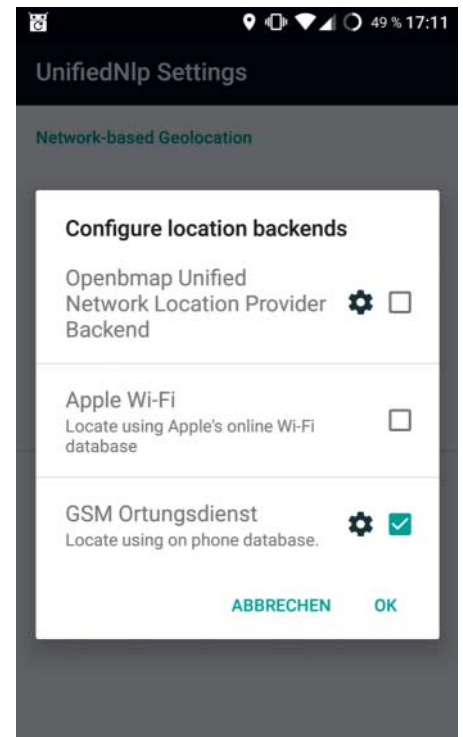
laNLPBackend und das Apple UnifiedNlp Backend nutzen Online-Datenbanken, zum Teil mit Offline-Caches. F-Droid bezeichnet nur das Apple-Backend als „Tracking-App“, obwohl theoretisch auch die anderen Anbieter das Smartphone tracken könnten. Wir konnten uns mit den Diensten von Apple und Mozilla jeweils genauso schnell orten wie mit Googles Dienst.

- Das LocalWifiNlpBackend sammelt bei aktivem GPS die Standorte von WLAN-Hotspots in einer Datenbank auf dem Gerät und nutzt sie bei deaktiviertem GPS für die Standortbestimmung.
- Das LocalGSMNLPBackend bestimmt den Standort des Geräts mit einer lokalen Datenbank, die die Standorte von Mobilfunk-Zellen enthält. Diese Daten laden Sie herunter, indem Sie in UnifiedNlp unter „configure location backends“ auf das Zahnradsymbol tippen. Eine Datenbank für Deutschland, Österreich und die Schweiz belegt rund 230 MByte.

Sie können mehrere Location-Backends kombinieren. Nach der Installation und Einrichtung überprüfen Sie in UnifiedNlp unter „Self-Check“, ob alle Schritte abgeschlossen sind. Eventuell müssen Sie noch in den Android-Einstellungen unter „Standort“ etwas anderes auswählen als „nur Gerät“, damit nicht nur GPS zur Verfügung steht. Bevor Sie einzelne Backends in den Android-Einstellungen deinstallieren, sollten Sie sie in UnifiedNlp deaktivieren.

## Cloud Messaging und mehr mit microG

microG Services Core ist ein schlanker, quelloffener Nachbau der Play-Dienste. Er sorgt dafür, dass Apps laufen, die nach den Play-Diensten verlangen. Dazu gehören einige Apps von Google selbst, vor allem aber die Apps anderer Entwickler. Außerdem bietet microG eine Schnittstelle zu Googles wichtigem Cloud-Messaging-Dienst sowie eine Maps-Schnittstelle für Apps wie DB Navigator. Die zeigen dann statt einer Google-Karte eine OpenStreet-Map. Auf Schnittstellen zu einigen anderen Google-Diensten hat Marvin Wißfeld bewusst verzichtet, zum Beispiel auf die für Analytics und mobile Werbung. Einige weitere hat er noch nicht umgesetzt. Wir sind nicht über Apps gestolpert, die deshalb nicht funktionieren.



UnifiedNlp dient als Plattform für diverse Dienste zur Standortbestimmung.

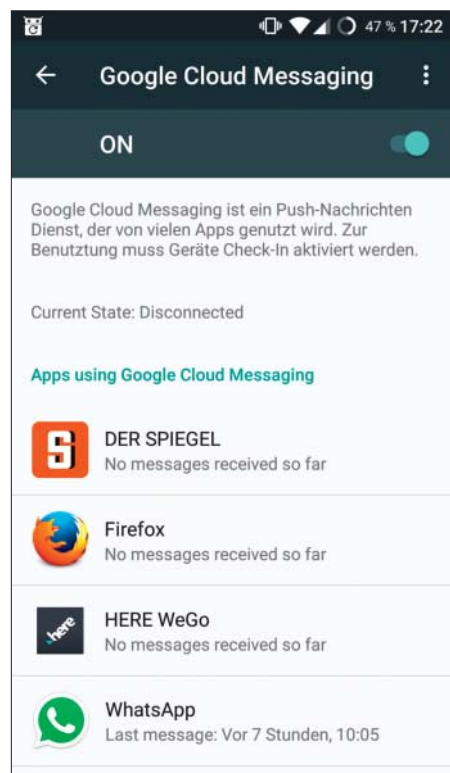


Das LocalGSMNLPBackend ermittelt den Standort mit lokal gespeicherten Daten und braucht keine Internet-Verbindung.





Die microG-Apps liegen in einem speziellen F-Droid-Repository.



Die jüngste Version von microG zeigt, welche Apps bei Googles Cloud-Messaging-Dienst angemeldet sind.

microG besteht aus mehreren Apps: Services Core dient als Basis und verwendet wie die Play-Dienste den Paketnamen `com.google.android.gms`, damit Apps sie als Ersatz akzeptieren. Außerdem ist das oben beschriebene UnifiedNLP integriert. Die App FakeStore sorgt dafür, dass es so aussieht, als wäre der Play Store auf dem Gerät vorhanden, und ist ansonsten ohne

jegliche Funktion. Die App GsfProxy ergänzt den Core um die Schnittstelle zu Google Cloud Messaging.

Die Installation umfasst mehr Schritte als bei UnifiedNLP, ist aber unkompliziert. Bei CyanogenMod und den anderen Custom-ROMs, die kein „Signature Spoofing“ unterstützen, müssen Sie zuerst das auf Seite 72 vorgestellte Xposed-Framework installieren und darin das Modul FakeGApps von `thermtk` aktivieren. OmniROM und MarshRom unterstützen Signature Spoofing von Haus aus.

Alle weiteren Zutaten erhalten Sie in F-Droid, wenn Sie das Repository von microG hinzufügen. Dazu tippen Sie auf die drei Punkte oben rechts in der F-Droid-App und wählen Paketquellen. Anschließend tippen Sie auf das Plus und tragen die URL `https://microg.org/fdroid/` ein. Dann aktualisieren Sie noch die Paketlisten.

Falls Sie die App GMScore nicht finden, müssen Sie das Standard-Repository von F-Droid deaktivieren, damit der Client nur das microG-Repository durchsucht. Nach GMScore installieren Sie auch GsfProxy und FakeStore. Nach der Installation müssen Sie das Gerät neu starten.

Dann öffnen Sie die microG-Einstellungen. Mit den beiden Schaltflächen „Aktiviere Geräte-Check-In“ und „Aktiviere Google Cloud Messaging“ sorgen Sie dafür, dass Apps wie Threema und Telegram auch dann Benachrichtigungen erhalten, wenn sie nicht aktiv sind. Eventuell müssen Sie die Apps dafür neu starten oder neu installieren. Außerdem können Sie wie oben beschrieben diverse Location Backends nutzen.

Einige Apps werden auch mit laufendem microG nicht funktionieren. Dazu zählen kostenpflichtige Apps, die ihre Lizenz über den Play Store verifizieren, das sind allerdings nicht viele (ein Beispiel ist das Spiel „Need for Speed Most Wanted“). Einige Apps verwenden noch das alte Maps-API v1 statt des v2 in GmsCore. Dies resultiert in einer Fehlermeldung bei der Installation. In solchen Fällen hilft es, einen Nachbau des alten Maps-API von Marvin Wißfeld per Custom Recovery zu flashen. Bei anderen Problemen hilft eventuell ein experimentelles Update. Links zu allen erwähnten Dateien finden Sie über den c't-Link. (cwo@ct.de) **ct**

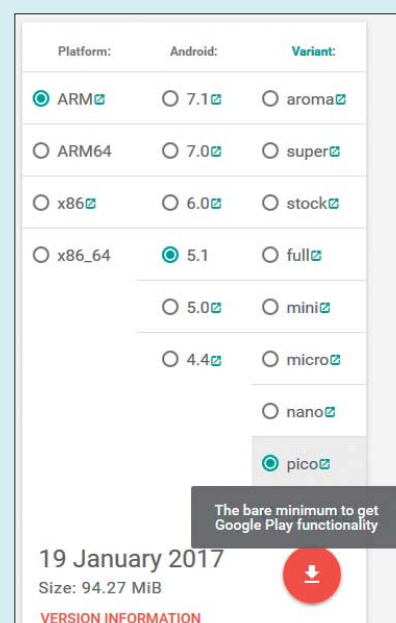
**Downloads:** [ct.de/ynqh](http://ct.de/ynqh)

## Google-Apps nach Wahl

Falls Sie statt der Open-Source-Lösung microG doch lieber die echten Play-Dienste von Google nutzen wollen, sollten Sie sich das Projekt Open GApps ansehen. Dort bekommen Sie (anders als der Name vermuten lässt) keine Open-Source-Nachbauten, sondern die proprietäre Software von Google. Der Quelltext der Apps ist also nicht einsehbar. Der Vorteil der Open GApps: Die meisten Pakete sind deutlich schlanker als das auf Android-Geräten normalerweise vorinstallierte Google-Paket.

- Pico enthält nur die Play-Dienste, den Play Store und Googles Installer (rund 100 MByte);
- in Nano stecken zusätzlich Googles Sprach- und Gesichtserkennung sowie die Such-App (rund 150 MByte);
- in Micro darüber hinaus Google Now, Gmail und der Google-Kalender (rund 200 MByte);
- Full entspricht ungefähr dem Standardpaket (rund 550 MByte).

Alle Pakete stehen unter `opengapps.org` zum Download bereit. Die Installation ist schnell erledigt: ZIP-Datei aufs Handy schieben, ins Custom Recovery booten (siehe S. 76), dort die ZIP-Datei flashen und das Gerät neu starten.

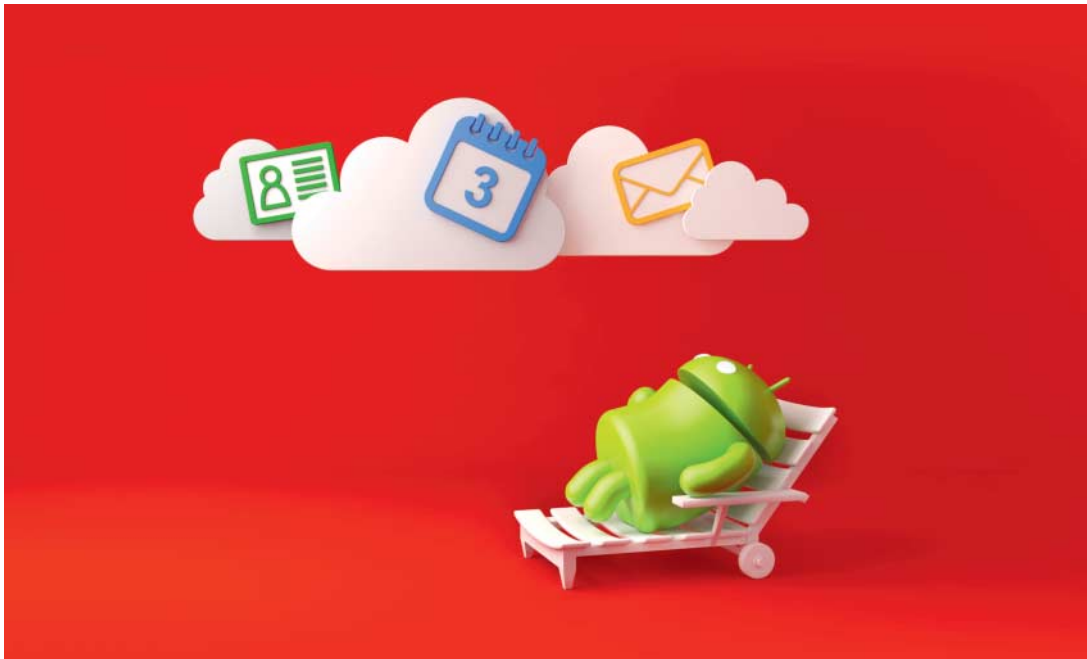


Die Open GApps gibt es in verschiedenen Paketgrößen.

Anzeige

# Die Cloudchenfrage

## Apps und Dienste für Mail, Kalender, Kontakte, Aufgaben und Notizen ohne Google



**Jetzt sind sie weg, die Google Apps, oder stillgelegt. Doch sie haben durchaus wichtige Aufgaben erledigt, für die nun Ersatz her muss. Zum einen geht es darum, passende Apps zu finden, zum anderen um die Entscheidung, ob man die Google entrissenen Daten nur auf dem Gerät oder auch online (und dann wo) speichert.**

**Von Jörg Wirtgen**

**D**er Verzicht auf Gmail fällt nicht schwer. Es gibt schließlich genug Alternativen, neben GMX und Web.de auch spezialisierte und sichere Provider wie Mailbox.org und Posteo. Gute Mail-Apps gibt es ebenfalls viele, selbst die zum Standard-Android gehörende (auf einigen Geräten aber fehlende) ist schon ganz brauchbar. Falls Sie die

Mail-Synchronisation mit dem Handy ausschalten, sollten Sie in der Web-Oberfläche von Gmail eine permanente Weiterleitung zu Ihrer Mail-Adresse einrichten, damit Sie etwaige wichtige Mails weiter bekommen.

Komplizierter sieht es bei Terminen, Adressen, Notizen und Aufgaben aus. Zuerst müssen Sie sich entscheiden, ob sie in der Cloud oder nur auf dem Smartphone liegen sollen. Die Cloud-Speicherung ist komfortabler: Sie bekommen eine automatische Sicherung, können den Datenbestand von anderen Geräten aus bearbeiten und etwa mit Freunden und Familie teilen. Allerdings müssen Sie dem Cloud-Anbieter trauen, dazu später mehr. Wenn Sie lieber alles ausschließlich auf dem Smartphone speichern wollen, müssen Sie sorgfältig Sicherungen anlegen: Falls Ihr Telefon beschädigt oder gestohlen wird oder Sie es verlieren, sind sonst womöglich alle Daten unwiderruflich verloren.

Termine und Adressen speichert Android in globalen Datenbanken, die allen Apps zur Verfügung stehen. Um die Synchronisation kümmern sich nicht die Kalender- oder Kontakte-Apps, sondern spezielle Hintergrunddienste, sogenannte Adapter. Mehrere Adapter können parallel arbeiten, und für die meisten Adapter lassen sich mehrere Konten einrichten. Die Daten der unterschiedlichen Konten bleiben dabei streng voneinander getrennt.

Android liefert nur zwei Kalender/Termin-Adapter mit: für die Google-Cloud und für Exchange-Server. Weitere lassen sich per App hinzufügen, auch das fehlende CalDAV/CardDAV. Die meisten dieser Apps sind reine Adapter, bestenfalls mit einer Konfigurationsoberfläche. Aber auch Kombinationen existieren, etwa Mail-Apps mit verbessertem Exchange-Adapter.

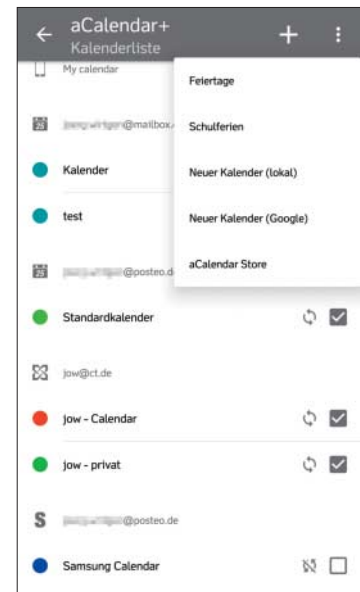
Einige weitere proprietäre Adapter sind erhältlich, beispielsweise für Facebook-Termine oder Termine/Adressen



Üblicherweise legt man neue Konten per Einstellungen/ Konten/Konto hinzufügen an, dort erscheinen alle Adapter.



Bei CalDAV/CardDAV muss man ein Konto für Kalender und eines für Termine anlegen, hier im BlackBerry-Adapter.



Manchmal muss man das Konto in der App anlegen, die den Adapter mitbringt, beispielsweise aCalendar.

bei LinkedIn oder in der Samsung-Cloud. Einige Apps, darunter viele Messenger, regeln ihr Kontaktverzeichnis ebenfalls über diese globale Liste. Als Google-Alternative eignen sie sich aus Datenschutzgründen im Allgemeinen nicht.

Schließlich gibt es Pseudo-Adapter, die ihre Daten nur lokal speichern. Zwei sind auf fast allen Smartphones installiert, einer für lokale Kontakte, einer für Kontakte auf der SIM-Karte. Ein lokaler Terminalspeicher fehlt den meisten Geräten; er lässt sich beispielsweise mit der App Offline Calendar von Sufficiently Secure (auch bei F-Droid erhältlich) nachrüsten, auch bringen einige Kalender-Apps einen mit.

## Adapter auswählen

Für CalDAV/CardDAV haben sich CalDAV-Sync (2,59 Euro) und CardDAV-Sync (1,90 Euro) von Marten Gajda und DAVdroid von bitfire (3,79 Euro, kostenlos gegen Spende bei F-Droid) bewährt. Das kostenlose und auch bei F-Droid erhältliche aCalDav von Willy Ens arbeitet laut Nutzerkommentaren nicht so zuverlässig. Eine Synchronisationszeit können Sie nur beim Anlegen eines Kontos festlegen, wir empfehlen mindestens 15 Minuten. Die ebenfalls kostenlosen „Dienste des BlackBerry Hub+“ – auch ohne kompletten Hub+ nutzbar – synchronisierten im Test mit einigen Servern gut, mit posteo.de allerdings gar nicht.

Der Exchange-Adapter von Android (genauer EAS, Exchange ActiveSync) unterstützt keine Unterkalender und nur

recht wenige Felder in Kontakten. Bessere ActiveSync-Adapter fanden wir beispielsweise in den Mail-Apps Nine von 9Folders (11 Euro per In-App-Registrierung) und BlueMail (kostenlos, zahlreiche Download-Möglichkeiten unter bluemail.me/android). Einige Mail-Apps benötigen das neuere EWS-Protokoll (Exchange Web Service), das aber nur wenige Provider unterstützen – viele nutzen Exchange-Alternativen wie Zimbra oder Open-Xchange, die nur ActiveSync beherrschen.

Apps bekommen entweder auf alle Adressen oder Termine Zugriff oder auf gar keine. Wer etwa WhatsApp nur private, nicht aber berufliche Kontakte geben will, ist auf die Methoden der Datentrennung angewiesen, die wir in [1] ausführlich beschrieben haben. In Kurzform: Eine Möglichkeit sind Container-Apps, die ihre synchronisierten Daten nur in der App verwalten und gerade nicht über Adapter in den globalen Speicher pumpen: Für Exchange-Konten erledigt das Touchdown (14,67 Euro), und auch beim erwähnten Nine lässt sich die Weitergabe in den globalen Speicher abschalten. Weitere Möglichkeiten, falls vorhanden: mehreren Nutzerkonten oder auf Samsung-Handys ohne Root/Custom-ROM die App MyKnox.

## Notizen und Aufgaben

Für Notizen und Aufgaben sieht Android keine globalen Adapter vor, sondern jede App muss selbst synchronisieren, auch Google Notizen (ehemals Keep) tut das.

Das Exchange-Protokoll unterstützt Notizen und Aufgaben, die aber nur die Adapter-App sieht. Beispielsweise bietet die erwähnte Mail-App Nine eine ganz schöne Oberfläche samt Widgets zum Anzeigen und Bearbeiten der Aufgaben und Notizen. Die kostenlose OX Sync App hat immerhin eine Aufgabenverwaltung, ihr Exchange-Adapter funktioniert allerdings nur mit wenigen voreingestellten Open-Xchange-Anbietern, darunter mailbox.org. Wenn es Sie nicht stört, dass zwei Apps aufs gleiche Konto zugreifen – das kostet marginal Strom und Datenvolumen –, können Sie Apps wie „Tasks & Notes for MS Exchange“ nutzen.

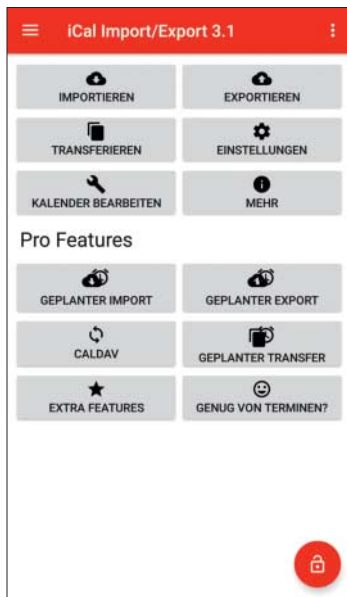
Wer intensive To-do-Listen pflegt oder große Notizberge ansammelt, sehnt sich schnell nach mächtigeren Werkzeugen vom Kaliber Evernote, Wunderlist & Co. [2]. Die meisten speichern ihre Daten allerdings unverschlüsselt auf US-Servern. Zu einer Alternative könnte Turtl heranwachsen (www.turtlapp.com, kostenlose App im Play Store und als Download), ein vollverschlüsselnder, aber noch spartanischer Notiz-Dienst.

## Abholen und sichern

Zum Umzug der Termine und Adressen von Google auf den neuen Speicherort haben Sie drei Wege. Für Notizen und Aufgaben dürften alle drei aber nur mit viel Handarbeit funktionieren.

Erstens am PC per Import/Export: Im Browser in den Google-Konteneinstellun-

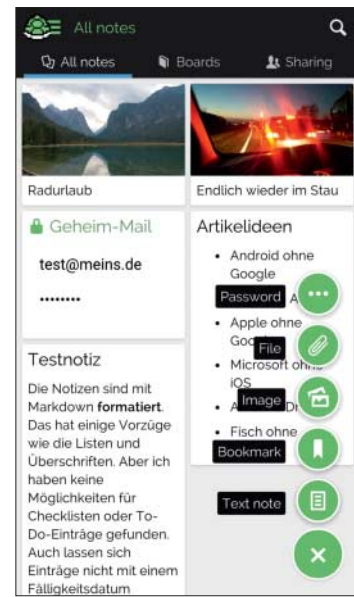




iCal Import/Export ist ein CalDAV-Adapter und zusätzlich ein Tool zum Import, Export und Sichern von Terminen.



Der kostenlose, etwas gewöhnungsbedürftige Mail-Client BlueMail synchronisiert Exchange-Kontakte und -Termine.



Turtl speichert Notizen mit Fotos und Anhängen verschlüsselt in der Cloud oder auf einem eigenen Server.

gen unter dem Punkt „Ihre Inhalte gehören Ihnen“ wählen Sie die benötigten Daten und bekommen dann eine Zip-Datei mit beispielsweise Kalendern im iCal-Format. Diese Dateien importieren Sie dann übers Web-Interface des neuen Diensts.

Der zweite Weg geht per App: Unter einigen anderen sind „ZenUI Dialer & Kontakte“ von Asus für Kontakte und „iCal Import/Export CalDAV“ von Lukas Aichbauer für Termine in der Lage, Daten von einem Konto in ein anderes zu übertragen. Beide können auch Backup-Dateien anlegen. Das iCal-Tool in der Pro-Version (3,59 Euro, Download auf Homepage, Zahlung per Bitcoin und PayPal) erstellt und verschickt die Sicherungen automatisch regelmäßig.

Der dritte, eigentlich nächstliegende Weg, nämlich per USB-Kabel über einen PC zu synchronisieren, wird dadurch kompliziert, dass Android die Daten von Apps und Adaptern nicht frei zugänglich speichert. Manche Smartphone-Hersteller haben entsprechende Tools, auch MyPhoneExplorer (www.fjsoft.at) mag einen Blick wert sein.

Aus dem gleichen Grund fallen Backups so schwer; einige Lösungen zeigen wir in [3]. Gerade für wichtige Notizen und Aufgabenlisten sollten Sie Apps mit eigener Sicherungsfunktion wählen.

## Wo speichern?

Vielleicht denken Sie also doch noch mal darüber nach, die Daten in der Cloud zu

speichern. Wenn Sie Google samt US-Behördenzugriff nicht wollen, kommen auch Microsoft, Apple und die Cloud-Lösungen der Smartphone-Hersteller nicht in Frage.

Ein Lichtblick mag Microsofts neues Office 365 Deutschland sein, bei dem Exchange-Daten, OneNote-Notizbücher, Mails und OneDrive-Inhalte auf inländischen Servern liegen und dem deutschen Datenschutz unterliegen; Microsoft selbst hat auch nur eingeschränkten Zugriff.

Für dienstliche Daten ist der Exchange-Server des Arbeitgebers der richtige Speicherort – nicht aber unbedingt für private Daten, denn die landen für zig Jahre in Firmen-Backups und sind möglicherweise den Administratoren zugänglich.

Eine gute Anlaufstelle dürfte der eigene Mail-Dienstleister sein, dem Sie ja sowieso vertrauen müssen. Viele bieten einen CalDAV/CardDAV-Zugang an: GMX und Web.de beispielsweise ohne Aufpreis, die in [4] getesteten sicheren Provider Mailbox.org (auch ActiveSync) und Posteo für 1 Euro im Monat. Wenn Sie eine Homepage haben oder andere Cloud-Dienste bei EU-Providern nutzen, sind auch die einen Blick wert. So bieten etwa 1&1 für 5 Euro und Strato für 10 Euro pro Monat ActiveSync.

## Heim-Cloud

Alles zu unsicher? Dann muss ein eigener Server her, auf dem ein Paket wie OwnCloud oder NextCloud mit CalDAV/CardDAV läuft; die App OwnNote (1,11 Euro) speichert dort auch Notizen.

Eine weitere Alternative ist Cozy [5], zudem gibt es einige Notiz-Server, beispielsweise SimpleNote oder Laverna (Android-App noch Beta). Erfahrene Linuxer mögen sich auch an Komplexeres wie die Community-Edition von Kopano (ehemals Zafra) mit ActiveSync herantrauen.

Ob Sie sich einen Root-Server in der Cloud mieten oder zu Hause einen Linux-PC aufsetzen, hängt von vielen Faktoren ab [6]. Die Möglichkeiten zu Hause reichen von der Fertiglösung per NAS (die von QNAP und Synology bringen einen weiteren Notiz-Dienst mit) bis zum Bastelprojekt mit einem Raspberry, und dann können Sie zur Absicherung noch ein VPN davorhängen [7]. (jow@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Android-Separatisten, Berufliche und private Daten auf Android-Geräten voneinander abschotten, Stefan Porteck, Jörg Wirtgen, c't 21/16, S. 122
- [2] Clever Zeit sparen, Dinge auf die Reihe kriegen – mit Konzept und Software, Jo Bager, c't 15/16, S. 102
- [3] Nie mehr Angst vor Datenverlust, System und Apps mit Helium, Titanium Backup Root und ClockworkMod Recovery sichern, Hannes A. Czerulla, c't 2/15, S. 78
- [4] Mitleser-Sperren, Alternative Dienste für komfortable und abhörsichere Mail-Kommunikation, Holger Bleich, c't 13/15, S. 138
- [5] Ganz ohne Google, Private Cloud-Apps mit Cozy, Liane M. Dubowy, c't 13/16, S. 130
- [6] Frische Web-Apps für Ihren Server, Nützliche Anwendungen für Webspaces, Root- und V-Server, Dr. Oliver Diedrich, Holger Bleich, c't 13/16, S. 120
- [7] Absicherung via Heimathafen, Smartphones und Tablets per IPsec und OpenVPN absichern, Dušan Živadinović, c't 22/16, S. 78

Anzeige



# Apps ohne GApps

## Quellen für Apps abseits vom Play Store

**Befreit man das Smartphone von der Datenkrake Google, entfernt man damit auch den Play Store als Quelle für Apps. Wir zeigen Wege, um die Lücke zu schließen und das Smartphone trotzdem mit Apps zu beladen.**

**Von Johannes Merkert**

**G**oogle sieht vor, dass Apps auf einem Android-Gerät grundsätzlich aus dem Play Store kommen. Auf einem Smartphone ohne Google braucht man deshalb alternative Quellen. Als Ersatz für den Play Store springt der Appstore F-Droid ein, der nur quelloffene Software enthält. Was dort fehlt, lädt man entweder von den Webseiten der Hersteller oder über den Um-

weg eines Desktop-Rechners mit dem Java-Tool Raccoon aus Googles Quellen.

### F-Droid

Für Smartphones ohne Play Store sollte F-Droid immer die erste Anlaufstelle auf der Suche nach Apps sein. In den Katalog von F-Droid kommen nur quelloffene Apps, die sich im F-Droid-Forum um die Aufnahme beworben haben. Das sorgt anders als in Googles Store für ein übersichtliches Angebot an qualitativ guten Apps, ohne das Risiko Werbe-Apps ohne Funktion zu installieren. Von der begrenzten Auswahl sollte man sich nicht entmutigen lassen.

Alle Apps im Kasten am Ende des Artikels beziehen Sie am leichtesten über F-Droid. Genau wie der Play Store sucht F-Droid regelmäßig nach Updates für die installierten Apps und zeigt Benachrichtigungen, wenn deren Installation ansteht.

F-Droid ist eine ganz normale App, die Sie auf allen Android-Smartphones installieren können. Sie lädt die APK-Dateien der angebotenen Apps bequem herunter und installiert sie. Deswegen müssen Sie die „Installation von Apps aus unbekannten Quellen“ in den Sicherheitseinstellungen zulassen, um die Apps und deren Updates über F-Droid installieren zu können. Einige App-Beschreibungen enthalten einen rot hervorgehobenen Hinweis, dass die App „nicht freie Netzwerkdienste“ bewirbt. Das heißt, die App nutzt Serverdienste, die wie die Sync-Funktion von Firefox oder die Twitter-Server nicht mit freier Software laufen.

Die F-Droid-App selbst laden Sie am besten von [f-droid.org](http://f-droid.org) herunter. Sobald der Store installiert ist, kann er sich selbst updaten. Auf einem frisch installierten Smartphone ohne Google-Apps aktivieren

Sie zuerst „Unbekannte Quellen“ für die Apps, laden F-Droid und installieren dann möglichst viele Ihrer Apps aus dem Open-Source-Store.

## Direkt vom Entwickler

Für manche Apps wie WhatsApp oder Threema gibt es für Android keine Open-Source-Alternative. Da deren Quelltexte nicht offen liegen, integriert F-Droid die Originalversionen nicht in den Store. In solchen Fällen müssen Sie die APK-Dateien auf anderem Weg herunterladen. Meiden Sie dabei windige Webseiten, die APKs verschiedener Apps sammeln. Das Risiko, statt des Originals eine modifizierte Version mit Malware herunterzuladen, ist dort zu groß. Im Idealfall bieten die Hersteller APKs auf ihrer eigenen Webseite zum Download an. Auf diesem Weg finden beispielsweise die Messenger WhatsApp und Threema den Weg aufs Smartphone. Letzterer bietet extra eine Kaufoption für Nutzer ohne Play Store an.

Ohne Store installierte Apps werden auch nicht automatisch aktualisiert. WhatsApp und Threema können sich selbst aktualisieren. Ein solches Auto-Update integrieren aber nicht alle Apps, sodass Sie sich im Zweifelsfall selbst um die Aktualisierungen kümmern müssen. Das sollten Sie nicht auf die leichte Schulter nehmen: Die meisten Updates stopfen Sicherheitslücken, die aufgrund der großen Verbreitung von Android häufig auch ausgenutzt werden.

## Download am PC

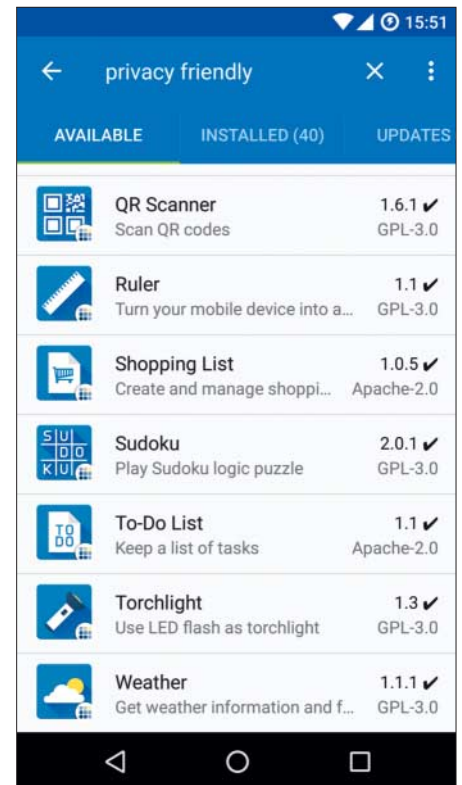
In vielen Fällen bieten Hersteller ihre Apps nicht selbst zum Download an. Auf Beschreibungsseiten zur App steht oft nur ein Link zur Detailseite im Play Store, auf der es keinen Download-Button gibt. Im Prinzip lädt aber auch der Play Store nur APK-Dateien herunter. Das macht sich die Java-Anwendung Raccoon zunutze. Sie gibt sich gegenüber Google als Android-Smartphone aus, speichert die geladenen APKs aber einfach lokal auf dem Rechner.

Unter <http://onyxbits.de/raccoon> stehen eine .jar-Datei für alle Desktop-Betriebssysteme und für Windows auch eine .exe zum Download bereit. Nach dem Start fragt Raccoon nach den Zugangsdaten zu einem Google-Account. Wir konnten uns nur mit Accounts ohne Zwei-

Faktor-Authentifizierung einloggen. Es ergibt aber ohnehin Sinn, für die App-Downloads einen eigenen Google-Account anzulegen, damit Google Ihre App-Auswahl nicht mit Ihren Surfgewohnheiten verknüpfen kann.

Die spröde Oberfläche des Java-Programms bietet anschließend alle Möglichkeiten eines normalen Play Store: Über ein Suchfeld können Sie Apps auflisten und durch Klick auf die Ergebnisse Details wie Download-Zahl, Bewertung und Berechtigungen der App abfragen. Der entscheidende Unterschied ist der Download-Button, der im Play Store fehlt. Raccoon lädt die APKs in seine eigene Verzeichnisstruktur, sodass beispielsweise die DB-App unter Linux im Verzeichnis `~/Raccoon/archives/default/apk_storage/de-hafas-android-db/` landet.

Wie beim APK-Download üblich, müssen Sie sich selbst um Updates kümmern. Raccoon lädt zwar brav jede neue Version aus dem Store, die Updates müssen Sie aber immer per Hand aufs Smartphone kopieren. Ein bequemer Weg



Die Play Store-Alternative F-Droid enthält nur Open-Source-Apps. Das sorgt für Übersicht und überdurchschnittliche Qualität.



Raccoon ist ein Play Store Client für Desktop-Betriebssysteme. Er lädt die APK-Dateien aus Google Store auf die Festplatte.



dafür ist ein Chat mit sich selbst über die Desktop-Version eines Messengers.

## Datenlecks stopfen

Android separiert die Datenbestände der Apps standardmäßig so, dass eine App nicht an die Einstellungen und Datenbanken anderer Apps herankommt. Schreiben Apps ihre Daten aber auf die SD-Karte oder den öffentlichen Teil des eingebauten Flash-Speichers, können alle anderen Apps mit einer Berechtigung zum Lesen der SD-Karte auf diese Daten zugreifen. Ähnlich verhält es sich mit Terminen oder dem Telefonbuch. Achten Sie deswegen bei der Installation aller Apps peinlich genau darauf, welche Berechtigungen sie verlangen. Im Prinzip kann jede App mit den Berechtigungen für Telefonbuch und Internet die Kontaktliste auslesen und heimlich an Server in den dunkelsten Ecken des Internet senden.

Der Play Store und die Play Services sind proprietäre Software, bei der Sie im Quelltext nicht prüfen können, ob Google private Daten an seine Server sendet. Auf einem Android ohne Google schließen Sie dieses potenzielle Datenleck. Dann hat nur das Betriebssystem selbst Zugriff auf die Daten aller Apps – und dessen Quelltext kann man dank Open Source selbst auf Hintertüren prüfen. Prinzipiell könnten Spione sich noch Hintertüren in der proprietären Firmware von Hardware-Komponenten wie dem WLAN-Chip eingebaut haben – aber auch da können Sie hineinschauen [1].

Ein spionagesicheres Smartphone macht viel Mühe. Die sollten Sie nicht zunichtemachen, indem Sie proprietären Apps aus dubiosen Quellen Zugriff auf Ihre privaten Daten erlauben. Seit Android 6 fragt Android erst nach Berechtigungen, wenn eine App sie benutzen möchte. Viele Apps akzeptieren an dieser Stelle auch ein „Nein“. Bei anderen Berechtigungen wie dem Zugriff auf den Standort ist es oft sinnvoll, der App die Rechte über die Einstellungen später wieder zu entziehen. Im Alltag werden Sie abwägen müssen zwischen Bequemlichkeit, Funktionsumfang und Datenschutz.

(jme@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Matthias Schulz, Nexmon, Wie man die eigene WLAN-Firmware hackt, c't 26/16, S. 168

## F-Droid App-Empfehlungen



**Open Camera** ist eine Alternative zur sehr eingeschränkten Standard-Kamera-App von Android. Sie bringt viele Einstellmöglichkeiten, manuelle Belichtungsreglung und einen Winkelmesser gegen schiefe Bilder mit.



Der **QR Scanner** aus der Privacy-Friendly-Apps-Sammlung der TU Darmstadt liest QR-Codes, ohne dafür unnötige Berechtigungen zu verlangen. Das garantiert, dass die App nicht spioniert, ohne den Quelltext prüfen zu müssen.



Zwei-Faktor-Authentifizierung mit Google Authenticator geht auch ohne Google: Die schlanke App **FreeOTP** implementiert den TOTP-Algorithmus und ersetzt den Authenticator überall – sogar beim Google-Account.



**Draw** ist eine sehr minimalistische App, um mit dem Finger auf dem Display zu zeichnen. Ohne Einarbeitung ersetzt sie Stift und Papier, wenn diese mal nicht zur Hand sind.



**NewPipe** ist eine schlanke YouTube-App, die ohne Play Services auskommt. Praktisch: Sie zeigt querformatige Videos immer auf der vollen Breite des Displays, unabhängig von der Orientierung des Smartphones.



Der Twitter-Client **Twidere** bringt die Usability von TweetDeck aufs Smartphone. Mit Wischgesten wechselt man zwischen den Timelines mehrerer Konten, Aktivitäten, Erwähnungen, Listen oder Suchen.



Die **GitHub**-App informiert über die sozialen Interaktionen in eigenen und favorisierten Repositories. Entwickler bleiben damit unterwegs auf dem Laufenden über Issues, Forks und Kommentare.



**Bitcoin Wallet** verwaltet das Guthaben der Krypto-Währung. Mit ihr lassen sich Überweisungen unter anderem über das Scannen von QR-Codes abwickeln. Eine Backup-Funktion schützt das Guthaben bei Geräteverlust.



Anders als WhatsApp oder Threema ist die **Telegram**-App Open Source. Dank guter API gibt es für Telegram viele Sticker als Ergänzung zu Emojis und praktische Bots. Geheime 1:1-Chats nutzen Ende-zu-Ende-Verschlüsselung.



Wer die Metadaten seiner Chats privat halten will, betreibt einen eigenen Jabber-Server. **Conversations** ist eine XMPP-App mit der Bedienoberfläche eines Messengers. Sie unterstützt Verschlüsselung mit PGP, OTR und OMEMO.



Der **Privacy Friendly Net Monitor** zeigt an, welche Netzwerkverbindungen andere Apps aufbauen. Damit prüft man bequem, ob andere Apps unverschlüsselt kommunizieren oder Verbindungen zu zweifelhaften Servern aufbauen.



**OpenVPN for Android** leitet den gesamten Netzwerkverkehr des Smartphones über ein virtuelles privates Netzwerk. Das kann nützlich sein, um Geofencing zu umgehen oder aus der Ferne aufs Firmen-Netz zuzugreifen.



Wer anonym bleiben will, kann mit **Orbot** den Netzwerkverkehr aller Apps durchs Tor-Netz leiten. Fürs anonyme Surfen sollte man zusätzlich den Tor-Browser **Orfox** verwenden.

# Sparmaßnahmen

## Google-Dienste abschalten, um Akku und Datenvolumen zu schonen

**Ein typisches Android-Smartphone baut täglich Hunderte Datenverbindungen zu Google-Servern auf – das ärgert nicht nur Datenschützer, es geht auch zu Lasten der Akkulaufzeit.**

Von Christian Wölbart

Es lohnt sich, den Datenverkehr über WLAN und Mobilfunknetze einzuschränken, wenn man die Akkulaufzeit verlängern will: Im Standby-Modus braucht ein Samsung Galaxy S5 nur 10 bis 20 Milliwatt, während eines Downloads oder Uploads über WLAN hingegen rund 1 Watt, via LTE sogar 2 Watt. Das Display verbraucht je nach Helligkeit nur 0,3 bis 1,2 Watt, das GPS-Modul maximal 0,4 Watt.

2014 zeigte ein Experiment von c't, wie viele Daten typischerweise mit Google ausgetauscht werden. Binnen 24 Stunden verband sich das Testhandy über 700 Mal mit Google-Servern. 22 Prozent der insgesamt übertragenen Bytes gingen an oder kamen von Google. Durch Abschalten der Google-Dienste haben wir die Zahl der Verbindungen auf unter 40 reduziert (siehe Diagramm). Das Gerät kontaktierte Google-Server dann hauptsächlich noch, um nach Updates zu suchen, die Internetverbindung zu testen oder weil andere Apps die Play-Dienste nutzten.

Wie sich das konkret auf die Akkulaufzeit auswirkt, hängt von zig schwer kontrollierbaren Variablen ab, lässt sich also kaum präzise messen. Wir verlängerten in einem Versuch mit typischen Alltagsaufgaben (surfen, fotografieren, navigieren, Downloads und Uploads ...) durch das Abschalten sämtlicher Google-Dienste auf einem Fairphone 2 die Laufzeit um über 20 Prozent.

### Foto-Upload und Standortverlauf abschalten

Als Sparmaßnahme kommen alle Schritte in Betracht, die wir ab Seite 68 erklären. Vergleichsweise viel sparen Sie durch das Abschalten des Standortverlaufs, der automatischen Foto-Uploads und der automatischen Synchronisierung einzelner Dienste wie Drive, Mail, Kontakte oder Kalender.

Sie sollten darüber hinaus auch unsere allgemeinen Stromspar-Tipps für Android beachten: Schmeißen Sie alle überflüssigen Apps vom Gerät, um zu verhindern, dass diese ohne Grund im Hintergrund aktiv bleiben oder aufwachen – das passiert besonders häufig unter Android 5 oder älter. Unter Einstellungen/Akku (auf typischen Android-Geräten) kontrollieren Sie, welche der verbliebenen Apps viel Strom verbrauchen. Nach einem Tipp auf einen Eintrag sehen Sie weitere Details: Wie viele Daten hat die App über WLAN und Mo-

bilfunk übertragen, wie lange hat Sie den Standort bestimmt? Das liefert Hinweise für weitere gezielte Sparmaßnahmen.

Außerdem können Sie unter Einstellungen/Datenverbrauch/Kontextmenü pauschal die Hintergrunddaten beschränken – dann dürfen die meisten im Hintergrund laufenden Apps nur noch über WLAN ins Internet. Push-Nachrichten, zum Beispiel über Googles Cloud-Messaging-Dienst, kommen in der Regel trotzdem an. Weitere allgemeine Stromspar-Tipps für Android haben wir in [1] zusammengestellt.

App-Updates gehen normalerweise nicht auf Kosten der Akkulaufzeit: Auf unseren Testgeräten lud der Play Store nur dann Updates herunter, wenn das Handy mit einem Ladegerät verbunden war. Backups lädt Google ebenfalls nur hoch, wenn das Handy eingestöpselt ist. Falls Ihr Gerät jedoch auch im Akkubetrieb Updates (oder andere große Dateien) herunterlädt, bestimmen Sie unter Einstellungen/WLAN/Kontextmenü/Erweitert, dass WLAN bei ausgeschaltetem Display nur dann aktiv ist, wenn ein Ladegerät angeschlossen ist.

### Datenvolumen schonen

Wenn Ihr Mobilfunk-Datenvolumen oft schon am 20. eines Monats erschöpft ist, haben Sie einen weiteren Grund, die Synchronisierung mit Cloud-Diensten einzuschränken. Unseren Experimenten zufolge trennt Google allerdings relativ gut zwischen Mobilfunk und WLAN: Mit allen aktivierten Google-Optionen lud der Play Store an einem normalen Nutzungstag 50 MByte über WLAN herunter und nur 710 KByte über das Mobilfunknetz. Bei den Play-Diensten waren es 8 MByte im Vergleich zu knapp 700 KByte.

Durch das Abschalten aller Google-Optionen haben wir den Mobilfunk-Datenverbrauch noch weiter reduziert (Play-Dienste: 370 KByte, Play Store: unter 10 KByte), aber das macht den Kohl nicht fett. Mehr spart man, wenn man die Synchronisation von Mails, Kontakten, Terminen, Fotos und Dokumenten einschränkt, also auf Komfort verzichtet.

(cwo@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Stefan Porteck, Alexander Spier, Halte durch!, Akkulaufzeit unter Android verlängern, c't 22/15, S. 90

#### Datenverkehr zu Google

Google-Dienste (Stichprobe)	Zahl der Verbindungen zu Google-Servern innerhalb von 24 Stunden
Standard-Nutzung mit allen Google-Diensten	719
deaktiviert: Foto-Sicherung, Web- und App-Aktivität, Standortverlauf, interessenbezogene Anzeigen	258
zusätzlich deaktiviert: Standortbestimmung über Mobilfunk/WLAN, Backup, Google-Suche, Google-Apps, -Dienste	144
zusätzlich deaktiviert: Google Maps, Gmail	36
CyanogenMod ohne Google-Apps	23
getestet mit einem Galaxy Note 3 mit Android 4.4; CyanogenMod 10.2 auf einem Galaxy S3	



# Schwarzdruck fürs Heimnetz

## Günstige Schwarzweiß-Laserdrucker mit (W)LAN

**Wer nur selten druckt, braucht ein Gerät, das nicht viel kostet, wenig Platz wegnimmt und auch nach monatelanger Pause sofort wieder funktioniert. Diese Anforderungen passen gut auf kleine Schwarzweiß-Laserdrucker bis 100 Euro.**

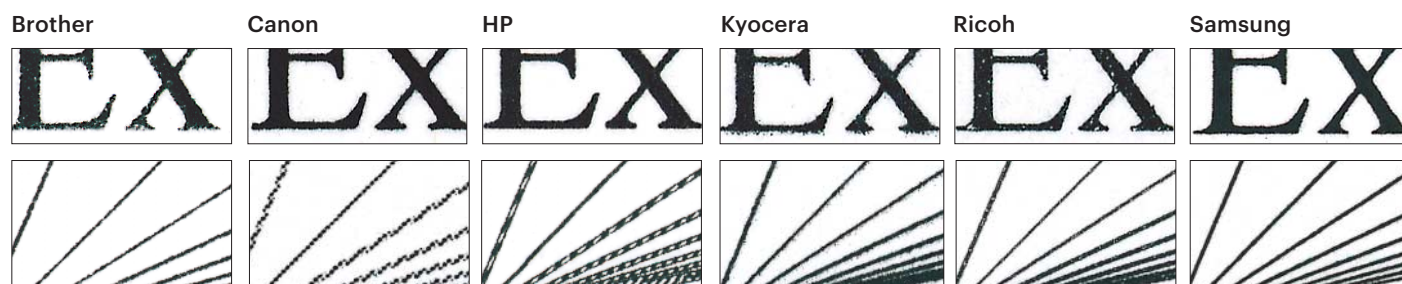
Von Rudolf Opitz

**L**aserdrucker haben zwei Vorteile. Erstens: Man bekommt preiswerte Schwarzweißgeräte; bei Tintenmodellen muss man die Farbtinte immer mit kaufen, auch wenn es eigentlich nur Schwarz auf Weißes zu drucken gibt. Schwarzweiß-Tintendrucker findet man – wenn überhaupt – nur im teuren Profi-Segment.

Zweitens: Man bekommt auch nach Arbeitspausen von mehreren Monaten

keine Probleme mit verstopften Düsen – Tonerpulver kann nicht eintrocknen. Wir haben sechs kleine Schwarzweiß-Laserdrucker fürs Heimbüro getestet: Brother HL-1210W, Canon i-Sensys LBP6030w, HP LaserJet Pro M102w, Kyocera FS-1061DN, Ricoh SP-150w und Samsung Xpress M2026W.

Bei der Auswahl der Testkandidaten haben wir außer auf USB auch auf eine



Nicht alle Drucker im Test brachten gestochen scharfe Buchstaben mit sauberen Kanten aufs Papier. Einige hatten auch Probleme mit Grafikelementen wie durchgezogenen Linien.

Netzwerkschnittstelle geachtet. Damit lassen sich die Drucker von mehreren PCs aus benutzen. Bis auf das Kyocera-Gerät, das nur eine Ethernet-Buchse hat, nehmen alle per WLAN Kontakt mit dem lokalen Netz auf.

Bis auf das Ricoh-Modell bedienen sich alle Drucker im Test aus einem frontalen Papierfach, das man leer platzsparend hochklappen kann. Beim mit 65 Euro sehr günstigen Ricoh SP-150w stellt man den Papiervorrat hochkant in den hinteren Einzugs. Nach vorn hat der Drucker nur einen Ausgabeschlitz; fertige Blätter legt er mit der bedruckten Seite nach oben vor sich auf dem Tisch ab.

## Verpulvert

Viel Toner liefern die Druckerhersteller nicht mit. Beim Kyocera-Drucker reicht die geringer befüllte Starter-Kartusche noch für 1000 Seiten, die Starter-Kartusche des Samsung-Geräts enthält nur Toner für 500 Seiten und war die einzige, die schon während des Tests ausgetauscht werden musste.

Die Hersteller geben die Reichweite der Toner-Kartuschen nach der Norm

ISO/IEC 19752 an. Das gewährt zwar die Vergleichbarkeit der Herstellerangaben; wie lange der Toner in der Praxis hält, hängt aber von den Drucksachen ab. Die ISO-Vorlage enthält hauptsächlich Text und etwas Grafik. Großflächige Grafiken und Fotos leeren die Kartusche deutlich schneller als einfache Anschreiben.

Mit den ISO-Reichweiten und den Kosten für eine Nachkauftartusche lassen sich die Tonerkosten pro ISO-Seite ermitteln. Danach druckt der Kyocera FS-1061DN mit 3,3 Cent am günstigsten, der Samsung M2026W mit 5,7 Cent am teuersten. Bei Laserdruckern fällt allerdings mit der Fototrommel weiteres Verbrauchsmaterial an, die bei zwei Geräten die Druckkosten pro ISO-Seite verteuern: beim Brother HL-1210W um 0,7 Cent, beim HP LaserJet um 0,6 Cent. Bei Kyocera soll die fest eingebaute Trommel 100.000 Seiten und damit ein Druckerleben lang halten. Die Bildtrommeln der Drucker von Canon, Ricoh und Samsung bilden mit der Tonerkartusche eine Einheit, werden mit dieser ausgewechselt und bezahlt.

Für Anwender, die nur wenige Seiten drucken, dürften die vergleichsweise ho-

hen Druckkosten aber nur eine geringe Rolle spielen. Außerdem kann man die Reichweite der Kartusche durch Drucken im Tonersparmodus erhöhen.

Ein Nachteil von Laserdruckern: Die Fixiereinheit, die das Tonerpulver auf dem Papier festbackt, braucht zum Heizen viel Energie und fängt an zu stinken. Bei größeren Druckaufträgen sollte man daher für gute Durchlüftung sorgen.

Anders als bei Tintendruckern ist die Geschwindigkeit von Laserdruckern nahezu unabhängig von der gewählten Qualität.

Die Geräte von Brother, Canon und HP wurden im Test bei hoher Auflösung aber etwas langsamer, der Kyocera sogar einen Tick schneller. Minutenlange Auf-

## Verbrauchskosten Druck

[Cent / ISO-Seite]	Tonerkartusche ◀ besser	Inkl. Bildtrommel ◀ besser
Brother HL-1210W	4,9	5,64
Canon i-Sensys LBP6030w	4,69	4,69
HP LaserJet Pro M102w	4,56	5,17
Kyocera FS-1061DN	3,3	3,3
Ricoh SP-150w	4,2	4,2
Samsung Xpress M2026W	5,7	5,7

## Leistungsaufnahme

[Watt]	Aus ◀ besser	Sparmodus ◀ besser	Bereitschaft ◀ besser	Drucken ◀ besser
Brother HL-1210W	0,28	1,3	3,2	368
Canon i-Sensys LBP6030w	0,46	1,5	2	356
HP LaserJet Pro M102w	0,11	1,8	2,8	368
Kyocera FS-1061DN	0,37	2	4,5	433
Ricoh SP-150w	0,18	2,2	27	345
Samsung Xpress M2026W	0,21	1,4	31	322

## Druckleistung (ISO-Seite Farbe)

[Seiten / Minute]	normal besser ▶	hohe Auflösung besser ▶
Brother HL-1210W	18,5	15
Canon i-Sensys LBP6030w	16,2	11,1
HP LaserJet Pro M102w	19,7	13,3
Kyocera FS-1061DN	19,7	19,7
Ricoh SP-150w	18,8	18,8
Samsung Xpress M2026W	19,4	19,4

## Druckzeiten PC

[Minuten:Sekunden]	1.Seite aus Sparmodus ◀ besser	Fontseite ◀ besser	Foto A4 ◀ besser	100-Seiten-PDF ◀ besser
Brother HL-1210W	0:21	0:12	0:13	4:57
Canon i-Sensys LBP6030w	0:09	0:11	0:13	5:39
HP LaserJet Pro M102w	0:09	0:12	0:22	5:27
Kyocera FS-1061DN	0:17	0:08	0:16	6:14
Ricoh SP-150w	0:20	0:12	0:16	5:28
Samsung Xpress M2026W	0:14	0:10	0:13	5:12

## Geräuscentwicklung

[Sone]	Drucken ◀ besser
Brother HL-1210W	10,6
Canon i-Sensys LBP6030w	10,1
HP LaserJet Pro M102w	8,4
Kyocera FS-1061DN	12,9
Ricoh SP-150w	8,6
Samsung Xpress M2026W	10



wärmphasen sind kein Thema mehr: Unsere Testgeräte waren nach Einschalten durchweg innerhalb einer halben Minute mit der ersten Seite fertig.

## Ein bisschen flexibel

Viel Sonderausstattung gibt es nicht: Auf USB-Host-Anschlüsse zum Direktdruck vom Speicherstick und Displays muss man bei allen Testgeräten verzichten. Druck- und Kommunikationszustände verraten sie am Gerät nur durch blinkende LEDs.

Die Drucker von HP und Kyocera haben immerhin einen Staubschutz für ihren Papiervorrat und einen zusätzlichen Einzug für Sondermedien – praktisch zum Bedrucken von Briefumschlägen. Der Kyocera FS-1061DN druckt sogar automatisch beidseitig.

Bis auf den Kyocera-Drucker, der nur mit PCs kommuniziert, nehmen alle Test-

geräte mit WLAN Druckaufträge über die kostenlose App des jeweiligen Druckerherstellers auch vom Smartphone entgegen. Über AirPrint konnten wir nur auf den Geräten von HP und Samsung drucken; über das Android-Plug-in Mopria klappte es nur auf den Druckern von HP und Ricoh. Als Alternative liefern bis auf Ricoh alle Druckerhersteller eigene Plug-ins für das Drucksystem von Android.

Fürs Annehmen von Druckaufträgen über die Cloud ohne PC-Hilfe sind nur HPs LaserJet und Samsungs Xpress vorbereitet. Beide lassen sich über ihr Web-Frontend für Google Cloud Print registrieren.

Beide Druckerhersteller bieten auch eigene Cloud-Dienste: HP Connected stattet den Drucker mit einer eigenen Mail-Adresse aus. Empfangene Mails werden inklusive Anhängen in gängigen Dokumentenformaten ausgedruckt. Bei

Samsung Cloud Print braucht man zum Drucken übers Internet die Hersteller-App Mobile Print.

## Fazit

Selten-Drucker, die einen günstigen Laserdrucker ohne Schnickschnack suchen, sind mit dem sehr preiswerten Ricoh SP-150w gut beraten.

Wer vom Smartphone und direkt aus der Cloud drucken möchte, sollte sich den HP LaserJet Pro M102w oder den Samsung Xpress M2026W genauer ansehen. Beide bieten eine gute Druckqualität. Für 20 Euro mehr bekommt man mit dem HP-Modell einen Staubschutz fürs Papier, einen zweiten Einzug und etwas mehr Toner. Kommt es eher auf Duplexdruck und akzeptable Tonerkosten statt auf optimale Druckqualität an, empfiehlt sich der Kyocera FS-1061DN als vergleichsweise gut ausgestattetes Schnäppchen. (rop@ct.de) **ct**

Schwarzweiß-Laserdrucker						
Gerät	HL-1210W	i-Sensys LBP6030w	LaserJet Pro M102w	FS-1061DN	SP-150w	Xpress M2026W
Hersteller	Brother, www.brother.de	Canon, www.canon.de	HP, www.hp.com/de	Kyocera, www.kyocera.de	Ricoh, www.ricoh.de	Samsung, www.samsung.de
Max. Auflösung <sup>1</sup>	2400 dpi × 600 dpi	2400 dpi × 600 dpi	4800 dpi × 600 dpi	1800 dpi × 600 dpi	1200 dpi × 600 dpi	1200 dpi × 1200 dpi
Papiergewichte <sup>1</sup>	65 g/m <sup>2</sup> ... 105 g/m <sup>2</sup>	60 g/m <sup>2</sup> ... 163 g/m <sup>2</sup>	60 g/m <sup>2</sup> ... 220 g/m <sup>2</sup>	60 g/m <sup>2</sup> ... 220 g/m <sup>2</sup>	60 g/m <sup>2</sup> ... 105 g/m <sup>2</sup>	60 g/m <sup>2</sup> ... 163 g/m <sup>2</sup>
Papierzufuhr	150 Blatt	150 Blatt	150 Blatt + 10 Blatt Multifunktionseinzug	1 × 250 Blatt, 1 × Einzelblatteinzug	50 Blatt	150 Blatt
Papierablage (Ausgabe)	50 Blatt (facedown)	100 Blatt (facedown)	100 Blatt (facedown)	100 Blatt (facedown)	– (faceup)	100 Blatt (facedown)
automatischer Duplexdruck	–	–	–	✓	–	–
monatl. Druckvolumen (empf. / max.) <sup>1</sup>	1800 S. / 9000 S.	800 S. / 5000 S.	150–1500 S. / 10.000 S.	2000 S. / 10.000 S.	500–1000 S. / k. A.	k. A. / 10.000 S.
Netzwerk- / Cloud-Funktionen						
Druck-App	Brother iPrint&Scan (Android, iOS, Win)	Canon Print Business (Android, iOS)	HP ePrint (Android, iOS)	–	Ricoh Printer (Android, iOS)	Samsung Mobile Print (Android, iOS)
AirPrint / Android-Plug-in / Mopria	– / ✓ / –	– / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	– / –	– / – / ✓	✓ / ✓ / –
Google Cloud Print	–	–	✓	–	–	✓
Sonstiges						
Schnittstellen	USB 2.0, WLAN 802.11n (2,4 GHz)	USB 2.0, WLAN 802.11n (2,4 GHz)	USB 2.0, WLAN 802.11n (2,4 und 5 GHz)	USB 2.0, Ethernet (10/100BaseTX)	USB 2.0, WLAN 802.11n (2,4 GHz)	USB 2.0, WLAN 802.11n (2,4 GHz)
Betriebsabmessungen (B × T × H)	34 cm × 34,5 cm × 22 cm	36,5 cm × 37 cm × 27,5 cm	36,5 cm × 39 cm × 25 cm	36 cm × 41 cm × 28 cm	35 cm × 34,5 cm × 26,5 cm	33 cm × 36,5 cm × 24,5 cm
Gewicht	4,6 kg	5 kg	4,7 kg	6,7 kg	6,5 kg	4 kg
Treiber für Windows	ab Windows XP, ab Server 2003	ab Windows XP, ab Server 2003	ab Windows Vista (32 Bit), ab Server 2003	ab Windows XP, Server 2003, 2008, 2012	ab Windows Vista, Server 2003	ab Windows XP, ab Server 2003
Treiber für Mac / andere OS	OS X ab 10.7 / Linux (CUPS, LPD/LPRng)	OS X ab 10.6 / Linux, Citrix (FR2)	OS X ab 10.9 / Linux (HPLIP)	OS X ab 10.5 / –	OS X 10.8 – 10.11 / Linux	OS X 10.5 – 10.9 / Linux
Software	Brother Utilities	–	HP LaserJet M101-M106	Kyocera Client Tool	Ricoh Printer	Easy Printer Manager
Bildtrommel	ca. 10.000 S., 74 €	in der Kartusche integriert	ca. 12.000 S., 72 €	ca. 100.000 S., k. A.	in der Kartusche integriert	in der Kartusche integriert
Toner Schwarz <sup>1</sup>	TN-1050 (1000 S.)	725 (1600 S.)	HP 17A (1600 S.)	TK-1125 (2100 S.)	normal (700 S.), hohe Reichweite (1500 S.)	MLT-D111S (1000 S.)
Reichweite mittel. Kartusche <sup>1</sup>	700 S.	700 S.	700 S.	1000 S.	700 S.	500 S.
Preis pro ISO-Seite (XL-Kartusche)	4,9 Cent (5,64 Cent mit Bildtrommel)	4,69 Cent	4,56 Cent (5,17 Cent mit Bildtrommel)	3,3 Cent	4,2 Cent	5,7 Cent
Bewertungen						
Textdruck Sparmodus / beste Qualität	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊖ / ⊕⊕	○ / ○	⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕
Grafik / Foto	○ / ⊖⊖	⊖ / ○	○ / ⊕	⊖ / ⊖	⊕ / ○	⊕ / ⊕
Netzwerkfunktionen	○	○	⊕⊕	⊖	○	⊕
Blauer Engel (RAL-UZ 171)	✓	–	✓	–	–	–
Herstellergarantie	3 Jahre (Send-in)	1 Jahr (Austausch)	1 Jahr (Austausch)	3 Jahre (Pick-up)	2 Jahre (Send-in)	2 Jahre (Send-in)
Gerätepreis (UVP / Straße)	110 € / 80 €	120 € / 95 €	120 € / 110 €	150 € / 100 €	97 € / 65 €	110 € / 90 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe <sup>1</sup> Herstellerangabe						

Anzeige



### Brother HL-1210W

Brothers HL-1210W gehört zu den Kompakt-Laserdruckern mit einfacher Ausstattung: Die Papierzuführung klappt man zum Befüllen nach vorn auf, fertige Drucksachen landen oben auf der klapprigen Ablage. Das Netzkabel ist fest mit dem Gerät verbunden. Zum Bedienen am Gerät gibt es eine Power-Taste und eine WLAN/WPS-Taste. Das automatische Koppeln mit einem WPS-Router klappte problemlos.

Über das Web-Frontend lassen sich Netzwerk- und Geräteeinstellungen ändern. Zum Energiesparen findet man nur das automatische Ausschalten; das Gerät wechselt unabänderlich nach einer Minute in den Energiesparmodus. Zum Drucken vom Smartphone braucht man die App „Brother iPrint&Scan“ oder das Android-Plug-in „Brother Print Service“.

Die Druckqualität ist bei Text gut, nur unter der Lupe bemerkten wir leichte Fehler bei der Tonerdeckung. Obwohl sich das bedruckte Papier nicht stark wellt, schoben Blätter bei der Ausgabe andere von der Ablage, sodass sie auf dem Boden landeten. Die Papierwellung über Treibereinstellungen zu reduzieren half nicht. Ärgerlich: Das Gerät nimmt zum Bedrucken keine DL-Standardbriefumschläge an. Auch eine Treiberoption für dickes Papier fehlt.

Die Grauf Flächen auf unserer Grafik-Testseite wirkten fleckig; feine Schriften druckte der HL-1210W zu dünn. Für Fotos taugt er nicht: Sie zeigten grobe Streifen und Raster, kaum Details und waren überdies zu dunkel.

- ↑ schneller PDF-Druck
- ↓ kein Bedrucken von Umschlägen
- ↓ kein AirPrint



### Canon i-Sensys LBP6030w

Der LBP6030w gleicht vom Aufbau her den Geräten von Brother und Samsung: Die als Papierfach dienende Frontklappe lässt sich platzsparend hochklappen, die obere Klappe bildet geöffnet die Ablage für die ausgedruckten Seiten. Außer der Einschalttaste hat das Gerät zwei Tasten für WLAN und Abbrechen.

Das Verbinden mit unserem Test-WLAN funktionierte dank WPS gut. Der Verbrauch des ausgeschalteten Druckers war mit knapp einem halben Watt vergleichsweise hoch; auf Dauer sollte man ihn über eine schaltbare Steckdosenleiste betreiben.

Dem einfachen Web-Frontend fehlen Netzwerk- und Cloud-Einstellungen. Zum Drucken von iOS-Geräten braucht man die App „Canon Print Business“ – nicht zu verwechseln mit der App „Canon Print“ für Tintenmodelle. Die Druck-App findet sich ebenfalls im Android-Store, auch über das Plug-in „Canon Print Service“ klappt der Ausdruck.

Der LBP6030w druckt eher behäbig und legt die kaum gewellten Blätter sauber mit der Druckseite nach unten ab. Den verschachtelten Treibereinstellungen fehlt es an Übersicht. Buchstabenkanten druckt das Canon-Gerät anders als von Laserdruckern gewohnt etwas unsauber. Briefumschläge bedruckte es zwar, verschluckte aber die erste Absenderzeile. Beim 100-Seiten-Test störte penetranter Lasergeruch.

Grafiken druckte der LBP6030w je nach Einstellung mit gestuften Linien oder mit fast schwarzen Grauf Flächen, Fotos zeigten wenig Streifen, aber auch wenig Details.

- ↑ wenig Wellung des Papiers
- ↓ kein AirPrint
- ↓ schlechter Grafikdruck



### HP LaserJet Pro M102w

Der kompakte LaserJet hat wie viele Konkurrenten ein einklappbares Papierfach, liefert dafür aber einen transparenten Staubschutz mit. Der bildet außerdem die Ablage für den darüber liegenden Sondereinzug für Umschläge und andere Medien. Zur Power-Taste kommen zwei Tasten für die WLAN-Kopplung und Drucksteuerung.

Bei der problemlosen WPS-Kopplung verband sich unser Testgerät überraschenderweise mit dem 5-GHz-Netz des Routers und nicht mit dem meist überfüllten 2,4-GHz-Funk-LAN.

Der LaserJet stellt ein umfangreiches Web-Frontend bereit: Hier finden sich außer Netzwerk-Einstellungen und der Cloud-Registrierung wichtige Einstellungen wie „Weniger Wellung“. Für den Druck von Mobilgeräten ist der HP-Drucker mit E-Mail-Print, AirPrint, Mopria sowie den Plug-ins und Apps des Herstellers der flexibelste Kandidat im Test.

Beim Drucken arbeitete HPs LaserJet zügig und lieferte einen makellosen Textdruck ab – vom Toner-sparenden „Economode“ abgesehen. Bei bester Qualität (FastRet 1200) druckte er merklich langsamer. Das Papier wellte sich dabei so stark, dass es schon nach wenigen Seiten zu einem Durcheinander in der Ablage kam. Etwas besser wurde es erst nach Aktivieren von „Weniger Wellung“. Auf den Grafikdrucken gefielen die fein gerasterten Grauf Flächen, doch störten nicht durchgezogene Linien das Gesamtbild. Fotos wiesen nur wenig Streifen auf; in dunklen Bereichen waren noch Details zu erkennen.

- ↑ zwei Papierzuführungen
- ↑ gute Mobil- und Cloud-Funktionen
- ↓ Papier wellt sich stark



### Kyocera FS-1061DN

Das vergleichsweise große und robuste Kyocera-Gerät ist mit zwei Papierzuführungen und automatischem Duplexdruck gut ausgestattet. Eine transparente Abdeckung schützt den unteren Papiervorrat vor Staub. Darüber liegt ein auch für Umschläge tauglicher Einzelblatteinzug. Zur Powertaste kommen zwei Tasten zum Starten und Abbrechen von Druckvorgängen – und eine für „Leiser Druck“.

Als einziger Drucker im Test hat der FS-1061DN kein WLAN, sondern einen Ethernet-Anschluss. Ein Web-Frontend fehlt. Energiespar-Optionen ändert man stattdessen über die Software „Kyocera Client Tool“. Auf Netzwerkfunktionen für Cloud- und Mobildruck muss man komplett verzichten. Selbst die Hersteller-App „Kyocera Print“ erkannte das Gerät nicht.

Der FS-1061DN druckt flott, aber laut: Das Motorgeräusch (fast 13 Sone) nervte. Ein Druck auf die „Leise Drucken“-Taste reduzierte den Lärm auf immer noch zu laute 10 Sone, was sich subjektiv aber wenig auswirkte. Die Druckgeschwindigkeit sank dadurch leicht auf rund 17 Seiten pro Minute. Beim Duplexdruck schaffte der Kyocera-Drucker gute 14,5 Seiten in der Minute.

Die Druckqualität überzeugte wenig: Tonerpulver verwischte Buchstabenränder, auf den Grafiktestseiten störten fleckige Grauf Flächen und unsaubere Linien. Kleine Schriften in helleren Farben – ein beliebter Trick für Kleingedrucktes – waren kaum noch lesbar. Die grob gerasterten und streifigen Fotos zeigten kaum Details.

- ⬆️ automatischer Duplexdruck
- ⬆️ moderate Tonerkosten
- ⬇️ mäßige Druckqualität



### Ricoh SP-150w

Der Ricoh SP-150w ist der einfachste Drucker im Test. Seine Deckelklappe dient geöffnet als Papierhalter. Drucke gibt er nach vorn aus und legt sie mit der Druckseite nach oben auf den Tisch.

Über die einzige Taste schaltet man das Gerät ein, aktiviert je nach Länge des Tastendrucks das WLAN und den Statusdruck – sehr fummelig. Die WLAN-Verbindung richtet man über die PC-Software ein, wozu ein – nicht mitgeliefertes – USB-Kabel nötig ist. Einfacher geht es per Smartphone und die App „Ricoh Printer“. Nur für die WLAN-Kopplung liefert Ricoh eine 11-seitige Anleitung (pro Sprache) mit – wäre eine WPS-Taste nicht kundenfreundlicher und vielleicht sogar billiger?

In Bereitschaft heizt der SP-150w die Fixiereinheit alle elf Sekunden kurz auf. Zum Energiesparen sollte man daher schnell in den Sparmodus wechseln. Die Smartphone-App „Ricoh Printer“ ist mangels AirPrint für iOS-Geräte die einzige Möglichkeit, von einem Mobilgerät aus zu drucken. Unter Android arbeitet das Plug-in der Mopria mit dem Drucker zusammen.

Vom PC druckt der SP-150w zügig. Der zuschaltbare Toner-Sparmodus verschlechtert das Druckbild kaum. Vom manuellen Duplexdruck raten wir ab: Dabei blieben hässliche Tonerreste auf der zuletzt gedruckten Seite, die erst nach zwei bis drei Drucken wieder verschwanden. Texte zeigten saubere Kanten, aber Aussetzer in der Schwarzdeckung; Grafiken sahen sauber aus. Auf Fotos störten deutliche Streifen.

- ⬆️ günstig und klein
- ⬇️ WLAN-Einrichtung kompliziert
- ⬇️ kein AirPrint



### Samsung Xpress M2026W

Dem nach vorn ausklappbaren Papierfach des kompakten Xpress M2026W fehlt eine Papierstütze, sodass der Vorrat nach vorn wegrutschen kann. Drucke landen sicher auf der oberen Ablage. Außer der Powertaste gibt es nur die mehrfach belegte WLAN-Taste. Zum Koppeln mit dem Testnetz brauchten wir einige Anläufe, da der Drucker es mit einer nicht zum Netz passenden APIPA-Adresse versuchte.

In Bereitschaft beheizt der Drucker im Minutentakt seine Fixiereinheit, daher sollte man ihn rasch in den Sparbetrieb wechseln lassen. Die Einstellungen findet man im umfangreichen, standardmäßig passwortgesicherten Web-Frontend. Hier gibt es auch Netzwerkeinstellungen und die Registrierung für Cloud-Dienste.

Zum Drucken vom Smartphone ist das Samsung-Gerät mit NFC-Tag und WiFi Direct gut vorbereitet. Aufträge nimmt er über die Samsung-App, AirPrint und Druck-Plug-ins für Android entgegen, nur das Mopria-Plug-in konnte sich nicht verbinden.

Der M2026W druckte im Test schnell und mit gutem Schriftbild. Die Tonersparoption kann man zu allen Qualitätseinstellungen zuschalten und druckt lediglich etwas blasser. Ärgerlicher fanden wir die kurze Reichweite der mitgelieferten Tonerkartusche, die nicht einmal unseren Testparcour mit zirka 200 Seiten durchhielt. Beim Bedrucken von Briefumschlägen verschmierte das Samsung-Gerät den Absender an den Kanten etwas. Grafiken druckte es sauber, Fotos mit wenigen Streifen und guten Kontrasten.

- ⬆️ gutes Druckbild
- ⬆️ NFC-Tag für Smartphones
- ⬇️ hohe Druckkosten





# VR fürs Ohr

## Einführung in 3D-Audio mit Ambisonics

**Mit einem Ambisonics-Mikrofon lassen sich dreidimensionale Audio-Aufnahmen erzeugen. In diesen kann man genau hören, aus welcher Richtung Geräusche kommen – auch von vorne, hinten oder oben. Sie eignen sich daher ideal für 360-Grad-Videos und VR-Anwendungen.**

Von Hartmut Gieselmann

**W**ährend beim bekannten 5.1-Surround die Zahl und Position der Lautsprecher bei der Wiedergabe genau festgelegt ist, zeichnet das Ambisonics-Format Audio-Signale und deren Richtungsinformationen auf, ohne auf eine bestimmte Wiedergabeform festgelegt zu sein. Es ist egal, ob die Aufnahme später auf Kopfhörern oder auf einem System mit 22.2 Lautsprechern abgespielt wird. Anders als etwa bei 5.1 – das „Rundum-Sound“ nur auf einer horizontalen Ebene

ermöglicht – speichert Ambisonics auch Höheninformationen auf der vertikalen Achse. Der Zuhörer kann also unterscheiden, ob ein Flugzeug über seinem Kopf hinwegdonnert oder Parkett unter seinen Füßen knarzt.

Das macht Ambisonics besonders interessant für VR-Anwendungen. Bei denen trägt der Anwender einen Kopfhörer, dessen Position ein Headtracker verfolgt. Man kann den Kopf frei drehen (oder seitlich kippen) und hört stets korrekt, aus

welcher Richtung die aufgezeichneten Geräusche kommen.

Für solche Aufnahmen benötigt man jedoch spezielles Equipment: Mikrofone, Rekorder sowie geeignete Software für dreidimensionale Mischungen. Wir zeigen, wie die ersten kommerziellen Systeme zusammenarbeiten und was man bei Ambisonics-Aufnahmen beachten sollte. Die nötige Software finden Sie über den c't-Link am Ende des Artikels.

### Sennheiser Ambeo VR Mic

Das einfachste Format, um Richtungsinformationen festzuhalten, ist das sogenannte First Order Ambisonics (FOA). Es kommt mit nur vier Kanälen aus, was die Weiterverarbeitung in Audio-Programmen vereinfacht. Demgegenüber stehen die sogenannten Higher Order Ambisonics (HOA) mit 9, 16 oder mehr Kanälen. Sie erreichen zwar eine detailliertere räumliche Auflösung, treiben den Aufwand bei der Aufnahme jedoch in bislang unwirtschaftliche Höhen.

Die ersten FOA-Mikrofone kamen bereits vor einigen Jahren auf den Markt, wurden bislang allerdings nur in kleinen Stückzahlen meist für Forschungszwecke verkauft. Erst jetzt, mit dem Aufkommen der VR-Brillen, steigen größere Hersteller ein. Dazu gehört Sennheiser, die just ihr Ambeo VR Mic veröffentlichten. Das 1779 Euro teure Kondensator-Mikrofon zeichnet Töne mit vier Kleinmembran-Kapseln auf. Angeordnet sind sie unter der Abdeckung in einem Tetraeder (Bild links). Dadurch bilden die vier Kapseln mit Nieren-Charakteristik quasi sechs Paare für XY-Stereofonie, womit sie rundum alle Richtungen abdecken.

Angeschlossen wird das Mikrofon über einen proprietären Steckverbinder an die beiliegende Kabelpeitsche mit vier XLR-Steckern. Deren dünne Kabel sind nur 30 Zentimeter lang. Verlängern kann man die Peitsche mit einem Spezialkabel von Sennheiser oder vier handelsüblichen XLR-Strippen.

Sennheiser legt dem Mikrofon einen trittschallentkoppelten Halter zum Aufschrauben auf Mikrofonständer bei. Eine Markierung am Mikrofon zeigt, wo vorne ist. Die genaue Richtung kann man aber auch später noch per Software justieren.

Tipp: Damit man die Achsen richtig zuordnet und sie im Mix nicht irrtümlich vertauscht, sollte man zum Anfang einer Aufnahme einmal ums Mikrofon herumgehen und an den jeweiligen Stellen „vorne“, „hinten“, „links“ und „rechts“, „oben“ und „unten“ sagen.

### Mobilrekorder Zoom F4

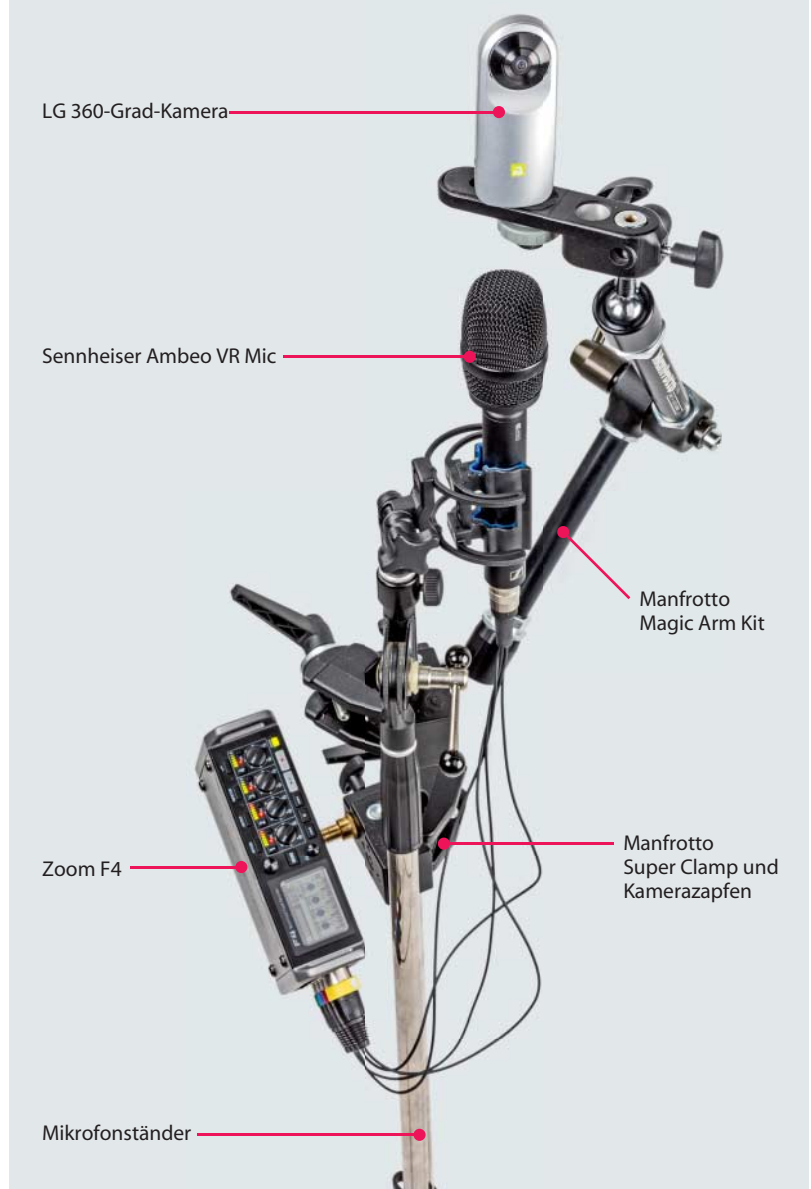
Zur Aufzeichnung benötigt man ein normales Audio-Interface mit vier XLR-Mikrofoneingängen, alle mit 48 Volt Phantomspeisung. Für unterwegs empfiehlt sich dazu die Anschaffung eines mobilen Multitrack-Rekorders. Erste Versuche unternahmen wir mit einem Zoom F4, der just für 600 Euro in den Handel gekommen ist. Er bringt die nötigen vier XLR-Anschlüsse nebst Phantomspeisung mit und lässt sich mit Netzteil, Batterien (8 AA-Mignon) oder einem (separat zu erwerbenden) Akku betreiben. Über den

USB-2.0-Anschluss dient er wahlweise auch als Audio-Interface (Class Compliant). Eine kurze Messung der Signalqualität des F4 zeigte eine befriedigende Dynamik von 98,2 dB bei einer Line-Aufnahme mit 6,3 dB Verstärkung, die beim Anschluss eines Mikrofons (200 Ohm) bei maximaler Verstärkung (70,6 dB) auf 67,3 dB sank.

Für das Ambeo VR Mic mussten wir die Mikrofonverstärker des F4 jedoch nicht ganz aufreißen, sondern kamen mit rund 30 dB aus. Dank der digitalen Anzeige lassen sich alle Kanäle manuell exakt

## Stativ-Aufbau

Mit Adaptern von Manfrotto (Super Clamp, Kamerazapfen und Magic Arm) lassen sich VR-Mikrofon, 360-Grad-Kamera (von LG) und ein Recorder (Zoom F4) an einem stabilen Mikrofonständer befestigen. Die komplette Stativkonstruktion kostet rund 250 Euro (ohne Geräte).



gleich aussteuern – wichtig für einen gleichmäßigen Raumeindruck. Der Pegel des Rauschteppichs lag bei einer Aufnahme mit dem Ambeo VR Mic in einem schallarmen Raum bei rund  $-89$  dBFS (RMS). Das ist nicht überragend, genügt aber für die meisten Aufnahmesituationen. Deutlich niedriger war der Pegel des Rauschteppichs bei der Kombination aus VR-Mic und dem stationären UFX-Interface von RME (circa 1900 Euro). Dort lag er bei  $-102$  dBFS (RMS), ebenfalls mit 30 dB Verstärkung.

Die F4-Aufnahmen landen als vierspürige Wav-Datei auf einer SD-Card und lassen sich zum Mischen leicht in eine Audio-Software importieren. Der Rekorder ist robust verarbeitet und leicht zu bedienen.

Zusätzlich zum VR-Mikrofon kann man Stützmikrofone einsetzen, deren Signal man später im Mix einfügt. Das Zoom F4 lässt sich dazu mit dem Adapter EXH-6 um zwei XLR-Anschlüsse erweitern, oder man greift gleich zum größeren Rekorder F8 mit acht Eingängen für 1050 Euro.

Um die Laufzeit und Position der einzelnen Mikrofone zu dokumentieren, geht man am Anfang der Aufnahme zu jedem Stützmikro, klatscht dort einmal in die Hände und sagt den Namen des Mikrofons. Dann lassen sich die zusätzlichen Spuren später einfacher in den räumlichen Ambisonic-Mix integrieren. Generell sollte man Stützmikrofone nur an festen Positionen aufbauen. Ein punktgenaues manuelles Nachführen von Bewegungen per Automation ist später im Mix kaum noch möglich.

Für einen Praxis-Test nahmen wir eine Pfeifenorgel auf. Dazu stellten wir das VR-Mic – sehr untypisch – in das Ge-

häuse der Orgel mitten zwischen die Pfeifen und platzierten im Kirchenraum zwei Ruummikros. Schließlich mischten wir die recht trockene VR-Aufnahme mit den Ruummikros zu einer binauralen Stereo-Datei für normale Stereo-Kopfhörer. In der Aufnahme kann man hören, wie die Orgelpfeifen um den Kopf herum klingen – ein beeindruckendes Erlebnis.

## Das B-Format

Die vierkanalige Wav-Datei der VR-Mic-Aufnahme kann man leider nicht 1:1 für ein 360-Grad-Video übernehmen. Sie liegt zunächst im sogenannten A-Format vor, das heißt jeder Kanal entspricht der Aufnahme einer Mikrofonkapsel. Für die Weiterverarbeitung muss das A-Format in das Ambisonics B-Format gewandelt werden. Dazu liefert Sennheiser ein kostenloses Plug-in (VST, AU, AAX) mit, das in allen gängigen Digital Audio Workstations (DAW), aber auch Videoprogrammen wie Premiere oder Final Cut eingebunden werden kann.

Bei einer FOA-Aufnahme (First Order Ambisonics) teilen sich die vier Kanäle des B-Formats in einen Mono-Anteil (W-Kanal) und drei Kanäle mit Richtungsinformationen (X, Y und Z) auf, wobei die X-Achse von hinten nach vorne, die Y-Achse von rechts nach links und die Z-Achse von unten nach oben verläuft. Die Aufteilung in einen Mittenkanal und drei Seitenkanäle folgt der in der Musik-Produktion gebräuchlichen M/S-Stereophonie. Dabei wird der erste Mittenkanal aus der Summe der linken und rechten Seite und der zweite Seitenkanal aus deren Differenz gebildet. Das Ambisonics-Format wendet dieses Prinzip nun auf

drei Dimensionen statt auf nur eine an. Es ist dabei voll abwärtskompatibel zu Mono und Stereo: Der erste W-Kanal entspricht dem Mittensignal, der Y-Kanal dem Seitensignal einer M/S-Aufnahme.

Leider sind jedoch die Anordnung und die Pegel der einzelnen Kanäle des B-Formats nicht eindeutig spezifiziert. Für die Praxis sind zwei Unterformate relevant: AmbiX und Furse-Malham (FuMa). Ältere Ambisonic-Plug-ins nutzen noch das FuMa-Format mit der Kanalanordnung W, X, Y und Z, während das neuerdings gebräuchliche AmbiX die Reihenfolge W, Y, Z und X nutzt. Letztere entspricht der ACN-Notation (Ambisonic Channel Number) 0, 1, 2, 3. Zudem unterscheiden sich beide Formate im Pegel des W-Kanals: FuMa nutzt die maxN-Normalisierung, AmbiX hingegen SN3D. Bei AmbiX ist der W-Kanal deshalb um 3 dB lauter als bei FuMa, die Pegel der Kanäle X, Y, und Z bleiben unverändert.

Beim Sennheiser-Plug-in kann man wählen, ob es im FuMa- oder AmbiX-Format ausgeben soll. Viele kostenlose Ambisonics-Plug-ins – die meist ohne Dokumentation angeboten werden – schweigen sich jedoch über das verwendete Format aus. Manche Programme, etwa die Plug-in-Suite von Blue Ripple Sound, sind erst kürzlich von FuMa zu AmbiX gewechselt. Deshalb muss man aufpassen, welche Version man gerade benutzt, sonst kann es leicht zu Kanalvertauschungen kommen. Deshalb sollte man stets prüfen, ob in der abgemischten Aufnahme „links“ tatsächlich links und „vorne“ auch wirklich vorne ist.

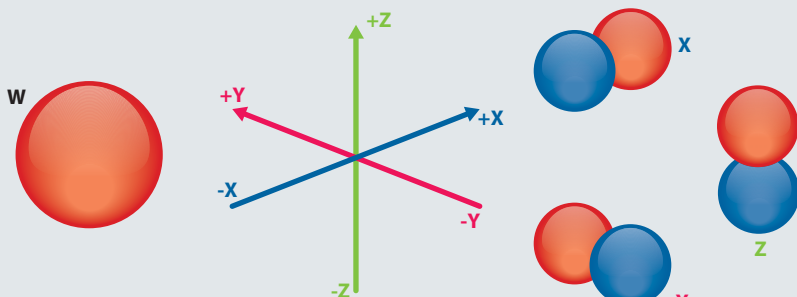
## 4-Kanal-DAW

Während normale Musikproduktionen stets mit einem Mono- oder Stereo-Signal pro Spur arbeiten, setzt eine FOA-Produktion vier Kanäle pro Spur voraus. Viele große DAWs, darunter Cubase, Nuendo, Pro Tools und Logic beherrschen dies. Die DAW Cockos Reaper kann sogar 64 Kanäle pro Spur verarbeiten, ist also auch für Higher Order Ambisonics gerüstet. Da Reaper mit 60 Euro überaus günstig ist, erfreut es sich unter Ambisonics-Freunden großer Beliebtheit. Im Netz findet man viele Beispielprojekte oder auch spezielle Reaper-Tools. Allerdings ist Reaper zuweilen etwas kompliziert zu bedienen und lief im Test unter macOS nicht immer stabil. Häufiges Zwischenspeichern der Projektdaten ist daher Pflicht.

Zur Not kann man auch mit einer nur Stereo-tauglichen DAW wie Ableton Live

## Das B-Format

Die vier Kanäle des B-Formats entsprechen dem Mittensignal (W), sowie drei Seitensignalen auf den Achsen Y, Z und X.



Anzeige





Cockos Reaper ist die DAW der Wahl, wenn man Ambisonics mischen will. Pro Spur verarbeitet sie bis zu 64 Kanäle und kann auch 360-Grad-Videos rendern.

arbeiten. Über die DAW-Kanäle werden nur die AmbiX-Spuren W und Y übertragen, X und Z muss man über Sidechain-Aus- und -Eingänge leiten, was das Routing verkompliziert. Nicht zuletzt muss man hier die Kanäle W und Y sowie X und Z als vier Mono-Dateien herausrendern und anschließend beispielsweise mit Audacity zu einer vierkanaligen Wav-Datei zusammenfassen.

Dazu setzt man im Menü „Audacity/Einstellungen/Import/Export“ das Häkchen für „Dialog für Mehrkanalmix anzeigen“, lädt die vier Mono-Kanäle über „Datei/Importieren“ und exportiert sie als 4-Kanaldatei per „Datei/Ton Exportieren“. In den anschließenden Dialogen wählt man das Format und die Zuordnung aus (AmbiX-Reihenfolge W, Y, Z, X).

## Mixen im B-Format

Um die VR-Mic-Aufnahme in einer DAW zu mischen, lädt man sie im A-Format in eine Spur mit vier Kanälen, passt eventuell die Lautstärke aller Kanäle um das gleiche Maß an und konvertiert sie mit dem kostenlosen Plug-in von Sennheiser ins B-Format AmbiX.

Zur Bearbeitung nutzt man anschließend Plug-in-Effekte wie Equalizer, Kompressoren oder Hall. Da die meisten handelsüblichen Plug-ins nur Stereo verarbeiten, braucht man dazu speziell auf das B-Format ausgelegte vierkanalige Ambisonics-Effekte. Für viele grundlegende Aufgaben wie die Gain-Einstellung oder auch die Filterung per Equalizer findet man kostenlose Tools, die zumeist von

Wissenschaftlern an Universitäten entwickelt wurden – glücklicherweise fallen bei Ambisonics keine Lizenzabgaben an.

Hervorzuheben sind hier etwa zwei Werkzeugpakete AmbiX und mcfx von Matthias Kronlachner, die zahlreiche Grundfunktionen abdecken. Mit ihnen kann man beispielsweise einfache Korrekturen für den Gain und EQ vornehmen. Macht man die W-Spur lauter, dann verschmieren die Richtungsinformationen der Aufnahme, betont man hingegen Y, Z und X, dann treten sie deutlicher hervor.

## Higher Order Ambisonics

Will man einzelne Bereiche der FOA-Aufnahme gezielt beeinflussen und weitere künstliche Sound-Quellen hinzufügen, empfiehlt es sich, mit Plug-ins für Higher Order Ambisonics (HOA) zu arbeiten. Sie erlauben gegenüber FOA-Tools eine bessere Trennschärfe, um etwa nur den Bereich vorne links unten zu verändern, während die restliche Umgebung nahezu unbeeinflusst bleibt. Die Plug-ins von Blue Ripple Sound unterstützen dazu Third Order Ambisonics mit 16 Kanälen. Während man bei FOA mehr oder minder nur Bereiche mit der Ausdehnung einer Halbkugel verändern kann, erlauben Third Order Ambisonics die gezielte Beeinflussung von Kugelsegmenten von etwa 60 Grad Ausdehnung. Allerdings können nur wenige DAW die dazu nötigen 16 Kanäle in einer Spur zusammenfassen, weshalb die Plug-ins nicht in Cubase oder Logic, sondern in Cockos Reaper laufen.

Die kostenlose Sammlung „O3A Core VST“ von Blue Ripple Sound umfasst verschiedene Panner und Konverter. Damit lassen sich beispielsweise recht gezielt einzelne Richtungen aus dem Ambisonic-Mix als Mono-Spur extrahieren, sodass man sie mit gewöhnlichen Plug-ins wie Kompressoren bearbeiten und anschließend wieder in den Ambisonic-Mix einfügen kann.

Sehr gezielte Eingriffe erlaubt die Sammlung „O3A Manipulation VST“ für 350 britische Pfund. So kann der O3A Spatial Equalizer Frequenzen aus einzelnen Richtungen gezielt verstärken oder abschwächen. Ein Masking-Tool macht nur bestimmte Regionen lauter oder leiser. Es lassen sich aber auch einzelne Bereiche gezielt im Raum verschieben. Das klappt verblüffend gut und erlaubt spektakuläre Eingriffsmöglichkeiten, die sonst nur bei Aufnahmen mit mehreren Mikrofonen (Polymikrofonie) möglich wären.

## Stützen dazumischen

Sitzen Musiker eng beieinander oder steht das VR-Mic nicht in der Mitte eines Ensembles, braucht man weitere Stützmikrofone, um die Spuren später im Mix getrennt bearbeiten zu können. Deren Mono-Spuren kann man im Mix recht einfach mit Kronlachners AmbiX-Encoder oder einem O3A Panner von Blue Ripple Sound in der Ambisonics-Sphäre platzieren. Um zusätzliche Sounds, beispielsweise trocken aufgenommene Stimmen, in einen Ambisonic-Mix zu integrieren, sollte man sie vorsichtig mit einem Reverb-Plug-in verhallen – sonst stechen sie unnatürlich hervor, was oft störender wirkt als der zusammengemischte Hall aus unterschiedlichen Quellen. Dazu bietet Blue Ripple Sound eine Reverb-Sammlung für 300 britische Pfund an. Neben Convolution Reverbs sind hier auch parametrische Halls enthalten. Mit den Plug-ins MS5 und Shoebox lassen sich sehr gezielt die Stärken und Richtungen einzelner früher Reflexionen verändern. Da die mitgelieferten Presets aber nur in wenigen Fällen passen dürften, muss man die Parameter penibel justieren – eine Arbeit für Profis.

## Binaural abhören

Um die Aufnahme schließlich räumlich hören und prüfen zu können, muss man das Signal – nach der Wandlung ins B-Format und der Bearbeitung – über einen Decoder ausgeben. Der berechnet die einzelnen Kanäle für verschiedene Lautspre-

cher-Setups oder auch zwei binaurale Kanäle für Kopfhörer.

Hier gibt es zwar kostenlose Decoder, richtig überzeugen konnten uns diese jedoch nicht. Wer einfach nur die FOA-Aufnahme des Sennheiser-Mikrofons ausgeben will, dem sei das Plug-in Ambi Head von Noise Makers für 189 Euro empfohlen. Es erlaubt, den Kopf im virtuellen Raum in alle Richtungen zu drehen.

Entscheidend für die Klangqualität ist neben der Güte des Kopfhörers (empfehlenswert sind offene Studio-Modelle) auch die Qualität des binauralen Renderers und dessen HRTF-Datei mit den Head Related Transfer Functions. Noise Makers bringen hier einen durchaus überzeugenden HRTF-Datensatz mit, die man zu Testzwecken auch auf die (deutlich schlechteren) HRTFs des Youtube-360-Players umschalten kann. Wer hiermit experimentieren will, kann weitere HRTFs als sogenannte SOFA-Dateien (Spatially Oriented Format for Acoustics) laden, wie sie einige Universitäten zum kostenlosen Download anbieten. Diese wurden entweder mit lebenden Probanden oder mittels Kunstköpfen erstellt.

Wenn im Mix gezielte Bereiche mit den Blue-Ripple-Plug-ins bearbeitet wurden, dann sollte man diese auch mit dem 16-kanaligen binauralen O3A-Decoder des Herstellers abhören (enthalten im Decoding-Paket für 200 Pfund). In unseren Versuchen waren die Unterschiede zwischen First und Third Order Ambisonics oftmals nur subtil, wenn wir sie binaural per Kopfhörer abhörten; gezielte Mix-Eingriffe machten den Unterschied dagegen deutlich.

Im Blue-Ripple-Decoder lassen sich die HRTFs allerdings nicht gegen andere SOFA-Dateien wechseln; dazu benötigt man die Decoder Suite Rapture 3D Advanced für 600 Pfund. Ideal wäre es natürlich, wenn jeder Hörer seine individuellen, an seinen Schultern, Kopf und Ohren vermessenen HRTFs einsetzen könnte. Allerdings ist die Messung sehr aufwendig und es gibt derzeit noch keine kommerziellen Dienste dafür.

## 360-Grad-Videos

Ambisonics-Audio-Dateien lassen sich mit einer festen Richtung als binaurale Stereo-Datei ausgeben, die mit jedem handelsüblichen Stereokopfhörer angehört werden kann. Will man dem Zuhörer erlauben, während der Wiedergabe seinen Kopf zu drehen, um in verschie-

dene Richtungen zu lauschen, dann geht das am besten in Verbindung mit einem 360-Grad-Video. Hierfür müssen die vier Ambisonics-Spuren nicht binaural gerendert werden. Die YouTube-App spielt Filme direkt im vierkanaligen B-Format (AmbiX, SN3D) ab und erledigt die Dekodierung in das binaurale Format in Echtzeit auf dem Wiedergabegerät. Allerdings klappt das derzeit nur unter Android, nicht unter iOS, mit der PSVR oder auf Desktop-Systemen.

Reaper kann von Haus aus auch Videos verarbeiten. Ist der Player VLC installiert, lässt sich das Video bereits während des Mischens in einem Fenster anzeigen. Dazu lädt man einfach die Video-Datei aus der 360-Grad-Kamera, synchronisiert sie anhand des Klatschens mit der VR-Mic-Aufnahme und schaltet die Audio-Spuren der Kamera stumm.

Schließlich kann man das fertige Video unter File/Render herausrendern. Für die YouTube-App muss man mit Reaper das Video im Output-Format „MPEG-4/MOV“ als „Quicktime Mov“ rendern. Als Video-Codec wählt man „h264“ mit etwa 5000 kbps, als Audioformat „16-Bit PCM“.

Zum Schluss muss man dem Mov-Video für YouTube noch einige Metadaten hinzufügen. Das erledigt der kostenlose „Spatial Media Metadata Injector“ von Google: einfach das 360-Grad-Video öffnen, Häkchen für „Spherical“ und „Spatial Audio“ setzen und auf „Inject Metadata“ klicken, schon erhält man eine fertige Datei zum Upload auf YouTube.

Oculus will in seinen Video-Playern für die Rift und Samsung Gear ebenfalls Ambisonics unterstützen. Die aktuellen Versionen leisteten dies im Test allerdings noch nicht, sondern gaben die Tonspuren nur in Stereo aus.

## Epilog

Das VR-Mic von Sennheiser beweist, dass man mit einer guten FOA-Aufnahme eine erstaunliche räumliche Wirkung erzielen kann. Das Mikrophon lässt bereits von sich aus beeindruckende Aufnahmen entstehen, sodass man eine Nachbearbeitung oft auf die Pegelanpassung und Formatwandlung beschränken kann. Gerade wenn es gilt, eine Raum-Atmo dreidimensional einzufangen, leistet das recht einfach aufzubauende Mikrophon gute Dienste. Im Vergleich klingen Aufnahmen der in günstige 360-Grad-Kameras eingebauten Surround-Mikros wie aus dem Telefon.

Will man Stützmikrofone oder künstliche Audio-Ereignisse hinzumischen, dann empfiehlt sich dazu die DAW Cockos Reaper nebst der genannten Free-ware-Tools sowie Plug-ins von Blue Ripple Sound. Sie unterstützen Third Order Ambisonics und erlauben gezieltere räumliche Manipulationen.

Eher mau sieht es bislang auf der Wiedergabe-Seite aus. Problemlos kann man den Mix für spezielle Lautsprecher-Konfigurationen oder als binaurale Stereo-Datei für Kopfhörer herausrendern. Sollen Zuhörer bei Letzteren auch ihren Kopf drehen und in eine andere Richtung hören, so klappt das bislang nur mit der Android-App von YouTube, deren Raumwirkung aufgrund der dort eingesetzten HRTFs sicherlich noch ausbaufähig ist. Darüber hinaus planen jedoch Oculus und andere Anbieter, Ambisonics künftig zu unterstützen.

Die Kosten für das Equipment summieren sich und machen Ambisonics vorerst nur für Profis interessant. Für Mikrophon, Rekorder und Stativ zahlt man 2650 Euro. Hinzu kommen Software-Kosten, die im Minimum 60 bis 250 Euro für Cockos Reaper und Noisemakers Ambi Head betragen, sowie weitere 350 bis 650 Euro für die zum professionellen Mischen empfehlenswerten Manipulations- und Reverb-Plug-ins von Blue Ripple Sound. Summa summarum macht das rund 3550 Euro. Zur Einarbeitung in das Thema sowie die grundsätzlichen Schritte in Cockos Reaper und die übrige Software sollten Ton-Profis mindestens eine Woche einplanen. (hag@ct.de) **ct**

### Ambisonics-Software und

Demo-Aufnahmen: [ct.de/ynff](http://ct.de/ynff)

Sennheiser Ambeo VR-Mic	
<b>Ambisonics-Mikrofon (FOA)</b>	
Hersteller	Sennheiser, <a href="http://www.sennheiser.de">www.sennheiser.de</a>
Anschlüsse	4 XLR (mit 48 V Phantomspeisung)
Zubehör	entkoppelte Halterung, Anschlusskabel
Software	B-Format-Converter (VST, AU, AAX, Windows, macOS)
Preis	1779 €

Zoom F4	
<b>Mobiler Multitrack-Recorder</b>	
Hersteller	Zoom, <a href="http://www.zoom.co.jp">www.zoom.co.jp</a>
Anschlüsse	USB 2.0 (Class Compliant), 2 SDXC-Card-Slots
Eingänge	4 XLR/Klinke-Kombi, 2 Zoom-Mic, Timecode
Ausgänge	2 XLR, Kopfhörer (6,3mm Klinke), Sub, Timecode
Stromversorgung	Netzteil (mitgeliefert), 8 AA Batterien, Akku (separat)
Preis	600 € (Straße)

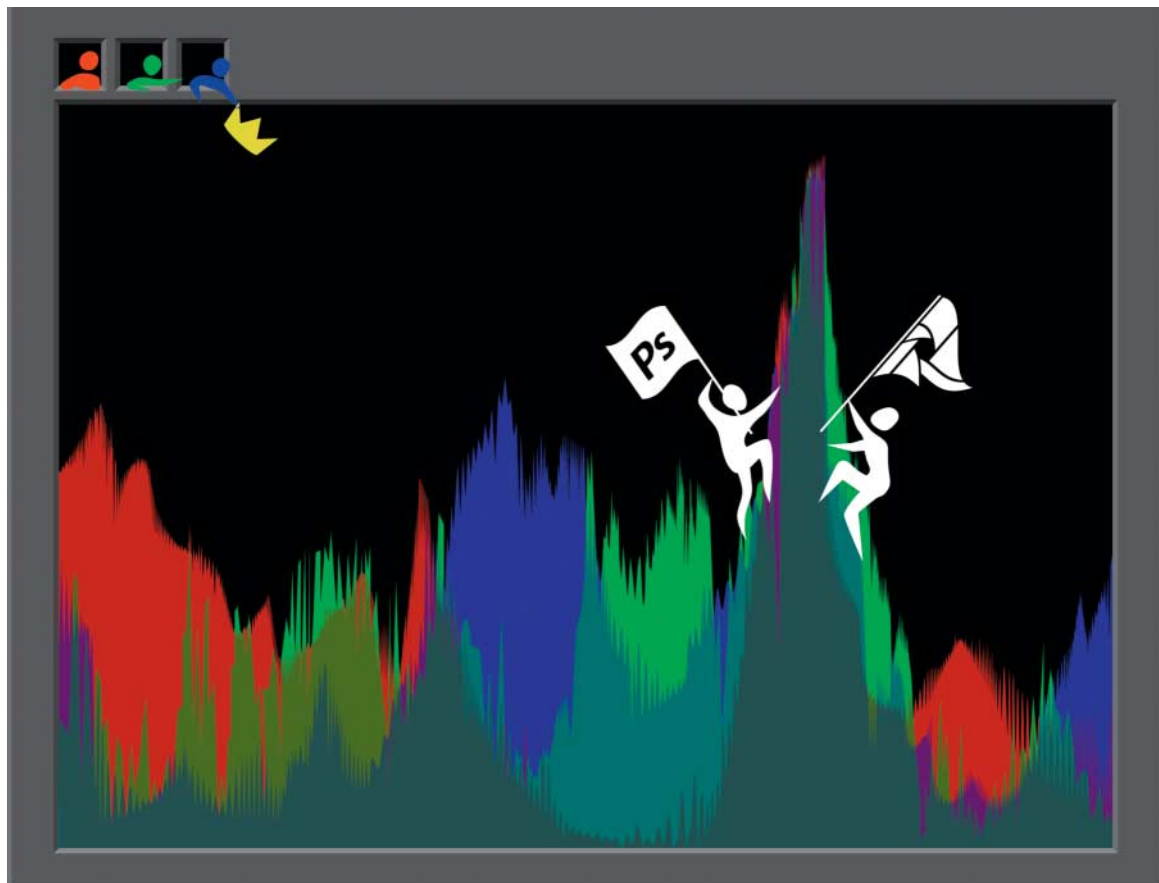


Bild: Rudolf A. Blaha

# Ungleiche Gegner

## Affinity Photo fordert Photoshop zum Duell

**Adobe dominiert den Bildbearbeitungsmarkt, aber nur zu gern würde mancher Nutzer sein Photoshop-Abo kündigen und die Bildbearbeitung kaufen. Eine Alternative ist Affinity Photo. Das Programm kopiert Photoshop-Funktionen und geht hier und da sogar innovativ darüber hinaus.**

Von André Kramer

**A**dobe entwickelt die Bildbearbeitung Photoshop seit über 25 Jahren mit großem Erfolg. Früher war PaintShop Pro ein ernstzunehmender Konkurrent, seit Jahren verschlimmbessert Corel das Programm

aber nur noch. Das freie Gimp kann Photoshop hinsichtlich Funktionsumfang, Verarbeitungsqualität und Geschwindigkeit nicht das Wasser reichen. Das recht günstige PhotoLine verspricht gute Bildverarbeitung, das eher komplizierte Bedienkonzept schreckt Einsteiger aber ab.

Der britische Software-Hersteller Serif nimmt die Herausforderung an, eine ebenso schnelle wie hochwertige Bildbearbeitung mit schlüssiger Benutzerführung zu liefern. Serif hat seit 1991 das Seitenlayoutprogramm PagePlus, seit 1994 das Zeichenprogramm DrawPlus und seit 1999 die Bildbearbeitung PhotoPlus entwickelt, vor Kurzem aber die gesamte Produktpalette über Bord geworfen – zu Gunsten der brandneuen Affinity-Reihe.

Herausgekommen sind bisher das Illustrationsprogramm Affinity Designer und die Bildbearbeitung Affinity Photo, jeweils als Dauerlizenz für 50 Euro erhältlich. Für diesen Preis bekommt man gerade mal vier Monate Photoshop: Die billigste Variante von Photoshop CC ist das Bundle mit Lightroom im Foto-Abo für knapp 12 Euro.

### Wie es sich anfühlt

Affinity Photo und Photoshop importieren und entwickeln Raw-Fotos in 16 Bit Farbtiefe, unterstützen ICC-Farbmanagement, vollständigen RGB- und CMYK-Workflow, Lab-Farbkorrektur, umfangreiche nichtdestruktive Bearbeitung von Farbe und Licht sowie Import und Export von PSD-Dokumenten und anderen Stan-



dardformaten. Das gewährleistet bei Affinity Photo auch den Datenaustausch mit Photoshop-Nutzern.

Umsteiger finden sich in Affinity Photo auf Anhieb zurecht, denn Werkzeug-Bereich sowie Paletten-Dock für Histogramm, Pinseleinstellungen, Protokoll, Ebenen und Einstellungsebenen sind Photohop nachempfunden. Oben blenden beide Programme kontextabhängige Werkzeugeinstellungen ein. Die Menüs unterscheiden sich nur marginal. Die Schrift-Optionen von Affinity Photo gehen über die von Photoshop hinaus. Letzteres hat dem Herausforderer wiederum ein Menü mit 3D-Funktionen voraus.

Eine anpassbare Symbolleiste sammelt bei Affinity Photo Schaltflächen für häufig benötigte Funktionen wie Auto-Korrekturen, Auswahl aufheben, Auswahl umkehren, Objekte am Raster ausrichten und verschiedene Maskierungsmodi.

Photoshop organisiert seine 30 Paletten in konfigurierbare Arbeitsbereiche für Grundelemente, Fotografie, 3D oder Malen. Bei Affinity Photo gibt es sogenannte Personas: Photo, Liquify, Develop, Tonemapping und Export. Die Photo-Persona ist schlicht das Hauptprogramm. Den letzten vier entsprechen in Photoshop die modalen Dialoge Verflüssigen, Camera Raw, Tone-Mapping und Export.

Bei Schwenk und Zoom reagiert Affinity Photo äußerst schnell; man zoomt intuitiv mit dem Mausrad. Photoshop verarbeitet Raw-Fotos hingegen schneller als der Herausforderer und schwenkt GPU-beschleunigt. Außerdem kann das Adobe-

Programm im Hintergrund speichern und stellt Änderungen nach einem Absturz wieder her – ein großer Vorteil bei der täglichen Arbeit. Affinity Photo stürzte im Test zuweilen ab, ohne Daten vorher zu sichern.

Fazit: Die Oberfläche von Affinity Photo kopiert die von Photoshop weitgehend. So finden sich Umsteiger schnell zurecht. Photoshop läuft aber stabiler.

## Foto-Entwicklung

Beim Öffnen einer Raw-Datei wechselt Affinity Photo in die Develop-Persona. Ein 20-Megapixelbild auf einem PC mit Core i7 zu öffnen, dauerte quälend lange acht Sekunden; Photoshop schaffte dieselbe Aufgabe in zwei Sekunden. Die Entwicklungseinstellungen gliedert Affinity Photo in verständlich benannte Paletten in einem sinnvollen Workflow von Belichtungs- und Farbkorrektur über Verzerrung, Farbsäume, Vignettierung, Bildrauschen und Schärfe bis hin zu Gradationskurven und Tonwertkorrektur.

Photoshops Import-Plug-in Camera Raw bietet zusätzliche Möglichkeiten, angefangen mit einer Weißabgleichpipette und besserem Ergebnis beim Aufhellen von Schatten. Für Farbtön, Sättigung und Luminanz bietet Camera Raw acht Farbbänder. Objektivfehler korrigiert es automatisch mit Hilfe einer gut ausgestatteten Datenbank von Objektivprofilen. Die Entwicklungseinstellungen sind vollständig kompatibel zum Raw-Entwickler Lightroom, der in Adobes Foto-Abo enthalten ist. Das gewährleistet nahtlosen Aus-

tausch zwischen Lightroom und Photoshop.

Fazit: Die Develop-Persona von Affinity Photo hellt Fotos auf natürliche Weise auf, reduziert Bildrauschen, ohne die Details zu sehr weichzeichnen und bringt natürliche Schärfe ins Bild. Der Qualität und Vielseitigkeit von Adobe Camera Raw kann sie jedoch nicht das Wasser reichen.

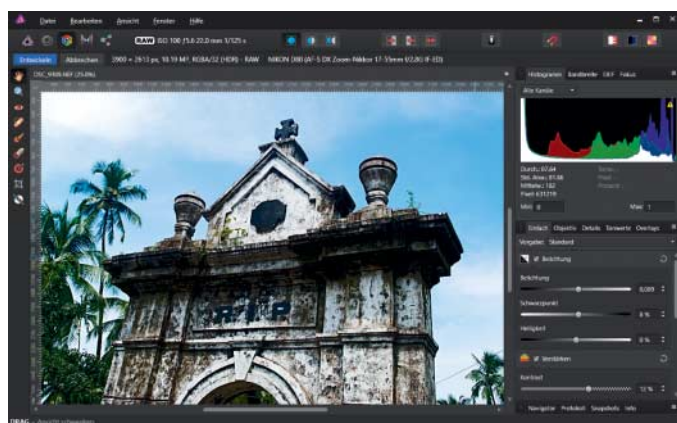
## Ebenen und Masken

Der Grundstock an Ebenen, Einstellungsebenen und Maskenoptionen unterscheidet sich bei beiden Programmen kaum. Photoshop besitzt 27 Ebenenmodi, Affinity Photo 30. Die weitgehend obsolet gewordene Photoshop-Funktion „Sprekeln“ lässt Affinity Photo konsequenterweise weg. Sinnvoll hingegen ist bei Affinity die Funktion „Radieren“, etwa um Text aus einem Foto auszustanzten.

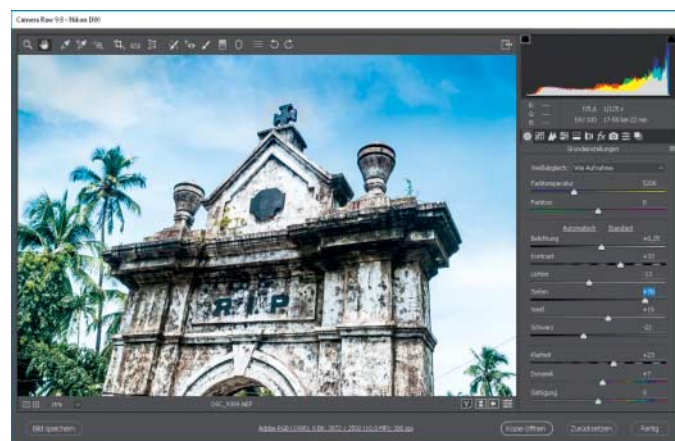
Bei den nicht-destruktiven Einstellungsebenen hat sich Serif von Photoshop emanzipiert. Der Gradationskurven-Dialog besitzt keine Weißabgleich-Pipette; dafür gibt es eine eigene Einstellungsebene. Im großzügig ausgeführten Kurven-Dialog kann man wie in PhotoLine vom Farbmodus RGB nach CMYK und Lab wechseln. Photoshop ermöglicht Lab-Korrektur nur über einen umständlichen Workaround.

Ebenenstile wie Schlagschatten, Schein nach innen und außen, Umrandung, Relief und Verlaufüberlagerung setzt Serif weniger gut um als Photoshop. Bevor diese gut aussehen, muss man viel probieren.

Fazit: Hinsichtlich Ebenenmodi, Masken und Einstellungsebenen sind sich die



Affinity Photo wechselt beim Öffnen einer Raw-Datei zunächst in die Develop-Persona, die umfangreiche Werkzeuge zur Foto-Entwicklung enthält.



Photoshop und Lightroom teilen sich die gleiche Raw-Engine mit identischen Reglern, hier in Gestalt des Plug-ins Camera Raw.



Programme mindestens ebenbürtig. Affinity Photo hat aber Schwächen bei Ebenenstilen.

## Vom Hintergrund trennen

Rechteck-, Ellipsen- und Polygon-Auswahl sowie Zauberstab gehören mittlerweile zum Einmaleins. Beim Freistellen kommt es aber auf einen Auswahlpinsel mit guter Kantenerkennung an. Bei Photoshop genügen wenige Pinselstriche und das Motiv ist markiert; in Affinity Photo sind geringfügig mehr Striche nötig. In einem Dialog zur Feinabstimmung kann man bei beiden die Auswahl verbreitern oder verkleinern, den Rand weichzeichnen oder die Kante abrunden.

Eine ebenso schwierige wie alltägliche Aufgabe ist das Freistellen von Haaren in Porträts. Der Workflow bei beiden Kandidaten: Zunächst markiert man das Motiv grob und spart feine Härchen dabei aus. Anschließend wählt man den Pinsel zum Verfeinern und malt vorsichtig am äußeren Rand der Auswahl entlang. Nach kurzer Berechnung erscheinen Strähnen und einzelne Haare in der Auswahl, nicht aber der Hintergrund.

Fazit: Beide Programme stellen auch schwierige Motive wie Haare gut frei, Photoshop allerdings etwas leichter und mit besserem Ergebnis als Affinity Photo.

## Filter und Effekte

Das Filter-Menü von Photoshop umfasst verschiedene Weich- und Scharfzeichner, Filter zum Verzerren und solche, um Rauschen hinzuzufügen oder zu entfernen. Effekte zur Simulation von Negativ- und

Dia-Filmen, Entwicklungstechniken und künstlicher Alterung sind Aufgabe von Photoshop-Plug-ins wie der Nik Collection oder ON1 Photo Raw [1].

Serif orientiert sich am Vorbild Photoshop; die Unterschiede liegen im Detail. Photoshop baut den GPU-gestützten Bereich rund um die Weichzeichner-Galerie sukzessive aus. Zuletzt kamen Filter für radiale und lineare Bewegungsunschärfe hinzu; man benötigt sie beispielsweise, um schnell fahrende Autos (linear) und drehende Reifen (radial) zu simulieren. Beides bekommt Affinity Photo ebenso gut hin wie Photoshop. Einen selektiven Scharfzeichner bietet nur Photoshop. Bei Affinity Photo ist man auf Hochpass-Filter beziehungsweise Unschärf maskieren angewiesen.

Affinity Photo kann einen Großteil der Filter als Live-Filterebene anwenden. Die Originalpixel bleiben erhalten; die Anpassungen werden nichtdestruktiv angewendet – dazu genügt ein Mausklick. Das konnte außer dem Serif-Programm bisher nur PhotoLine. Photoshop hat dafür schon in Version CS2 (2005) die Smart-Objekte eingeführt und damit einen vergleichsweise komplizierten Workaround geschaffen – das Provisorium wurde zum Dauerzustand.

Photoshop-kompatible Plug-ins unterstützt Affinity Photo grundsätzlich, allerdings führte der Aufruf einiger Plug-ins zum Absturz, andere werden nicht erkannt. Die Plug-ins der Nik Collection liefern, einige Topaz-Plug-ins ebenfalls.

Fazit: Affinity Photo überrascht mit nichtdestruktiven Effektfilttern, für die Photoshop nur einen Workaround mit-

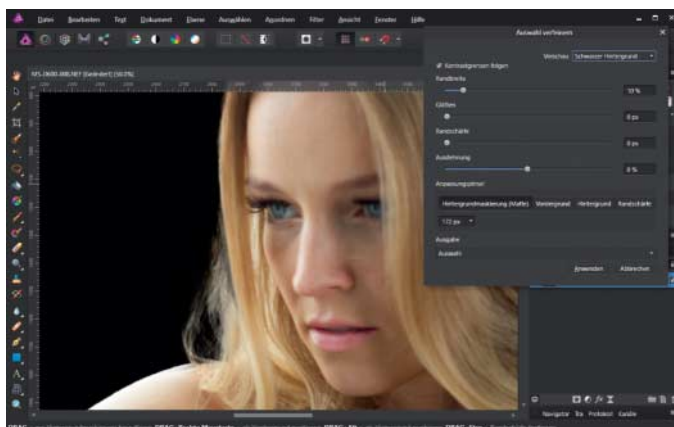
bringt. Wer viele Plug-ins einsetzt, sollte bei Photoshop bleiben.

## Pinselspitzen

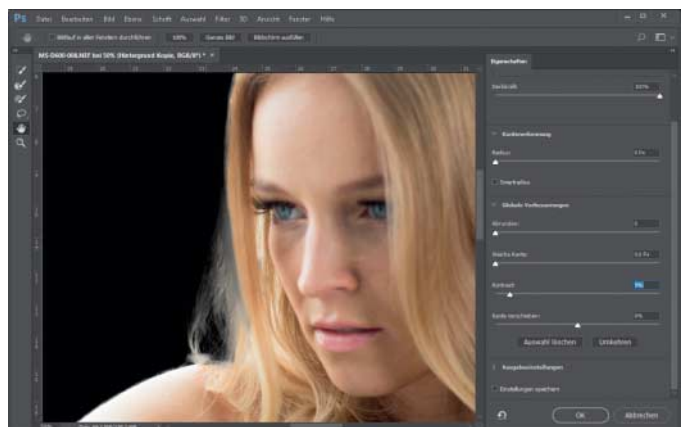
Photoshop besitzt eine mächtige Pinsel-Engine, um die herum eine breite Infrastruktur gewachsen ist. Alle möglichen Formen und Texturen stehen als ABR-Dateien zum Download bereit. In die Zwischenablage kopierte Pixel definiert der Befehl „Bearbeiten/Pinselvorgabe festlegen“ als neue Pinselspitze. Auch Affinity Photo importiert ABR-Dateien. Über das Menü der Pinsel-Palette lassen sich PNG-Dateien als Bildpinsel definieren – das funktioniert genauso gut.

Die Pinsel-Einstellungen unterscheiden sich. Photoshop bietet mächtige Optionen in zwölf Reitern mit Namen wie „Formeigenschaften“, „Streuung“, „Struktur“ und „Farbeinstellungen“. Regler variieren Eigenschaften wie Größe, Rotation, Deckkraft, Helligkeit, Farbton oder Sättigung des Bildpinsels. Wenn man etwa Anzahl, Größe und die Streuung auf X- und Y-Achse dynamisch variiert, kann ein schneller Pinselstrich Sterne für die gesamte Milchstraße auftragen. Die Regler heißen „Größen-Jitter“ oder „Anzahl-Jitter“ – englisch für Instabilität, Fluktuation.

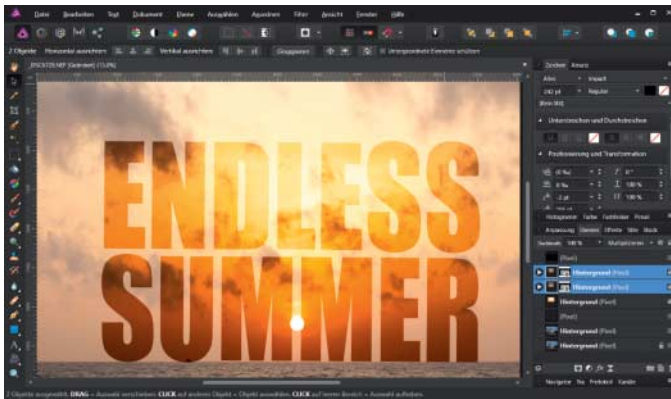
Affinity Photo fasst Pinseleinstellungen in drei Reitern zusammen. Der dritte ist der Textur vorbehalten. Die Einstellungen zum Pinselauftrag beschränken sich auf die Reiter „Allgemein“ und „Dynamik“. In diesen beiden Dialogen bietet das Programm klar benannte Regler, die kaum Wünsche offen lassen. Alle Parameter lassen sich per Zufall, durch Druck,



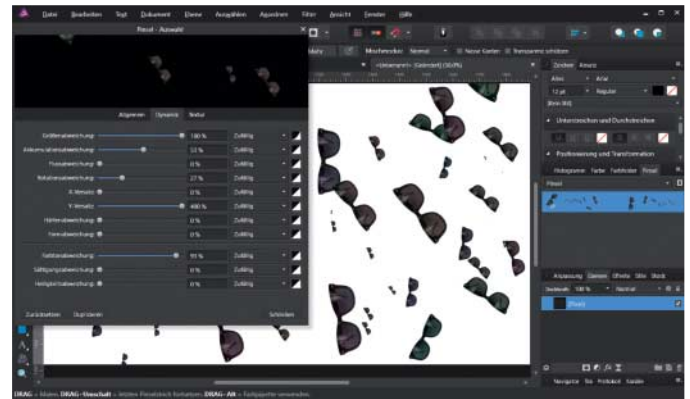
Mit dem Hintergrundpinsel lassen sich in Affinity Photo auch schwierige Details wie Haare zufriedenstellend freistellen.



Photoshop CC 2017 lagert das Freistellen in einen Dialog aus, der mit solchen Motiven noch etwas besser zurechtkommt.



Die Ebenenfunktionen und das Schriftwerkzeug von Affinity Photo sind denen von Photoshop nachempfunden und stehen ihnen in nichts nach.



Affinity Photo importiert Pinselspitzen aus ABR- und PNG-Dateien. Die Pinsel-Einstellungen erschließen sich schneller als die von Photoshop.

Neigung oder Geschwindigkeit variieren. Realistisch simulierte Bürstpinsel, die dynamisch auf Neigung, Druck und Geschwindigkeit reagieren, bietet Affinity Photo allerdings nicht.

Fazit: Photoshop hat Affinity Photo zwar realistisch simulierte Malwerkzeuge voraus. Der Herausforderer gliedert die Pinsoptionen aber deutlich klarer und führt damit schneller ans Ziel.

## Stempel- und Textwerkzeuge

Der Klonstempel in Affinity Photo erfasst seine Quelle von darunter liegenden Ebenen und kann die gesamte Pinsel-Engine nutzen. Leider kann man die Stempelquelle nicht drehen, um die Perspektive anzupassen. Alles in allem ist diese Funktion mit der von Photoshop vergleichbar. Photoshop hat Affinity Photo aber intelligentere Reparaturwerkzeuge voraus, wie das Ausbessern- und das Bereichsreparatur-Werkzeug. Beide passen die Helligkeitswerte der Stempelquelle automatisch an die Zielpixel an.

Das Schrift-Werkzeug hat Serif umfangreich ausgestattet. Textbausteine lassen sich mit den Paletten für Zeichen und Absatz ebenso fein ausrichten wie in Photoshop. Dazu gehören Unterschneidung, Zeichenabstand, Zeilenabstand, Tabulatoren, Einzüge sowie vertikale und horizontale Skalierung.

Fazit: Affinity Photo zeigt Schwächen bei der intelligenten Retusche. Die Typografie-Werkzeuge sind gut ausgebaut.

## Automatisierung und weitere Funktionen

Beide Programme bringen eine Stapelverarbeitung und einen Makro-Rekorder mit, die jeweils Hand in Hand arbeiten. Sie zeichnen Menübefehle sowie Tastenkür-

zel in Makros auf, die sich über die Stapelverarbeitung auf eine Reihe von Dateien anwenden lassen. Die Funktionen von Photoshop gehen über die von Affinity Photo hinaus. Beispielsweise kann Photoshop mit Hilfe von Variablen Datensätze aus Excel-Tabellen importieren und auf diese Weise personalisierte Einladungen oder Ausweise erstellen [2]. Affinity Photo unterstützt auch kein Scripting.

Fazit: Makros und Stapelverarbeitung unterstützen beide Programme. Photoshop kann mit Skripten und Variablen umfangreich automatisiert werden.

## Unterm Strich

Affinity Photo entwickelt Fotos langsamer als Photoshop, hat weniger gute Retusche-Werkzeuge, unterstützt nur ausgesuchte Plug-ins und kennt weder 3D-Funktionen noch Scripting. Abgesehen davon be-

kommt man bei Serif für den Preis von vier Monaten Photoshop-Abo ein grundsätzlich schnelles Programm mit anspruchsvollen Ebenen-Funktionen, einem konsequent durchdachten nichtdestruktiven Workflow, guten Freistellwerkzeugen und einer ebenso umfangreichen wie einfach zu bedienenden Pinsel-Engine.

Design-Profis werden bei Photoshop bleiben. Für Heimnutzer und versierte Anwender, bei denen Bildbearbeitung im täglichen Geschäft ein Nebenschauplatz ist, stellt Affinity Photo eine echte Alternative dar. (akr@ct.de) **ct**

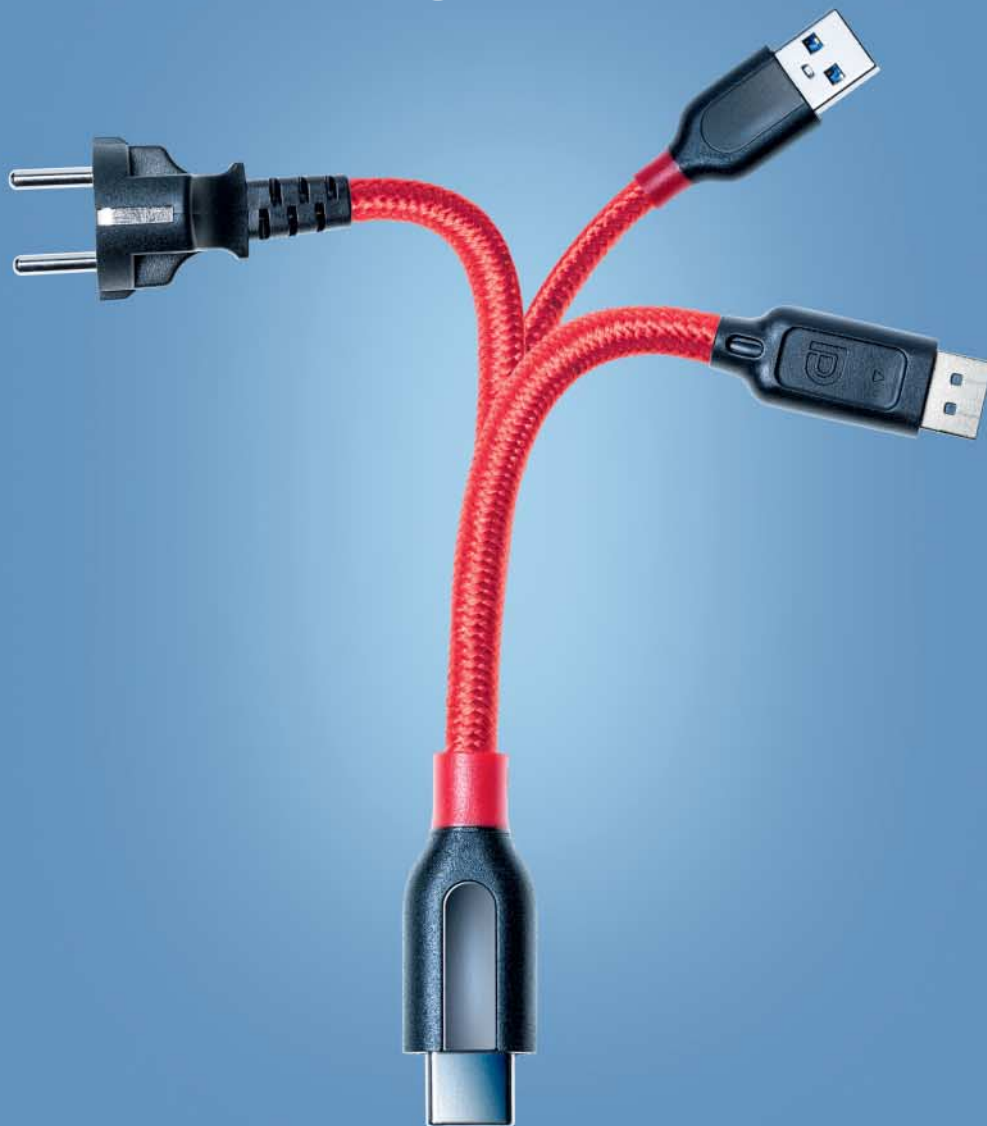
## Literatur

- [1] André Kramer, In Szene gesetzt, Software für Filmsimulation und Foto-Effekte, c't 1/17, S. 112
- [2] Thomas Bredendfeld, Photoshop als Bildfabrik, Automatische Bilderstellung mit Photoshop und Tabellenkalkulation, c't 5/11, S. 166

Bildbearbeitung		
Produkt	Affinity Photo 1.5	Photoshop CC 2017
Hersteller	Serif	Adobe
Web	affinity.serif.com/de/	adobe.com/de
Systemanforderungen	Windows ab 7, macOS ab 10.7.5	Windows ab 7, macOS ab 10.10
Allgemeines		
Raw-Entwickler / Farbtiefe	Develop Persona / 16 Bit	Camera Raw / 16 Bit
Farbmodi	RGB (bis 32 Bit), Graustufen, Lab, CMYK	RGB, Graustufen, Lab, CMYK
automatische Korrektur	Tonwert, Kontrast, Farbe, Weißabgleich	Allgemein, Tonwert, Kontrast, Farbe
Gradationskurven / Graupipette / Lab-Modus	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / –
nichtdestruktiv: Farbkorrektur, Ebenenstile, Filter	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ (über Smart-Objekte)
Photoshop-Plug-ins einbinden	teilweise, je nach Plug-in	vollständig
Bereichsreparatur (ebenenübergreifend)	– (–)	✓ (✓)
Makro-Rekorder / Stapelverarbeitung / Scripting	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ (JavaScript)
Bewertung		
Funktionsumfang / Bedienung	○ / ⊕	⊕⊕ / ○
Foto-Entwicklung / nichtdestruktive Arbeit	○ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○
Pinsel und Retusche	⊕	⊕⊕
Auswahl / Automatisierung	⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕
Preis	50 €	12 € pro Monat (Foto-Abo inkl. Lightroom)
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht		✓ vorhanden   – nicht vorhanden

# Einer für alles

## USB Typ C bringt neue Funktionen, aber auch Verwirrung



<b>USB-C: Funktionsfülle und Verwirrung .....</b>	<b>Seite 106</b>
<b>USB-C-Monitore .....</b>	<b>Seite 110</b>
<b>Externe SSDs mit USB 3.1 .....</b>	<b>Seite 114</b>
<b>USB-C-Hubs mit DP/HDMI, USB-A und Power Delivery .....</b>	<b>Seite 120</b>
<b>So funktioniert USB-C .....</b>	<b>Seite 124</b>

## Immer mehr Notebooks, Tablets und Smartphones besitzen USB-C-Buchsen. Sie ersetzen nicht nur bisherige USB-Anschlüsse, sondern sollen die Ports von Mobilgeräten grundsätzlich vereinfachen: Displays, Ladegeräte und Kopfhörer verbinden sich mit derselben Buchse, per Dock sogar gleichzeitig.

Von Christof Windeck

**A**lles über eine Strippe: Das ist die Idee hinter USB Typ C. An einen PC-Monitor mit Typ-C-Eingang lassen sich beispielsweise Notebooks und Tablets mit einem einzigen Kabel anschließen. Darüber laufen dann USB- und DisplayPort-Signale und in Gegenrichtung fließt Ladestrom für den Akku.

Die Typ-C-Buchse ist nicht nur kompakter, sondern auch komfortabler als der altbewährte Typ-A-Anschluss: Endlich spielt es keine Rolle mehr, wie herum der Stecker in der Buchse sitzt. Viele Geräte mit Typ-C-Buchsen übertragen Daten auch schneller als zuvor: Via USB 3.1 SuperSpeedPlus fließen Daten doppelt so schnell wie per USB 3.0 (siehe Tabelle auf S. 108), an neuen MacBooks dank Thunderbolt 3 sogar noch schneller.

Doch wo Licht ist, ist auch Schatten: Die Funktionsfülle von USB-C verwirrt potenzielle Nutzer und die im PC-Markt übliche Mischung aus lückenhaften Spezifikationen, schlechter Dokumentation und mangelhaften Billigprodukten sorgt für Enttäuschungen. Wer die Ideen hinter USB-C versteht, vermeidet Fehlkäufe.

### Funktionsgemisch

Als die neue USB-Buchse vom Typ C vorgestellt wurde, stand zuerst der wendbare Stecker im Vordergrund. Doch USB-C kann viel mehr, weil sich die 24 Kontakte des Steckers flexibel belegen lassen – je nach Gerät, Kabel oder Adapter. So ersetzt der neue Standard nicht nur bisherige Typ-A- und Micro-USB-Buchsen, sondern etwa auch DisplayPort für externe Monitore, HDMI für TV-Geräte, Audio-Klinkenbuchsen für Kopfhörer – und auch

Ladebuchsen, um die Akkus von Mobilgeräten zu füllen.

Leider bietet aber nicht jedes Gerät und jede USB-C-Buchse denselben Funktionsumfang; vielmehr hängt es vom jeweiligen Gerät ab, welche Funktionen eingebaut sind – und an welchen Buchsen. So gibt es etwa Notebooks mit mehreren Typ-C-Buchsen, von denen nur manche zum Aufladen taugen oder zum Anschluss von Displays. Smartphones wiederum nutzen ihre Typ-C-Buchse oft nur zum Laden, zur Datenübertragung im HighSpeed-Modus von USB 2.0 – also nicht mit SuperSpeed – sowie als Ersatz für eine Klinkenbuchse. USB-C-Buchsen von Desktop-PCs schließlich liefern häufig lediglich Strom und Daten per SuperSpeed oder SuperSpeedPlus, aber weder DisplayPort-Signale noch höhere Ladeleistungen. Nur HP glänzt mit einigen Mini-PCs, die sich genau wie manche Notebooks mit einem einzigen C-Kabel an passende Monitore anschließen lassen, welches dann USB-Daten, DisplayPort-Signale und Energie gleichzeitig überträgt (siehe S. 110). Eigentlich gibt es kleine

Logos – siehe Infografik auf der folgenden Seite –, die den Funktionsumfang der jeweiligen Buchse kennzeichnen, aber die verwendet nicht jeder Hersteller: Dann bleibt nur das Handbuch.

### Adapter und Hubs

Ältere USB-Peripheriegeräte mit Typ-A-Steckern lassen sich leicht an C-Buchsen weiternutzen, dafür gibt es für wenige Euro elektromechanische Adapter: Sie verbinden lediglich die für USB 2.0, USB 3.x und Stromversorgung nötigen Kontakte eines Typ-C-Steckers mit der Typ-A-Buchse. Ähnlich beschaltete Adapterkabel koppeln auch ältere USB-Hubs, -Festplatten oder -Scanner mit Typ-B-Eingangsbuchse an Typ-C-Hosts.

DisplayPort-Adapter für Typ-C-Buchsen sind etwas komplizierter aufgebaut, weil darin Chips stecken müssen: Sie sortieren die verfügbaren Signale um und melden sich als Adapter an, kommunizieren also mit dem Host. Auf diesem Weg übertragene Monitorsignale verwenden den „Alt Mode“ von USB-C, den wir ab

**Die USB-C-Buchse (2. von rechts) kann alle anderen Buchsen dieses Notebooks ersetzen: USB Typ A, HDMI, Audio-Klinkenbuchse und Netzteil-Eingang.**





Seite 124 erklären. Zusätzliche Wandlerchips im Alt-Mode-Adapter verwandeln DisplayPort in HDMI 1.4 oder sogar HDMI 2.0 für 4K-Auflösung. Mit der passenden Gegenstelle, also einer Dockingstation, einem Typ-C-Monitor oder einem der ab Seite 120 vorgestellten Hubs, funktionieren gleichzeitig mit der Bildausgabe auch USB-Datenübertragung und Stromeinspeisung zum Laden der Akkus im Host-Gerät. Bei den einfachsten Minidocks beziehungsweise Hubs dient die USB-C-Buchse nicht zum Anschluss weiterer USB-C-Peripherie, sondern rein als Ladeanschluss, dessen Leistung sie „nach oben“ weiterreichen.

USB-3.1-Hubs, die tatsächlich SuperSpeedPlus übertragen, kann man derzeit noch nicht kaufen: Alle bisherigen schaffen maximal SuperSpeed. Trotzdem dürfen sie die Bezeichnung „USB 3.1“ tragen, wenn auch mit dem Zusatz Gen 1 (siehe Tabelle) – hier muss man aufpassen! Es gibt freilich erst wenige teure Speichermedien, die SuperSpeedPlus überhaupt ausreizen (siehe S. 114); das superschnelle Kopieren von Daten klappt ohnehin nur, wenn auch im Host sehr flinker Massenspeicher steckt: Eine Festplatte ist viel zu langsam, selbst eine SATA-6G-SSD reicht nicht, es muss schon eine NVMe-SSD sein. Das gilt erst recht für Thunderbolt-Geräte: Extreme Transferraten von mehr als 1 GByte/s sind nur für Spezialzwecke sinnvoll.

## Mehr Strom

Viele Notebooks und PCs mit Typ-C-Buchsen liefern höhere Leistungen, um Peripheriegeräte zu speisen. USB 2.0 war bloß für 2,5 Watt ausgelegt (5 Volt/0,5 A), USB 3.0 immerhin schon für 4,5 Watt

## Kennzeichnung von USB-Typ-C-Buchsen

Kleine Logos verraten, was die jeweilige USB-C-Buchse kann. Leider fehlen die Logos oft.

		USB 2.0 High Speed 480 MBit/s	USB 3.0 (USB 3.1 Gen 1) SuperSpeed 5 GBit/s	USB 3.1 Gen 2 SuperSpeedPlus 10 GBit/s
ohne Power Delivery	ohne DisplayPort			
	mit DisplayPort			
mit Power Delivery	ohne DisplayPort			
	mit DisplayPort			
<b>Thunderbolt</b> mit Power Delivery, mit DisplayPort				

(0,9 A). USB-C-Hosts können für bis zu 7,5 oder 15 Watt (1,5/3 A) ausgelegt sein, aber 15 Watt sind keine Pflicht; schon 7,5 Watt genügen für USB-3.1-SSDs.

Grundsätzlich neu bei USB-C ist die Fähigkeit, bei der Stromversorgung zwischen der speisenden und der konsumierenden Rolle zu wechseln: So dient eine C-Buchse bei immer mehr Tablets, Smartphones und Notebooks als Ladeanschluss. Zur Füllung der Akkus von Tablets und Smartphones in akzeptabler Zeit genügen die erwähnten Leistungen von bis zu 15 Watt. Bei Notebooks wünscht man sich aber mehr Ladeleistung, und genau darauf zielt USB Power Delivery:

USB PD nutzt das von Smartphones bekannte Prinzip von Qualcomm Quick Charge. Dabei handeln Netzteil und Mobilgerät höhere Spannungen von 9, 12 oder 20 Volt aus und Ströme von maximal 5 A – also bis zu 100 Watt Leistung. Für die höchsten Leistungen sind aber auch spezielle Typ-C-Kabel nötig.

USB PD ist jedenfalls ziemlich kompliziert und liefert bisher leider nur die Theorie für universelle Netzteile, die vom Smartphone bis zum Notebook beliebige Mobilgeräte speisen. Die Praxis sieht anders aus: Manche Notebooks mit Typ-C-Ladefunktion lassen sich sogar nur mit dem beigelegten Netzteil laden.

## Verwirrende Fülle

USB-C ist noch recht neu; derzeit sind viele unterschiedliche Umsetzungen auf dem Markt: von der simplen Ladebuchse bis hin zu Thunderbolt 3, was sogar den Anschluss externer PCIe-Grafikkarten erlaubt. Nicht alle Hosts, Peripheriegeräte, Hubs und Netzteile kooperieren miteinander; elektronisch markierte Kabel für 5 A Strom lassen sich äußerlich kaum von unmarkierten unterscheiden – und Verkäufer mancher Billigprodukte suggerieren mehr Funktionen, als tatsächlich nutzbar sind. Derzeit ist man gut beraten, Zubehör sehr sorgfältig auszuwählen und auf ein Rückgaberecht zu achten. (ciw@ct.de) **ct**

USB-Standards im Vergleich		
Name	schnellster Transfermodus	Transferrate brutto (Praxis)
USB 3.1 (USB 3.1 Gen 2)	SuperSpeedPlus	10 GBit/s (> 900 MByte/s)
USB 3.0 (USB 3.1 Gen 1)	SuperSpeed	5 GBit/s (480 MByte/s)
USB 2.0	HighSpeed	480 MBit/s (36–44 MByte/s)
USB 1.0	FullSpeed	12 MBit/s (1 MByte/s)
USB 1.0	LowSpeed	1,5 MBit/s (Tastatur, Maus)
zum Vergleich		
Thunderbolt 3/NVMe-SSD	PCIe 3.0 x4	40 GBit/s (> 3 GByte/s)
Thunderbolt 2	PCIe 2.0 x4	20 GBit/s (> 1,3 GByte/s)
PCI Express 3.0 x1	–	10 GBit/s (1 GByte/s)
SATA 6G	–	6 GBit/s (560 MByte/s)
Gigabit Ethernet	–	1 GBit/s (110 MByte/s)
WLAN 802.11ac MIMO nah	4 × 4	400 MBit/s (50 MByte/s)
DSL 50 MBit/s	–	50 MBit/s (6,3 MByte/s)

Anzeige



# Alleskönner

## Monitore und Adapter für USB-C im Praxistest

**Über den kleinen verdrehsicheren USB-C-Anschluss fließen neben Video und Audio auch USB-Daten zum Monitor. Zugleich kann man Mobilgeräte daran aufladen. Wir haben den Test gemacht: Hält der Alleskönner in der Praxis, was die Theorie verspricht?**

Von Ulrike Kuhlmann

**M**it USB-C tritt nach DVI, HDMI und DisplayPort eine neue digitale Videoschnittstelle auf den Plan. Der multifunktionale USB-C-Port könnte in Zukunft einiges Kabelgewusel auf dem Schreibtisch ersparen. Zumindest theoretisch. Denn dass der Wechsel auf das neue Interface holprig wird, zeigt sich bereits bei der simpelsten Variante: der Verbindung zwischen Notebook und Monitor.

Wir haben an zwei Monitoren mit USB-C-Eingang und drei Notebooks mit

USB-C-Ausgang verschiedene Anschluss-Szenarien durchgespielt. Dabei warf unter anderem die Ladefunktion USB Power Delivery erhebliche Probleme auf. Zusätzlich haben wir die USB-C-Notebooks per Adapter mit den herkömmlichen Videoeingängen der Monitore verbunden, um zu prüfen, welche Fallstricke hier drohen.

Die Hersteller geben kaum preis, welche Funktionen ihre USB-C-fähigen Displays unterstützen beziehungsweise unter welchen Bedingungen sie dies tun. Und es fehlen verbindliche Auszeichnungen und Logos etwa vom USB-C Implementers Forum oder der Standardorganisation VESA. So erfahren die potenziellen Käufer meist nicht einmal, welche Art von Signal über den kleinen Anschluss zum Monitor geschickt werden.

Um hier ein wenig Übersicht zu schaffen, haben wir in den Tabellen auf Seite 112 für die bereits verfügbaren und angekündigten USB-C-Monitore die wichtigsten Kenndaten zusammengetragen.

### Alternative Modi

Der sogenannte Alternate Mode definiert, welche Videosignale über den USB-C-Anschluss geschickt werden können. Aktuell gibt es Alt-Modes für DisplayPort und HDMI (mehr dazu auf S. 124). Alle uns bekannten Geräte nutzen den DisplayPort Alternate Mode – auch die Monitore.

Am DisplayPort-Anschluss können einige Notebooks sowohl DisplayPort- als auch HDMI-Signale ausgeben; spezifiziert ist dies im Dual Mode (DP++). Für den DisplayPort Alt-Mode an USB-C wird der DP++ allerdings explizit ausgenommen, weshalb Videosignale dort ausschließlich im DisplayPort-Format anliegen. In der Folge müssen sämtliche Adapter, Hubs oder Docking-Stationen einen aktiven Chip enthalten, sobald sie einen von DisplayPort abweichenden Signalausgang wie beispielsweise HDMI besitzen.

Da weder DisplayPort noch HDMI oder DVI herkömmliche USB-Signale übertragen, müssen Kabel und Adapter die USB-Daten blockieren, sobald sie von USB-C auf die reinen Videoanschlüsse DP, HDMI oder DVI umsetzen. Die Adapter nutzen hierfür einen eigenen ID-Chip, der über die CC-Leitung einen HotPlug-Detect an die Quelle schickt; in ihm sind die jeweiligen Funktionen festgelegt.

Laut VESA müssen übrigens alle zertifizierten USB-C-auf-HDMI-Adapter HDMI 2.0 und damit 4K/60 Hz unterstützen. In der Praxis ist das leider nicht so, weshalb man vor einem Adapter-Kauf tunlichst auf konkrete Hinweise des Anbieters auf 60 Hertz achten sollte.

Die per USB-C parallel zu den DP-Signalen übertragenen USB-Daten nutzen viele Monitore für einen eingebauten USB-Hub. Dann kann man Tastatur und Maus direkt an den Monitor schließen und ihn so als Dockingstation fürs Notebook nutzen. Auch hier gibt es Einschränkungen.

So beherrscht der DP-Alt-Mode theoretisch DisplayPort 1.3 mit HBR3 – allerdings nur über USB-C-Kabel bis zu einem Meter Länge. Im HBR3-Modus genügen zwei Lanes für die Übertragung von 4K-Signalen mit 60 Hz Bildrate. Das ist wichtig für die USB-Datenübertragung, denn dann bleiben die anderen beiden Lanes für das schnellere USB-3.1 frei. Verwendet der Monitor allerdings den mit DisplayPort 1.2 spezifizierten HBR2, belegt das 4K/60Hz-Videosignal alle vier Lanes –

weshalb die im Monitor eingebauten USB-Hubs spätestens dann von USB-3.1 auf USB 2.0 zurückfallen.

## Schneller laden

Welche Möglichkeiten ein USB-C-konformer Monitor tatsächlich bietet und welche Abstriche man in Kauf nehmen muss, erfährt man erst im praktischen Einsatz.

Etwa beim 4K-Monitor von LG: Sobald die Schnellladefunktion im Displaymenü aktiviert ist, kann der Monitor die USB-2.0-Signale am eingebauten Hub nicht mehr weiterleiten – daran angeschlossene Peripherie wie Tastatur oder Maus funktioniert dann nicht mehr.

Auch Eizos USB-C-Monitor EV2780 bereitet Power Delivery Probleme. So konnte er unser Asus-Notebook (Zenbook UX309U) am USB-C-Anschluss nur dann gleichzeitig laden, wenn im Monitormenü „USB Power Delivery“ auf 30 Watt stand. Dann wird das Monitorbild allerdings sichtbar dunkler – Eizo hat das Netzteil im Monitor offenbar nicht dafür ausgelegt, genug Energie fürs helle Display und die Ladefunktion bereitzustellen. Immerhin blieb hier der USB-Hub im Monitor und damit die an USB angehängte Peripherie auch beim Laden aktiv.

Beim Anschluss des aktuellen MacBook Pro 13" mussten wir die Power Delivery zwingend auf 15 Watt begrenzen – bei 30 Watt blinkte die kleine Status-LED am Eizo-Monitor unwirsch in verschiedenen Farben auf und ließ sich manchmal erst durch kalte Netztrennung beruhigen. Eizo hält auf einer Website Kompatibilitätshinweise bereit, die allerdings für diesen Fall genau das Gegenteil empfehlen („nur 30W PD möglich“). Möglicherweise liegt die verdrehte Empfehlung am OS-Update auf macOS 10.12.3, das unser MacBook Pro kürzlich erhielt; Eizos Hinweise beziehen sich auf macOS 10.12.1. Technisch ist die Einschränkung auf die geringere Ladeleistung nicht nachvollziehbar, denn das MacBook Pro akzeptiert laut Apple auch die von Eizo bereitgestellten 9V/3A.

Beim LG-Monitor bekommt man die volle 4K-Auflösung mit 60 Hz an HDMI nur zu sehen, wenn im Monitormenü unter Bild/Bildanpassung/HDMI „Ultra HD Deep Color“ aktiviert ist – andernfalls bieten die Grafiktreiber im Notebook maximal 4K mit 30 Hz an. Warum LG die

30-Hz-Einstellung als Default nutzt, bleibt unklar.

Apple-Nutzer berichten im Internet über Probleme mit den USB-C-Monitoren mit 5K- und 4K-Auflösung von LG (beide Monitore sind hierzulande noch nicht erhältlich): Wenn das angeschlossene MacBook in den Sleep-Modus fällt beziehungsweise daraus aufwacht, würden die Monitore nicht mehr erkannt und der Schirm bliebe schwarz. Wir haben dieses Phänomen bei unseren beiden Monitoren am aktuellen MacBook Pro 13" nicht beobachtet. Dass der Schirm zwischenzeitlich kurz unmotiviert schwarz wurde, trat aber auch in unserem Praxistest auf.

## Zwei Desktops anzeigen

Beide 27-Zoll-Monitore können die Inhalte von zwei Quellen nebeneinander auf den Schirm holen. Am 4K-Monitor von LG hat dann jeder Desktop  $1920 \times 2160$  Pixel zur Verfügung, bei Eizos EV2788 sind es jeweils  $1280 \times 1440$  Bildpunkte.

Allerdings gelang es den beteiligten Geräten im Picture-by-Picture-Modus (PbP) nicht immer, sofort die passende Auflösung einzustellen – oft boten die Notebooks gar keine hochformatige Auflösung an. In solchen Fällen half fast immer ein Neustart des Notebooks, manchmal reichte es auch, den PbP-Modus im Monitor aus- und wieder anzuschalten.

Davon abgesehen gibt es weitere Einschränkungen. So kann das LG-Display seine beiden HDMI-Ports nie beide gleichzeitig aufschalten. Auch die Videosignale am DisplayPort und an USB-C erscheinen nie nebeneinander auf den Schirm. Grund: Der USB-C-Port liegt beim LG-Monitor intern auf demselben Anschluss wie die DisplayPort-Buchse, auch die beiden HDMI laufen auf eine gemeinsame Anschlussleiste. Hier hat Eizo etwas mehr Spielraum gelassen: Signale von DisplayPort und von USB-C holt der EV2788 problemlos nebeneinander auf den Schirm.

## USB-C-Adapter

Wer zwei Mobilgeräte mit USB-C-Anschluss parallel am LG-Monitor betreiben will, kann sich mit Adaptern behelfen: Sie setzen beispielsweise USB-C auf HDMI um, sodass man ein USB-C-Notebook an den HDMI-Port des Monitors hängt, während man das Windows-Tablet direkt an USB-C betreibt. Solche Adapter gibt es für DisplayPort, HDMI, DVI und sogar für den analogen VGA-Anschluss.

Adapter für die Umsetzung von herkömmlichem USB 3.0 auf USB-C gibt es ebenfalls. Dort stehen dann aber ausschließlich USB-Signale bereit, denn für die klassische USB-Buchse ist kein Alternative Modus für Videosignale spezifiziert.



Die Monitore von Eizo und LG überzeugen mit ihrer tollen Darstellung, sie schwächeln aber bei der USB-C-Anbindung.



Wir haben einige HDMI-Adapter ausprobiert, darunter ein Adapter von Club 3D, ein Adapter von Anker und ein Kabeladapter von Siemac. Alle leiteten die DisplayPort-Signale des USB-C-Ausgangs diverser Notebooks problemlos an die HDMI-Eingänge der Monitore weiter, auch mit UHD-Auflösung und 60 Hz Bildwiederholfrequenz. Von Lindy haben wir zudem einen DisplayPort-Adapter und einen VGA-Adapter geprüft – auch hier ohne Befund. Nicht ganz so glatt lief es mit dem 60 Euro teuren Multiport-Adapter von Samsung, der aus USB-C sowohl die USB 3.0-Daten als auch HDMI-Signale extrahiert: Er verweigerte an etlichen Notebooks den Dienst, spielte aber mit dem Windows-Tablet Galaxy TabPro S von Samsung einwandfrei zusammen.

## Fazit

Der kleine verdrehsichere USB-C-Anschluss leitet im Idealfall zuverlässig Signale vom Mobilgerät zum Display und



Dem Kabeladapter von Siemac (rechts) sieht man nicht an, dass er einen aktiven Chip integriert, um die DP-Signale ins HDMI-Format zu wandeln.

macht den Monitor ganz nebenbei zum USB-Hub. Die derzeitige Praxis sieht allerdings anders aus: Einige Funktionen werden nur nach umständlichen Einstellorgien unterstützt, andere einfach deaktiviert und wieder andere führen zum Komplettabsturz des Displays – ein Novum. Die Probleme, die wir an den beiden Monitoren beobachtet haben, sind so oder ähnlich auch bei anderen Geräten zu erwarten.

Es wird Zeit, dass die Hersteller die am USB-C-Port unterstützten Funktionen im Klartext ins Datenblatt oder auf den Monitorkarton schreiben. Nur dann könnten Kaufinteressenten überhaupt einschätzen, ob ein Gerät für sie infrage kommt. So wie es derzeit aussieht, dauert es wohl noch eine ganze Weile, bis uns der USB-C-Anschluss das Leben wirklich erleichtert. (uk@ct.de) **ct**

### Monitore mit USB-C-Anschluss

Produktname	H277HUsmipuz	MB169C+	MX27UC	EV2780	Envy 27 Display	Thinkvision X1
Hersteller	Acer	Asus	Asus	Eizo	HP	Lenovo
Diagonale / Typ	27 Zoll (68,5 cm) / IPS plan	16,5 Zoll (39,6 cm) / IPS plan	27 Zoll (68,5 cm) / IPS plan	27 Zoll (68,5 cm) / IPS plan	27 Zoll (68,5 cm) / IPS plan	27 Zoll (68,5 cm) / IPS plan
Auflösung / Pixeldichte	2560 × 1440 (16:9) / 109 dpi	1920 × 1080 (16:9) / 134 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 163 dpi	2560 × 1440 (16:9) / 109 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 163 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 163 dpi
Anschlüsse	1 × DisplayPort 1.2, 1 × HDMI 2.0, USB-C (DP Alt-Mode), USB-Hub (2 × Down USB 3.1 mit max. 5 GB/s), Audio (Klinke)	1 × USB-C (DP Alt-Mode)	1 × DisplayPort 1.2, 1 × HDMI 2.0, USB-C (DP Alt-Mode, Power Delivery), USB-Hub (2 × Down USB 3.1 mit max. 5 GB/s)	1 × DisplayPort 1.2, 1 × HDMI 2.0, USB-C (DP Alt-Mode, Power Delivery 30W max.), USB 3.1-Hub (2 × Down USB 3.1 mit max. 900 mA pro Port), Audio (Klinke)	1 × DisplayPort 1.2, 1 × HDMI 1.4, 1 × HDMI 2.0, USB-C (DP Alt-Mode, Power Delivery 60W max.), USB-Hub (3 × Down USB 3.0)	1 × DisplayPort 1.2, 1 × HDMI 2.0, USB-C (DP Alt-Mode, Power Delivery), USB-Hub (2 × Down USB 3.0), Audio (Klinke)
Besonderheiten	Büro	tragbarer Monitor	schmaler Rahmen	Split-Screen (PbP), 5 Jahre Garantie	AMD FreeSync	Webcam, 3 Jahre Garantie
Einsatzgebiet	Büro, Gaming	mobiles Büro	Büro	Büro	Büro	Büro
Preis	480 €	250 €	660 €	900 €	voraussichtlich 600 €	700 €

### Monitore mit USB-C-Anschluss

Produktname	22MD4K	27MD5K	27UD88	32UD99	34UC99	43UD79	258B6QUEB
Hersteller	LG	LG	LG	LG	LG	LG	Philips
Diagonale / Typ	21,5 Zoll (56 cm) / IPS plan	27 Zoll (68,5 cm) / IPS plan	27 Zoll (68,5 cm) / IPS plan	31,5 Zoll (80 cm) / IPS plan	34 Zoll (86 cm) / IPS curved	42,5 Zoll (108 cm) / IPS plan	25 Zoll (63,5 cm) / IPS plan
Auflösung / Pixeldichte	4096 × 2304 (16:9) / 219 dpi	5120 × 2880 (16:9) / 218 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 163 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 140 dpi	3440 × 1440 (21:9) / 110 dpi	3840 × 2160 (16:9) / 104 dpi	2560 × 1440 (16:9) / 118 dpi
Anschlüsse	1 × HDMI 2.0, 1 × HDMI 1.4, USB-C (DP Alt-Mode), USB-Hub (3 × Down USB 3.1 mit max. 5 GB/s)	2 × HDMI 2.0, USB-C (DP Alt-Mode, Power Delivery 85W max.), USB-Hub (2 × Down USB 3.1 mit max. 5 GB/s)	1 × DisplayPort 1.2, 2 × HDMI 2.0, USB-C (DP Alt-Mode, Power Delivery), USB-Hub (2 × Down USB 3.1 mit max. 5 GB/s), Audio (Klinke)	1 × DisplayPort 1.2, 2 × HDMI 2.0, USB-C (DP Alt-Mode, Power Delivery 60W max.), USB-Hub (2 × Down USB 3.1 mit max. 5 GB/s)	1 × DisplayPort 1.2, 2 × HDMI 2.0, USB-C (DP Alt-Mode), USB-Hub (2 × Down USB 3.1 mit max. 5 GB/s), Audio (Klinke)	1 × DisplayPort 1.2, 2 × HDMI 2.0, 2 × HDMI 1.4, USB-C (DP Alt-Mode)	1 × DisplayPort, 1 × HDMI, 1 × DVI, 1 × VGA, USB-C (DP Alt-Mode, Power Delivery 60W max.), USB-Hub (3 × Down USB 3.1), RJ-45
Besonderheiten	hohe Pixeldichte	10 Bit Panel, Webcam, hohe Pixeldichte	Design, Netzteil extern	HDR10, großer Farbraum, kalibrierbar, AMD FreeSync	AMD FreeSync, Split-Screen (PbP)	Split-Screen (PbP), sehr groß	Hub mit Ethernet-Port, 3 Jahre Garantie
Einsatzgebiet	Büro	Büro	Büro	Büro	Büro, Gaming	Büro	Büro
Preis	561 €	1049 €	630 €	noch nicht verfügbar	noch nicht verfügbar	noch nicht verfügbar	400 €

Anzeige

# Schnell gesteckt

## Acht flotte USB-SSDs im Test



**Steckt eine schnelle SATA-SSD in einem externen USB-Gehäuse, bremst der USB-3.0-Anschluss: Mehr als 450 MByte/s gibt der Standard nicht her. Externe SSDs mit USB 3.1 versprechen das Doppelte – hier rauschen bis zu 900 MByte/s über den Anschluss.**

Von Lutz Labs

**M**al eben ein paar Gigabyte Videomaterial mitnehmen, eine Sicherung erstellen, Daten auslagern – hierfür sind externe Laufwerke das Mittel der Wahl. Im einfachsten Fall tut es ein USB-Stick, für große Datenmengen eine Festplatte. Wer große Datenmengen schnell bewegen möchte, greift zu einer externen SSD.

Für schnelle externe SSDs war der USB-Port bislang der Flaschenhals: Viele

SATA-6G-SSDs können Daten mit 550 MByte/s liefern, die maximale Transfergeschwindigkeit von USB lag aber bei 450 MByte/s. Erst mit USB 3.1 verschwindet dieses Limit und die Hersteller müssen sich wieder etwas einfallen lassen, um die maximal mögliche Geschwindigkeit von 1200 MByte/s zu erreichen.

Das versprochene Maximum hat aber vor allem Werbecharakter: USB 3.1 verspricht zwar bis zu 1200 MByte/s – aber

nur, wenn beide Verbindungspartner die zweite Generation des Standards unterstützen, also SuperSpeedPlus. Unsere Messungen fanden mit dem USB-Controller AS Media 1142 statt. Kurz vor Redaktionsschluss erreichte uns ein Mainboard mit einem AS Media 2142 – bei Stichproben mit diesem erhöhten sich die Geschwindigkeiten noch einmal deutlich.

Parallel zur Verbreitung der zweiten USB-3.1-Generation bei Mainboards und Notebooks steigt auch das Angebot an passenden externen Laufwerken. Deshalb haben wir uns acht schnelle SSDs besorgt und sie im c't-Labor überprüft. Dabei sind Adata SE730, Angelbird SSD2GO PKT, Buffalo Ministation SSD Velocity, Freecom mSSD MAXX, Lacie Chromé, Plextor Portable SSD EX1, SanDisk Extreme 900 sowie Teamgroup PD700. Die Kapazitäten reichen von 128 GByte bis hin zu 1 TByte, die Preise schwanken ebenfalls stark: Die 128-GigaByte-SSD Portable SSD EX1 bekommt man für weniger als 100 Euro; für das schicke Terabyte-Modell Chromé muss man über 1500 Euro auf den Tisch legen.

## Innenleben

Moderne externe SSDs sind selten verschraubt und erlauben deshalb nur in wenigen Fällen einen Blick auf das Innenleben. Software wie CrystalDiskInfo hilft weiter: Sie zeigt an, welche SSDs in den Gehäusen stecken und gibt auch weitere Informationen aus, etwa die aktuelle Temperatur dieser Laufwerke.

In unseren Testgeräten sind unterschiedliche SSDs verbaut, sowohl „normale“ 2,5-Zoll-SATA-SSDs als auch M.2-Kärtchen in verschiedenen Längen. Buffalo und Lacie setzen auf Samsung-SSDs, Freecom auf Toshiba. Bei SanDisk kommen SSDs aus eigener Fertigung zum Einsatz. Die SSD im Teamgroup-Gehäuse ist auch einzeln erhältlich. Zu den SSDs in den anderen Gehäusen haben wir keine detaillierten Informationen gefunden.

Zur Geschwindigkeitserhöhung setzen Freecom, Lacie, SanDisk und Teamgroup auf ein RAID 0 aus zwei identischen SSDs. Das verdoppelt die Leistungsaufnahme der Gehäuse. USB 3.0 liefert 4,5 Watt, eine Typ-C-Buchse bis zu 15 – aber ein USB-2.0-Port nur maximal 2,5. Dennoch meldeten sich alle SSDs auch an diesem Uralt-Anschluss an und ließen sich beschreiben, wenn auch deutlich langsamer.

Ein RAID 0 steigert zwar die Geschwindigkeit deutlich, reduziert aber auch die Datensicherheit: Fällt eine der beteiligten SSDs aus, sind alle Daten futsch. Ein RAID 1 bietet Ausfallsicherheit, halbiert aber den Speicherplatz und die Geschwindigkeit. Die Hersteller könnten es den Käufern überlassen, für welche Möglichkeit sie sich entscheiden – aber keiner liefert passende Software mit. Lediglich die Teamgroup-SSD lässt sich unter Garantieverlust durch Öffnen des Gehäuses mittels Jumper auf RAID 1 umstellen.

Doch auch dann sollte die Teamgroup-SSD nicht als alleiniges Backup-Medium zum Einsatz kommen: Hängt eine SSD sehr lange nicht am Strom, kann sie alle Daten verlieren. Magnetische Festplatten sind für ein langfristiges Backup immer noch besser geeignet. Apropos Festplatten: Uns ist nur eine externe 3,5-Zoll-Festplatte bekannt, die sich ausschließlich über USB-C mit Strom versorgt und deshalb kein externes Netzteil benötigt, nämlich die Innov8 von Seagate [1]. Naturgemäß kann diese vom Tempo her nicht mit den hier getesteten SSDs mithalten, mit ihrer Kapazität von 8 TByte übertrifft sie jedoch alle externen SSDs bei Weitem – und das zum Preis einer SSD mit gerade einmal ein paar Hundert GByte.

## USB-C oder was?

Sieben unserer acht Testmuster sind mit einer USB-Buchse vom Typ C ausgestattet; nur Buffalo setzt auf eine Micro-USB-Buchse. Auf die Geschwindigkeit hat die Form der Buchse keinen Einfluss: USB 3.1 und der Stecker Typ C haben laut Spezifikation nichts miteinander zu tun. Auch ob die SSD nun per Typ-C-Stecker oder per A-Stecker am Mainboard hängt, ist egal – ausschlaggebend ist, dass die Buchse USB 3.1 Gen 2 beherrscht.

Manchen Geräten liegen zwei USB-Kabel bei: eines mit dem neuen C-Stecker, eines mit dem alten A-Stecker. So kann man sie auch an PCs einsetzen, die noch nicht mit der modernen Buchse ausgestattet sind.

## Geschwindigkeitsrausch

Theoretisch können bei SuperSpeedPlus knapp 1 GByte/s über das Kabel fließen. Beim Lesen erreichen die RAID-SSDs – mSSD MAXX, Chromé, Extreme 900 und PD700 – Übertragungsraten bis zu 900

MByte/s; damit setzen sie sich an die Spitze des Testfelds. Beim Schreiben aber sind nur Chromé und Extreme 900 richtig schnell, beide schaffen jenseits von 850 MByte/s. Die mSSD MAXX rutscht mit maximal 700 MByte/s etwas ab. Für ein RAID 0 enttäuschend ist die Schreibleistung der PD700 mit maximal 400 MByte/s – das liegt aber an den verbauten SSDs, die laut Datenblatt jeweils nur rund 200 MByte/s beim Schreiben erreichen. Ein Nachteil der RAID-SSDs: SMART-Software erkennt immer nur eine SSD, kann also weder die Temperatur der zweiten SSD anzeigen noch vor deren Ausfall warnen.

Die nur mit einer SSD bestückten Gehäuse liegen bei den Leseraten allesamt über 500 MByte/s, sind also immer noch schneller als USB-3.0-SSDs. Die SSD2GO PKT erreicht mit 560 MByte/s den höchsten Wert beim Schreiben; die SE730 und Ministation SSD Velocity kommen mit rund 350 MByte/s ins Mittelfeld. Schlusslicht ist die Portable SSD EX1 mit 200 MByte/s.

SSDs erwärmen sich beim dauerhaften Lesen und vor allem beim Schreiben; zur Vermeidung von Ausfällen drosseln die Hersteller dann das Tempo. Das fällt besonders stark bei der SE730 auf: Nach 10 Minuten Dauerstress lag die Temperatur bei 80 °C; die Schreibrate sank auf 200 MByte/s. Im Alltag spielt das keine Rolle: Bei 500 MByte/s ist eine 256 GByte große SSD schon nach 8,5 Minuten voll.



**Sonderfall-RAID-Jumper:** Die externe SSD Teamgroup PD700 lässt sich auch im RAID 1 betreiben; dabei sinkt aber die Geschwindigkeit.





### Adata SE730

Adata bewirbt seine kleine SE730 unter anderem mit einer IP68-Zertifizierung – natürlich nur bei geschlossener Kappe. Dann soll sie aber für 60 Minuten eine Wassertiefe von 1,5 Metern überstehen.

Bei den Übertragungsraten liegt sie unter den Modellen mit nur einer SSD im Mittelfeld. Bei lang anhaltenden Schreibvorgängen erwärmte sich die interne SSD auf 80 °C – das liegt deutlich über der vom Hersteller angegebenen maximalen Betriebstemperatur von 50 °C.

- ↑ günstig
- ↑ wasserdicht
- ↓ wird sehr heiß



### Angelbird SSD2GO PKT

Die SSD2GO PKT ist nur wenig größer als eine Streichholzschachtel. Der USB-Stecker sitzt sehr tief im Gehäuse; so kann er nicht abknicken. Das mitgelieferte Kabel sollte man aber gut hüten, da nicht jeder beliebige C-Stecker in die Buchse passt.

Welche SSD intern nun genau zum Einsatz kommt, ließ sich nicht auslesen. Bei längeren Schreibvorgängen erwärmte sich das Aluminum-Gehäuse nur wenig, die Transferrate sank dabei aber auf weniger als 100 MByte/s.

- ↑ hohe IOPS-Leistung
- ↑ Stecker geschützt
- ↓ nicht für jeden Stecker geeignet



### Buffalo Ministation SSD Velocity

In der Buffalo Ministation SSD Velocity ist laut CrystalDiskInfo eine SSD im 2,5-Zoll-Format eingebaut. Das Alu-Gehäuse leitet die Wärme recht gut ab; auch bei längeren Schreibarbeiten wird es nur handwarm. Dabei bleiben die Schreibleistungen konstant.

Als einzige SSD im Test besitzt die Ministation keine C-Buchse am Gehäuse, sondern eine breite Buchse vom Typ Mini-B. Buffalo legt jedoch zwei USB-Kabel bei: eines mit A-Anschluss, eines mit Typ C.

- ↑ günstig
- ↑ A- und C-Kabel
- ↓ recht großes Gehäuse

Größere SSDs haben den Vorteil, die Wärme besser abzuführen. So erwärmten sich die SSDs in der Chromé beim gleichen Prozedere auf grad mal 34 °C, also knapp über Raumtemperatur, und die Geschwindigkeit sank kaum ab.

Hohe Temperaturen bedingen nicht zwingend einen Leistungsabfall: Die mSSD MAXX erhitze sich im Test auf 63 °C, die Schreibrate blieb konstant bei 700 MByte/s. Bei den anderen SSDs lag die Arbeitstemperatur bei unkritischen Werten zwischen 40 und 50 °C.

### Getrimmt

SSDs bekommen nicht mit, wenn der von einer gelöschten Datei genutzte Speicherplatz nicht mehr benötigt wird – das muss ihnen das Betriebssystem per Trim-Befehl mitteilen. Fast alle SATA-SSDs unterstützen Trim, aber in externen Gehäusen muss der USB-SATA-Wandler diesen Befehl auch weiterleiten – das klappt nicht immer, schon gar nicht bei zwei SSDs im RAID.

Ohne Trim-Unterstützung wird die Anzahl der freien Blöcke auf einer SSD mit

der Zeit immer geringer. Dadurch wird die SSD bei zufällig verteilten Schreibzugriffen immer langsamer. Nutzt man eine externe SSD nur für gelegentliche Datentransporte, wird das kaum auffallen – zudem man eine externe SSD einfach mal frisch formatieren kann, was das Problem löst.

Von unseren Testgeräten unterstützen nur zwei Trim: die SE730 und die Ministation SSD Velocity. Die SSD2GO PKT soll Trim zwar ebenfalls unterstützen – das Testprogramm TrimCheck (siehe c't-Link

### Externe SSDs mit USB 3.1 Gen. II – Benchmarks

	seq. Transferraten lesen <sup>1</sup> [MByte/s]	seq. Transferraten schreiben <sup>1</sup> [MByte/s]	IOPS schreiben/lesen <sup>2</sup>
Adata SE730	316/469/520	336/343/346	24077/38556
Angelbird SSD2GO PKT	377/540/571	382/439/451	64151/50800
Buffalo Ministation SSD Velocity	404/535/556	344/373/380	32805/44840
Freecom mSSD MAXX	522/824/892	525/666/703	60108/57884
Lacie Chromé	379/815/891	551/804/864	11812/44409
Plextor Portable SSD EX1	360/438/549	178/190/193	22834/32026
SanDisk Extreme 900	459/822/882	556/797/867	69284/7170
Teamgroup PD700	360/830/891	379/387/404	33875/55955

<sup>1</sup> min/mittel/max, gemessen mit IOMeter, über Blockgrößen zwischen 128 und 1024 KByte sowie zwischen 1 und 32 gleichzeitigen Anforderungen

<sup>2</sup> gemessen mit IOMeter, Blockgröße 4 KByte

---

Anzeige



### Freecom mSSD MAXX

Laut Freecom befindet sich im Gehäuse der mSSD MAXX eine PCIe-SSD – CrystalDiskMark findet aber eine M.2-SATA-SSD von Toshiba. Beim Schreiben wird die SSD recht warm; dabei hält sie aber dauerhaft die Geschwindigkeit von knapp 700 MByte/s.

Auf der SSD befindet sich ein kleines Software-Paket; unter anderem der FHD-Formatter, der die SSD ohne Datenverlust von FAT32 auf NTFS umformatieren soll. Installieren ließ sich das Tool zwar, es fand aber keine Freecom-SSD.

- ↑ sehr schnell beim Lesen
- ↑ schnell beim Schreiben
- ↓ Software ohne Nutzen



### Lacie Chromé

Die Chromé sticht in vielen Bereichen aus dem Testfeld hervor. Sie braucht ein eigenes Netzteil, und vor allem will sie sich nicht verstecken: Für die SSD in der Größe eines dicken Taschenbuchs liefert Lacie extra einen Ständer mit.

Bei den Übertragungsleistungen liefert sich die Chromé ein Kopf-an-Kopf-Renner mit der SanDisk Extreme 900: Mal ist die eine etwas schneller, mal die andere. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen erreicht die Chromé zwar deutlich geringere IOPS-Werte, was im Alltag aber kaum auffällt.

- ↑ sehr schnell
- ↓ eingeschränkter Mobileinsatz
- ↓ sehr teuer



### Plextor Portable SSD EX1

Nur 30 Gramm wiegt die Plextor EX1, eine der leichtesten SSDs in diesem Test. Knapp 10 Zentimeter lang ist sie und so neu, dass sie zum Redaktionsschluss noch in keinem Preisvergleich auftauchte.

Beim Lesen ist die EX1 mit 550 MByte/s flott, aber beim Schreiben belegt sie mit nur 200 MByte/s den letzten Platz. Wer die aktuelle Temperatur der SSD wissen möchte, muss ein Thermometer bemühen: Per SMART gibt die EX1 den Wert nicht heraus.

- ↑ 5 Jahre Garantie
- ↓ keine Temperatur per SMART
- ↓ langsam beim Schreiben

am Ende des Artikels) meldet aber einen Fehler, ebenso wie bei der Portable SSD EX1. Möglicherweise liegt das an der internen Verschlüsselung beider Modelle.

### Leistungsaufnahme

Sieben der acht SSDs reicht der Strom des USB-Anschlusses. Der Chromé liegt hingegen ein eigenes, überdimensioniertes 60-Watt-Netzteil bei. Nach unseren Messungen kommt die SSD mit maximal 8 Watt aus; da hätte es auch ein schlankeres Netzteil getan.

Bei den anderen SSDs haben wir die Leistung über einen USB-Adapter mit A-Anschlüssen und dem Präzisionsleistungsmessgerät vom Typ Zimmer LMG95 gemessen. Das klappte nicht immer: Bei der SE730, Ministation SSD Velocity und Portable SSD EX1 gelang zwar die Leerlaufleistungsmessung, bei Belastung durch Lesen und Schreiben aber verschwanden die Geräte am Messadapter aus dem Windows-Explorer. Das passiert auch bei anderen USB-Geräten und ist kein Mangel der SSDs.

### Frisch formatiert

Freecom und Lacie scheinen nicht nur auf Windows-Nutzer zu zielen, sondern auch auf Mac- und Linux-Anwender: Ihre SSDs sind noch mit FAT32 formatiert. Dieses Dateisystem ist zwar überall les- und schreibbar, speichert aber keine Dateien mit mehr als 4 GByte Größe. Immerhin weisen beide Hersteller auf diesen Umstand hin.

Adata, Buffalo und Teamgroup setzen auf das modernere NTFS. Am Mac lassen sich diese SSDs ohne Zusatztreiber nur lesen, Linux unterstützt das Format aber mittlerweile problemlos. Bei Angelbird, Plextor und SanDisk kommt exFAT zum Einsatz, ein von Microsoft speziell für Flash-Speicher entwickeltes Dateisystem; bei einigen Linux-Versionen muss man für dieses Dateisystem das Paket `exfat-fuse` nachinstallieren.

Nicht auf allen SSDs steht im Auslieferungszustand die volle Kapazität zur Verfügung. Auf einigen findet man PDF-Anleitungen, nützliche und nutzlose Software sowie Werbung. Angelbird nimmt

sich hier besonders viel heraus: Auf deren SSD sind rund 8 GByte Daten belegt, vor allem mit der Audio-Workstation Bitwig 8-Track mitsamt ein paar Demo-Dateien.

Verschlüsselung ist bei mobilen Datenträgern sinnvoll, da sie zu oft verloren gehen oder gar gezielt gestohlen werden. Nur Buffalo und SanDisk stellen allerdings Verschlüsselungssoftware bereit. Das macht aber nichts: Herstellereigene Verschlüsselungssoftware lassen sicherheitsbewusste Anwender eh links liegen. Auch wir raten eher zu Tools wie dem Open-Source-Programm VeraCrypt [2].

### Fazit

Externe SSDs sind deutlich schneller als externe Festplatten, bieten aber – abgesehen von der Chromé – deutlich weniger Speicherplatz. Als ausschließliches Backup-Medium eignen sie sich nicht, aber zum schnellen Transport großer Dateien. Auch als Speichererweiterung für Notebooks oder Mini-PCs mit zu sparsam bemessenem internen Massenspeicher machen sie eine gute Figur – ob ein Pro-



### SanDisk Extreme 900

SanDisk setzt bei der Extreme 900 auf ein RAID 0 aus zwei SSDs aus eigener Produktion. Wir hätten erwartet, dass das Unternehmen eine angepasste Version seiner SSD-Software „SSD-Dashboard“ anbietet – doch gefehlt: Selbst die SanDisk-eigene Veraltungssoftware sieht in der Extreme 900 eine SSD mit lediglich einem Laufwerk.

Bei den Schreib- und Leseleistungen liegt die Extreme 900 an der Spitze, auch beim Schreiben auf zufällige Adressen: Mit mehr als 70.000 IOPS überflügelt sie sogar viele SATA-SSDs.

- ↑ sehr schnell
- ↑ konstante Schreibleistung
- ↓ recht groß und schwer



### Teamgroup PD 700

Eine LED der Teamgroup PD700 zeigt Zugriffe an, eine weitere signalisiert die Bereitschaft. Intern arbeiten zwei 128-GB-Byte-M.2-SSDs im RAID 0. Das sorgt beim Lesen für bis zu 900 MByte/s, beim Schreiben sackt die Geschwindigkeit aber auf nur 400 MByte/s ab.

Das Gehäuse lässt sich als einziges öffnen; auf der Platine findet sich ein RAID-Jumper. Wer mehr Datensicherheit wünscht, kann die PD700 so auf RAID 1 umstellen. Die Anpassung senkt allerdings Schreibgeschwindigkeit und Kapazität auf die Hälfte.

- ↑ sehr schnell beim Lesen
- ↑ RAID 1 möglich
- ↓ langsam beim Schreiben

Vom Tempo her spricht hingegen alles für die neue Generation: Beim Lesen laufen alle Testmuster externen SSDs mit USB-3.0-Anschluss davon; die RAID-Modelle übertrumpfen sogar interne SATA-SSDs. Beim Schreiben trennt sich aber die Spreu vom Weizen: Hierbei sind nur die Lacie Chromé und die SanDisk Extreme 900 sowie – mit Abstrichen – die Freecom mSSD MAXX sehr schnell. Die anderen SSDs erreichen hingegen nur Schreibleistungen von maximal 440 MByte/s, die Plextor Portable SSD EX1 nicht einmal die Hälfte davon.

Bleibt die Transportfrage: Bei der Chromé muss man stets das massive Netzteil und den damit verbundenen Kabelverhau mitschleppen. Wer auf den Schnuckelfaktor schielt, sollte sich die Angelbird SSD2GO PKT anschauen; die ähnlich kleine Adata SE730 ist etwas langsamer und wird bei längerem Schreiben sehr heiß. Unter den etwas größeren Modellen sticht die Freecom mSSD MAXX mit guter Schreibleistung heraus; die Teamgroup PD700 ist für Freunde höherer Datensicherheit einen Blick wert.

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

### Literatur

- [1] Lutz Labs, Speicher für die Sicherheit, USB-Festplatten mit 8 TByte, c't 20/16, S. 120  
 [2] Dennis Schirmacher, Matthias Mett, Der Universalverschlüssler, Mit VeraCrypt Festplatten, Ordner oder Sticks verschlüsseln, c't 14/16, S. 140

TrimCheck: [ct.de/yfcr](http://ct.de/yfcr)

gramm von einer internen SATA-SSD startet oder von einer schnellen USB-3.1-SSD, spürt man kaum.

Der Anschluss einer USB-SSD mit C-Stecker an einen Desktop wird auf Dauer

zur Geduldsprobe: Zwar entfällt die Frage, in welcher Richtung der Stecker nun passt. Die Mini-Buchse an der Rückseite des Desktops zu treffen ist hingegen eine Herausforderung.

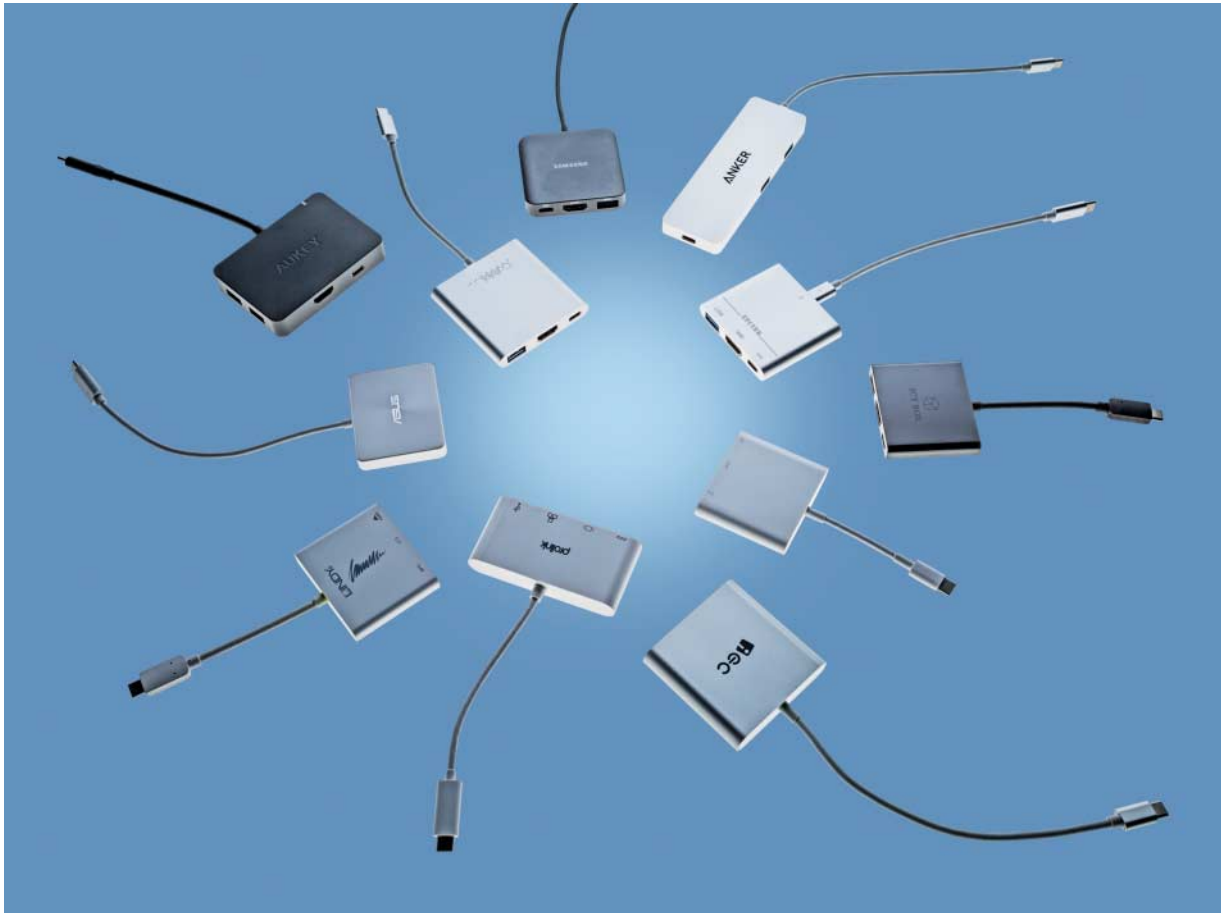
### Externe Solid-State Disks

Modell	SE730	SSD2GO PKT	Ministation SSD Velocity	mSSD MAXX	Chromé	Portable SSD EX1	Extreme 900	PD700
Hersteller	Adata, <a href="http://www.adata.com">www.adata.com</a>	Angelbird, <a href="http://www.angelbird.com">www.angelbird.com</a>	Buffalo, <a href="http://www.buffalo.com">www.buffalo.com</a>	Freecom, <a href="http://www.freecom.com">www.freecom.com</a>	Lacie, <a href="http://www.lacie.com">www.lacie.com</a>	Plextor, <a href="http://www.plextor.com">www.plextor.com</a>	SanDisk, <a href="http://www.sandisk.de">www.sandisk.de</a>	Teamgroup, <a href="http://www.teamgroup.com">www.teamgroup.com</a>
Bezeichnung	ASE730-250GU31-CGD	PKTU31-5120K	SSD-PUS240U3S-EU	56394	STFF1000400	3C07110151	SDSSDEX2-480G-G25	T8FED7240GMC108
Kapazität laut Hersteller/Windows	250 GByte/233 GByte	512 GByte/477 GByte	240 GByte/238 GByte	512 GByte/477 GByte	1 TByte/954 GByte	128 GByte/119 GByte	480 GByte/447 GByte	240 GByte/238 GByte
interne SSD	Adata SE730 (250 GByte)	C45ACXGA9TA (512 GByte)	Samsung PM871a (256 GByte)	2 × Toshiba HG6 (256 GByte)	2 × Samsung PM871 (512 GByte)	Plextor EX1-128 (128 GByte)	2 × SanDisk Ultra II (240 GByte)	2 × Team M8PS5 (128 GByte)
Maße, Gewicht	73 mm × 44 mm × 12 mm, 33 g	70 mm × 46 mm × 10 mm, 60 g	115 mm × 80 mm × 9 mm, 100 g	91 mm × 57 mm × 10 mm, 72 g	205 mm × 115 mm × 25 mm, 785 g	101 mm × 32 mm × 9 mm, 30 g	133 mm × 82 mm × 18 mm, 210 g	108 mm × 50 mm × 11 mm, 120 g
mitgelieferte Kabel	USB Typ A	USB Typ A, USB Typ C	USB Typ A, USB Typ C	USB Typ C	USB Typ A, USB Typ C	USB Typ A	USB Typ A, USB Typ C	USB Typ A
Betriebstemperatur <sup>2</sup>	5 ... 50 °C	20 ... 70 °C	k. A.	10 ... 35 °C	k. A.	k. A.	k. A.	5 ... 40 °C
Garantie	3 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	3 Jahre
Preis pro Gigabyte	49 Cent	67 Cent	47 Cent	50 Cent	148 Cent	62 Cent	58 Cent	66 Cent
Straßenpreis	122 €	345 €	112 €	254 €	1514 €	80 € <sup>2</sup>	276 €	160 €
weitere erhältliche Kapazitäten	–	256 GByte (200 €), 1 TByte (600 €)	480 GByte (230 €), 960 GByte (490 €)	–	–	256 GByte, 480 GByte	960 GByte (425 €), 1,92 TByte (740 €)	480 GByte (260 €), 960 GByte (390 €)

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1 000 000 000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1 073 741 824 Byte, die angezeigte Kapazität daher kleiner. <sup>2</sup> Herstellerangaben

✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe





# Aus eins mach viele

## USB-C-Adapter im Test

**Das neue USB Typ C ist toll – sofern man seine Peripherie auch anschließen kann. Mini-Docks mit mehreren Buchsen helfen dem neuen Notebook, Tablet oder Smartphone, mit alter Peripherie zusammenzufinden. Die Originalteile vom Hersteller sind oft teuer. Geräte von Zubehörfirmen kosten nicht nur meist weniger, manche können sogar mehr.**

Von Benjamin Kraft

**W**eihnachten 2016: Unterm Baum liegt das neue Notebook. Schön leicht ist es und superflach obendrein. Aber ach, das schicke Ding hat nur einen einzigen Anschluss, und zwar USB Typ C. Wie sollen jetzt der externe Monitor, USB-Laufwerke oder Drucker noch Anschluss finden? Und: Muss man sich wirklich zwischen Peripherie und Ladekabel entscheiden?

Abhilfe schaffen Hubs beziehungsweise Mini-Docks, die an einem Kabelende den USB-C-Stecker und am anderen die fehlenden Ausgänge tragen. Praktischerweise bieten die meisten Notebook- und Tablet-Hersteller solche Mehrfachadapter an, doch kosten die 60 Euro und

mehr. Gut, dass inzwischen auch Drittanbieter USB-C-Hubs offerieren.

### Top-Gang Getriebe!

Neugierig, ob die zum kleineren Preis dasselbe schaffen wie das Originalzubehör, ließen wir neun USB-C-Hubs diverser Firmen gegen je ein Exemplar von Apple, Asus und Samsung antreten. Vertreten sind neben bekannten Herstellern wie Club 3D, Lindy, Pearl (Callstel) und RaidSonic (Icy Box) auch solche, die ihre Waren nur über Amazon verkaufen und nicht immer Niederlassungen in Deutschland haben.

Zu diesen Herstellern gehören Anker und Aukey, aber auch unbekannte wie EC Technology, EPCTEK und ProLink. Deren

Produktbeschreibungen sorgen mit Übersetzungsstilblüten wie „Hinzugefügt, USB-C-Anschluss kann upgoing Ladung unterstützen“ oder „Top-Gang Getriebe“ gleichermaßen für Schmunzeln wie für Zweifel, was man sich da eigentlich ins Haus holt. Zudem scheinen diese Händler ihre Waren nur schubweise anzubieten; während des Tests hieß es bei Amazon immer mal wieder „Derzeit nicht verfügbar“.

## Alle gleich, manche gleicher

Die Grundausstattung der meisten Adapter fällt ähnlich aus: Alle besitzen einen Display-Ausgang, mindestens einen USB-A-Port und eine USB-C-Buchse. Variationen gibt es im Detail. So stecken etwa im Anker-Hub gleich zwei A-Buchsen, im Aukey sogar vier. ProLink packt einen per USB angebundenen Gigabit-Ethernet-Chip ins breite Plastikgehäuse. Die USB-C-Buchse dient immer nur zur Stromversorgung; Daten- oder Display-Signale geben die Hubs darüber nicht aus, weil die dazu nötigen Bridge-Chips noch rar sind. Aus gleichem Grund sind noch keine Adapter verfügbar, deren USB-Ports SuperSpeedPlus beherrschen – obwohl USB 3.1 draufsteht.

Die meisten Typ-C-Hubs besitzen auch eine HDMI-1.4-Buchse zum Anschluss eines externen Monitors. Sie enthalten keinen eigenen Grafikprozessor; stattdessen wandelt ein Chip im Hub-Gehäuse die DisplayPort-Signale aus der USB-C-Buchse in HDMI um. So liefern fast alle Adapter zwar ein Bild mit UHD-Auflösung (alias 4K, 3840 × 2160 Bildpunkte), aber nur mit maximal 30 Hertz; ergonomische 60 Hz sind bis maximal 1920 × 1200 Pixel möglich.

Das Mini Dock von Club 3D verfügt hingegen über einen DisplayPort-Ausgang, der auch bei 4K ruckelfreie 60 Hz schafft. Außerdem lassen sich prinzipiell auch zwei DisplayPort-Monitore hintereinanderschalten, sofern sie das unterstützen. Bei uns zeigten die beiden externen Displays zudem das gleiche Bild. Beide Funktionen gehen auf Kosten des USB-Durchsatzes, der dann auf rund 40 MByte/s fällt. Immerhin kann man mit einem Schiebeschalter die Priorität bestimmen: Steht dieser in der zweiten Position, widmet man zwei der Leitungen im Adapter für die USB-Verbindung um, sodass die volle SuperSpeed-Geschwindigkeit von bis zu 460 MByte/s zur Verfügung steht. Die

zwei verbleibenden Leitungen für das Bildsignal reichen dann nur noch für 4K mit 30 Hz. Mehr zu den Grafik-Modi, die USB-C unterstützt, ab Seite 124.

**Tipp:** Wer mehr Displays anschließen will als die Prozessorgrafik erlaubt, kann zu einem DisplayLink-Device greifen. Diese externen USB-Grafik-Adapter mit GPU-Emulation bieten allerdings keine 3D-Beschleunigung und reagieren manchmal verzögert.

Einige Mini-Docks tragen ein Alu-Kleid, andere stecken im Plastikgehäuse. Generell bewegt sich die Verarbeitung auf einem erfreulich hohen Niveau. Dennoch fielen einige Merkwürdigkeiten auf. So sind die USB-A-Ausschnitte beim Anker-Hub etwas schmal, sodass sich einer unserer USB-Sticks nicht einstecken ließ. Beim Callstel-Hub ging es an der HDMI-Buchse so eng zu, dass wir das HDMI-Kabel nur mit etwas mehr Kraft ein- und ausstecken konnten. Außerdem fühlte sich der Adapter ein wenig klapprig an. Ungewohnt: Club 3D und Callstel haben die USB-Buchsen über Kopf eingebaut, sodass man hier einen Einsteckversuch mehr als üblich braucht – Stichwort „USB Super Position“.

## Angesteckt und ausprobiert

An vier Mobilgeräten mussten die Adapter zeigen, was sie können und wie gut sie sich mit diverser Peripherie vertragen. Unsere Wahl fiel auf das Apple MacBook Pro 13" (2016), das Asus ZenBook UX390UA, das Android-Tablet Google Pixel C und das Windows-Mobile-Smartphone Lumia 950. Beim Display-Ausgang prüften wir, mit welcher Auflösung und Bildwiederholrate er maximal ein Bild ausgab und ob ein Audiosignal anlag. Ausgenommen davon war das Pixel C, das über seine USB-C-Buchse aktuell weder Bild noch Ton liefert.

An die USB-A-Buchse hängten wir probierhalber eine Tastatur sowie eine SSD, deren Schreib- und Lesegeschwindigkeit wir überprüften. Die Funktionstests wiederholten wir ohne Stromkabel. Zuletzt stellten wir sicher, dass die Hubs unverändert funktionierten, wenn ihr USB-C-Stecker um 180° gedreht im Gerät steckte.

## Auspacken, einstecken, geht (meistens)

Im Test fühlten wir uns ein wenig in die Anfangszeit von USB zurückversetzt, denn manche Kombination von Hardware

und Adapter verhielt sich merkwürdig. Mal kam sofort eine Verbindung zustande, mal erst nach einigen Sekunden. In einigen Fällen mussten wir es ganz langsam angehen lassen und nicht etwa den Hub mit bereits angeschlossener Peripherie in die Buchse stecken, sondern alles nacheinander. Vereinzelt funktionierte die Hardware-Kombination erst nach einem Neustart des Systems.

Bei der Bildschirmerkennung flackerten nach Einstecken des Mini-Docks mitunter sowohl das interne als auch das externe Display. Einige Adapter gaben erst nach dem zweiten Anstöpseln ein Bild aus. Manches Mal mussten wir am Windows-Notebook den Umweg über die Grafiktreiber von Intel nehmen und den externen Monitor ausdrücklich aktivieren, damit darauf ein Bild erschien. Bei allen flackerte das Display, wenn man Peripherie ansteckte.

Auch USB-Laufwerke erschienen im Test nicht immer sofort, sondern mit bis zu fünf Sekunden Wartezeit. Zogen wir das Ladegerät ab, gingen alle Verbindungen kurz verloren – das ist besonders an Linux- oder Apple-Rechnern unschön, weil angeschlossene Laufwerke dabei unsauber getrennt werden. Beim Adapter von Club 3D zeigte sich ein ähnlicher Effekt, wenn wir mittels Schiebeschalter zwischen DP 1.1 und 1.2 umschalteten.

Am MacBook bremsen alle Hubs die per USB angeschlossene Samsung-SSD 840 Pro aus. Direkt per USB-C-A-Adapter verbunden, maßen wir mit QuickBench 4.0 lesend 529 und schreibend 487 MByte/s, hinter dem Hub blieben davon bestenfalls noch 435 respektive 425 MByte/s übrig. Am Asus-Notebook war dieser Effekt nicht zu beobachten. Richtig lahm war das Mini-Dock von EPCTEK, das mit 40 MByte/s gerade mal den High-Speed-Modus von USB 2.0 erreichte.

Egal ob unter Windows oder am Mac: Apples USB-C-Digital-AV-Multiport-Adapter fiel in puncto USB-Performance hinter fast alle Konkurrenten zurück. Er verweigerte sich zudem nicht mit unserem USB-3.1-Gehäuse von Logilink, sodass wir unsere Test-SSD in ein USB-3.0-Gehäuse von Inateck stecken mussten. Außerdem erkannte das Google Pixel C den am Apple-Dock angesteckten USB-Stick nicht, das Lumia 950 fand we-

der den Stick noch die USB-Tastatur. Daran änderte auch ein von Apple via App Store bereitgestelltes Firmware-Update nichts.

Die Hubs von Apple und Samsung weigerten sich an einigen Mobilgeräten, den Ladestrom durchzureichen. Offenbar markieren diese Hersteller ihre Hubs derart, dass die Verbindung zur Stromversorgung über USB (USB Power Delivery, USB-PD) abgelehnt wird. Immerhin funktionierten alle Mini-Docks auch passiv, also ohne angestecktes Netzteil. Dann belasten die meisten den Akku mit rund 0,5 Watt. Ausstattungsbedingt zogen die Hubs von Club 3D und ProLink mit 0,8 respektive 1 Watt am meisten Energie aus dem Notebook-Akku.

## Fazit

Wie unsere Erfahrungen zeigen, ist USB-C noch ein ganzes Stück davon entfernt, problemlos zu funktionieren. Besonders skurril: In manchen Fällen arbeiteten die Mini-Docks nur in einer bestimmten Orientierung des C-Steckers – genau das sollte ja USB-C vermeiden. Folglich lassen sich auch keine Empfehlungen aussprechen, da sich jedes Notebook, Tablet oder Smartphone anders verhalten kann. Eine besonders schwache Figur machte in dieser Hinsicht das Microsoft Lumia 950.

Die gute Nachricht für Besitzer eines USB-C-Gerätes lautet, dass viele billigere Adapter den Originalteilen in nichts nachstehen. Einige bieten sogar mehr Funktionen. Und im Unterschied zu den Marken-

geräten von Apple und Samsung leiteten sie den Strom vom Netzteil im Test auch immer durch.

Aus dem Feld stechen zwei Hubs hervor: Aukey bringt an seinem kleinen schwarzen Kästchen zusätzlich zum HDMI-Anschluss vier USB-Ports unter – praktisch, um daheim bequem mehrere USB-Geräte mit einer gemeinsamen Strippe anstecken zu können. Die Fähigkeit, ein 4K-Display mit 60 Hertz anzusteuern, macht das Mini Dock von Club 3D für bestimmte Einsatzzwecke interessant. Wer noch einen Ethernet-Anschluss braucht und damit leben kann, dass der externe Monitor maximal Full-HD zeigt, kann sich auch den ProLink-Adapter anschauen.

(bkr@ct.de) **ct**

USB-C-Mini-Docks mit Power Delivery												
Hersteller	Anker	Apple	Asus	AUKEY	Callstel	Club3D	EC Technology	EPCTEK	Lindy	ProLink	RaidSonic	Samsung
Modell	Premium USB-C Hub mit HDMI und Power Delivery	USB-C-Digital-AV-Multiport-Adapter	Mini Dock	USB C Hub auf 4 Port USB 3.0 + USB C Port mit PD + HDMI	USB-C-Multiport-Adapter auf USB-A- & HDMI-Port, USB PD	USB Typ-C auf DP1.2 + USB 3.0 + Typ-C PD Mini Dock	Typ C USB 3.0 Hub mit Ladeanschluss & HDMI Port	Multi-Interface Com-mutator Metallart HSC100-S	USB 3.1 Typ C HDMI / USB Typ A / PD-Adapter	Adapter USB Typ C, HDMI, Ethernet	Icy Box IB-DK4031-CPD	Multiport Adapter EE-PW700
Eigenverbrauch	0,5 W	0,3 W	0,5 W	0,7 W	0,2 W	0,8 W	0,5 W	0,3 W	0,4 W	1,0 W	0,4 W	0,3 W
an Apple MacBook Pro (macOS-Notebook)												
Stromversorgung per USB-C	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bildausgabe an Monitor / 4k (60Hz)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (✓) <sup>6</sup>	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / – <sup>9</sup> (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)
USB-Tastatur erkannt / HDMI Audio	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB-SSD lesen (schreiben)	432 (410)	424 (402)	432 (410)	432 (411)	434 (424)	37 (37) <sup>6</sup> / 426 (412)	432 (411)	40 (41)	432 (412)	432 (413)	432 (413)	432 (405)
funktioniert passiv / verdrehsicher	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
an ASUS UX390UA (Windows-10-Notebook)												
Stromversorgung per USB-C	✓	– <sup>4</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
Bildausgabe FullHD 60Hz / 4K (60Hz)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (✓) <sup>6</sup>	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / – <sup>9</sup> (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)
USB-Tastatur erkannt / HDMI Audio	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB-SSD lesen (schreiben)	455 (455)	446 (419)	455 (457)	455 (457)	458 (458)	40 (40) <sup>6</sup> / 455 (456)	456 (457)	40 (40)	454 (455)	455 (457)	455 (457)	455 (456)
funktioniert passiv / verdrehsicher	✓ <sup>1</sup> / – <sup>2</sup>	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / – <sup>7</sup>	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
an Microsoft Lumia 950 (Windows-Mobile-Smartphone)												
Stromversorgung per USB-C	✓	✓ <sup>5</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
Bildausgabe an Monitor / Full HD (60 Hz)	✓ <sup>2</sup> / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (✓)
USB-Tastatur erkannt / HDMI Audio	✓ / –	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –
USB-Stick nutzbar	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
funktioniert passiv / verdrehsicher	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / – <sup>8</sup>	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
an Google Pixel C (Android-Tablet)												
Stromversorgung per USB-C	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bildausgabe an Monitor / Full HD (60 Hz)	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>	– <sup>3</sup> / – (–) <sup>3</sup>
USB-Tastatur erkannt / HDMI-Audio	✓ / – <sup>3</sup>	– / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / – <sup>3</sup>
USB-Stick nutzbar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
funktioniert passiv / verdrehsicher	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
<sup>1</sup> Bild wackelt <sup>2</sup> Bild flackert, bei verdrehtem Kabel oder Betrieb ohne Stromversorgung <sup>3</sup> am Pixel C nicht verfügbar <sup>4</sup> lädt nicht, Bild flackert, wenn USB-Stromkabel eingesteckt oder gezogen wird <sup>5</sup> nach Firmware-Update <sup>6</sup> im DP-1.2-Modus <sup>7</sup> keine USB-Verbindung, wenn Kabel falsch herum im Adapter steckt <sup>8</sup> Bild flackert bei HDMI-Audio-Ausgabe, sowohl mit „richtig“ eingestecktem Stecker und aktiver Stromversorgung als auch bei verkehrtem Stecker und angeschlossenem USB-Stick <sup>9</sup> Max Full HD, 60 Hz												
✓ funktioniert – funktioniert nicht												



### Anker (48 €)

Premium USB-C Hub mit HDMI und Power Delivery

- ↑ zwei USB-Ports
- ↓ enge USB-Ports
- ↓ lang und schwer



### Apple (90 €)

USB-C-Digital-AV-Multiport-Adapter

- ↑ Originalzubehör
- ↓ manchmal zickig
- ↓ teuer



### Asus (70 €)

Mini Dock

- ↑ Originalzubehör
- ↑ kompakt
- ↓ teuer



### Aukey (40 €)

USB C Hub auf 4 Port USB 3.0 + USB C PD-Port + HDMI

- ↑ vier USB-Ports
- ↑ günstig
- ↓ Verfügbarkeit schwankt



### Callstel (27 €)

USB-C-Multiport-Adapter USB-A- HDMI-Port, USB PD

- ↑ sehr günstig
- ↓ enger HDMI-Port
- ↓ wackelige Verarbeitung



### Club 3D (65 €)

USB Typ-C auf DP1.2 + USB 3.0 + Typ-C PD Mini Dock

- ↑ DisplayPort für 4K@60 Hz
- ↑ einklappbarer Stecker
- ↓ teuer



### EC Technology (32 €)

Typ C USB 3.0 Hub mit Ladeanschluss & HDMI Port

- ↑ günstig
- ↓ nicht verdrehsicher



### EPCTEK (30 €)

Multi-Interface Commutator Metallart HSC100-S

- ↑ günstig
- ↓ maximal USB-2.0
- ↓ nicht verdrehsicher



### Lindy (50 €)

USB 3.1 Typ C HDMI / USB Typ A / PD-Adapter

- ↑ kompakt und leicht
- ↓ nicht verdrehsicher
- ↓ teuer



### ProLink (45 €)

Adapter USB Typ C, HDMI, Ethernet

- ↑ Gigabit-Ethernet
- ↓ maximal Full-HD-Bild
- ↓ Verfügbarkeit schwankt



### RaidSonic (55 €)

Icy Box IB-DK4031-CPD

- ↑ kompakt und leicht
- ↓ teuer



### Samsung (55 €)

Multiport Adapter EE-PW700

- ↑ Originalzubehör
- ↑ kompakt
- ↓ manchmal zickig





# Alles kann, nichts muss

## Technische Hintergründe zu USB Typ C

**Technik wird immer komplexer, je mehr Funktionen sie bietet – das ist bei USB Typ C nicht anders. Als universelle Schnittstelle soll die Buchse etliche Vorgänger ablösen: zum Datentransfer an Peripheriegeräte, zur Verbindung mit einem Monitor oder zum Laden eines Akkus. Wie funktioniert das alles?**

Von Florian Müssig

**D**as Versprechen hinter USB Typ C (alias USB-C), eine Buchse für alles zu sein, soll bei Nutzern für einfachere Handhabung sorgen. Hardware-Entwicklern treibt die Vielseitigkeit allerdings Schweißperlen auf die Stirn und

sorgt für zahlreiche potenzielle Fehlerquellen: Für jeden angedachten Anwendungsfall hat das Standardisierungsgremiums USB-IF (Universal Serial Bus Implementers Forum) Teil- und Alternativ-Spezifikationen ausgearbeitet.

Diese müssen allesamt in einem Gerät vereint werden, wenn alles so universell wie beworben funktionieren soll. Oder, wie es Brad Saunders, einer der führenden Köpfe hinter USB Typ C, in einem Treffen mit c't auf der CES 2017 treffend formulierte: „We've created a little bit of a beast“.

### Verdrehsichere Buchse

Der im Alltag wohl praktischste Typ-C-Vorteil erschließt sich jedem sofort: Anders als bei den etablierten Typ-A-Steckern muss man bei Typ C nicht darauf

achten, wie herum man einen Stecker in eine Buchse steckt – es funktioniert in beiden Orientierungen. Dafür ist die Typ-C-Buchse punktsymmetrisch um den Mittelpunkt der insgesamt 24 Pins ausgelegt (siehe Grafik rechts).

In der Mitte befinden sich die USB-2.0-Pins (D+/D-), ganz außen die Masse (GND) und dazwischen zwei Datenleitungspärchen (RX1/TX1, RX2/TX2), vier Leitungen zur Stromversorgung ( $V_{BUS}$ ), zwei Pins für den Control Channel (CC1, CC2) und zwei Sideband-Use-Leitungen (SBU1, SBU2) als Reserve für künftige Erweiterungen oder alternative Nutzungsmodi.

Im Typ-C-Stecker findet man die korrespondierenden Gegenstellen, allerdings sind dessen acht mittlere Pins nicht sym-

metrisch. Hier ist explizit festgelegt, welche der beiden CC-Pins der Buchse tatsächlich für den Kontrollkanal benutzt wird. Die andere wird mit  $V_{\text{CONN}}$  belegt, einer zusätzlichen Stromversorgung für elektronische Bausteine im Kabel.

Über die Zuordnung von CC1 oder CC2 auf der Geräteseite und CC auf Kabelseite stellt ein Gerät fest, wie herum ein Kabel in die Buchse gesteckt wurde. Das ist wichtig, damit das Gerät beispielsweise die USB-Datenleitung auf die richtige der beiden Möglichkeiten legen kann: USB 3.x benutzt immer RX1/TX1 im Kabel; das zweite Pärchen bleibt unbenutzt. Anders als bei klassischem USB befindet sich also immer ein Multiplexer im Pfad zwischen USB-Host-Controller und der eigentlichen Buchse – beziehungsweise zwischen Buchse und USB-Endpunkt: Da ein Kabel mit zwei Typ-C-Steckern an jedem Ende in zwei Orientierungen eingesteckt werden kann, muss die Orientierungserkennung und Pin-Zuordnung an beiden Buchsen erfolgen.

Dass bereits diese eigentlich triviale Zuordnung für ungeahnte Stolperfallen sorgt, zeigt unser Test der Typ-C-Minidocks auf Seite 120: Fehlerfrei flossen Daten bei mehreren Kombinationen nur dann, wenn der Stecker in einer bestimmten Orientierung in der Buchse steckte.

## Alt-Modi

USB-C war von Anfang an nicht nur für USB-Daten vorgesehen, sondern auch für sogenannte alternative Modi (Alternate Modes). Zu solchen abweichenden Pinbelegungen zählen unter anderem DisplayPort (DP-Alt), MHL (MHL-Alt), Thunderbolt 3 (TB-Alt), PCI Express (PCIe-Alt) und seit kurzem HDMI (HDMI-Alt).

Die Kommunikation, dass etwas anderes als USB über die Leitungen geschickt werden soll, erfolgt über den Control Channel. Gemäß Typ-C-Spezifikation dürfen nicht alle Pins umbelegt werden:  $V_{\text{BUS}}$  und GND sind zur Stromversorgung gedacht und aus Sicherheitsgründen nicht anderweitig belegbar. Die CC-Pins werden zwingend zur Erkennung der Stecker-Buchse-Orientierung und der Alt-Mode-Bestimmung benötigt. Auch USB 2.0 bleibt immer verfügbar. Für die Alt-Modi stehen damit immer noch zehn Adern bereit, nämlich die vier RX/TX-Leitungs-

paare und die zwei SBU-Leitungen. Wie diese verwendet werden, obliegt der jeweiligen Alt-Spezifikation. DP-Alt sieht beispielsweise vor, dass sich die vier DisplayPort-Lanes auf die RX/TX-Pärchen verteilen und der zusätzliche AUX-Kanal (AUX+, AUX-) über SBU1 und SBU2 läuft. Weil dieser Vollausbau nur bei besonders hohen Auflösungen benötigt wird – selbst 4K-Auflösung mit 60 Hz lässt sich über nur zwei DP-Lanes schicken –, gibt es noch eine zweite DP-Alt-Beschaltung: Hierbei übertragen RX1/TX1 unverändert USB-3.x-Signale. Die zwei DP-Lanes laufen über RX2/TX2, plus AUX über SBU (siehe Grafik auf S. 126).

In allen derzeit erhältlichen Typ-C-Adaptern und -Mini-Docks (siehe auch S. 120) kommt diese zweite DP-Alt-Beschaltung zum Einsatz, weil sie sich dank parallel übertragbaren USB-Daten und DP-Videosignalen prima für Docking-Lösungen eignet. Gleichwohl lässt sich auch erklären, warum die USB-Geschwindigkeit manchmal auf USB 2.0 zurückfällt, wenn man einen 4K-Monitor mit 60 Hz statt 30 Hz betreibt: Dieses Videosignal lässt sich nur dann über zwei DP-Lanes schicken, wenn die Lanes im HBR3-Modus mit höherer Bandbreite laufen. Unterstützt die Gegenstelle nur das ältere HBR2, dann

werden vier DP-Lanes benötigt – weshalb dann keine Typ-C-Pins mehr für USB-3.x-Daten bereitstehen.

## HDMI ≠ HDMI-Alt

Obwohl viele heute erhältliche Typ-C-Docks HDMI-Buchsen für Monitore oder Fernseher bereitstellen, heißt dies nicht, dass dafür HDMI-Alt zum Einsatz kommt: Die erst Ende 2016 verabschiedete HDMI-Alt-Spezifikation ist noch zu neu, als dass es jetzt schon entsprechende Controller-Chips gäbe. Stattdessen werden die Videosignale per DP-Alt übertragen und dann im Adapter auf HDMI gewandelt.

Insofern sorgt der Typ-C-Neuzugang HDMI-Alt hauptsächlich erst mal für eine weitere Komplexitätsdimension, weil Videosignale jetzt über zwei verschiedene Alt-Modi laufen können. Da sind neue Arten von Typ-C-Inkompatibilität vorprogrammiert – etwa wenn die Buchse am Notebook nur DP-Alt spricht, der nagelneue Fernseher aber ausschließlich HDMI-Alt entgegennimmt.

Möglicherweise renkt sich das potenzielle Problem aber auch ganz von allein ein, denn anders als DP-Alt wurde HDMI-Alt arg lieblos umgesetzt. Die Spezifikation sieht bestenfalls Übertragungen gemäß HDMI 1.4 vor, obwohl HDMI 2.0

## Pinbelegung

In einer USB-Typ-C-Buchse (oben) befinden sich 24 Kontakte, deren Belegung punktsymmetrisch ist. Die Belegung eines Typ-C-Steckers (unten) weicht in der Mitte davon ab – daran erkennt die Buchse, wie herum er eingesteckt wurde.

### Pinbelegung Typ-C-Buchse

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
GND	TX1+	TX1-	V <sub>BUS</sub>	CC1	D+	D-	SBU1	V <sub>BUS</sub>	RX2-	RX2+	GND
B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1
GND	RX1+	RX1-	V <sub>BUS</sub>	SBU2	D-	D+	CC2	V <sub>BUS</sub>	TX2-	TX2+	GND

- Masse
- High Speed Datenpfad (1)
- High Speed Datenpfad (2)
- USB 2.0
- Stromversorgung
- Sideband Use
- Erkennen der Stecker-Orientierung (eine Leitung wird zum Kontrollkanal CC, die andere zu  $V_{\text{CONN}}$ )

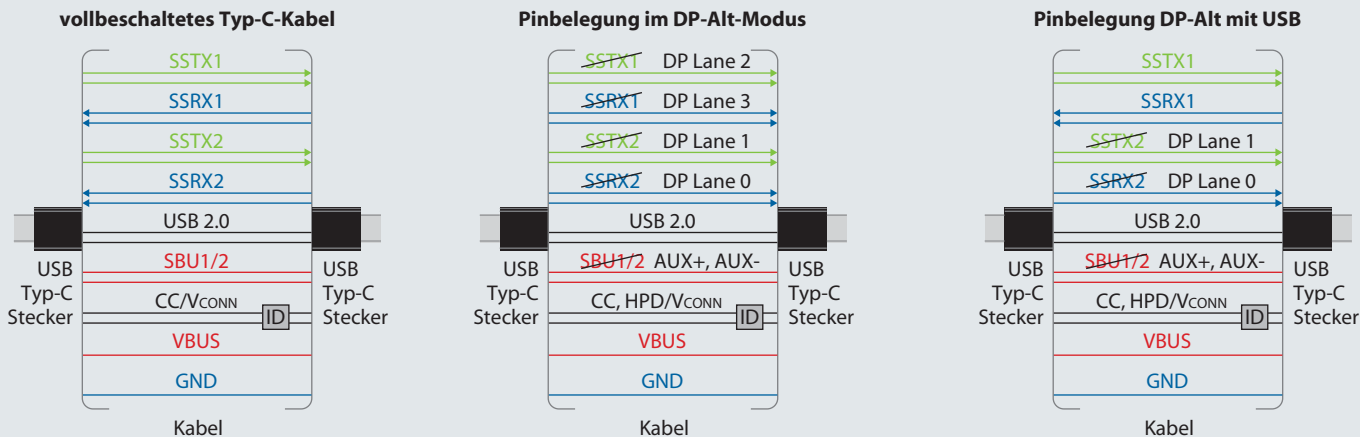
### Pinbelegung Typ-C-Stecker

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	RX2+	RX2-	V <sub>BUS</sub>	SBU1	D-	D+	CC	V <sub>BUS</sub>	TX1-	TX1+	GND
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
GND	TX2+	TX2-	V <sub>BUS</sub>	V <sub>CONN</sub>			SBU2	V <sub>BUS</sub>	RX1-	RX1+	GND

## Alternative Pinbelegungen

USB 3.x nutzt in einem vollbesetzten Typ-C-Kabel (links) nicht alle möglichen Leitungen: Das RX2/TX2-Pärchen bleibt ebenso unbenutzt wie SBU1/2. Bei alternativen Modi sieht das anders aus: DP-Alt nutzt alle RX-/TX-Paare für

seine vier Lanes und SBU1/2 für den AUX-Kanal (Mitte). Gängiger ist der zweite DP-Alt-Modus mit nur zwei DP-Lanes (rechts) – dann kann USB 3.x parallel über dasselbe Kabel laufen.



(mit mehr Bandbreite für 4K & Co.) schon Ende 2014 finalisiert wurde. Anfang 2017 debütierte sogar schon dessen Nachfolger HDMI 2.1. Dadurch gibt es kaum Anreize für Gerätehersteller und Chip-Entwickler, HDMI-Alt in der derzeitigen Form überhaupt zu verwenden: Das etablierte DP-Alt unterstützt schon jetzt die neueste Iteration DisplayPort 1.4. Und die DisplayPort-Signale können bei Bedarf dann im Adapter auf eine HDMI-2.0-Buchse umgesetzt werden.

Weil die Typ-C-Buchse eine Alternative zur 3,5-Millimeter-Klinkenbuchse werden soll, spezifiziert der Ende 2016 vorgestellte USB-Audio-Standard „USB Audio Device Class 3.0“ einen Alt-Mode, um Audio-Signale analog über zwei der Typ-C-Pins auszugeben. Das ist eine absolute Ausnahme, alle anderen Alt-Modes arbeiten ausschließlich mit digitalen Signalen. Langfristig ist aber auch bei USB-Audio eine reine digitale Audio-Übertragung geplant.

### USB-PD

Unabhängig von der Übertragung von USB-Daten und alternativen Signalen haben sich (Micro-)USB-Buchsen als Standard zum Laden von Smartphones und Tablets etabliert. Allerdings sind für Smartphones und Tablets höhere Ströme wünschenswert, als die Spezifikationen vor USB-C zugelassen haben: USB 2.0 erlaubt 500 mA, USB 3.0 immerhin 900 mA – und das auch nur, wenn gleichzeitig Busaktivität auf den Datenleitungen vorherrscht.

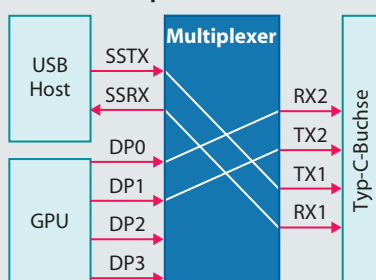
Die 2010 verabschiedete Ladespezifikation USB-BC (Battery Charging) erlaubt bis zu 1,5 A ohne parallele Busaktivität, aber selbst das ist für moderne Smartphones zu wenig. Deshalb hat sich

ein Wildwuchs an Schnellladeverfahren mit proprietären Signalisierungen entwickelt. Qualcomms QuickCharge arbeitet beispielsweise mit bis zu 2 Ampere und erhöht die Spannung auf bis zu 12 V

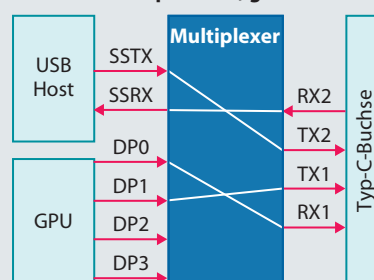
## Gedrehte Leitungen

Anders als bei USB Typ A oder Typ B mit fixer Buchse-Stecker-Zuordnung muss bei Typ C ein zwischengeschalteter Multiplexer die USB-Leitungen des Host Controllers mit den Pins einer Buchse verbinden: Sie müssen auf das RX/TX-Paar gelegt werden, das im Kabel mit dessen RX1/TX1 verbunden ist. Noch komplexer wird es, wenn alternative Modi hinzukommen. Abgebildet sind die vier möglichen Zuordnungen von DP-Alt – je nach Steckerorientierung und ob zwei DP-Lanes plus USB oder vier DP-Lanes ohne USB aufs Kabel geschickt werden.

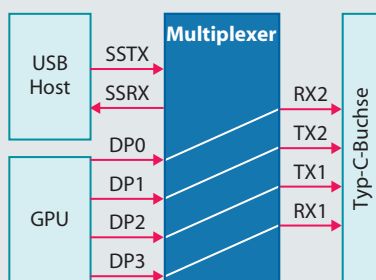
zwei DP-Lanes plus USB



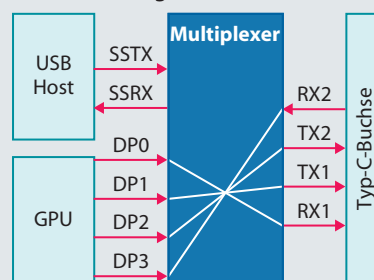
zwei DP-Lanes plus USB, gedreht



vier DP-Lanes



vier DP-Lanes, gedreht



---

Anzeige



(QuickCharge 2.0) oder 20 V (QuickCharge 3.0), funktioniert aber nur bei Geräten mit Qualcomm's Snapdragon-SoCs.

Um den Wildwuchs einzudämmen und zugleich den höheren Strombedarf von Notebooks zu decken, lässt USB-C bis zu 3 Ampere zu. Parallel dazu wurde die ergänzende Spezifikation USB-PD (Power Delivery) entwickelt. USB-PD erlaubt ganz offiziell höhere Spannungen: Außer 5 V gibt es 9 V, 12 V, 15 V und 20 V. Bei 20 V dürfen bis zu 5 A fließen, was insgesamt beachtliche 100 W ergibt. Bei den anderen Spannungsleveln sind jeweils bis zu 3 A erlaubt. Die Kommunikation zwischen den beteiligten Partnern, welche Spannung denn gewünscht sei, erfolgt über die CC-Pins des Typ-C-Steckers. USB-PD funktioniert also nicht über ältere USB-Buchsenformate.

Im Alltag sorgen die verschiedenen möglichen Spannungen für ein nahezu unüberschaubares Wirrwarr. Die Vergaberichtlinien für das USB-Charger-Logo schreiben zwar vor, dass ein Netzteil auch alle niedrigeren Spannungslevel bereitstellen muss; ein 45-Watt-Netzteil also nicht nur 15 V und 3 A ausgeben darf. Uns ist bislang allerdings kein Netzteil bekannt, das dieses Logo tragen würde.

## Strom in Theorie und Praxis

Die Typ-C-Notebooks beiliegenden USB-PD-Netzteile halten sich üblicherweise nicht an die Vorgaben des optionalen Logo-Programms: Das Netzteil des Asus ZenBook UX390UA bietet beispielsweise 5 V, 12 V und 20 V, das für Apples MacBook Pro 5 V, 9 V und 20 V.

Selbst wenn die Spannungen zusammenpassen, mussten wir im Alltag feststellen, dass Netzteile und Notebooks unterschiedlicher Hersteller nicht frei kombinierbar sind. HP baut beispielsweise in sein Spectre 13 eine proprietäre Erkennung ein: Hängt man es an ein Fremdnetzteil, dann ignoriert das Notebook dies und saugt stattdessen weiter den Akku leer. Diese Blockade greift aber nur bei laufendem Notebook: Ausgeschaltet lädt es sehr wohl an einem Fremdnetzteil.

Auch gibt die USB-PD-Spezifikation nirgends vor, wie sich Geräte verhalten sollen, wenn Stromangebot und -nachfrage nicht zusammenpassen. Die Spezifikation sorgt zwar dafür, dass nichts kaputt geht, weil Spannungslevel jenseits der USB-typischen 5 V explizit angefordert beziehungsweise nur auf Anfrage bereitgestellt werden. Es fehlt aber die Richtlinie, gemäß der sich PD-fähige Typ-C-Notebooks an einem Smartphone-Netzteil laden lassen müssen, das ausschließlich 5 V bereitstellen kann. Manche Hersteller wie Apple sehen das Laden des Notebooks bei 5 V vor, andere nicht.

Steckt man bei Geräten mit mehr als einer USB-PD-fähigen Typ-C-Buchse zwei Netzteile an, hat der Gerätehersteller ebenfalls freie Hand, was passieren soll. Das Gerät kann das zweite Netzteil ignorieren oder erst darauf zugreifen, wenn das erste abgezogen wird. Alternativ ist eine smarte Erkennung denkbar, die aufs zweite Netzteil wechselt, falls dieses mehr Leistung bereitstellen kann. Oder aber es werden beide Netzteile gleichzeitig ver-

wendet – eine entsprechend ausgelegte Ladeelektronik vorausgesetzt.

Letzteres wäre übrigens eine frickelige, aber standardkonforme Lösung für leistungsstarke Gaming-Notebooks: Dort reicht die USB-PD-Obergrenze von 100 W nicht aus; sie schlucken 130 W, 180 W, 230 W oder noch mehr. Wegen der komplexen Ladeelektronik wird man bei solchen Notebooks aber wohl auch eher wie gehabt einen separaten Stromeingang für ein potentes Netzteil vorfinden – selbst wenn sie durchgehend Typ-C-Buchsen bereitstellen sollten.

Eine offizielle Erweiterung des USB-PD-Standards über 100 Watt hinaus ist nicht angedacht. Das regt so manchen Hersteller dazu an, die Spezifikation eigenmächtig und proprietär zu erweitern. Das Dell XPS 15 wird mit einem 130-Watt-Netzteil samt Rundstecker ausgeliefert und benötigt diese Leistung, um auch im Volllast-Betrieb noch den Akku laden zu können. Die Typ-C-Buchsen am Notebook beherrschen dennoch USB-PD, aber mit einem Dell-Sonder-Modus: Die großen hauseigenen Docks wie das Thunderbolt-Dock TB15 schieben dabei mehr als 100 Watt über die Typ-C-Verbindung.

Trotz all dieser Obsküritäten bei Notebooks: USB-PD schickt sich an, den Wildwuchs an proprietären Schnelllade-Funktionen bei Smartphones abzulösen. Das kommende QuickCharge 4.0 trägt zwar noch den Namen der proprietären Technik, ist technisch gesehen aber eine Umsetzung von USB-PD.

USB-PD ist zudem für alle Typ-C-Geräte essenziell, und zwar unabhängig davon, ob Energie per Typ-C-Kabel übertragen werden soll. Die gesamte Kommunikation über die CC-Pins ist nämlich keine gesonderte USB-Spezifikation, sondern fester Bestandteil von USB-PD – und darüber lernen Endpunkte ja alle Fähigkeiten ihrer Gegenstellen wie etwa Alt-Modi kennen.

## USB-Authentication

Ein künftiger Einsatzzweck der CC-Gespräche ist USB-Authentication: Über kryptografische Funktionen und Zertifikate können sich Typ-C-Geräte gegenseitig identifizieren. Ein Einsatzzweck ist die Erkennung von „koscheren“ PD-Ladege-räten: Möchte ein Notebook-Hersteller



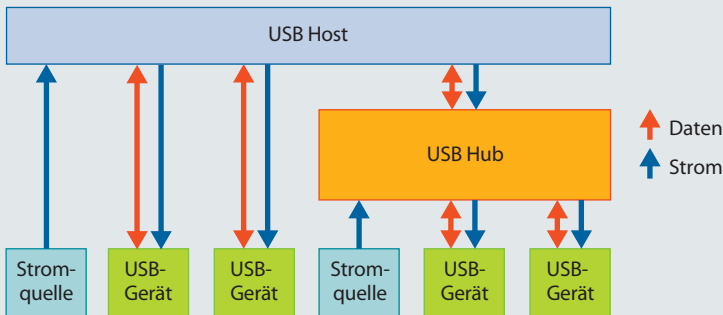
USB-PD ermöglicht den Bau universeller Netzteile für Smartphones und Notebooks. Deren interner Aufbau fällt komplexer aus: PD-Netzteile müssen nicht nur mehrere Spannungen liefern, sondern auch mit dem Endgerät individuell aushandeln, welche es denn gerne hätte.

# USB-Hubs

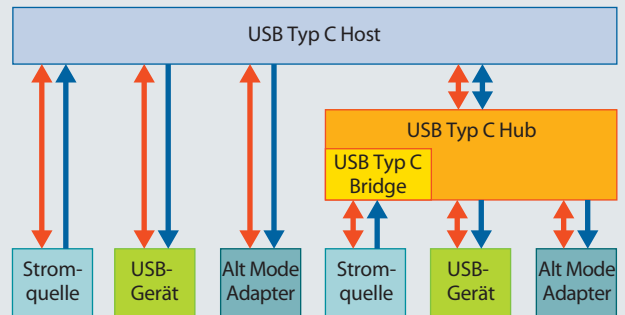
Früher war alles einfacher, da waren USB-Kabel nur für USB-Daten zuständig – Hubs mussten dementsprechend nur USB-Daten weiterverteilen (links). Mit Typ C wird alles komplexer,

weil neben USB-Daten auch Videosignale und Energie übertragen werden können (rechts). Bisher gibt es noch keine Hubs mit mehreren Typ-C-Ports, die all das beherrschen.

## USB (klassisch)



## USB Typ C



nur seine hauseigenen Ladegeräte zulassen (wie es etwa HP schon macht), kann er dies über Zertifikate realisieren und muss nicht mehr auf proprietäre Methoden zurückgreifen.

Umgekehrt können auch Anwender von erhöhter Sicherheit profitieren. An immer mehr öffentlichen Orten (Flughäfen, Einkaufszentren, Messen, ...) findet man Ladestationen, um den Smartphone-Akku zwischendurch aufzufüllen – doch wer garantiert, dass eine solche Station tatsächlich nur den Akku lädt und nicht gleichzeitig versucht, per USB die Daten aus dem Smartphone zu kopieren oder per Alt-Mode den Bildschirminhalt auszulernen? Konfiguriert man ein Typ-C-Smartphone mit Authentication-Unterstützung so, dass es nur zertifizierte Ladegeräte akzeptiert, kann man sich sicher sein, dass am anderen Ende des Kabels tatsächlich das Ladegerät XY von Hersteller Z hängt und kein bössartiger Rechner.

Im Unternehmensumfeld ergeben sich weitere Einsatzmöglichkeiten. Bislang ist es etwa gängige Praxis, dass bei Firmen-Notebooks die USB-Ports aus Sicherheitsgründen vollständig abgeschaltet werden. Mit USB-Authentication können Admins hingegen granular festlegen, welche Art von USB-Geräten zugelassen sind – etwa ein bestimmter, vom Anwender benötigter Messadapter oder nur die Diagnose-Sticks der Admins.

## EMCA

Während die Kommunikation über die Typ-C-Fähigkeiten üblicherweise zwischen den beiden Endpunkten über beliebige Typ-C-Kabel abläuft, gibt es auch Fäl-

le, in denen das Kabel selbst mitteilen muss, dass es mehr kann. Im Fachjargon werden diese Kabel als elektronisch markiert (EMCA: Electronically Marked Cable Assembly) bezeichnet. Zu dieser Kategorie gehören Typ-C-Kabel mit dicken Querschnitten, die zur USB-PD-Stromversorgung gedacht sind und die vollen 5 A übertragen statt den normalen 3 A.

Des Weiteren müssen Typ-C-Kabel, die dank besserer Abschirmung auch SuperSpeedPlus-Datenraten (10 GBit/s) ermöglichen, dies ihren Endpunkten ausdrücklich mitteilen. Sonst laufen nur 5 GBit/s übers Kabel. Auch andere Kabelarten müssen besondere Fähigkeiten explizit anpreisen – etwa Thunderbolt-3-Kabel, deren Abschirmung pro RX/TX-Pärchen auf 20 GBit/s ausgelegt sein muss.

Schließlich fallen alle Adapterkabel in die EMCA-Kategorie, die nur einen Typ-C-Stecker haben und den anderen in einem Nicht-USB-Format, also etwa einen DisplayPort-Stecker. Hier muss das Kabel dem Typ-C-Gerät mitteilen, dass es explizit nur für diesen Alt-Modus gedacht ist und ergo seine RX/TX-Pins nicht mit USB-Signalen gefüttert werden dürfen.

## USB-Bridging

Mit USB-Bridging gehört noch eine Spezifikation für Hubs zum großen Sammelurium der USB-Typ-C-Definitionen. Sie liefert die Grundlage dazu, dass Typ-C-Hubs nicht nur wie bislang notwendig die USB-Datenleitungen miteinander verbinden. Stattdessen sollen die CC-Kommunikationspakete ihren Weg über Hubs hinweg finden, damit man auch an die Typ-C-Buchsen des Hubs mehr als nur

USB-Geräte anstecken kann. Hängt beispielsweise ein USB-PD-Netzteil an einem Typ-C-Hub, dann soll es sinnvollerweise mit dem an einem anderen Hub-Port angeschlossenen Notebook verhandeln, welche Energie denn benötigt wird. Der Energiebedarf des Notebooks ist schließlich um ein Vielfaches höher als der des Hubs.

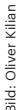
Bis dato sind uns keine Typ-C-Hubs (oder auch nur Ankündigungen solcher) bekannt, die mehrere vielseitig nutzbare Typ-C-Buchsen bieten. Die Mini-Docks auf Seite 120 akzeptieren an ihren Typ-C-Buchsen ausschließlich USB-PD-Netzteile. Das wundert wenig, ist die Bridging-Spezifikation doch recht frisch und die Implementierung in Hardware alles andere als trivial: Solche Hubs müssen schließlich nicht nur auf PD-Stromversorgung ausgelegt sein, sondern auch verstehen, dass über die Daten-Pins nicht zwangsläufig USB-Daten fließen. Ein Typ-C-Hub mit vier Typ-C-Ports könnte theoretisch an einem ein PD-Netzteil, an einem ein USB-Gerät und an einem einen per DP-Alt angesteuerten Monitor bedienen, während am vierten Port ein Notebook hängt, das seinen Akku lädt, auf das USB-Gerät zugreift und den Monitor ansteuert.

## Kein Typ D in Sicht

Angesichts der vielen Unterspezifikationen, die USB Typ C zu einem ebenso vielseitigen wie komplexen Schnittstellenmonster machen, zeigt das Standardisierungsgremium USB-IF derzeit keinerlei Ambitionen für einen Nachfolger: Typ C bleibt auf absehbare Zeit die Buchse für alles.

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





# Angriff des Tentakelmonsters

# Ein Text-Adventure in Python programmieren

**Textbasierte Adventures gehören zu den Computerspielklassikern. Obwohl das Genre schon etliche Jahrzehnte auf dem Buckel hat, denkt sich eine aktive Community immer neue Abenteuer aus. Das ist gar nicht schwer: Mit der einsteigerfreundlichen Programmiersprache Python lassen sich leicht eigene Abenteuer gestalten.**

**Von Oliver Kilian**

**A**nfang der 1980er-Jahre durfte auf keinem Heimcomputer das Text-Adventure Zork fehlen. Der erste Teil hieß „The Great Underground Empire“ und entstand als Hobby-Projekt der MIT-Studenten Marc Blank, Dave Lebling, Tim Anderson und Bruce Daniels. Als das Quartett mit der Uni fertig war, vertrieben sie ihr Textabenteuer über die eigens gegründete Firma Infocom. Mit Erfolg: Heute gilt es als Meilenstein der Computerspielgeschichte.

Im Unterschied zu aktuellen, grafisch opulenten Spielen für Konsole oder PC

bestehen Textabenteuer aus reinem Text. Wo das Programm wenig oder gar nichts zeigt, füllt der Spieler die Lücken mit Fantasie. Das Spielprinzip ist einfach: Über die Tastatur tippt der Spieler Kommandos ein und navigiert so durch Räume, löst Rätsel und gibt Kampfbefehle.

Dieses interaktive Prinzip kann man nachbauen. Mit der Programmiersprache Python [1] geht das besonders einfach. Man kann sie schnell erlernen; ihre Struktur ist übersichtlich und Fehler lassen sich im Handumdrehen identifizieren. Neu- und Wiedereinsteiger ins Programmieren

finden alle wichtigen Informationen und Tutorials zu Python über den Link am Ende des Artikels.

Python ist kostenlos und läuft unter allen gängigen Betriebssystemen. Bevor man die Software herunterlädt, lohnt sich ein Blick ins System: Viele Linux-Distributionen bringen Python bereits von Haus aus mit, macOS liefert die Sprache ebenfalls frei Haus. Bei einem Windows-Rechner prüfen Sie über die Eingabeaufforderung, ob Python bereits eingerichtet ist. Dazu öffnen Sie das Start-Menü und geben dort das Kürzel `cmd` ein. Jetzt öffnet sich das Fenster mit der Eingabemöglichkeit. Der getippte Befehl `python` oder `py` gibt Datum und Versionsnummer aus. Folgt hingegen eine Fehlermeldung, ist die Programmiersprache noch nicht an Bord.

## Python im Browser

Man kann auch ohne Installation im Browser loslegen. Der Vorteil: Der Code liegt in der Cloud und man hat mit jedem Rechner mit Internetanschluss Zugriff auf die Projekte. Es gibt mehrere Möglichkeiten, direkt in Firefox, Chrome & Co. Code zu schreiben. Trinket.io ist eine beliebte und übersichtliche Lösung. Sie setzt lediglich eine kostenlose Registrierung voraus und eignet sich gut für Einsteiger. Das Beispiel entstand komplett in Trinket mit Python 2.

Bevor Sie loslegen, lohnt ein Blick auf die funktionstüchtigen Code-Beispiele im Menü unter „My Trinkets“. Diese zeigen, wie ein Projekt später aussehen könnte.

Auch ein Klick auf „Learn“ kann sich lohnen – hier finden Sie ein Tutorial und Challenges zum Thema Python.

Ein neues Projekt legen Sie im gleichen Menü über „New Trinket“ an. Wählen Sie als Programmiersprache Python, mit der auch das Beispielpjekt entstand. Projekte lassen sich mit Trinket wahlweise auch in Python 3 schreiben – zum Speichern muss man jedoch ein kostenpflichtiges Abo abschließen. Hinter dem Link am Ende des Artikels finden Sie zwei fertige Skripte; eines, das mit Python 2 programmiert wurde, und eines, dem Python 3 zugrunde liegt.






Auf Trinket.io sind Codezeilen jederzeit über den Button „Run“ ausführbar. Syntaxfehler visualisiert die Software mit der dazugehörigen Zeilennummer unterhalb der beiden Hauptfenster. Das fertige Spiel kann mit Trinket über den Share-Knopf per E-Mail verschickt, verlinkt, eingebettet und heruntergeladen werden. So lässt es sich später auf beliebigen Computern mit Python-Interpreter lokal ausführen.

## Drachentöten für Anfänger

Bevor Sie die ersten Code-Zeilen schreiben, sollten Sie sich ein Grundgerüst für die Handlung ausdenken. Wo soll das Text-Adventure spielen? Was soll passieren? Welche Charaktere werden benötigt? Hier können bereits kleine Kinder ihrer Fantasie freien Lauf lassen und helfen. Halten Sie das Storyboard auf Papier oder in einem Textdokument fest. So können

## Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

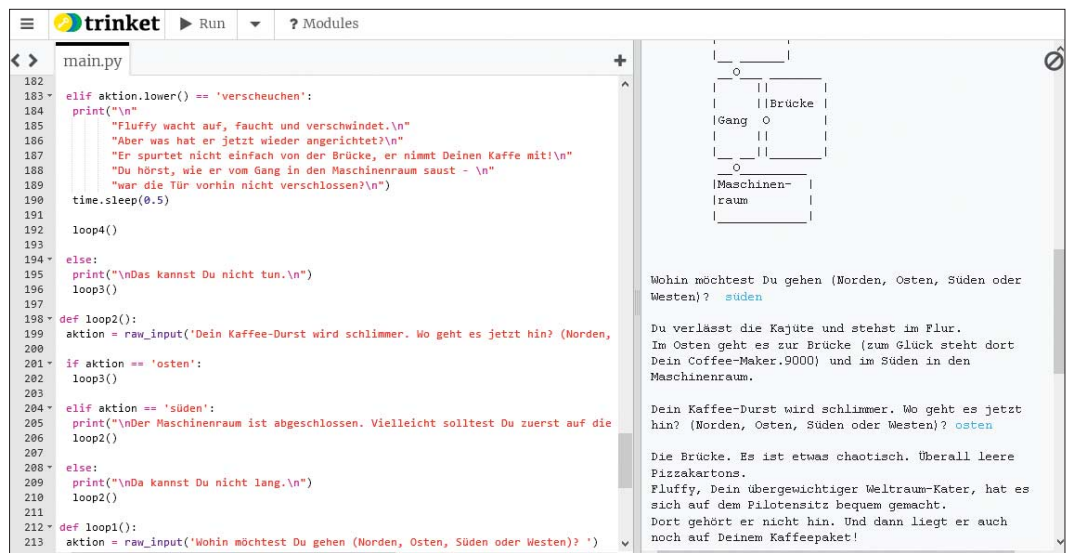
### Mit Python ein textbasiertes Abenteuerspiel programmieren

-  Computer, Internetzugang, Browser
-  Grundlegende Computerkenntnisse, erste Programmiererfahrungen sind von Vorteil und lassen sich schnell erlernen.
-  Stark abhängig von Umfang und Vorerfahrung. Einsteiger programmieren ein kurzes Spiel an einem Nachmittag.
-  Kinder ab zehn Jahren legen gemeinsam mit den Eltern oder älteren Geschwistern los.
-  keine

Sie sich später beim Programmieren besser auf die Struktur konzentrieren, ohne nebenbei den nächsten Story-Schritt überlegen zu müssen.

Änderungen der Geschichte sind beim Coden jederzeit möglich. Außer der Handlung und einer logischen Struktur sollten Sie auch die Räume planen, die der Protagonist später besuchen wird. Auch hier ist eine grobe Skizze hilfreich.

Im linken Fenster wird bei Trinket.io der Code geschrieben, das Ergebnis erhält man nach einem Klick auf den „Run“-Knopf.



```

main.py
182
183 elif aktion.lower() == 'verscheuchen':
184     print("\n")
185     "Fluffy wacht auf, faucht und verschwindet.\n"
186     "Aber was hat er jetzt wieder angerichtet?\n"
187     "Er spurtet nicht einfach von der Brücke, er nimmt Deinen Kaffee mit!\n"
188     "Du hörst, wie er vom Gang in den Maschinenraum saust - \n"
189     "war die Tür vorhin nicht verschlossen?\n")
190     time.sleep(0.5)
191
192     loop4()
193
194 else:
195     print("\nDas kannst Du nicht tun.\n")
196     loop3()
197
198 def loop2():
199     aktion = raw_input('Dein Kaffee-Durst wird schlimmer. Wo geht es jetzt hin? (Norden,
200
201 if aktion == 'osten':
202     loop3()
203
204 elif aktion == 'süden':
205     print("\nDer Maschinenraum ist abgeschlossen. Vielleicht solltest Du zuerst auf die
206
207 else:
208     print("\nDa kannst Du nicht lang.\n")
209     loop2()
210
211
212 def loop1():
213     aktion = raw_input('Wohin möchtest Du gehen (Norden, Osten, Süden oder Westen)? ')
214

```

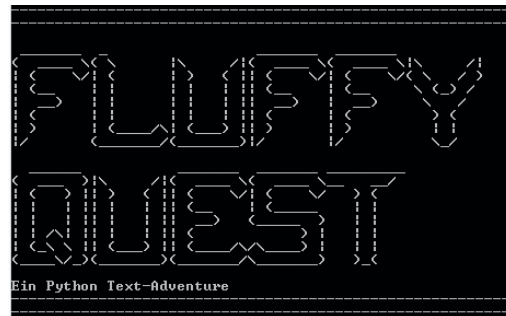
Wohin möchtest Du gehen (Norden, Osten, Süden oder Westen)? **süden**

Du verlässt die Kajüte und stehst im Flur. Im Osten geht es zur Brücke (zum Glück steht dort Dein Coffee-Maker.9000) und im Süden in den Maschinenraum.

Dein Kaffee-Durst wird schlimmer. Wo geht es jetzt hin? (Norden, Osten, Süden oder Westen)? **osten**

Die Brücke. Es ist etwas chaotisch. Überall leere Pizzakartons. Fluffy, Dein übergewichtiger Weltraum-Kater, hat es sich auf dem Pilotensitz bequem gemacht. Dort gehört er nicht hin. Und dann liegt er auch noch auf Deinem Kaffeepaket!





Einfache Bilder lassen sich mit Zeichen in Trinket.io gestalten (linkes Bild). Startet man das fertige Text-Adventure, begrüßt es den Spieler mit einem Intro aus ASCII-Art (rechtes Bild).

Umgebungskarten lassen sich später als ASCII-Grafiken bauen und ins Spielgeschehen einbinden. Diese helfen dem Spieler, sich zu orientieren. Generell gilt: Obwohl das Genre Text-Adventure nicht von grafischen Meisterleistungen lebt, lässt sich das Spielerlebnis durch solche Anreize aufbessern. Weitere ASCII-Skizzen unterstreichen das Flair des Retro-Games: Bereits wenige Schriftzeichen reichen und Weltraummonster und Space-Siegfried werden lebendig. Kleiner Tipp: Im Internet gibt es kostenlose Generatoren, die Grafiken und Bilder in ASCII-Code umwandeln (siehe Link am Ende des Artikels).

Inspiration für eine spannende Handlung finden Sie im Netz und in Büchern. In unserem kurzen Beispiel-Adventure namens Fluffy Quest (der Name erschließt sich beim Durchspielen) reist ein Held aus seiner bekannten Welt ins Unbekannte. Dort muss er Hindernisse überwinden und einen Bösewicht erschlagen. Hat er alle Aufgaben erfolgreich absolviert, kehrt er am Ende als weise Persönlichkeit in heimische Gefilde zurück. Die Geschichte spielt Nerdgerecht in den unendlichen Weiten des Weltraums und als Bösewicht wird kurzerhand ein intergalaktisches Tentakelmonster eingesetzt. Der Held bekommt den Namen: Space-Siegfried. Die Geschichte beginnt auf seiner Raumstation. Je nach Gusto lässt sich das Spielgeschehen aber auch ins Mittelalter, nach Mor-

dor oder Beteigeuze verlagern – der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt.

## Intro

Öffnen Sie die Beispieldatei (siehe Link am Ende des Artikels) oder drucken Sie sie zur besseren Übersicht mit Zeilennummern aus. Beides gelingt am besten mit einem Texteditor; wir haben unter Windows mit dem kostenlosen Notepad++ gearbeitet, das den Druck mit Zeilennummern beherrscht. Das Skript dient in erster Linie als Anschauungsmaterial und ist sehr einfach gehalten, um die wichtigsten Funktionen möglichst simpel darzustellen.

Es enthält im Code Informationen für den Leser: Ein Doppelkreuz (#) leitet einen Kommentar ein. Was dahinter steht, ignoriert Python einfach. Auszüge des Skripts finden Sie zur konkreten Veranschaulichung einiger Funktionen in den Listing-Kästen im Artikel. Das ganze Skript ist zu lang, um es komplett abzu-

drucken. Ein Programm in Python hat meist die gleiche Form. Ganz oben werden zunächst die wichtigsten Module importiert, die Python um Funktionen ergänzen. Es gibt viele Module für Python, unser Beispiel benötigt lediglich `time`. Dieses Modul macht verschiedene Zeitbefehle nutzbar; mit `time.sleep(2)` hält das Programm beispielsweise für zwei Sekunden inne, bevor die nächste Befehlszeile interpretiert wird. Diese kurzen Unterbrechungen erzeugen ein wenig Spannung, bevor die Handlung

weitergeht. Die Pausen sollten aber nicht zu lang werden, da sie sonst den Spielfluss hemmen. Ein bis zwei Sekunden sind in der Regel ein guter Richtwert.

Zum Einrücken der Code-Blöcke sollten Sie in Python ausschließlich Leerzeichen verwenden. Bei der Ausführung des Programms erkennt der Interpreter zusammengehörige Befehlszeilen anhand der Anzahl der Leerzeichen. Orientieren Sie sich für die korrekten Abstände am Beispieldatei. Damit sich der Spieler später über Groß- und Kleinschreibung keine Gedanken machen muss, wandelt Fluffy Quest mit dem Befehl `.lower()` alle Eingaben in Kleinbuchstaben um.

Der Befehl `def` ist das nächste Puzzelstück zum fertigen Adventure. Er definiert Funktionsblöcke. Im Beispiel heißt der erste Block `def cover()`. Dahinter haben wir eine Titelseite gebaut. Die Funktion `print("")` druckt eine Abfolge von Zeichen auf den Bildschirm. Was in den Klammern steht, erscheint später im Spielgeschehen – im konkreten Fall das aus ASCII-Zeichen zusammengesetzte Cover. Das gesamte Bild wird Zeile für Zeile angezeigt.

Anschließend folgt dem Cover der nächste Programmblock mit dem Namen `einfuehrung()`. Er ist wie der erste Block aufgebaut. In der Konsole wird eine Folge von Zeichenketten (Strings) angezeigt. Bei Fluffy Quest ist es ein kurzer Text, der erklärt, wo sich der Spieler befindet und was er als Nächstes tun soll. Zu guter Letzt zeigt die Funktion `grundriss()` dem Spieler

Anzeige

```

< > main.py
53 # Zeichne am besten eine Karte von Deiner Abenteuerwelt.
54 # In diesem Spiel sehen die Räume so aus (das 0 ist ein Durchgang):
55 print("Deine Raumstation - klein, aber fein:\n")
56
57 "
58 |_____|
59 |Kajüte |
60 |_____|
61 |
62 | 0 |_____|
63 |  |  |
64 |  |  ||Brücke|
65 |Gang 0  |
66 |  |  |
67 |_____|
68 | 0 |_____|
69 |Maschinen- |
70 |raum        |
71 |_____|
72 |
73 |
74
75 # Die Karte kann, sofern gewollt, unsichtbar bleiben,
76 # der Spieler muss dann die Räume selbst erforschen.
77
78 """
79 Die verschiedenen Handlungsteile starten mit dem Ende der Geschichte und arbeiten sich
80 So muss man beispielsweise loop6() vorab definieren, bevor man ihn aufrufen kann.
81 """
82
83 def das_ende():
84     print("""
85

```

Aus wenigen Zeichen entsteht der Grundriss der Raumstation.  
Er hilft dem Spieler, sich zurechtzufinden.

eine Umgebungskarte der Raumstation in ASCII-Form an.

Tippen Sie die Befehle `cover()`, `einfuehrung()` und `grundriss()` unter dem Code-Block mit den Definitionen ein. Testen Sie Ihren Code mit einem Klick auf „Run“, damit nacheinander Cover, Einführungstext und ASCII-Karte erscheinen.

## Gehe nach Norden

Die Spielwelt liegt vor dem Spieler, die Handlung beginnt. Eine kurze Einführung beschreibt das nächste Quest-Ziel. Im Beispiel wird klein angefangen, Siegfried hat Durst und macht sich auf die Suche nach Kaffee. Mit getippten Richtungsanweisungen soll der Spieler den Protagonisten auf seiner Suche durch die Raumstation lotsen. Unser Beispiel beschränkt sich auf ein paar wenige Wörter, die immer im vorhergehenden String vorgegeben werden. Für die ersten Gehversuche reicht das vollkommen aus. Hat man sich mit Python richtig vertraut gemacht, kann man später immer neue Funktionen einbauen.

Der Code-Block `def loop1()` legt Siegfrieds Bewegungsoptionen und deren Folgen fest. Hinter der Variablen `aktion` in Zeile zwei des ersten Listings soll eine Eingabe des Spielers stattfinden. Diese Eingabe wird bei Python 2 mit `raw_input` eingefordert sowie mit einer Kurzbeschreibung eingeleitet: Dem Spieler werden die vier Himmelsrichtungen Norden, Süden,

Westen und Osten angeboten und er wird gebeten, seine Wahl einzutippen. Bei Python 3 tippt man nur noch `input`.

Nur die Antwort „Süden“ ist richtig. Das Spiel muss aber auf alle Eingaben passend reagieren – sowohl auf die richtige, als auch auf die drei anderen Vorgaben und auf sonstige falsche Eingaben, beispielsweise Vertipper. In Python gibt es dafür mehrere Möglichkeiten, darunter `if`-, `else`- und `elif`-Bedingungen. Falls die Bedingung aus Zeile sieben erfüllt ist,

wird der Teil des Programms darunter ausgeführt und Siegfried betritt den Flur. Danach geht die Geschichte mit `loop2()` weiter und die Suche nach der Kaffeemaschine wird fortgesetzt. Alle Eingaben, die die Bedingung nicht erfüllen, führen zur Ausgabe „Da kannst Du leider nicht lang.“ – so legt es der mit `else` beginnende Codeblock ab Zeile 14 fest. Er springt anschließend zur Ausgangslage zurück und fragt erneut die Richtung ab – so lange, bis der Spieler die korrekte Eingabe tätigt.

Python führt Befehle nur dann aus, wenn sie vorher definiert worden sind. Deshalb muss man die Spielschleifen (`loop...`) – verglichen mit der Spielhandlung – in umgekehrter Reihenfolge definieren. Das Ende der Geschichte wird also vor allen anderen Teilen der Story geschrieben.

Die Abfrage einer Bedingung per `elif` wird wichtig, wenn es mehr als eine Antwortmöglichkeit auf eine Frage geben soll. In Fluffy Quest passiert das beispielsweise ab Zeile 13 im zweiten Listing auf Seite 135. Dort taucht das Tentakelmonster auf und der Spieler wird vor die Wahl gestellt, ob er mit dem Monster „verhandeln“ oder mit einer Waffe „feuern“ will. Die Folgen von Antwortmöglichkeit „feuern“ legen Sie mit einer `if`-Bedingung fest und mit einer `elif`-Bedingung definieren Sie, was passieren soll, wenn der Spieler „feuern“ eintippt. Bei `elif` – kurz für `else` plus `if` – handelt es sich also um die zweite `if`-Be-

```

01 def loop1():
02     aktion = raw_input('Wo gehst du hin? Norden, Osten, Süden oder Westen? ')
03     aktion = aktion.lower()
04
05 # Der Spieler entscheidet sich, wohin es gehen soll
06
07 if aktion == 'süden':
08     print("\nDu verlässt die Kajüte und stehst im Flur.\n")
09     "Im Osten geht es zur Brücke.\n"
10     "Zum Glück steht dort Dein Coffee-Maker.9000.\n"
11     "Im Süden geht es in den Maschinenraum.\n")
12     loop2()
13
14 else:
15     print("\nDa kannst Du leider nicht lang.\n")
16     loop1()

```

Der Code-Block des ersten Listings ermöglicht dem Spieler, den Protagonisten des Abenteuers mit getippten Richtungsanweisungen durch die Raumstation zu bewegen.

dingung. Die Folgen von falschen Antworten und Tippfehlern legen Sie unter `else` fest. Im Beispiel lautet der Text: „Das Tentakelmonster fletscht die Zähne. Es kommt auf Dich zu.“ Jeden der drei Code-Blöcke beenden Sie entweder mit einem Sprung zur Schleife `das_ende()` beziehungsweise einem Sprung zurück zum Anfang von `loop6()`.

Mit den drei Konditionen `if`, `elif` und `else` programmieren Sie alle Handlungsstränge des Adventures und verknüpfen diese. Das Prinzip ist einfach: Sobald ein eingetippter Befehl des Spielers eine Bedingung erfüllt, springt er in die nächste Schleife und so weiter. Bei falschen Eingaben wird die Schleife so oft neu durchlaufen, bis der Spieler die richtige Ent-

scheidung getroffen hat. Nach diesem Prinzip wird die Geschichte weitergesponnen, bis sie in der bereits erwähnten Konfrontation mit dem außerirdischen Tentakelmonster gipfelt. Nun muss sich der Spieler entscheiden: Will er auf Waffengewalt oder diplomatisches Geschick setzen? Für jede der beiden Handlungsoptionen muss man ein eigenes Ende festlegen.

Egal für welche Option sich der Spieler entscheidet, nach dieser Handlung endet Fluffy Quest.

Damit das Spiel nach der letzten Eingabe nicht einfach abrupt endet und das Fenster automatisch geschlossen wird, hilft nochmal `time.sleep(1)`. So verharrt der Endbildschirm eine Sekunde lang, bevor das Fenster geschlossen wird. Alternativ kann man hier die Option einbauen, das Spiel neu zu starten. Vor allem bei komplexeren Text-Adventures mit verschachtelten Handlungssträngen, die zu immer neuen Abläufen führen, wäre das sinnvoll.

## Feinschliff

Was am Ende des Programmierens noch fehlt, ist der Beta-Test. Starten Sie das Skript und merzen Sie zunächst alle Fehler aus, bis das Programm einwandfrei startet. Jetzt probieren Sie bei jeder Eingabe alle Möglichkeiten durch – auch die scheinbar sinnlosen. Es muss geprüft werden, ob der Nutzer irgendwann an einen Punkt kommt, an dem es nicht weitergeht. Wenn das nicht der Fall ist und man das Spiel bewältigen kann, haben Sie alles richtig gemacht und Ihr erstes Text-Adventure programmiert.

Haben Sie Gefallen am Programmieren mit Python gefunden und wollen die nächsten Schritte gehen, wagen Sie sich an neue Themenkomplexe wie Objekte, Klassen, Listen und Variablen. So können Sie Ihr Textadventure auf ein neues Level heben. Andere Adventures wie Monkey Island und Zak McKracken können dabei als Inspirationshilfe dienen. (mre@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Johannes Merkert, Schlangenbeschwörung für Einsteiger, Programmieren lernen mit Python, c't 18/15, S. 118

**Beispiel-Codes, Trinket.io, Download Python, Dokumentationen, Tutorials, Python Style Guide, Notepad++, ASCII-Generator:** [ct.de/y9n3](https://ct.de/y9n3)

```
01 def das_ende():
02     print("""
03         #####
04         #      #      # ##### #####
05         #      ##     # #     # #
06         ##### # # # #     # #####
07         #      # # # #     # #
08         #      #  ## #     # #
09         ##### #      # ##### #####
10     """)
11
12 def loop6():
13     aktion = raw_input('Willst Du verhandeln oder feuern?').lower()
14
15     if aktion == 'feuern':
16         print("\n"
17             "Das Tentakelmonster fletscht die Zähne.\n"
18             "Du betätigst Deinen Laser.\n"
19             "Dann gibt es einen lauten Knall - das Monster ist verschwunden.\n"
20             "Endlich kannst Du Fluffy verscheuchen.\n"
21             "Du schnappst dir den Kaffee und frühstückst erstmal.\n"
22             "Du findest, der Tag hätte auch besser anfangen können.\n")
23         das_ende()
24         time.sleep(1)
25
26     elif aktion == 'verhandeln':
27         print("\n"
28             "Das Tentakelmonster schaut komisch aus der Wäsche.\n"
29             "Es bedankt sich bei Dir für die netten Worte.\n"
30             "Ihr setzt euch bei einem Kaffee zusammen und unterhaltet euch.\n"
31             "Frank - so heißt das Alien - ist nur auf der Durchreise.\n"
32             "Ihr versteht euch blendend.\n"
33             "Der Kaffee schmeckt sehr gut.\n")
34         das_ende()
35         time.sleep(1)
36
37     else:
38         print("\n"
39             "Das Tentakelmonster fletscht die Zähne.\n"
40             "Es kommt auf Dich zu.\n")
41         time.sleep(2)
42         loop6()
```

In Fluffy Quest hat man, wie im zweiten Listing zu sehen, die Möglichkeit, mit dem Tentakelmonster zu verhandeln oder es mit Waffengewalt zu bekämpfen.



# JavaSkryptisch

## JSON in der Shell verarbeiten

**Dynamische Daten wie Börsen- oder Wechselkurse werden in Webseiten per JavaScript eingebunden. Der Server liefert die Rohdaten meist mundgerecht im JSON-Format. Mit jq können Sie diese Daten leicht für Shell-Skripte abzweigen.**

Von Mirko Dölle

Häufig wechselnde Elemente in Websites wie Börsen- und Währungskurse oder die Überschriften der neuesten Meldungen werden längst nicht mehr starr beim Abruf der Seite in den HTML-Code eingebettet. Stattdessen sorgen JavaScript-Funktionen für die regelmäßige Aktualisierung des Seiteninhalts im Browser, ohne die HTML-Seite neu zu laden. Das ist nicht nur bedienungsfreundlicher, es reduziert außerdem das Datenvolumen, schließlich müssen nur

noch die zu aktualisierenden Werte übertragen werden und nicht die komplette HTML-Seite.

Eigens dafür wurde das JSON-Format (JavaScript Object Notation) entwickelt, sodass sich die Daten leicht mittels `JSON.parse()` in JavaScript-Code importieren lassen. Es besteht lediglich aus mehr oder weniger verschachtelten Definitionen der Art:

```
{ "key": "value" }
```

Neben einfachen Werten lassen sich auch verschachtelte Objekte und Arrays in JSON abbilden, womit etwa Währungsticker arbeiten. Ein Beispiel ist der Dienstleister `blockchain.info`, der unter `blockchain.info/de/ticker` für andere Websites Wechselkurse der digitalen Währung Bitcoin im JSON-Format bereitstellt. Die Daten lassen sich aber nicht nur für einen Bitcoin-Währungsticker auf der eigenen Homepage nutzen, man könnte sie etwa von einem per Cron-Job regelmäßig aus-

geführten Shell-Skript abrufen und bei Kurskapriolen eine Warnung per E-Mail verschicken. Das Abrufen der Wechselkursübersicht im JSON-Format, die Sie auszugsweise im Listing oben rechts sehen, übernimmt der nachfolgende Befehl – die Daten landen in der Datei `json`:

```
curl -s http://blockchain.info_
  /de/ticker >json
```

### Ausgefiltert

Der JSON-Parser für die Kommandozeile heißt `jq` und muss bei den meisten Distributionen erst über die Paketverwaltung nachinstalliert werden. Das Programm arbeitet als Filter, das aus den über die Standardeingabe oder aus einer Datei eingelesenen JSON-Datei die gewünschten Informationen herausfiltert – auch mehrstufig. Dabei wird der Filter von links nach rechts ausgewertet.

Der wichtigste Bestandteil praktisch aller Filter ist der Punkt: Er liefert die gesamte Eingabe. Der Aufruf von

```
jq '.' <json
```

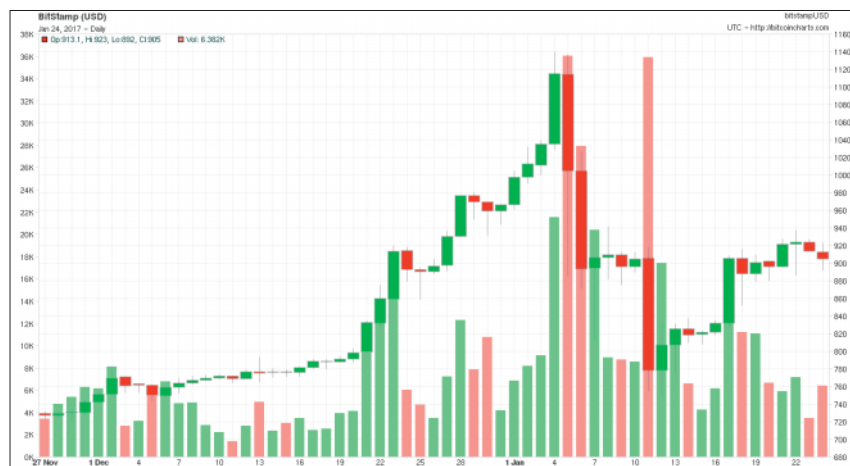
listet die Kurse aus dem Listing rechts oben in einer luftigeren Formatierung auf. Interessieren Sie sich für ein Unterobjekt, etwa den Euro-Umrechnungskurs, so geben Sie dessen Namen hinter dem Punkt an:

```
jq '.EUR' <json
{
  "15m": 855.33,
  "last": 855.33,
  "buy": 854.92,
  "sell": 855.85,
  "symbol": "€"
}
```

So liefert Ihnen `jq` nur noch die Euro-Wechselkurse – die aktuellen Kauf- und Verkaufskurse sowie den aktuellen und den vor 15 Minuten geltenden Durchschnittskurs, außerdem das Währungssymbol.

Um nur den aktuellen Durchschnittskurs zu erhalten, also „last“, fügen Sie einen zweiten Filter an, der die Ausgabe des Filters `.EUR` als Eingabe verwendet. Die Kaskadierung von Filtern erfolgt mit dem Pipe-Symbol:

```
jq '.EUR|.last' <json
855.33
```



Der Bitcoin-Währungskurs und andere schnell veränderliche Daten werden auf Webseiten heute per JavaScript aktualisiert. So muss die HTML-Seite nicht ständig neu geladen werden, sondern lediglich die aufbereiteten Daten im JSON-Format.

```
{ "USD" : { "15m" : 918.44, "last" : 918.44, "buy" : 918, "sell" : 918.99, "symbol" : "$"},
  "ISK" : { "15m" : 103614.41, "last" : 103614.41, "buy" : 103564.77, "sell" : 103676.46, "symbol" : "kr"},
  "HKD" : { "15m" : 7124.57, "last" : 7124.57, "buy" : 7121.16, "sell" : 7128.84, "symbol" : "$"},
  "TWD" : { "15m" : 28876.49, "last" : 28876.49, "buy" : 28862.66, "sell" : 28893.78, "symbol" : "NT$"},
  "CHF" : { "15m" : 917, "last" : 917, "buy" : 916.56, "sell" : 917.55, "symbol" : "CHF"},
  "EUR" : { "15m" : 855.33, "last" : 855.33, "buy" : 854.92, "sell" : 855.85, "symbol" : "€"},
  "DKK" : { "15m" : 6360.46, "last" : 6360.46, "buy" : 6357.42, "sell" : 6364.27, "symbol" : "kr"},
  "CLP" : { "15m" : 601463.4, "last" : 601463.4, "buy" : 601175.25, "sell" : 601823.58, "symbol" : "$"},
  "CAD" : { "15m" : 1220, "last" : 1220, "buy" : 1219.42, "sell" : 1220.73, "symbol" : "$"},
  ...
  "BRL" : { "15m" : 2909.69, "last" : 2909.69, "buy" : 2908.3, "sell" : 2911.44, "symbol" : "R$"},
  "RUB" : { "15m" : 54528.52, "last" : 54528.52, "buy" : 54502.39, "sell" : 54561.17, "symbol" : "RUB"}
}
```

Auf [blockchain.info](https://blockchain.info) können Websites die aktuellen Bitcoin-Wechselkurse im JSON-Format abrufen und so leicht in die eigene Seite einbinden – oder sie mit `jq` in einem Skript auswerten.

Die Funktionsweise ist ähnlich der Shell-Pipe: Die Ausgabe des links von der Pipe stehenden Filters landet als Eingabe in dem rechten. Für diese häufig benötigte Konstruktion gibt es die Kurzform `.EUR.last` ohne Pipe-Zeichen. Der zweite Punkt darf nicht als Trennzeichen mehrerer Attribute missverstanden werden, lediglich das Pipe-Symbol wurde in der verkürzten Schreibweise eingespart.

### Filterkaskade

Die Verkettung mittels Pipe ist praktisch, wenn Sie mehr als ein Element herausfiltern wollen:

```
jq '.EUR|.last|.symbol' <json
855.33
"€"
```

Die runden Klammern sind nicht unbedingt erforderlich, da die Pipe ohnehin ein höherrangiger Operator ist als das Komma. Sie machen aber deutlicher, was hier passiert: `jq` verfüttert das Ergebnis von `.EUR` sowohl an den Filter `.last` als auch an `.symbol`. Die alternative Syntax dafür lautet:

```
jq '.EUR.last|.symbol' <json
855.33
"€"
```

Um das Währungssymbol direkt hinter der Zahl einzufügen, müssten beide Ergebnisse zusammengeführt werden, wofür der Plus-Operator zuständig ist. Allerdings führt `jq` keine automatische Typenkonvertierung durch, weshalb ein Filter der Art `.last+.symbol` daran scheitert, dass `jq` zu einer Zahl keine Zeichenkette hinzuzählen kann. Sie müssen daher die Zahl zunächst mit dem Filter `tostring` in eine Zeichenkette umwandeln, bevor Sie das Währungssymbol hinzufügen können:

```
jq '.EUR|((.last|tostring)+.symbol)' ␣
␣ <json
"855.33€"
```

Da der Pipe-Operator wie schon gesagt höherwertig ist als das Komma, müssen Sie die Typenkonvertierung `.last|tostring` unbedingt in runde Klammern einschließen. Möchten Sie ein Leerzeichen zwischen Betrag und Währungssymbol, fügen Sie den statischen Filter `" "` hinzu – der lediglich die von den Anführungszeichen eingeschlossene Zeichenkette ausgibt, hier ein Leerzeichen.

Benötigen Sie die Bitcoin-Kurse für Euro und US-Dollar, müssen Sie den Filter `.EUR` erweitern – indem Sie zwischen eckigen Klammern die Liste der gewünschten Währungen angeben:

```
jq '["EUR","USD"]|((.last|tostring)␣
␣+.symbol)' <json
"855.33€"
"918.44$"
```

Bei `["EUR","USD"]` handelt es sich um ein Array mit den Zeichenketten `EUR` und `USD`, die `jq` nacheinander auf `.` anwendet. Sie könnten also genauso gut `.EUR,.USD` schreiben. Das Ergebnis leitet `jq` anschließend einzeln an die dahinter liegenden Filter weiter. Der zweite Filter wird also zwei Mal aufgerufen und produziert somit auch zwei Ausgaben – den Euro- und den US-Dollar-Kurs. Um die Kurse sämtlicher Währungen inklusive Währungssymbol anzuzeigen, verwenden Sie den Filter `.[.]`.

In einem Objekt wie der Wechselkursliste können Sie auf die einzelnen Elemente ausschließlich über das Attribut zugreifen – anders als in einem Array, wo der Zugriff per Index-Nummer erfolgt. Um ein Objekt in ein Array umzuwandeln,

nutzen Sie `.[.]`, das den Inhalt sämtlicher Elemente auflistet. Diese Liste verwandeln Sie mit eckigen Klammern in ein Array, sodass Sie anschließend über den Index auf die Werte zugreifen können:

```
jq '[[.]]|. [0]' <json
```

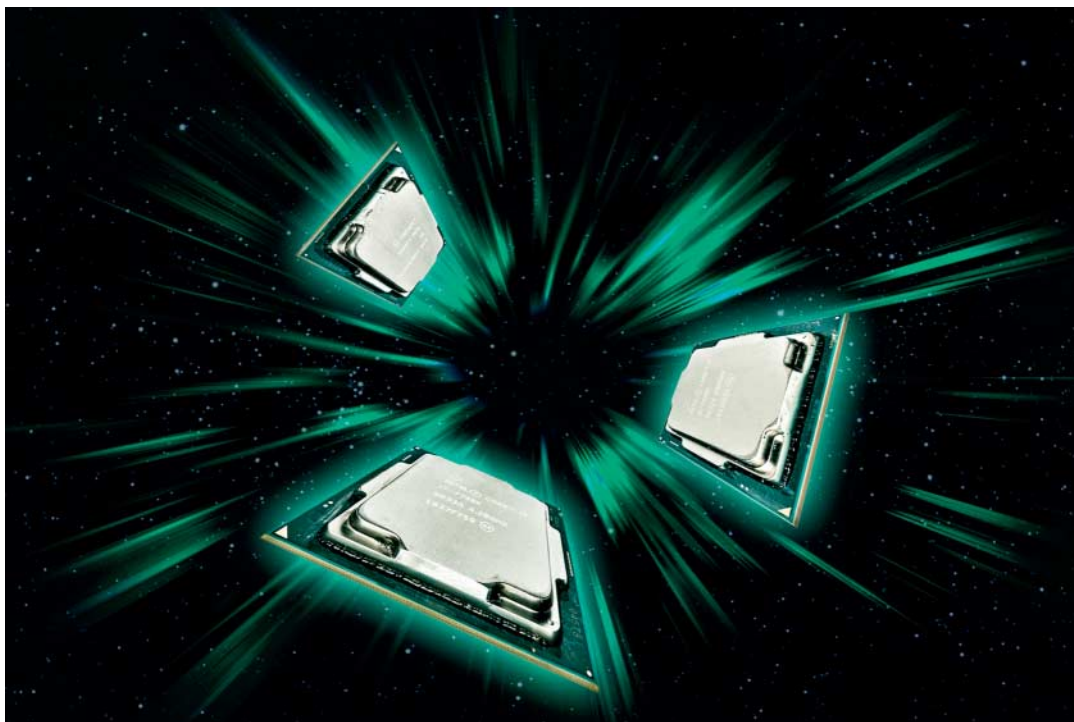
Dabei erhalten Sie mit `.[0]` das erste Element des Arrays, mit `.[1,2]` das zweite und dritte.

### JSON erzeugen

Mit `jq` lassen sich aber nicht nur JSON-Objekte zerlegen, sondern auch bequem zusammensetzen. Dazu dient der Parameter `-R`: Er wandelt die Eingabe zeilenweise in Zeichenketten um und füttert damit Zeile für Zeile die Filter. So können Sie etwa aus einer CSV-Datei mit Währungskursen leicht ein JSON-Objekt erstellen:

```
echo "EUR,855.33" | ␣
␣jq -R '.|split(",")|␣
␣{{(. [0]): (. [1]|tonumber)}}'
{
  "EUR": 855.33
}
```

Die `jq`-Funktion `split()` verwendet das Komma, mit dem Währungsbezeichnung und Betrag getrennt sind, um die Zeichenkette in ein Array mit zwei Elementen umzuwandeln. Der nächste Filter erzeugt mittels geschweifeter Klammern ein JSON-Objekt, in dem das erste Element des Arrays mittels `.[0]` zum Attribut und das zweite Element mittels `.[1]|tonumber` als Wert – umgewandelt in eine Zahl – eingefügt wird. Aus einem CGI-Skript heraus aufrufen könnten Sie so per `jq` eigene JSON-Objekte für den Abruf durch JavaScript-Funktionen bereitstellen. (mid@ct.de) **ct**



# Jenseits von 5 GHz

## Übertakten der Kaby-Lake-Prozessoren Core i3-7350K, Core i5-7600K und Core i7-7700K

**Die CPUs der siebten Core-i-Generation treten mit deutlich höheren Taktraten als ihre Vorgänger an. Aus den sogenannten K-Prozessoren lassen sich mit etwas Tuning 5 GHz und mehr herauskitzeln. Zudem gibt es von Intel erstmals eine Overclocker-Variante des Zweikerners Core i3.**

**Von Christian Hirsch**

**W**ohl als Reaktion auf die kommenden Ryzen-Prozessoren von AMD hat Intel bei den günstigen Kaby-Lake-CPUs einige Funktionen freigeschaltet, die bislang den teureren Varianten vorbehalten waren: So haben die Pentiums nun Hyper-Threading (siehe Seite 48) und für

Übertakter gibt es erstmals einen Core i3 mit frei einstellbarem Taktmultiplikator. Aber auch am oberen Ende der CPU-Palette hat sich etwas getan: Die Quad-Cores liefern mehr Leistung fürs gleiche Geld, denn die K-Modelle der siebten Generation von Core i5 und Core i7 takten höher als ihre Skylake-Vorgänger.

Der Core i7-7700K mit vier Kernen und Hyper-Threading tritt zum Beispiel mit einem Nominaltakt von 4,2 GHz an, per Turbo darf er auf bis zu 4,5 GHz hochschalten. Wem die Performance von Core i7-7700K, i5-7600K und i3-7350K nicht reicht, kann mit einer leistungsfähigen Kühlung und etwas Experimentierfreude das gesamte Taktpotenzial von Intels dritter 14-nm-Prozessorgeneration ausschöpfen und sich an die 5-GHz-Marke herantasten. Wie weit man beim Übertakten kommt, hängt jedoch von der Qualität der

einzelnen CPU ab. Unsere Ergebnisse lassen sich deshalb nicht 1:1 auf die eigene Hardware übertragen.

### Vor dem Start

Zum Übertakten benötigen Sie nicht nur einen K-Prozessor mit frei einstellbarem Multiplikator, sondern auch einen passenden Unterbau. Nur auf Mainboards mit Z170- beziehungsweise Z270-Chipsatz lassen sich Kern-Multiplikator, Basistakt und Frequenzteiler verändern. Wir empfehlen ein Board mit dem neueren Z270-Chipsatz. Diesen hat Intel gleichzeitig mit den CPUs der Serie Core i-7000 zu Jahresbeginn vorgestellt. Damit sind Sie auf der sicheren Seite, weil darauf garantiert eine BIOS-Version installiert ist, die mit den Kaby-Lake-CPUs zusammenarbeitet. Bei Core-i-Prozessoren ohne „K“ am Ende der Bezeichnung sowie bei Pentium und

Celeron unterbindet Intel hingegen jede Taktmanipulation. Außerdem sollten das Netzteil und der CPU-Kühler genug Reserven bieten, denn beim Übertakten kann die Leistungsaufnahme des Prozessors um 50 über Prozent klettern.

Im Vergleich zu den Skylake-Prozessoren (Core i-6000) gibt es kaum Unterschiede beim Overclocking, weil die siebte Core-i-Generation die gleiche Fassung LGA1151 verwendet. Neu hinzugekommen ist der bereits bei den Sechs-, Acht- und Zehnkernern der Serie Core i-6800/6900 separat einstellbare Multiplikator für Anwendungen mit hochoptimiertem AVX-Code. Solche AVX-Programme wie Prime95 oder Linpack lasten die Recheneinheiten höchstmöglich aus, sodass die Leistungsaufnahme beim Übertakten die Kühlleistung des Kühlers überschreitet und die CPU ihren Takt drosselt, um nicht zu überhitzen. Mit reduziertem AVX-Multiplikator kann gängige Software ohne AVX-Code mit höherer Taktfrequenz laufen. Bislang gibt es erst wenige Desktop-PC-Anwendungen, die von AVX profitieren, darunter die Render-Engine Cycles der 3D-Grafik-Suite Blender.

Als zweite Neuerung passen KabyLake-CPU's ihre Spannungs-Frequenz-Kennlinie nun anhand des Basistakts an. Das soll die Stabilität erhöhen und hilft insbesondere Extremübertaktern, die den Prozessortakt feiner als in den groben 100-MHz-Schritten des Multiplikators abstimmen wollen oder Rekorde beim Arbeitsspeichertakt anstreben.

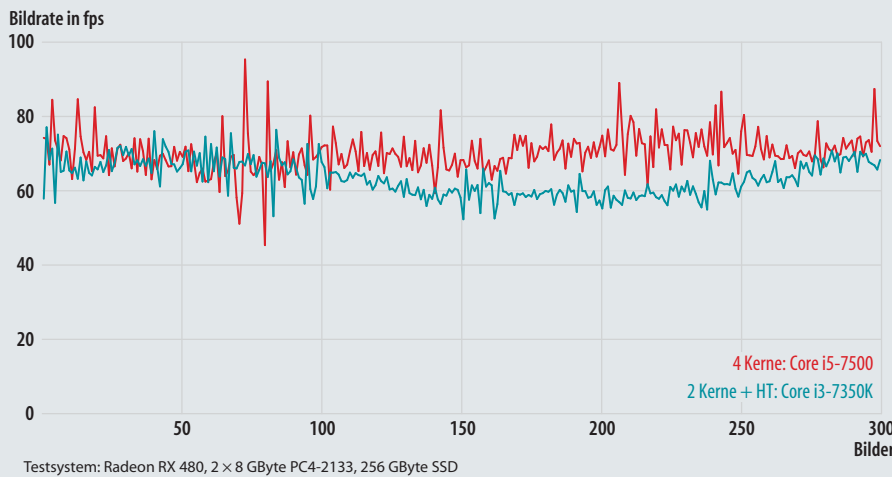
## Energie!

Wir empfehlen jedoch, nicht am Basistakt, sondern am Kernmultiplikator zu drehen, um mehr Leistung aus der CPU herauszukitzeln. Zwar ist der Basistakt nicht mehr an die Taktdomäne der DMI-Verbindung zum Chipsatz und PCI Express gekoppelt, wie das noch vor Skylake der Fall war. Er beeinflusst jedoch den Takt des L3-Cache, der Prozessorgrafik und des Arbeitsspeichers. Vor allem Letzterer reagiert sehr empfindlich auf den Betrieb außerhalb der Spezifikationen. Für einen stabilen Betrieb müsste man entweder den Speicher-Multiplikator anpassen oder teure Overclocker-DIMMs verwenden. Signifikante Performance-Zuwächse bringt das aber nicht [1].

Bevor Sie Ihr System übertakten, sollten Sie ein Backup Ihrer Daten anlegen.

## Bildraten im Vergleich

Im Schnitt liegt die Bildrate (Frames per Second, fps) im Spiel Ashes of Singularity beim Core i5-7500 mit vier Kernen etwas höher als beim übertakteten Core i3-7350K mit zwei Kernen und Hyper-Threading. Der deutlich höhere Takt von 4,9 GHz des Core i3 (Core i5: 3,6 GHz) kann die zwei fehlenden physischen Kerne nicht ausgleichen.



Nützliche Windows-Programme fürs Overclocking sind das Extreme Tuning Utility (XTU) von Intel, die Diagnoseprogramme CPU-Z und HWMonitor sowie für Stabilitätstests Cinebench R15 und Prime95 (siehe c't-Link am Ende des Artikels). Mit dem Extreme Tuning Utility können Sie Multiplikatoren und Spannungen bequem unter Windows einstellen und müssen nicht für jede Änderung den Rechner ins BIOS-Setup neustarten.

Zu Beginn müssen Sie einige Sicherheitsmechanismen abschalten, denn sonst sorgen Begrenzungen des Strombedarfs und der Leistungsaufnahme dafür, dass die CPU innerhalb der Thermal Design Power (TDP) bleibt und ihren Takt drosselt. Ziehen Sie dazu in der XTU-Software

die Regler für „Turbo Boost Power Max“, „Turbo Boost Short Power Max“, „Processor Core IccMax“ und „Turbo Boost Power Time Window“ ganz nach rechts. Jetzt können Sie sich schrittweise an das Maximum Ihres individuellen Systems herantasten: Erhöhen Sie den Turbo-Multiplikator für Last auf allen Kernen um eine Stufe und testen Sie mit Cinebench R15 und dem Stresstest von Prime95 (Torture Test: Small FFTs) für einige Minuten die Stabilität. Halten Sie mit HWMonitor die Kerntemperaturen im Auge. Zudem zeigt das XTU unter „Thermal Throttling“ an, ob der Prozessor wegen Überhitzung seine Leistung drosselt. Ist dies bei Prime95 der Fall, aber nicht bei Cinebench, können Sie das „AVX Ratio Offset“

### Übertaktbare Prozessoren der 7. Core-i-Generation

Prozessor	Kerne	Taktfrequenz nominal / Turbo	L3-Cache	Thermal Design Power	GPU	Preis
Core i3-7350K	2+HT	4,2 GHz / n. v.	4 MByte	60 W	HD 630	200 €
Core i5-7600K	4	3,8 / 4,2 GHz	6 MByte	91 W	HD 630	250 €
Core i7-7700K	4+HT	4,2 / 4,5 GHz	8 MByte	91 W	HD 630	370 €
n. v. nicht vorhanden						

### Ergebnisse – Performance und Leistungsaufnahme

Prozessor	maximal erreichter Takt (AVX)	Cinebench R15 Single-/Multi-Thread	Leistungsaufnahme System Vollast mit AVX
Core i3-7350K	4,9 GHz (4,9 GHz)	206 / 523 (+15 %)	126 Watt (+40 %)
Core i5-7600K	5,2 GHz (4,8 GHz)	217 / 832 (+25 %)	181 Watt (+56 %)
Core i7-7700K	5,0 GHz (4,4 GHz)	212 / 1068 (+12 %)	189 Watt (+31 %)
AVX: mit AVX-Anwendung, separater Multiplikator			



um eine Stufe erhöhen. Anwendungen mit AVX-Code wie Prime95 laufen dann um 100 MHz langsamer.

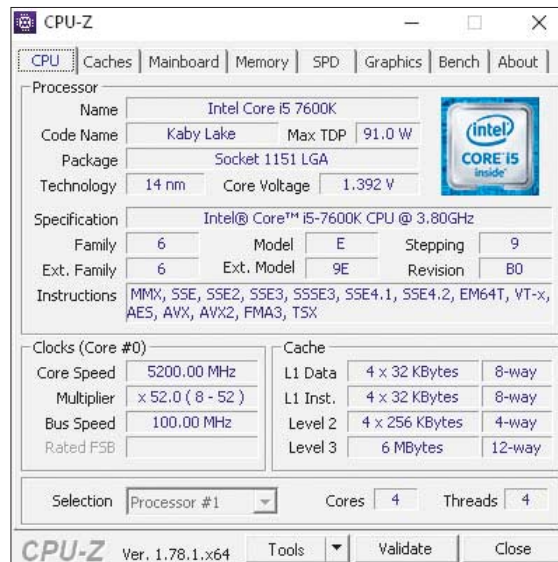
Wiederholen Sie das Prozedere für die nächste Multiplikatorstufe. Gibt es Abstürze oder Instabilitäten, erhöhen Sie die Kernspannung moderat um 0,05 Volt. Mehr als 0,2 Volt Zugabe sollten Sie den empfindlichen Chips dauerhaft nicht zumuten. Die letzte als stabil getestete Taktstufe sollten Sie über einen längeren Zeitraum mit anspruchsvollen Anwendungen ausprobieren. Die ermittelten Werte können Sie dann entweder als XTU-Profil bei jedem Start automatisch laden lassen oder von Hand ins BIOS-Setup übertragen.

## Hart am Limit

Für diesen Artikel haben wir alle drei verfügbaren K-Prozessoren der Serie Core-i-7000 gequält. Die CPUs haben wir dafür zusammen mit einer Wasserkühlung auf das Board Gigabyte GA-Z270X-Gaming 5 geschlüsselt. Der Dual-Core-Prozessor Core i3-7350K tritt mit einem vergleichsweise hohen Nominaltakt von 4,2 GHz an, hat aber im Unterschied zu Core i5 und i7 keinen Turbo. In unseren Tests erreichten wir ohne Spannungszugabe 4,5 GHz – ein recht überschaubarer Taktgewinn. Mit einer Kernspannung von 1,4 statt 1,2 Volt waren noch einmal 400 MHz mehr drin. Die rund 15 Prozent höhere Performance erkaufen wir aber mit einer um 40 Pro-



Nur mit Wasserkühlung lässt sich die Abwärme von übertakteten Kaby-Lake-CPU halbwegs im Griff halten.



Unser Exemplar des Core i5-7600K lief mit 5,2 GHz stabil. Dafür mussten wir aber die Kernspannung kräftig erhöhen.

zent gestiegenen Leistungsaufnahme des gesamten Testsystems.

Für den Praxis-Einsatz haben wir untersucht, wie gut sich der übertaktete Dual-Core gegen den ungefähr gleich teuren, aber nicht übertaktbaren Quad-Core Core i7-7500 schlägt. Beim Rendering-Benchmark Cinebench, der von vielen Kernen profitiert, kann der Core i3 auch bei 4,9 GHz Takt (523 Punkte) den Quad-Core nicht einholen (Turbo mit 4 Kernen: 3,6 GHz, 598 Punkte). In der Single-Thread-Wertung wendet sich das Blatt, hier kommt der Core i3 auf 27 Prozent Vorsprung. Bei 3D-Spielen wie Ashes of Singularity gibt es dagegen nur geringfügige Unterschiede zwischen den beiden Prozessoren. Bei anspruchsvollen Szenen, wo die CPU stark gefordert ist, liefert der Core i5 trotz deutlich geringerem Takt eine um bis zu 10 Prozent höhere Bildrate. Dennoch reicht die Leistung des übertakteten Core i3 für eine flüssige 3D-Darstellung ohne Ruckler.

Die insgesamt besten Ergebnisse erzielten wir beim Vierkerner Core i5-7600K. Ihn konnten wir mit ebenfalls auf 1,4 Volt erhöhter Kernspannung mit 5,2 GHz stabil betreiben, mussten dabei aber den AVX-Multiplikator auf „-4“ setzen. Bei Lastprogrammen mit AVX2-Code wie Prime95 oder Linpack und mehr als 4,8 GHz war unsere Wasserkühlung überfordert und die CPU drosselte ihre Leistung. Dem Performance-Plus von 25 Prozent bei Nicht-AVX-Anwendungen steht zudem ein um 56 Prozent höherer Energiebedarf gegenüber.

Der Core i7-7700K taktet nominal bereits mit 4,2 GHz und kann seine vier Kerne durch Hyper-Threading besser auslasten als der Core i5-7600K ohne HTT. Er

stieß mit AVX2-Code bereits bei 4,4 GHz ans Temperaturlimit, was wohl auch daran lag, dass unser Exemplar bereits im unübertakteten Zustand eine Kernspannung von 1,3 Volt benötigte. Der Cinebench lief mit 5 GHz stabil; auch eine Spannungszugabe brachte keinen höheren Takt.

## Fazit

Intel hat die dritte Generation seiner 14-nm-Prozessoren deutlich verbessert: War beim Übertakten der Vorgängern mit Skylake-Architektur bei 4,5 bis 4,6 GHz Schluss, schaffen es die Kaby-Lake-Chips auf 4,9 bis 5,2 GHz – im Schnitt ein halbes Gigahertz höher. Die hohen Taktfrequenzen gelten aber nicht unisono für alle Anwendungen. Hochoptimierte Anwendungen mit AVX-Code sprengen schon bei deutlich geringeren Frequenzen das thermische Limit gängiger Luft- und Wasserkühler.

Der übertaktbare Core i3-7350K bietet zum gleich teuren Core i5-7500 nur in wenigen Fällen Vorteile. Bei Multi-Thread-Anwendungen sowie bei 3D-Spielen ist der Quad-Core schneller, nur bei älteren Single-Thread-Anwendung schlägt der übertaktete Core i3 die teureren Kaby-Lake-CPU mit mehr Kernen und Turbo. Allerdings gehört dazu immer eine Portion Glück, weil man dem einzelnen Prozessor nicht ansieht, wie weit er sich übertakten lässt. (chh@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Christian Hirsch, Warp 10, Übertakten von Broadwell-E-Prozessoren, c't 23/16, S. 144

**Übertaktungs-Software herunterladen:**  
[ct.de/yypm](http://ct.de/yypm)

Anzeige

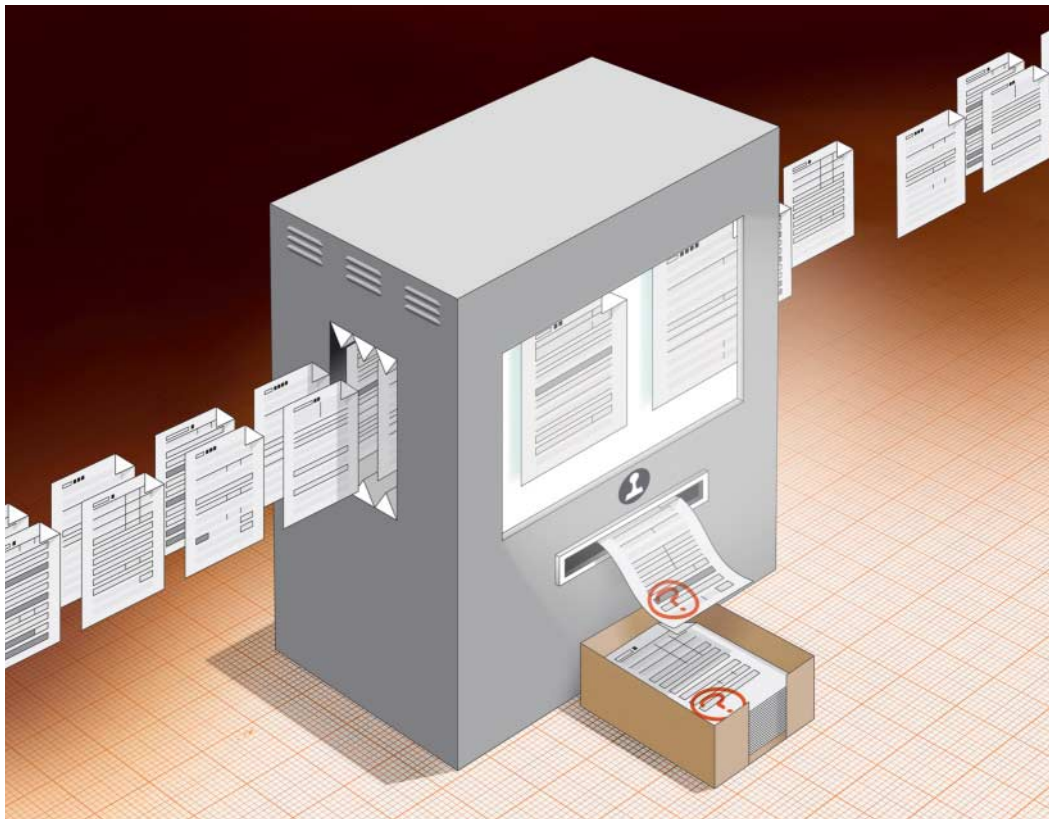


Bild: Rudolf A. Bleha

# Riskante Automatik

## Probleme durch Automatisierung und Datenübertragung bei den Finanzbehörden

**Wenn es um das Bearbeiten von Steuererklärungen bei den Finanzämtern geht, hat die schöne neue Welt automatischer Datenübermittlung und algorithmengesteuerter Bewertungen auch ihre Schattenseiten.**

**Von Martin Weigel**

Die Finanzverwaltung lässt sich Daten der Bürger von zahlreichen Stellen aus direkt in elektronischer Form zuschicken, ohne dass die Betroffenen Einfluss darauf haben. Bei Arbeitnehmern betrifft das etwa den Arbeitgeber, die Krankenkasse und Versicherungsunternehmen.

Beiträge zu einer kapitalgedeckten Altersversorgung sowie weitere Vorsorgeaufwendungen darf ein Steuerpflichtiger sogar nur dann als Sonderausgaben absetzen, wenn er zuvor gegenüber dem Anbieter in dessen automatische Datenübermittlung an die Behörde eingewilligt hat [1]. Was ist aber, wenn auf solchem Weg eingeholte Angaben unrichtig, unvollständig oder überhaupt nicht bei der Finanzverwaltung eintreffen?

### Das Arbeitsverhältnis ist weg

Ein Steuerpflichtiger hatte im Jahr 2013 als Angestellter Arbeitslohn aus zwei Arbeitsverhältnissen in verschiedenen Bundesländern bezogen. In seiner per Hand ausgefüllten Einkommensteuererklärung 2013 hatte er zutreffend den Gesamt-

Bruttoarbeitslohn in Höhe von 19.000 Euro eingetragen und diverse Werbungskosten geltend gemacht. Im Einkommensteuerbescheid berücksichtigte das Finanzamt hingegen lediglich den (weitaus geringeren) Arbeitslohn des in NRW ansässigen Arbeitgebers. Bei einer späteren Untersuchung im Folgejahr stellte die Arbeitnehmerin beim Finanzamt fest, dass aus der ihr vorliegenden „Übersicht eDaten“ nur der Lohn vom Arbeitgeber aus NRW ersichtlich war. Der bundesweite Speicher verzeichnete hingegen auch den Lohn aus dem anderen Arbeitsverhältnis. Knapp zwei Jahre nach Erlass des ersten Einkommensteuerbescheids für 2013 erließ das Finanzamt einen Änderungsbescheid, in dem es die Einkünfte aus dem bisher ausgeblendeten Arbeitsverhältnis berücksich-

tigte – das Ergebnis war eine steuerliche Mehrbelastung.

Da keine andere Änderungsmöglichkeit in Betracht kam, hatte das Finanzamt seine Änderung auf Paragraph 129 der Abgabenordnung von 1977 (AO) gestützt. Danach kann die Finanzbehörde Schreibfehler, Rechenfehler und ähnliche offenbare Unrichtigkeiten, die beim Erlass eines Verwaltungsakts unterlaufen sind, jederzeit berichtigen.

Der Steuerpflichtige war mit der nachträglichen Abänderung nicht einverstanden und klagte gegen den Änderungsbescheid. Das Finanzgericht (FG) Düsseldorf wies seine Klage ab [2]: Dem Bearbeiter seien offensichtlich keine zwei Arbeitsverhältnisse bekannt gewesen. So habe eine „ähnliche offenbare Unrichtigkeit“ im Sinne des § 129 AO vorgelegen, die das Finanzamt zu einer Änderung berechtigt habe.

## Nachträgliche Überraschung

Selbstverständlich muss ein Arbeitnehmer seine Lohneinkünfte ordnungsgemäß versteuern. Wenn aber Steuerbescheide bestandskräftig geworden sind, können sie nur unter bestimmten gesetzlich vorgesehenen Voraussetzungen geändert werden. Sieht das Gesetz keine passende Änderungsmöglichkeit vor, muss ausnahmsweise der Staat in den sauren Apfel beißen und auf Steuern verzichten.

Für das Fehlen einer Änderungsmöglichkeit im beschriebenen Fall spricht einiges: Nach § 129 AO sollen Flüchtigkeitsfehler berichtigt werden können, wenn sie offensichtlich sind. Im Gegenzug muss das Finanzamt nach § 88 AO (in der bis zum 31. Dezember 2016 gültigen Fassung) den gesamten Akteninhalt nebst Vorakten bei der Veranlagung prüfen. Statt seinen Blick auf die „eigentliche“ (handschriftlich erstellte) Steuererklärung zu richten, übernahm der ursprüngliche Bearbeiter aber nur die ihm vorliegenden elektronisch übersandten Lohndaten.

Bei einer Amtsermittlungspflicht findet § 129 AO keine Anwendung [3]. Der Bundesfinanzhof wird die Frage klären müssen, ob das Finanzamt in diesen Fällen den Einkommensteuerbescheid nachträglich ändern darf. Gegen das genannte Urteil des FG Düsseldorf wurde nämlich Revision eingelegt [4].

## Mal so, mal so

Sogar unter Richtern desselben Gerichts können die Ansichten über die Änderungsmöglichkeit von Steuerbescheiden

auseinandergehen: Der 11. Senat des FG Münster hatte in einem Fall, in dem der Arbeitgeber Lohnsteuerdaten fehlerhaft übertragen hatte, ebenfalls eine „ähnliche offenbare Unrichtigkeit“ im Sinne des § 129 AO angenommen [5].

Entgegengesetzt entschied der 9. Senat des FG Münster in einem Fall, in dem ein Rentner seine Rentendaten ordnungsgemäß erklärt, der Finanzbeamte jedoch lediglich die elektronisch übermittelten Rentendaten berücksichtigt hatte. Zwar lasse die Rechtsprechung eine Korrektur nach § 129 Satz 1 AO auch dann zu, wenn die Steuerverwaltung bloß oberflächlich veranlagt habe und gegebenenfalls ein Organisationsverschulden vorliege. Seine Grenze finde die Möglichkeit zu einer Berichtigung jedoch auch bei einer elektronischen Übermittlung steuerrelevanter Daten dort, wo der Sachbearbeiter nach Aktenlage bewusst darauf verzichtet habe, die elektronischen Daten mit der Steuererklärung abzugleichen [6].

## Unkorrekte Daten

Ein anderer Steuerpflichtiger hatte seine Einkommensteuererklärung an das Finanzamt per „Elster“ elektronisch übermittelt. Darin hatte er seine Einkünfte als Angestellter zutreffend erklärt. Die Angaben, die sein Arbeitgeber via „Elster Lohn I“ elektronisch ans Finanzamt übermittelt hatte, wichen zugunsten des Arbeitnehmers von dessen Erklärung ab. Obwohl ein computererzeugter Bearbeitungshinweis diese Differenz kenntlich machte, übernahm das Finanzamt im Einkommensteuerbescheid die fehlerhaften elektronischen Angaben des Arbeitgebers. Hier verneinte das niedersächsische FG eine spätere Änderungsmöglichkeit nach § 129 AO [7].

## Niedriger geht immer

Xaver U. staunte beim Blick in seinen Einkommensteuerbescheid nicht schlecht: Das Finanzamt hatte dort seine Beiträge

für den Riester-Vertrag nicht als Sonderausgaben berücksichtigt. Die Nachfrage beim Finanzamt ergab, dass die Bearbeiterin die Daten, die das vertragsführende Versicherungsunternehmen dem Finanzamt zugesandt hatte, nicht im „richtigen“ Speicher vorgefunden hatte. Nach dem Hinweis von U. erging ein Änderungsbescheid.

Hätte U. bei Steuerbescheiden, die das Kalenderjahr 2016 und frühere Jahre betreffen, den Sachverhalt erst nach Eintritt der Bestandskraft des Steuerbescheides bemerkt, hätte er sich ebenfalls an das Finanzamt wenden und eine Änderung verlangen können. Er hätte sich hierbei auf § 173 Abs. 1 Nr. 2 AO gestützt: Danach ist ein Steuerbescheid aufzuheben oder zu ändern, wenn Tatsachen oder Beweismittel nachträglich bekannt werden, die zu einer niedrigeren Steuer führen. Allerdings darf den Steuerpflichtigen kein grobes Verschulden daran treffen, dass diese Tatsachen oder Beweismittel nicht rechtzeitig bekannt wurden.

Steuerbescheide erwecken stets den Eindruck, dass es mit ihnen doch eigentlich seine Richtigkeit haben müsse. Dennoch ist eine Nachschau empfehlenswert. Wenn die Steuererklärung beim Finanzamt über das Elster-System eingereicht wurde, sollte man nach der Zustellung – beziehungsweise nach dem Mail-Hinweis des Finanzamts – die elektronische Gegenüberstellung von Steuererklärung und Steuerbescheid für einen Vergleich heranziehen. Die Abweichungen sind dort sehr übersichtlich dargestellt.

## Alles anders ab 2017

Auf dem Weg in eine weitgehend automatisierte Verarbeitung und Verwaltung von Steuerdaten hat der deutsche Gesetzgeber bereits fürs laufende Jahr 2017 eine neue Automatisierungsstufe gezündet – mit dem Gesetz zur Modernisierung des Besteuerungsverfahrens (StModernG) [8].

Selbst wenn alle Angaben in der Steuererklärung komplett und korrekt sind, kann es dazu kommen, dass die Bearbeiter beim Finanzamt sich an abweichenden Daten orientieren, die automatisch etwa vom Arbeitgeber bezogen wurden.



So werden Steuerfestsetzungen teilweise vollautomatisch durchgeführt. Sie werden ohne menschliches Zutun berichtet, zurückgenommen, widerrufen, aufgehoben oder geändert, soweit kein Bearbeiter eingreifen muss (§ 155 Abs. 4 AO). Zu diesem Zweck wird ein Risikomanagementsystem (RMS) eingesetzt. Die Länder formulieren – in Abstimmung mit dem Bundesministerium der Finanzen (BMF) – Risikoparameter. Die wiederum verwendet das System, um automatisch solche Steuererklärungen auszusondern, für die eine Einzelprüfung angesetzt wird. Diese Risikoparameter dürfen nicht veröffentlicht werden, damit insbesondere Steuerberater nicht die Prüfung von Steuererklärungen vermeiden können.

### Fehler trotz Automation

In Anbetracht einer automatisierten Verarbeitung führt die Verwaltung in der Steuererklärung ein „qualifiziertes Freitextfeld“ zum Eintragen von Besonderheiten ein. Nach Ansicht der Verwaltung muss der Steuerpflichtige dort auch einen Vermerk anbringen, wenn in der Steuererklärung bewusst eine von der Verwaltungsauffassung abweichende Rechtsauffassung vertreten wird. Die Folge ist in diesen Fällen eine Einzelfallprüfung der Steuererklärung [9].

Im Zuge der weitergehenden Automation des Besteuerungsverfahrens war der Gesetzgeber gezwungen, das Verfahrensrecht dieser Rechtsentwicklung anzupassen. So wurde zunächst ein neuer § 173a AO geschaffen, der neben die bisherigen Änderungsvorschriften tritt. Er erlaubt die Berichtigung von Schreib- und Rechenfehlern, ohne dass dabei nach einem Verschulden gefragt wird. Allerdings hat der Gesetzgeber das schlichte

Vergessen einer Übernahme selbst ermittelter Besteuerungsgrundlagen in die Steuererklärung nicht in die neue Vorschrift einbezogen. Hier soll eine Änderung weiterhin nach der Ermessensvorschrift des § 129 AO erfolgen.

Das Problem besteht darin, dass diese Vorschrift nur zur Anwendung kommen soll, wenn sich die Finanzbehörde den auszubügelnden Fehler „zu eigen gemacht“, ihn also zumindest zur Kenntnis genommen hat. Das Steuermodernisierungs-gesetz hat indes die Verpflichtung abgeschafft, Belege vorzulegen. Stattdessen muss man die Belege lediglich vorhalten und auf Aufforderung des Finanzamts einreichen. Wenn dem Sachbearbeiter aber keine Belege vorliegen, kann er einen auftretenden Fehler auch nicht zur Kenntnis nehmen. Das schlichte Vergessen eines Übertrags würde also nicht dazu führen, dass eine Änderung möglich ist. Kritiker wenden zu Recht ein, dass eine Differenzierung zwischen einer versehentlich falschen und einer vergessenen Eintragung an dieser Stelle nicht einleuchtet.

Auch bei Einsprüchen gegen Bescheide gibt es eine kleine, aber folgenschwere Änderung: Wenn ein Einspruchsführer im Begriff ist, ein finanzielles Eigentor zu schießen, kann ihm das Finanzamt nicht mehr eine Rücknahme des Einspruchs anbieten (§ 367 Abs. 2 Satz 2 AO), die es ihm erlauben würde, den drohenden Nachteil für sich zu vermeiden.

### „eDaten“ im Wandel

Die in den Einzelgesetzen geregelten Pflichten zur Übermittlung von Daten an die Finanzbehörde hat man, was das Verfahren betrifft, in dem neuen § 93c AO weitestgehend zusammengefasst. Diese „eDaten“ betreffen Lohnsteuerbescheini-

gungen und Rentenbezugsmitteilungen, jetzt auch Feststellungen über den Grad einer Behinderung. Optional werden zudem andere Daten übersandt, etwa Spendenbescheinigungen gemäß § 50 Abs. 2 der Einkommensteuerrückführungsverordnung (EStDV).

Damit korrespondiert die neu eingeführte Änderungsvorschrift des § 175b AO. Dessen Abs. 1 erzwingt die Änderung eines Steuerbescheids, soweit von der mitteilungspflichtigen Stelle an die Finanzbehörden übermittelte Daten im Sinne des § 93c AO bei der Steuerfestsetzung nicht oder nicht zutreffend berücksichtigt worden sind (und sich die Steuern erhöhen oder vermindern).

Nach § 150 Abs. 7 Satz 2 AO gelten Daten, die von dritter Seite nach Maßgabe des § 93c AO an die Finanzverwaltung übermittelt wurden, als Angaben des Steuerpflichtigen, soweit er nicht selbst abweichende Angaben gemacht hat. Hier kann der Betroffene nach § 173b Abs. 2 AO verlangen, dass der Steuerbescheid zu seinen Gunsten geändert wird. Das gilt selbst dann, wenn er seine Mitwirkungspflichten verletzt hat oder wenn ihn ein grobes Verschulden daran trifft, dass die übermittelten Daten falsch sind.

Nach § 175b Abs. 3 AO ist ein Steuerbescheid aufzuheben oder zu ändern, wenn für die Übermittlung von Daten nach § 93c AO an die Finanzbehörden eine Einwilligung des Steuerpflichtigen erforderlich ist und diese nicht vorgelegen hat.

Übrigens: Wer frühzeitig seine Steuererklärung abgibt und auf eine Erstattung hofft, muss sich in Geduld üben. Wegen der weitreichenden Änderungen ist die Finanzverwaltung erst ab Mitte März 2017 in der Lage, die Steuererklärungen für 2016 zu bearbeiten [10]. (psz@ct.de) **ct**

### Nachsehen nur, wenn es sich lohnt

Die Finanzverwaltung will den Personaleinsatz reduzieren. Bei der Entscheidung über Ermittlungen und Prüfungen ist nun ausdrücklich auch der „Grundsatz der Wirtschaftlichkeit der Verwaltung“ zu berücksichtigen (§ 88 Abs. 5 Satz 2 AO). Hierfür eingesetzte Risikomanagementsysteme (RMS) sollen „die Prüfung der als prüfungsbedürftig ausgesteuerten Sachverhalte durch Amtsträger“ ermöglichen.

Um einen rein fiskalischen Blick auf die Steuererhebung zu vermeiden und so dem Grundsatz der Gleichmäßigkeit der Besteuerung gerecht zu werden, gelten zudem weitere Bedingungen (§ 88 Abs. 5 Satz 3 Nr. 1–4 AO):

- Durch Zufallsauswahl muss eine hinreichende Anzahl von Fällen zur Prüfung ausgewählt werden. Nicht nur besonders ausgesteuerte Sachverhalte dürfen durch einen Steuerbeamten geprüft werden; die Sachbearbeiter dürfen und müssen außerdem Fälle für eine umfassende Prüfung auswählen.
- Das RMS muss regelmäßig auf seine Zielerfüllung überprüft werden.

### Literatur

- [1] § 10 Abs. 2 und 2a des Einkommensteuergesetzes (EStG)
- [2] FG Düsseldorf, Urteil vom 11. 10. 2016, Az. 10 K 1715/16 E
- [3] Bundesfinanzhof (BFH), Urteil vom 27. 5. 2009, Az. X R 47/08 (alle Online-Fundstellen siehe c't-Link)
- [4] Az. des BFH: VI R 38/16
- [5] FG Münster, Urteil vom 24. 2. 2011, Az. 11 K 4239/07 E
- [6] FG Münster, Urteil vom 21. 7. 2016, Az. 9 K 2342 15 E
- [7] Niedersächsisches FG, Beschluss vom 28. 7. 2014, Az. 3 V 226 14
- [8] StModernG, BGBl I 2016, 1679
- [9] Michael Baum, Modernisierung des Besteuerungsverfahrens Teil 1, NWB 2016, 2636
- [10] Pressemitteilung der Landesregierung Mecklenburg-Vorpommerns vom 12. 1. 2017

### Entscheidungen und Dokumente:

ct.de/yahb

Anzeige

# Tipps & Tricks

## Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

### unsere Kontaktmöglichkeiten:


 [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)


  c't magazin

 @ctmagazin

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


## Externe Datenträger mit Mac und Windows nutzen

 Ich habe versucht, meine externe USB-Festplatte an meinem neuen Mac zu öffnen. Das funktionierte zwar – allerdings meldet macOS, dass es die Platte nur lesen, nicht jedoch beschreiben kann. Dazu bietet es mir an, die Platte für meinen Mac zu formatieren. Ist das anzuraten, wenn ich die Platte auch weiterhin unter Windows nutzen will?


 Nein. Denn macOS würde die Platte mit dem Dateisystem HFS+ formatieren, mit dem Windows nichts anfangen kann. Bislang ist darauf vermutlich als Dateisystem NTFS installiert, das macOS nur lesen kann. Es gibt zwar diverse Optionen, einem Mac das Beschreiben von NTFS beizubiegen. Besser ist es jedoch, auf ein anderes Dateisystem auszuweichen: Als ziemlich universelle Wahl bietet sich exFAT an. Sie können die Platte sowohl über die Datenträgerverwaltung von Windows als auch über Apples Festplatten-Hilfsprogramm neu mit exFAT einrichten. Dabei gehen zwar alle darauf vorhandenen Daten verloren, aber danach können sowohl Windows als auch der Mac uneingeschränkt darauf zugreifen.

Selbst Linux beherrscht mittlerweile exFAT; unter Ubuntu müssen Sie dazu lediglich das Paket `exfat-fuse` nachinstallieren. Probleme bereiten unter Umständen Geräte mit USB-Anschluss wie SmartTVs, Media Player oder Spielkonsolen, bei denen das nicht möglich ist. In solchen Fällen bleibt als letzter Ausweg nur das antiquierte FAT32, das von praktisch allen Systemen unterstützt wird. Seine größte Einschränkung: Die maximal mögliche Dateigröße liegt knapp unter 4 GByte, was vor allem bei Filmen und bei Backups schnell eng werden kann. (ju@ct.de)

## Probleme beim Rufaufbau über VoIP-Anschluss


 Ich kann mit meinem VoIP-Anschluss problemlos raustelefonieren. Wenn mich aber jemand anruft, klingelt mein Telefon nicht, der Anrufer hört zunächst nichts und nach 10 bis 15 Sekunden bekommt er ein Besetztzeichen. Was läuft da falsch?

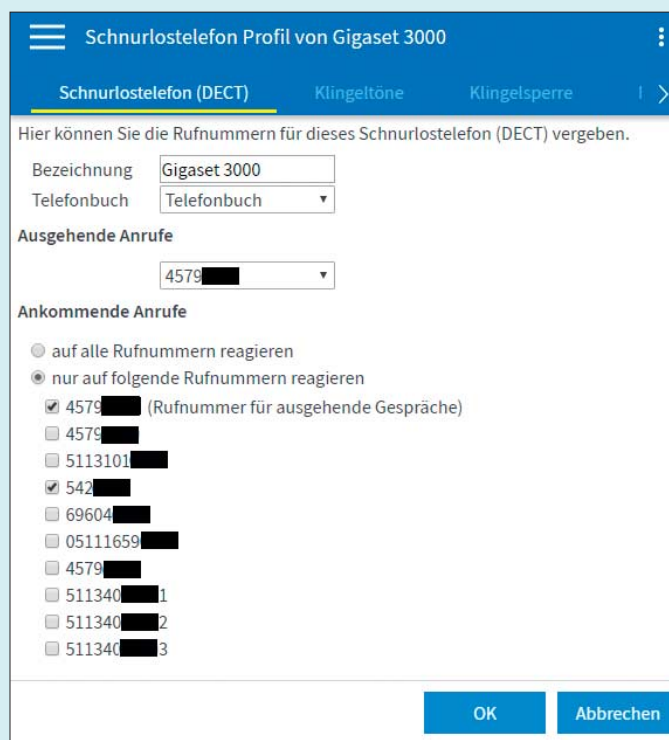
Bei der Einrichtung muss man für jedes ISDN- oder DECT-Telefon einstellen, bei welchen Anrufen es klingeln soll.

 Vermutlich benutzen Sie intern ISDN-Geräte oder eine ISDN-Anlage, selbst wenn Sie Ihre Anrufe extern teilweise oder ausschließlich per VoIP abwickeln. Der Fehler deutet darauf hin, dass sich bei einem Anruf auf diese Nummer kein Endgerät meldet und der Rufaufbau bei Ablauf des Timeouts abbricht. Abhilfe ist einfach zu schaffen: Prüfen Sie die Konfiguration Ihrer ISDN-Anlage und stellen Sie sicher, dass mindestens ein Gerät für die Annahme von Rufen unter der betreffenden Telefonnummer konfiguriert und betriebsbereit ist.

Dass Anrufer nach einiger Zeit ein Besetztzeichen erhalten, hat durchaus Vorteile. Auf diese Weise bemerken sie, dass ihre Rufe nicht signalisiert werden. Wenn Sie alte Technik einsetzen, können Anrufe hingegen unbemerkt im Nirwana landen. Ein Analogadapter oder -anschluss prüft nicht, ob ein Telefon angeschlossen ist: Trotz Freiton beim Anrufer klingelt im Fehlerfall beim Angerufenen kein Gerät, etwa wenn der Akku des Schnurlos Telefons leer oder der Anschlussstecker gezogen ist. (uma@ct.de)

## Sichere Schlüssellänge bei GPG

 In der Anleitung zu Ihrer Kryptokampagne empfehlen Sie eine Mindest-Schlüssellänge von 2048 Bit; für



Schnurlostelefon Profil von Gigaset 3000

Schnurlostelefon (DECT) Klingeltöne Klingelsperre

Hier können Sie die Rufnummern für dieses Schnurlostelefon (DECT) vergeben.

Bezeichnung Gigaset 3000

Telefonbuch Telefonbuch

Ausgehende Anrufe

4579

Ankommende Anrufe

☐ auf alle Rufnummern reagieren

☒ nur auf folgende Rufnummern reagieren

☒ 4579 (Rufnummer für ausgehende Gespräche)

☐ 4579

☐ 5113101

☒ 542

☐ 69604

☐ 05111659

☐ 4579

☐ 5113401

☐ 5113402

☐ 5113403

OK Abbrechen

mehr als 4 kBit lange Schlüssel scheinen die üblichen Werkzeuge nicht ausgelegt zu sein. Allerdings haben Sie vor Kurzem berichtet, dass Schlüssel von weniger als 15 kBit als unsicher anzusehen sind. Ist Ihnen ein einfach zu handhabendes, nicht allzu kostspieliges Werkzeug für sichere Schlüssellängen bekannt, das mit der aktuellen Infrastruktur kompatibel ist?

**!** Die derzeit maximal sinnvoll einzusetzende Schlüssellänge für RSA ist 4096 Bit. Das funktioniert auch mit nahezu allen Tools bereits und genügt für einen normalen Sicherheitsbedarf durchaus noch. Die von Ihnen erwähnte Schlüssellänge von 15 360 Bit empfiehlt etwa die europäische Sicherheitsbehörde ENISA für die langfristige Archivierung von Daten. Für die mittelfristige Speicherung, wie sie etwa für E-Mails typisch ist, lautet die ENISA-Empfehlung, mindestens 3072 Bit lange Schlüssel einzusetzen.

Längere als 4096-Bit-Schlüssel kann man hier aus diversen Gründen nicht sinnvoll verwenden – nicht zuletzt, weil dann die Performance dramatisch einbricht. Für höheren Sicherheitsbedarf benötigen Sie deshalb Verschlüsselung auf Basis von elliptischen Kurven (ECC), die mehr Sicherheit mit kürzeren Schlüsseln verspricht. Das wird gerade eingeführt; es kann aber noch ein bis zwei Jahre dauern, bis das ausreichend verbreitet und dann auch sinnvoll mit GPG & Co. nutzbar ist. (ju@ct.de)

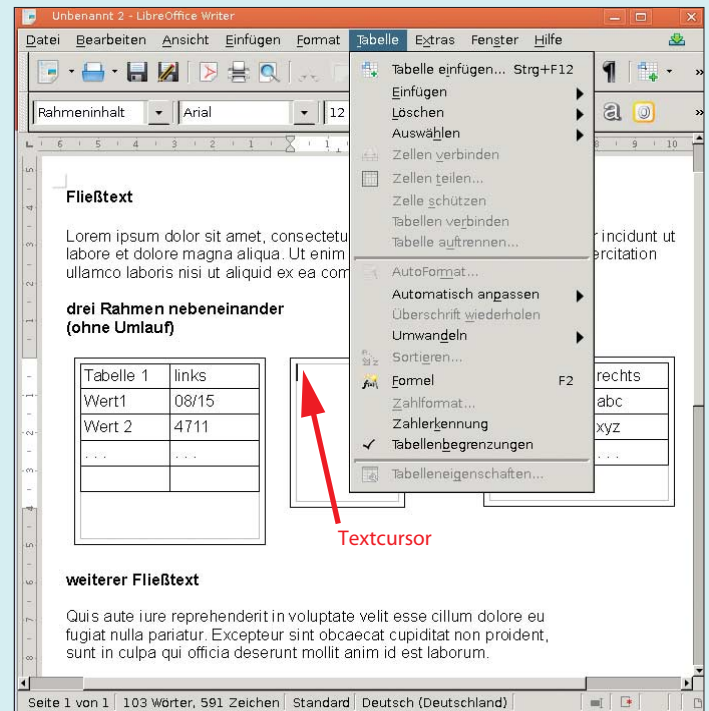
## LibreOffice: Zwei Tabellen nebeneinander

**?** Kann man in LibreOffice zwei Tabellen nebeneinander setzen?

**!** Ja. Allerdings behandelt Libre-/OpenOffice Writer jede Tabelle zunächst einmal wie einen eigenen Absatz. Deshalb kann man auch kleine, nacheinander über „Einfügen/Tabelle“ angelegte Tabellen nicht einfach nebeneinander, sondern bestenfalls übereinander positionieren. Über „Einfügen/Rahmen“ lassen sich aber zwei Rahmen anlegen, mit den Ansatzern ihrer Grafik-Präsentationen auf die passenden Abmessungen trimmen und nebeneinander platzieren. Anschließend kann man in jeden Rahmen eine Tabelle einfügen.

Die Einbettung in einen Rahmen bewahrt sich auch, wenn man eine Tabelle

Anders als Tabellen kann man Rahmen sehr wohl nebeneinander in einem Libre/OpenOffice-Dokument platzieren – und anschließend mit Tabellen füllen.



an einer festen Position verankern oder von Text umfließen lassen möchte. Beides gelingt zwar nicht mit einer „normal“ eingefügten Tabelle, wohl aber mit einem Rahmen. (hps@ct.de)

## Änderungen in Log-Dateien verfolgen

**?** Ich möchte unter Windows die Ausgaben eines Programms in eine Log-Datei verfolgen, also ein Textfenster anzeigen, das sich automatisch aktualisiert, wenn es neue Einträge in der Datei gibt. Unter Linux würde ich dazu den Aufruf `tail -f` verwenden. Meine erste Idee war, das Programm `tail` aus der `UnxUtils`-Sammlung zu verwenden, die Windows-Ports gängiger Linux-Tools enthält. Das scheiterte jedoch daran, dass es offenbar nur mit reinen ASCII-Texten umgehen kann. Die betroffene Log-Datei enthält aber Unicode-Text. Wo bekomme ich ein Unicode-fähiges `tail` für Windows her?

**!** Das brauchen Sie gar nicht: Die Windows PowerShell beherrscht diese Funktion von sich aus. Der zuständige Aufruf lautet

```
Get-Content log.txt -Tail 10 -Wait
```

Dabei bezeichnet `log.txt` die zu überwachende Datei, `-Tail 10` sorgt dafür, dass die Anzeige mit den letzten zehn Zeilen beginnt, und `-Wait` bestimmt, dass die

PowerShell die Datei unter Beobachtung hält und Änderungen ausgibt. Abbrechen lässt sich die Ausgabe mit `Strg+C`.

(hos@ct.de)

## Stoppwortlisten-Makro für französische Texte

**?** Ich habe die Array-Version Ihrer tollen LibreOffice-Makros aus c't 14/2016 (Wortklauber, S. 166) für französische Texte umgearbeitet, was auch prima funktionierte. Nur Konstruktionen mit Apostrophen wie `qu'`, `d'` oder `l'` konnte das Makro nicht löschen. Es klappte auch nicht, wenn ich alle Apostrophe durch gerade Apostrophe ersetzte. Eine meiner Vermutungen ist, dass in Texten hinter solchen Zeichenfolgen kein Leerzeichen steht, diese Kombinationen also nicht als „Wörter“ gelten können.

**!** Sie haben recht, es liegt daran, dass unser Makro nur ganze Wörter sucht. Ansonsten würde es alle Begriffe zerstören, die Stoppwörter enthalten, etwa „Mund“ zu „M“ reduzieren oder „modern“ zu „mn“. Um `qu'`, `c'` und so weiter zu löschen, müssen Sie das Makro um eine Schleife erweitern, die das Suchen und Ersetzen nicht auf ganze Wörter beschränkt. Deaktivieren Sie dazu beim Aufzeichnen des Makros im „Suchen & Ersetzen“-Dialog die Option „Nur ganzes Wort suchen“. Wenn das so funktioniert, wie Sie



es sich vorstellen, können Sie Ihr Stoppwort-Makro (das ganze Wörter sucht und ersetzt) um diesen Code erweitern.

*Vielen Dank an Leser Richard Nisius, der das Makro nach der obigen Anleitung für französischsprachige Texte angepasst hat. Download siehe c't-Link. (atr@ct.de)*

**Stoppwortlisten-Makro für Französisch:**  
[ct.de/ym54](https://ct.de/ym54)

## CallYa-Kostenkontrolle auf dem iPad nutzen

**?** Bei Vodafone gibt es die MeinVodafone-App fürs iPhone zur Kostenkontrolle und zum Wählen von Optionen. Dummerweise funktioniert sie für CallYa-Kunden nicht auf meinem iPad und quittiert mit einer entsprechenden Meldung den Versuch, sie zu starten. Kennen Sie eine Alternative?

**!** Als CallYa-Kunde können Sie einfach im Browser die Seite <http://wap.mein.callya.de> aufrufen; wenn Sie sie regelmäßig nutzen, fügen Sie sie für einen bequemen Zugang zum Home-Bildschirm hinzu. Die Seite bietet praktisch dieselben Funktionen wie die App. Wird sie bei laufender Mobilfunkverbindung gestartet, entfällt sogar der sonst übliche Login-Prozess mit Handy-Nummer und Internet-Kennwort. *(mil@ct.de)*

## Benachrichtigungs-Sounds von JBL-Lautsprechern

**?** Ich besitze den Bluetooth-Lautsprecher JBL Flip 3. Er quittiert jedes Ein- und Ausschalten sowie erfolgreiches Koppeln mit lauten Benachrichtigungs-Sounds. Kann man die ausschalten oder wenigstens leiser stellen?

**!** Bei unserem Testgerät haben wir auch keine Möglichkeit gefunden, Einfluss auf diese Sounds zu nehmen. JBL stellt zwar über die „JBL Connect“-App ein Firmware-Upgrade für den Lautsprecher zur Verfügung, dieses reicht die gewünschte Funktion aber nicht nach. Klarheit brachte eine Anfrage beim Hersteller: Er bestätigte, dass man die Sounds weder regeln noch abschalten kann. Das gelte auch für weitere Bluetooth-Lautsprecher von JBL wie Charge 3, Pulse 2, Clip 2 und Xtreme. (mre@ct.de)

SanDisk Ultra\_II\_2.txt

Media\_Wearout\_Indicator

Zeigen	Jetzt	Löschen	Neu laden	Teilen						
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	1100	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	1314	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	1543	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	1771	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	1986	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	2200	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	2429	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	2657	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	2871	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	3086	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	3314	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	3543	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	3757	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	3972	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	4200	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	4428	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	4643	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	4858	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	5086	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	5314	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	5529	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	5743	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	5972	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	6200	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	6415	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	6629	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	6858	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	7086	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	7301	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	7515	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	7729	
233	Media_Wearout_Indicator	0x0032	100	100	---	Old_age	Always	-	7944	

In der Anwendung Konsole lassen sich Textdateien so filtern, dass nur noch Zeilen mit einem bestimmten Suchmuster angezeigt werden.

## Selektive Log-Auswertung am Mac

**?** An meinem Mac überwache ich mehrere Rechner, die in regelmäßigen Abständen verschiedene Parameter in ein Logfile schreiben. Gibt es eine Möglichkeit, mit Bordmitteln gezielt einzelne Parameter anzeigen zu lassen, um mir deren Entwicklung im Laufe der Zeit anzuschauen?

**!** Der einfachste Weg führt über die Anwendung Konsole, die Teil von macOS ist und im Ordner Dienstprogramme liegt. Nachdem Sie das gewünschte Logfile in der Konsole geöffnet haben, geben Sie das gewünschte Muster oben rechts im Suchfeld ein und drücken die Eingabetaste. Anschließend erscheinen im Anzeigebereich nur noch Zeilen, die den gesuchten Text enthalten. Allerdings kommt die Konsole nur mit einfachen Dateiformaten wie CSV, TXT oder RTF zurecht. *(bkr@ct.de)*

## Linux-Anwendungs-Bundles direkt installieren

**?** Gibt es einen Weg, unter Linux Anwendungen-Bundles direkt zu installieren, ohne vorher wie in c't 17/16 im Artikel „Universalpakete“ beschrieben die Repository-Definition gesondert – etwa mit `wget` – herunterzuladen?

**!** Ja, diese Option gibt es. Mit Flatpak-Versionen ab 0.6.10 aus dem September 2016 können Sie etwa die aktuellen Testversionen von Skype für Linux bequem mit

```
flatpak install --user --from ↵
  ↵ https://s3.amazonaws.com/↵
    ↵ alexlarsson/skype-repo/↵
      ↵ skype.flatpakref
```

für den aktuellen Benutzer installieren. Dabei nutzt Flatpak die in der `.flatpakref`-Datei hinterlegte Beschreibung des Repositories, um Skype aus ebendiesem zu installieren. Skype ist auf Version 1.4 der Runtime „org.freedesktop.Platform“ angewiesen, und Flatpak bricht die Installation ab, falls die Runtime noch nicht installiert ist. Deren Installation lässt sich mit folgenden Befehlen nachholen:

```
flatpak remote-add --user ↵
↳ --if-not-exists --from gnome ↵
↳ https://sdk.gnome.org/↵
↳ gnome.flatpakrepo
flatpak install --user gnome ↵
↳ org.freedesktop.Platform 1.4
```

Dazu sind nach wie vor zwei Kommandos nötig, weil es kein `.flatpakref` für die Runtime gibt. Falls mehrere Nutzer die Runtime verwenden können sollen, lässt sich diese auch systemweit installieren, indem Sie den Parameter `--user` bei beiden Aufrufen weglassen.

(Kai Wasserbäch/hos@ct.de) **ct**

Anzeige

## Die Windows-Registry

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Hajo Schulz und Axel Vahldiek

### Sinn und Zweck

**?** Was ist überhaupt die Registry? Wozu ist sie da?

**!** Die Registry – oder auf Deutsch Registrierdatenbank – ist die zentrale Instanz, in der Windows seine Einstellungen und andere Konfigurationsdaten speichert. Auch den Entwicklern von Anwendungen empfiehlt Microsoft, solche Daten hier abzulegen.

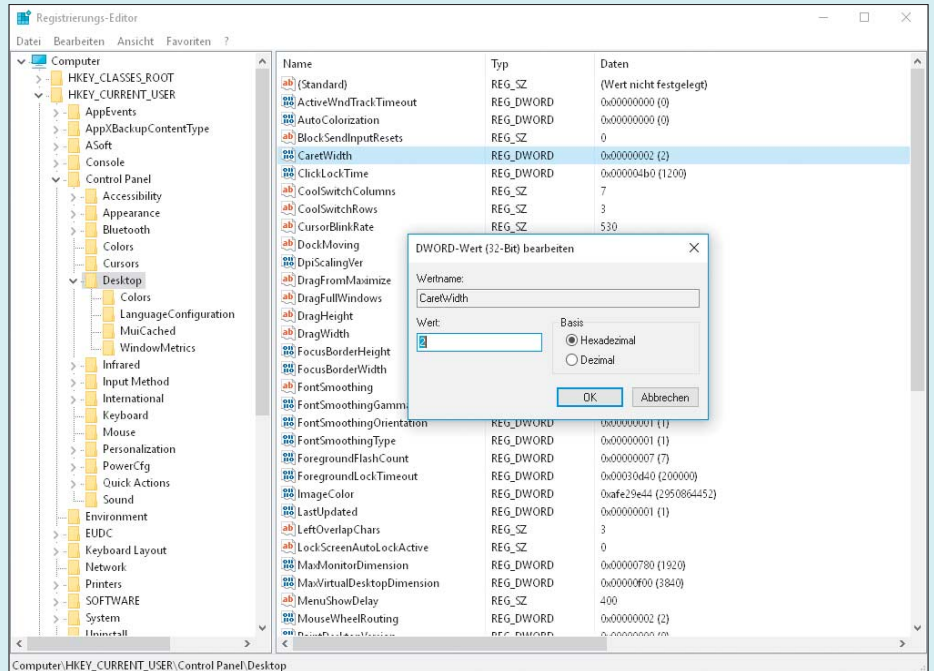
In den allerersten Windows-Versionen, in denen es die Registry noch nicht gab, kochte jeder Software-Hersteller sein eigenes Süppchen und speicherte solche Informationen in INI-Dateien oder eigenen Binärformaten, und auch der Speicherort war nicht standardisiert. Mit Windows NT und seinem ausgefeilten Konzept der Rechte-Zuweisung für alle möglichen Objekte reichte diese unstrukturierte Speicherung nicht mehr aus. Microsoft propagierte fortan die Registry, die schon seit Windows 3.1 existierte und als Registratur für OLE-Komponenten diente, als zentrale, universelle Konfigurationsdatenbank.

In letzter Zeit weist der Trend eher wieder in die entgegengesetzte Richtung: Moderne Programme und Apps speichern ihre Konfiguration mehr und mehr in eigenen XML- oder JSON-Dateien. Um Einstellungen für Windows selbst und die Mehrzahl althergebrachter Anwendungen zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren, ist die Registry aber immer noch der wichtigste Ort.

### Reinschauen

**?** Mit welchem Programm kann ich mir den Inhalt der Registry ansehen? Wie ändere ich dort Einstellungen?

**!** Es gibt mehrere Bordmittel, mit denen man sich Zugriff auf die in der Registry gespeicherten Daten verschaffen kann. Das wahrscheinlich populärste ist das Programm regedit aus dem Windows-Ordner. Dieser „Registrierungs-Editor“



Die Daten in der Registry sind ähnlich wie die Dateien und Ordner auf der Festplatte baumartig organisiert. Deshalb sieht der Registry-Editor auf den ersten Blick auch fast wie ein Explorer aus.

taucht im Startmenü nicht auf, lässt sich aber einfach starten, indem man in den „Ausführen“-Dialog (Tastenkombination Win+R) regedit eintippt. Alternativ kann man diesen Namen auch in das Suchfeld des Startmenüs beziehungsweise von Cortana eingeben und mit Enter bestätigen.

Der Registry-Editor sieht auf den ersten Blick einem Explorer-Fenster nicht unähnlich und lässt sich auch fast so bedienen: Auf der linken Seite listet er baumartig strukturiert die vorhandenen „Schlüssel“ (dazu gleich mehr); klickt man einen an, erscheinen rechts die dazugehörigen Einträge, die man per Doppelklick oder Kontextmenü bearbeiten kann.

Eher für Skript- und Batch-Programmierer ist das Kommandozeilenprogramm reg gedacht: Mit ihm kann man die Registry in der Eingabeaufforderung auslesen und Inhalte ändern. Näheres zu seinen Optionen verrät der Aufruf reg /?.

Auch in der Windows PowerShell gibt es Befehle zum Zugriff auf die Registry: Hier erscheint sie als ein Satz virtueller

Laufwerke, in denen man wie durch die Ordner einer Festplatte navigieren kann; Schlüssel spielen die Rolle von Dateien und Ordnern und lassen sich mit den dafür üblichen Befehlen anlegen, löschen, kopieren, umbenennen und so weiter. Einstiege in die zuständige Dokumentation liefern die Aufrufe Get-Help Registry und Get-Help about\_Providers.

### Was ist wo?

**?** Schlüssel, Einträge, HKEY\_CLASSES\_ROOT, HKEY\_LOCAL\_MACHINE – wie soll man sich denn da zurechtfinden?

**!** Die Daten sind in der Registry hierarchisch organisiert. Diese Ordnung gibt auch der Registry-Editor wieder: In der linken Baumansicht zeigt er die **Schlüssel**. Jeder Schlüssel kann einerseits weitere Schlüssel enthalten – im Registry-Editor durch aufklappbare Untereinträge im Baum dargestellt. Zudem enthalten Schlüssel beliebig viele **Werte** – die Ein-

träge auf der rechten Seite im regedit. Jeder Wert besitzt einen Namen und einen Inhalt. Welcher Art der Inhalt ist, wird durch einen von sechs möglichen Datentypen bestimmt. Die gebräuchlichsten sind Zeichenfolgen, DWORD für Ganzzahlen zwischen 0 und 4 294 967 295 sowie Binärdaten für beliebige Inhalte, die die zuständige Anwendung interpretieren muss.

Es gibt fünf Einstiege in die Schlüsselhierarchie: Unter HKEY\_LOCAL\_MACHINE (kurz HKLM) finden sich Daten, die systemweit gelten, unter HKEY\_CURRENT\_USER (HKCU) solche, die nur das aktuelle Benutzerkonto betreffen. Je nach Geltungsbereich legen Anwendungen ihre Konfigurationsdaten üblicherweise in einem dieser Zweige ab, und zwar in einem Unterschlüssel nach dem Muster Software\Hersteller\Programmname.

In den Unterschlüsseln von HKEY\_CLASSES\_ROOT (HKCR) speichert Windows Informationen über Dateitypen und COM-Klassen, also etwa was passiert, wenn Sie eine bestimmte Datei im Explorer doppelklicken, oder was nötig ist, um eine Excel-Tabelle in ein Word-Dokument einzubetten. Die Daten unter HKCR stammen in Wahrheit aus den Schlüsseln unter HKLM\Software\Classes und HKCU\Software\Classes; existieren in beiden Ästen gleichnamige Werte, gewinnt HKCU.

Unter HKEY\_USERS (abgekürzt HKU) gibt es für jedes aktuell angemeldete Benutzerkonto einen Schlüssel, der dessen HKCU-Zweig entspricht. Dazu gehören auch die Systemkonten „Lokales System“ (S-1-5-18 und .DEFAULT), „Lokaler Dienst“ (S-1-5-19) und „Netzwerkdienst“ (S-1-5-20). Der Schlüssel HKEY\_CURRENT\_CONFIG (HKCC) ist in Zeiten von Plug&Play-Hardware ziemlich unwichtig geworden; er ist auch nur eine Abkürzung zu HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Hardware Profiles\Current.

## Speicherort

**?** Wo genau liegt die Registry auf der Festplatte?

**!** Die Registry verteilt sich auf mehrere sogenannte Hive-Dateien. Wo genau die jeweils liegen, lässt sich in der Registry selbst nachschauen, und zwar unter HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\hivelist. Normalerweise residiert der benutzerspezifische Teil der Registry (HKCU) als ntuser.dat im Benutzerprofil unter c:\users\Kontoname, während der systemspezifische Teil (HKLM) unter c:\windows\system32\config liegt. Dort ist er wiederum auf mehrere Dateien aufgeteilt (siehe Tabelle). Eine Ausnahme ist der Schlüssel HKLM\HARDWARE: Er enthält Informationen über die gerade angeschlossene Hardware und wird dynamisch zur Laufzeit erzeugt, hinter ihm steckt also keine Datei.

## Blick auf die Hive-Dateien

**?** Ich möchte mir selbst einen Eindruck vom Inhalt des Ordners c:\windows\system32\config verschaffen.

**!** Das ist nicht ganz trivial. Das fängt schon damit an, dass der Explorer standardmäßig versteckte und Systemdateien ausblendet. Ändern Sie das in den Ordneroptionen in der Systemsteuerung (heißen bei Windows 10 „Explorer-Optionen“). Entfernen Sie unter Ansicht die Häkchen vor „Erweiterungen bei bekannten Dateien ausblenden“ sowie bei „Geschützte Systemdateien ausblenden“

und bestätigen Sie die Nachfrage. Scrollen Sie weiter runter und stellen Sie unter „Versteckte Dateien und Ordner“ um auf „Ausgeblendete Dateien, Ordner und Laufwerke anzeigen“.

Im Prinzip können Sie nun den Inhalt des Ordners config einsehen, doch geht das nur als Administrator. Der Explorer läuft allerdings auch dann nur mit eingeschränkten Rechten, wenn das von Ihnen genutzte Konto Mitglied der Gruppe der Administratoren ist. Es hilft auch nicht, den Explorer per Rechtsklick „Als Administrator“ auszuführen – da der Explorer auch als Shell läuft, würde einfach nur ein weiteres Fenster aufgehen, welches wieder nur mit eingeschränkten Rechten läuft.

Sie könnten die Rechte am Ordner config anpassen, um mit eingeschränkten Rechten hineinschauen zu können. Weniger Gefahr von Nebenwirkungen birgt es jedoch, einen alternativen Dateimanager wie Total- oder FreeCommander zu benutzen und den mit Administratorrechten zu starten. Sollten Sie so etwas nicht zur Hand haben, geht es auch ohne: Starten Sie den Editor Notepad aus dem Startmenü via Kontextmenü „Als Administrator“. Drücken Sie Strg+O für den „Öffnen“-Dialog und stellen Sie die Ansicht unten rechts von „Textdateien (\*.txt)“ auf „Alle Dateien (\*.\*)“ um. Nun können Sie sich im Öffnen-Dialog zum Ordner config durchhangeln und hineinschauen.

### Dateien der Registry-Hives

Registry-Schlüssel	Datei	Zweck
HKEY_CURRENT_USER	c:\users\Kontoname\ntuser.dat	kontospezifische Einstellungen
HKLM\components	c:\windows\system32\config\components	Zustand von Windows-Funktionen und -Updates
HKLM\sam	c:\windows\system32\config\sam	Security Accounts Manager, enthält unter anderem Anmeldenamen und Hashes der Kennwörter
HKLM\security	c:\windows\system32\config\security	Sicherheitsrichtlinien und Benutzerrechte
HKLM\software	c:\windows\system32\config\software	systemweit geltende Einstellungen für Windows und Anwendungen
HKLM\system	c:\windows\system32\config\system	Windows-Einstellungen, die bereits während des Hochfahrens benötigt werden, etwa über Treiber und Dienste
HKU\default	c:\windows\system32\config\default	kontospezifische Einstellungen für das Konto „Lokales System“ (local system)
HKU\S-1-5-19	c:\windows\system32\ServiceProfiles\LocalService\Ntuser.dat	kontospezifische Einstellungen für das Konto „Lokaler Dienst“ (local service)
HKU\S-1-5-20	c:\windows\system32\ServiceProfiles\NetworkService\Ntuser.dat	kontospezifische Einstellungen für das Konto „Netzwerkdienst“ (network service)



## Registry-Backup

**?** Wie sichere ich die Registry am besten? Kann ich die Hive-Dateien einfach kopieren?

**!** Das Sichern der einzelnen Dateien hilft nicht. Die Informationen in der Registry beziehen sich auf Windows und die installierten Anwendungen, daher sollte alles stets auf demselben Stand sein, um etwa nach Updates Inkonsistenzen zu vermeiden. Sichern Sie daher nicht die Hive-Dateien allein, sondern die komplette Windows-Partition, und zwar mit einem Imager. Ab Windows 8.1 empfehlen wir c't-WIMage dafür [1] (bitte auch [2] beachten). Wer noch Windows 7 benutzt, kann zu Drive Snapshot greifen – eine 1-Jahres-Vollversion ist Bestandteil des c't-Notfall-Windows [3].

## Sicherheitskopie

**?** Ich möchte nur einen einzelnen Schlüssel ändern und davon vorher ein Backup erzeugen. Geht das nicht mit weniger Aufwand als mit einem Image?

**!** Ja, Sie können Schlüssel auch einzeln sichern – und sollten sich angewöhnen, das immer zu tun, bevor Sie Einstellungen direkt in der Registry ändern. Der zuständige Befehl steckt beim Registry-Editor im Datei-Menü und heißt Exportieren. Bevor Sie ihn aufrufen, müssen Sie den zu speichernden Schlüssel in der Baumansicht auswählen – wenn Sie vorhanden, Schlüssel zu löschen, setzen Sie sicherheitshalber eine Etage höher an als direkt bei diesem Schlüssel. Komplette Wurzelschlüssel wie HKCU oder HKCR auf diese Weise zu sichern, ergibt aber wenig Sinn: Zum einen würde die entstehende Datei sehr groß werden, zum zweiten ändern sich zahlreiche Registry-Einträge recht oft, sodass Sie beim großflächigen Zurückimportieren womöglich irgendeine Systemfunktion aus dem Tritt bringen.

Bei den .reg-Dateien, die der Exportieren-Befehl erzeugt, handelt es sich um

gewöhnliche Textdateien, die Sie mit einem beliebigen Editor wie Notepad bearbeiten können. Aber Vorsicht: Wie in der Registry selbst können unbedachte Änderungen hier weit reichende Folgen haben.

Um eine .reg-Datei wieder in die Registry einzulesen, verwenden Sie den Befehl Datei/Importieren im Registry-Editor. Alternativ können Sie die Datei auch einfach im Explorer doppelklicken.

## Aufräumen

**?** Man liest ja immer wieder, dass eine volle Registry Windows ausbremst. Welches Tool können Sie mir empfehlen, um sie aufzuräumen?

**!** Gar keines. Eine große Registry hat unseren Tests zufolge kaum mess-, geschweige denn spürbare Auswirkungen auf die Systemgeschwindigkeit. Das ist auch logisch, denn Windows und Anwendungen lesen immer nur die Einträge, die sie kennen. Die paar Bytes, die unbenutzte Einträge auf der Festplatte belegen, sind selbst bei einer knapp bemessenen SSD vernachlässigbar. Die Gefahr, dass so ein angeblicher Windows-Beschleuniger Einträge löscht, die eigentlich noch gebraucht werden, ist unserer Erfahrung nach jedenfalls deutlich größer als die Aussicht auf eine tatsächliche Geschwindigkeitssteigerung.

## Schreibfehler

**?** Bei dem Versuch, bestimmte Registry-Werte zu ändern oder zu löschen, meldet der Registry-Editor immer mal wieder, dass er die Änderung nicht schreiben konnte. Was kann ich dagegen tun?

**!** Wahrscheinlich fehlt Ihnen die Berechtigung, die gewünschte Änderung durchzuführen. Registry-Schlüssel tragen ähnlich wie Dateien und Ordner auf NTFS-Laufwerken Sicherheitsinformationen, die festlegen, welcher Benutzer hier lesen, schreiben, löschen und so weiter

darf. Standard-Benutzer haben Schreibzugriff nur auf Unterschlüssel von HKCU, also die Daten, die zu ihrem Benutzerprofil gehören.

Nur wenn der Registry-Editor von einem Mitglied der Benutzergruppe der Administratoren gestartet wird, bittet er per UAC-Abfrage um volle Rechte. Dann kann der Benutzer fast überall lesen und schreiben. Ausnahme sind die Unterschlüssel von HKLM\SAM, in denen unter anderem die Passwort-Hashes aller Benutzerkonten gespeichert sind: Sie bleiben selbst Administratoren verborgen.

Entsprechende eigene Berechtigungen vorausgesetzt können Sie die Rechte an Registry-Schlüsseln notfalls auch ändern; im Registry-Editor dient dazu der Befehl „Berechtigungen“ aus dem Kontextmenü von Schlüsseln. Der daraufhin erscheinende Dialog funktioniert genauso wie die Seite „Sicherheit“ auf dem Eigenschaften-Dialog von Dateien und Ordnern im Explorer. Ähnlich wie im Dateisystem ist es aber auch in der Registry keine gute Idee, Rechte zu lax zu vergeben – wir können eigentlich nur davor warnen, hier überhaupt Hand anzulegen: Die nächste Malware wartet schon darauf, die Lücken auszunutzen, die man durch unbedachte Änderungen aufreißt.

## HKCU unter HKU suchen

**?** Der Schlüssel HKCU ist ja bloß ein Spiegel eines der Schlüssel unter HKU. Doch da derzeit mehrere Konten angemeldet sind, finde ich dort viele Unterschlüssel. Wie bekomme ich heraus, welcher zu meinem Konto gehört?

**!** Mit einem Kniff: Erzeugen Sie direkt unter HKCU einfach einen Zeichenfolgenwert namens Werbinich, dem Sie als Inhalt den Namen des von Ihnen gerade benutzten Kontos zuweisen. Anschließend klicken Sie die Schlüssel unter HKU so lange durch, bis Sie die Zeichenfolge dort wiedergefunden haben – dieser Schlüssel ist dann der Ihres Kontos. Wenn Sie das einmal mit allen Benutzerkonten machen, wird das Identifizieren künftig einfach.



Anzeige

Anzeige



# Bot-Baukasten

## Chatbot zusammenklicken und betreiben mit Chatfuel



Bild: Katharina Berndt

**Um einen Chatbot für Facebooks Messenger zu betreiben, muss man nichts programmieren, sondern kann sich ganz den Inhalten widmen – und der Nutzerführung. Da sprachliche Bedienoberflächen völlig anders funktionieren als grafische, muss man sich allerdings erst einmal zurechtfinden.**

Von Jo Bager

**E**s gibt mittlerweile mehr als 30.000 Bots für den Facebook Messenger. Der Wetterbot Poncho etwa beantwortet Fragen wie „Do I need an umbrella tomorrow“, News-Bots wie der vom Guardian geben einen Nachrichtenüberblick, und mit E-Commerce-Bots kann man per Messenger sogar shoppen. Dass es so viele Bots gibt, liegt nicht zuletzt an etlichen Baukästen und Programmier-Frameworks, die es einfach machen, Bots zu bauen und zu betreiben.

Aber wie geht das eigentlich – einen eigenen Bot bauen? Wir haben es anhand eines simplen Beispiels ausprobiert: „Mär-

chenpepe“ liefert auf Zuruf Literatur häppchenweise für unterwegs. Unter <https://www.facebook.com/Maerchenpepe> und <https://www.messenger.com/t/959619217473459> kann man ihn ausprobieren.

Wer eine Konversation mit Pepe startet, den begrüßt der Bot kurz und erklärt ihm, was er kann: kurze Märchen oder Fabeln erzählen. Anschließend präsentiert Pepe eine Auswahl von drei Geschichten. Der Besucher klickt oder tippt eine davon an – und los geht’s. Alternativ versteht Pepe auch „egal“ und wählt dann aus seinem Fundus von neun Märchen

eines zufällig aus. Wer Pepe bereits kennt und ein bestimmtes Märchen erzählt haben möchte, der tippt einfach den Titel oder Teile davon ein. Nach jeder Geschichte bietet Pepe an, kurz etwas zum Hintergrund zu erzählen oder eine weitere zu liefern.

Um Pepe zu verwirklichen, habe ich den Dienst von Chatfuel benutzt. Dort kann man einen Bot kostenlos betreiben, sofern er nicht mehr als 100.000 Konversationen pro Monat führt. Diese Zahl sollte sich nicht so schnell erreichen lassen. In den kostenlosen Bots platziert Chatfuel einen sehr dezenten Werbe-Link. Außer für den Facebook Messenger lassen sich mit Chatfuel auch Bots für den Messenger Telegram bauen. Da ein Bot im Facebook Messenger aber wesentlich mehr potenzielle Anwender erreicht, beschränkt sich dieser Artikel auf die Facebook-Plattform.

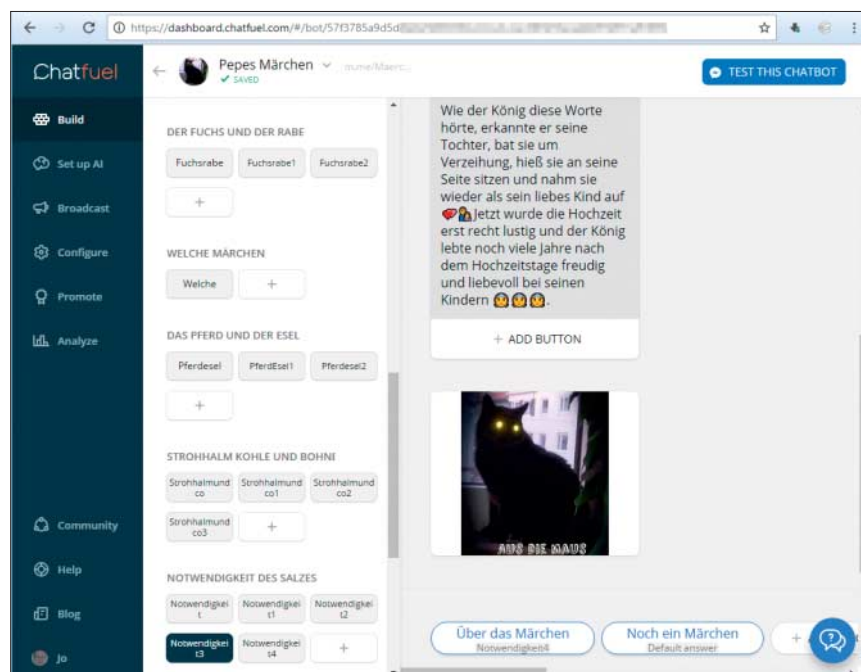
Die Arbeit an einem Bot läuft bei Chatfuel komplett in einer Web-Oberfläche ab. Um loszulegen, loggt man sich auf der Chatfuel-Homepage mit seinem Facebook-Account ein. Daraufhin erhält man eine Übersicht seiner Chatbots. Klickt man auf einen der Bots, so öffnet Chatfuel ihn in der Administrationsansicht.

## Gesprächs-Management

Unter dem Punkt „Build“ der Bot-Administration verbringt ein Bot-Betreiber die meiste Zeit. Dort unterhält Chatfuel eine Art Content Management System für Bot-Dialoge. Der Bot-Betreiber erzeugt und editiert dort sogenannte Cards und ordnet sie in Blöcken an. Cards entsprechen den Mitteilungen, die der Bot im Einsatz seinen Gesprächspartnern übermittelt. Sie können zum Beispiel Texte und Bilder enthalten.

Ein paar Standard-Cards sind schon vorgegeben, etwa „Welcome Message“ und „Default Answer“. Ersteres ist die Begrüßung, mit der ein Bot neue Gesprächspartner empfängt. Bei Pepe enthält sie zwei kurze Textkarten, die erklären, was Pepe kann, sowie ein Foto des realen Katers Pepe, der für den Bot Pate stand.

Die Default Answer ist der wichtigste Inhaltsblock eines Bots, denn er stellt sein Hauptmenü dar. Ein Bot zeigt seine Default Answer an, wann immer der Gesprächspartner etwas eintippt, wofür der Bot keinen anderen Inhaltsblock vorgesehen hat. Nach seiner kurzen Selbstvorstellung in der Welcome Message etwa fragt Pepe den Gesprächspartner: „Alles klar?“ Egal, ob der dann mit „Okay“ „O.K.“ oder



In der Administrationsoberfläche von Catfuel verwaltet man Text-, Bild- und andere Botschaften seines Bots.

„Ja“ antwortet – immer kommt die Standardantwort zum Zuge. Der Bot-Betreiber kann Dialoge aber auch gezielt zur Default Answer leiten. Pepe zeigt die zur Default Answer gehörende Nachricht zum Beispiel an, wenn er ein Märchen zu Ende gelesen hat und der Gesprächspartner ein weiteres angezeigt bekommen möchte.

Als Hauptmenü stellt die Default Answer eine Handvoll Märchen zur Auswahl. Dafür nutzt Pepe eine Card vom Typ Gallery. Maximal fünf Artikel lassen sich damit nebeneinander präsentieren, inklusive Aufmacher, Überschrift, Vorlaufertext und einem Button. Mit schönen Grafiken präsentiert Pepe in der Default Answer drei Märchen, von denen sich der Besucher eins auswählt. Klickt oder tippt der Gesprächspartner auf einen der Buttons, ruft Pepe den Block mit den ersten Karten des jeweiligen Märchens auf.

Grundsätzlich lassen sich mit Buttons auch beliebige URLs aufrufen – per Browser. Der Gesprächspartner wird so also aus dem Dialog herausgeleitet. Das kann für Website-Betreiber sinnvoll sein, die ihren Traffic nicht an den Messenger verlieren möchten, sondern diesen als Werbekanal für ihre Webseiten sehen. Auch Pepe verweist an einigen Stellen auf Quellen außerhalb des Messengers. Ein Gesprächspartner, der einem solchen Link folgt, ist erst einmal raus aus dem Messenger: ein Bruch des Kommunikationsflusses.

## Kürze Würze

Der Einstieg in die Erzählung eines Märchens umfasst jeweils ein Bild mit der Überschrift und drei bis vier kurze Postings mit dem Anfang des Märchens. Wer versucht, seinen Bot längere Texte sprechen zu lassen, kommt nicht umhin, diese auf mehrere Karten aufzuteilen: Die Maximalgröße eines Posting ist auf 320 Zeichen beschränkt. Auch an anderen Stellen gibt Chatfuel sehr enge Grenzen vor, etwa bei den Beschriftungen für Knöpfe.

Die Maximallänge der Postings sind der Grund, weshalb Pepe nur kurze Märchen erzählt: Eine längere Geschichte wie Hänsel und Gretel in vielen, vielen kleinen Bruchstücken übermittelt zu bekommen, dürfte wenig unterhaltsam sein. Aber auch kurze Märchen benötigen bis zu acht oder zehn Karten: Diese auf einen Rutsch auszuliefern widerspricht den Nutzungsgewohnheiten bei Messengern und erschlägt den Märchenempfänger.

Um die Märchenerzählung zu strukturieren, habe ich bei Pepe eine Technik genutzt, die ich von den News-Apps Quartz und Resi übernommen habe: Pepe gibt dem Leser eine Frage mit nur einer Antwortmöglichkeit in Form eines Knopfes vor: „Und dann?“ etwa oder „Wie gemein!“ – eine Art geführter Dialog. Mit Chatfuel lässt sich so ein Knopf an jede Text-Card anhängen. Klickt der Gesprächspartner auf einen solchen Knopf,

IF USER SAYS SOMETHING SIMILAR TO:

Welches Märchen kennst Du? Welche Märchen kennst Du? Märchen

BOT REPLIES WITH BLOCK: Welche Enter block name

IF USER SAYS SOMETHING SIMILAR TO:

Tabak Der Tabak

BOT REPLIES WITH BLOCK: Tabak Enter block name

„AI“-Regeln helfen, freie Fragen der Gesprächspartner abzufangen.

lädt Pepe dann die nächste Charge Textblöcke des Märchens.

Am Ende jeder dieser Märchenerzählungen präsentiert Pepe ein Bild von sich mit einem Spruch wie „Aus die Maus“, damit klar ist, dass die Geschichte zu Ende ist. Anschließend folgt eine Karte vom Typ „Quick Reply“. Damit lassen sich mehrere Antworten vorformulieren. Der Leser kann dort entscheiden, mehr über das Märchen zu erfahren oder „Noch ein Märchen“ empfangen zu können. Die erste Wahl liefert ein wenig Hintergrundinformationen zum Märchen und zum verwendeten Bild, inklusive der Links zu den Quellen. Anschließend bietet der Hintergrund-Block dem Leser per Knopf ebenfalls weitere Märchen an.

## Flexibilität und Charakter

Pepe ist mit den beschriebenen Elementen bereits ein völlig funktionsfähiger Bot, der jede Frage des Benutzers beantwortet – im Zweifelsfall mit der Default Answer – und ihn ansonsten geradlinig durch die Märchen führt. Jedermann sollte mit der Navigation des Bots zu recht kommen; Pepe lässt keinen Gesprächspartner in der Luft hängen.

Besonders interaktiv ist Pepe aber noch nicht. Vielleicht weiß der wiederkehrende Besucher bereits, welches Märchen er präsentiert bekommen möchte, und will es direkt aufrufen. Für solche Zwecke kommen sogenannte AI-Regeln zum Einsatz. Sie lassen sich unter „Set up AI“ in der Chatfuel-Navigation einrichten.

Mit echter AI, also künstlicher Intelligenz, haben diese Regeln allerdings nichts zu tun. Vielmehr handelt es sich um simple Mustererkennung: Auf bestimmte Schlüsselwörter oder -phrasen lässt man seinen Bot mit bestimmten Texten oder Blöcken antworten. Pepe nutzt das für eine vereinfachte Navigation zu bestimmten Märchen: Gibt der Gesprächspartner etwa „Frost“ oder „Väterchen Frost“ ein,

startet Pepe sofort mit dem russischen Märchen. Chatfuel hält im AI-Bereich eine Auswahlbox für die Sprache des Bots vor, in der man auch „German“ auswählen kann. Eine Auswirkung dieser Einstellung habe ich aber nicht feststellen können.

Zwei AI-Regeln verwirklichen eine Art Inhaltsverzeichnis sowie eine Zufallswiedergabe. Für das Inhaltsverzeichnis reagiert Pepe auf Fragen wie „Welche Märchen kennst Du?“ mit einem Textblock, der alle Märchen enthält. Die Zufallswiedergabe reagiert auf die Eingaben „egal“, „zufällig“, „irgendeine“ oder „irgendeines“. Die Antwort zeigt einen Block vom Typ „Go to Block“ an. Man findet ihn in der „Add a card“-Liste mit einem Klick auf „Plug-in“. Eine solche Karte kann zu anderen Blöcken verzweigen. Damit lässt sich eine Zufallswiedergabe realisieren, indem man den Schalter „Random“ aktiviert und mehrere Zielblöcke angibt.

Genauso wichtig wie die Benutzerführung und die Postings des Bots ist seine Persönlichkeit – niemand spricht gerne mit etwas, das vollständig unpersönlich rüberkommt. Ich habe mit relativ einfachen Mitteln versucht, Märchenpepe ein Gesicht zu geben. Dazu zählen die Pepe-Fotos, die der Bot bei der Begrüßung und am Ende jeder Geschichte präsentiert.

Außerdem garniert Pepe seine Märchen und Fabeln mit Emojis. Hierbei hat Emojipedia gute Dienste geleistet. Diese englischsprachige Website liefert Übersichten der kleinen Grafiken und lässt sich nach Stichworten durchsuchen. Wer ein passendes Emoji gefunden hat, kopiert es mit einem Klick in die Zwischenablage. Von dort aus lässt es sich im Chatfuel-Backend einsetzen.

## Schnittstellen

In vielen Fällen sollen Bots als neue Bedienoberflächen für bereits bestehende Systeme eingesetzt werden, etwa für

Buchungssysteme oder Online-Shops. Dabei wird man einen Großteil der Bot-Aktionen so anlegen, dass sie sich automatisiert aus bereits vorhandenen Datenquellen speisen. Dafür hält Chatfuel eine Reihe von Schnittstellen bereit, zum Beispiel RSS. Um die Inhalte eines RSS-Feeds anzuzeigen, wählt man unter „Plugin“ einen Block vom Typ „RSS import“ aus.

Ein solcher Block setzt eine Feed-URL und einen Namen voraus. Die Darstellung der Plug-in-Inhalte lässt sich nach Belieben anpassen. So kann der Bot-Betreiber einen Knopf einblenden lassen, der es Gesprächspartnern ermöglicht, RSS-Inhalte zu abonnieren. Auch die standardmäßig englischsprachigen Beschriftungen des Plug-ins lassen sich eindeutschen. Leider kenne ich keinen Märchen-RSS-Feed. Ich habe daher als versteckte Funktion den Feed vom Postillon in Pepe integriert. Pepe erwähnt es nirgendwo, aber wenn man ihn nach „Postillon“ fragt, zeigt er die Überschriften und Anrisstexte der letzten drei Beiträge des Satire-Magazins Postillon an.

In Form von Plug-in-Blöcken stellt Chatfuel noch mehr als zwei Dutzend weitere APIs für externe Anwendungen bereit, von der Google-Suche über Twitter (via IFTTT) bis hin zu WordPress (via Zapier). Die wohl mächtigste Programmierschnittstelle ist das JSON-API. Chatfuel kann Benutzereingaben speichern oder abhängig von Benutzereingaben interne sogenannte Benutzerattribute speichern, auf gut Deutsch also Variablen. Diese lassen sich via JSON an externe Anwendungen übertragen und deren Antworten als Cards darstellen. Diese Möglichkeiten, Daten mit externen Anwendungen auszutauschen, eröffnen fast beliebige Anwendungsmöglichkeiten.

## Und los!

Mit Chatfuel angelegte Bots und Bot-Fragmente lassen sich vor der Veröffentlichung unter Live-Bedingungen testen. Dazu klickt man im Dashboard oben rechts auf „Test this chatbot“ und dann „Open in Messenger“. Auf diese Weise startet Chatfuel eine Test-Session, die ausschließlich für den Bot-Betreiber zugänglich ist.

Unter dem Punkt „Configure“ des Chatfuel-Backends lassen sich administrative Details des Bot einstellen, bevor man ihn veröffentlicht. Dazu zählt die Zeitzone, die beim automatischen, zeitgesteuerten Versand von Nachrichten an die Nutzer des Bots ausschlaggebend ist.



Im Configure-Bereich lassen sich auch weitere Bot-Admins einladen, die bei der Pflege des Bots helfen sollen.

Außerdem kann dem Bot dort ein dauerhaftes Menü gegeben werden. Der Facebook Messenger blendet ein Icon für das Menü unten links neben dem Eingabefeld ein. Dieses Menü lässt sich aber nicht mit dem einer ausgewachsenen Anwendung oder App vergleichen. Das grafische Menü ist eher ein Rettungsanker, der greift, wenn sich der Gesprächspartner verirrt hat. Chatfuel sieht nur eine Menüebene vor. Man sollte nicht zu viele Menüeinträge hinterlegen, das verwirrt nur. Pepe bietet nur zwei Menübefehle an, „Märchenüberblick“ und „Neustart“. Chatfuel bettet noch einen weiteren Menüeintrag mit Werbung für seinen Dienst ein – die einzige Gegenleistung, die man für das kostenlose Angebot des Anbieters entwickeln muss.

Unter „Configure“ lässt sich der Bot scharf schalten. Dafür muss man Chatfuel das Recht einräumen, auf seinen Facebook-Seiten veröffentlichen zu dürfen. In einem zweiten Schritt geht es darum, eine Facebook-Seite für den Bot einzurichten. Ich habe eine Seite für einen „fiktiven Charakter“ eingerichtet und diesen „Märchenpepe“ genannt. Schließlich erzeugt Chatfuel dann einen Bot, der mit der Seite assoziiert wird.

Facebook hat Bot-Funktionen erst im letzten Jahr an sein Messenger-System angeflanscht; besonders ausgereift ist das Zusammenspiel noch nicht. Dass da erst zusammenwachsen muss, was zusammengehört, merkt man an vielen Stellen.

So sieht man einer Facebook-Seite standardmäßig nicht an, dass es einen zu ihr gehörenden Bot gibt. Wer möchte, dass Besucher der Facebook-Seite eines Bots mit dem Bot kommunizieren, muss erst auf der Seite unter der Header-Grafik einen „Nachricht senden“-Button einrichten. Um auf einen Bot auf einer Homepage außerhalb von Facebook aufmerksam zu machen, stellt Chatfuel im „Promote“-Bereich seines Backends den nötigen HTML-Code bereit.

Läuft der Bot, präsentiert Chatfuel im Bereich „Analyse“ interessante Nutzungsstatistiken, zum Beispiel die beliebtesten Blocks. Als Betreiber von Pepe sehe ich zum Beispiel, welche Märchen am häufigsten abgerufen werden. Unter „Popular user inputs“ zeigt Chatfuel, welche Fragen die Anwender an den Bot stellen. Mitunter findet man dort Fragen, die man noch nicht berücksichtigt hat, und somit Ideen, wie man seinen Bot erweitern kann („frau hole“). Eine ausführliche Auswertung der Kommunikationspfade der Anwender sieht Chatfuel allerdings nicht vor. Wer genau sehen will, wie einzelne Gesprächspartner mit dem Bot kommuniziert haben, findet im Bereich „Nachrichten“ der Facebook-Seite seines Bots alle Chats im Detail.

Unter „Broadcast“ kann der Bot-Betreiber die Nutzer seines Bots ab und zu an den Bot erinnern – indem er ihnen Nachrichten pusht, ihnen also ohne Nachfrage Nachrichten zukommen lässt. Damit sollte er es aber auf keinen Fall übertreiben, sonst nehmen die Bot-Nutzer die Meldungen als Spam wahr und klicken sich aus. Ich werde die Nutzer von Pepe



Das kurze Märchen für zwischendurch: Es genügt ein Teil des Titels als Anfrage und Pepe liefert das passende Märchen in mundgerechten Häppchen.

mit Push-Nachrichten informieren, wenn ich dem Kater ein paar neue Märchen beigebracht habe. Push-Nachrichten lassen sich auch zeitgesteuert absetzen.

## Fazit

Bots ermöglichen völlig neuartige Anwendungen. Zudem bieten sie für Nutzer fast keine Einstiegshürde: Chatten kann jeder, weshalb auch fast jeder den Facebook Messenger nutzt. Darin muss man nichts installieren, um mit dem Bot zu quatschen, sondern einfach einen Dialog beginnen.

Mit Chatfuel und Co. ist es ziemlich einfach, einen Bot zu bauen und zu betreiben. Erste Experimente mit Pepe zeigen aber auch: Man kann schnell ein paar Nutzer dazu bewegen, den Bot auszuprobieren. Ebenso schnell sind sie aber auch wieder weg. Die Kunst beim Betrieb eines Bots liegt wohl darin, die richtige Klientel anzulocken und ihr immer wieder Mehrwert anzubieten, damit sie bei der Stange bleibt. (jo@ct.de)

**Weiterführende Informationen:**  
[ct.de/y47s](https://ct.de/y47s)

## Weitere Chatbot-Baukästen

Außer Chatfuel gibt es eine Reihe weiterer Dienstleister, die mit ähnlichen Plattformen um potenzielle Bot-Betreiber buhlen. Dazu zählen unter anderem ManyChat, Spectrm, Sequel und Botsify – jeweils mit eigenen Vor- und Nachteilen. Die Stärke von Botsify etwa ist seine WordPress-Integration. Im Unterschied zu Chatfuel, mit dem man beliebig viele kostenlose Bots bauen darf, (sofern sie weniger als 100.000 Konversationen pro Monat führen), sind die Dienste von Botsify dagegen nur für einen Bot kostenlos, und auch nur so lange dieser nicht mehr als 100 Gesprächspartner pro Monat hat.

Neben diesen Plattformen mit grafischen Bedienoberflächen gibt es noch etliche weitere, die tiefer ansetzen. Dazu zählen das Microsoft Bot Framework, API.ai oder Wit.ai. Wit.ai gehört zu Facebook; seine Nutzung ist kostenlos. API.ai wiederum ist kürzlich von Google übernommen worden. Seine Dienste sind kostenlos bis zu einer durchschnittlichen Bandbreite von einem Request pro Sekunde. Das dürfte für viele Anwendungsszenarien völlig ausreichen. API.ai könnte zukünftig noch wichtiger werden, weil Google es als Entwicklerwerkzeug für die sogenannten Voice Actions seines Assistenten vorsieht.





Bild: Rudolf A. Blaha

# Dirty Cow, Holy Cow

## Wie eine Linux-Lücke auch Android-Nutzern und -Angreifern zu Root-Rechten verhilft

**Nutzen Sie Android? Dann ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass darin mindestens eine gefährliche Sicherheitslücke klappt. Ein möglicher Kandidat heißt „Dirty Cow“. Durch die Lücke können beliebige Apps mit Root-Rechten auf Ihrem Android-Gerät schalten und walten.**

**Von Joel Stein**

**B**erühmt wurde die Dirty-Cow-Lücke im Oktober vergangenen Jahres: Der Entwickler Phil Oester entdeckte unter Linux einen zuverlässigen Weg, als Nutzer mit eingeschränkten Rechten beliebige Befehle als root auszuführen. Er gab dem

Kind einen Namen und veröffentlichte seinen Fund. Das Sicherheitsproblem schlummerte zu diesem Zeitpunkt bereits seit fast zehn Jahren im Linux-Kernel – und damit nicht nur in Linux-Desktops und -Servern, sondern auch in unzähligen Embedded-Geräten des Internet der Dinge sowie Android-Smartphones und Tablets. Dirty Cow lauert in allen Versionen zwischen 2.6.22 und 4.8.3, ausgenommen einiger nachträglich abgesicherter. Android startete mit Linux-Kernel 2.6.25 und ist somit von Anfang an betroffen.

Android-Nutzer haben mit Dirty Cow mit Abstand das größte Problem, denn hier hat man die Sicherheit des Systems in aller Regel nicht selbst in der Hand. Bei Embedded-Geräten wie Routern, Smart-TVs oder IP-Kameras ist durch Ausnut-

zung der Lücke hingegen meist nicht viel zu holen: Häufig laufen diese Systeme im Einbenutzer-Modus, also hat ein Angreifer bereits Root-Rechte, wenn er Code ausführen kann.

Kurz nach Entdeckung der Lücken standen Patches für alle wichtigen Linux-Distributionen bereit, mit denen man das Sicherheitsloch unkompliziert stopfen kann. Google reagierte zwar ebenfalls mit Patches für Android, davon hatten die meisten Nutzer allerdings erst mal nichts: Zur Installation müssen die Gerätehersteller die Patches zunächst testen und in Firmware-Updates packen. Und daran scheitert es nur allzu oft. Etliche Android-Geräte sind bis dato für Dirty Cow anfällig und werden es wohl für immer bleiben. Das bedeutet konkret, dass eine bösartige

App eines Angreifers als root weitreichend ins System eingreifen kann, um etwa unbemerkt jegliche Nutzeraktivität auszuspiionieren oder Datenverbindungen zu manipulieren. Abhilfe schafft nur eine aktuelle Android-Version (siehe Abschnitt „Kühe abwehren“).

## Dirty Copy On Write

Dirty Cow hat nichts mit ungewaschenen Rindern zu tun; es steht für „Dirty Copy On Write“. Die Lücke in der Speicherverwaltung ist auch unter der technischen Bezeichnung CVE-2016-5195 bekannt. Ein Angreifer kann durch sie in Speicherbereiche schreiben, die er eigentlich nur lesen dürfte. Diese Rechtheausweitung (Privilege Escalation) entsteht durch eine sogenannte Race Condition.

Der Angreifer öffnet zunächst die Datei als read-only, in die er unerlaubt schreiben möchte. Er nutzt die Funktion `mmap()`, um die Datei direkt in den virtuellen Adressraum seines Prozesses einzublenden. Die Funktion erstellt aus Effizienzgründen noch keine eigene Kopie für den Prozess, sondern erlaubt (lesenden) Zugriff auf die Originaldaten. Erst wenn der Prozess versucht, diesen Speicherbereich zu beschreiben, erhält er seine eigene Kopie der Daten (Copy On Write). Der Prozess des Angreifers darf die Kopie der Datei in seinem Speicher modifizieren, die Änderungen dürfen jedoch in keinem Fall zurück in die ursprüngliche Datei geschrieben werden – dafür fehlen dem Angreifer schließlich die Rechte.

Danach startet der Prozess zwei Threads, die parallel laufen. Der erste Thread teilt dem Speichermanagement kontinuierlich mit, dass der Prozess den zuvor zugewiesenen Speicherbereich nicht mehr benötigt. Konkret nutzt der Thread dazu den Befehl `madvise()` mit dem Flag `MADV_DONTNEED`. Dadurch gibt das Speichermanagement den Bereich mit den bislang unveränderten Daten frei. In C sieht das in etwa wie folgt aus:

```
for (i = 0; i < LOOP; i++) {
    madvise(arg->offset, arg->patch_size,
            MADV_DONTNEED);
}
```

Greift der Prozess anschließend entgegen der Ankündigung noch mal schreibend auf den Bereich zu, muss das Speichermanagement erneut eine Kopie der Datei in den Speicher schaufeln. Und dazu kommt es auch: Der zweite Thread schreibt immer wieder in den privaten Speicher des Prozesses. Dabei schreibt der

Thread die Daten, die der Angreifer im Dateisystem anstelle der geschützten Datei platzieren möchte. Das kann man sich wie folgt vorstellen:

```
mem = open("/proc/self/mem", O_RDWR);
for (i = 0; i < LOOP; i++) {
    lseek(mem, arg->offset, SEEK_SET);
    write(mem, arg->patch,
          arg->patch_size);
}
```

Bis hierhin wäre die Welt eigentlich noch in Ordnung: Der Prozess führt zwar ohne ersichtlichen Sinn zwei Threads aus, die den Speicher kontinuierlich freigeben und parallel beschreiben, ein Sicherheitsproblem ist das aber nicht – wäre da nicht Dirty Cow. Durch das wiederholte Schreiben kann es passieren, dass einer dieser Schreibversuche in genau dem Moment stattfindet, in dem sich die Speicherverwaltung in einem inkonsistenten Zustand befindet. Das Resultat: Der Schreibzugriff landet statt in einer privaten Kopie der Daten letztlich im Original auf der Festplatte, auf die der Angreifer keine Schreibrechte hat. Der Fehler besteht darin, dass das Speichermanagement zwar vor einem Schreibvorgang mittels des Flags `FOLL_WRITE` überprüft, ob die zu beschreibende Page als schreibbar markiert ist. Zum Zeitpunkt der Überprüfung ist jedoch nicht sichergestellt, dass diese Angabe korrekt ist. So wird unter Umständen der Schreibvorgang ausgeführt, obwohl noch keine Kopie erstellt wurde.

Und das hat fatale Folgen: Der Angreifer kann so etwa ausführbare Dateien manipulieren, bei denen das sogenannte `setuid`-Bit beziehungsweise die Capability „`setuid`“ gesetzt ist. Solche Dateien werden nicht im Kontext des angemeldeten Nutzers ausgeführt, sondern im Namen

ihres Besitzers – und der heißt zum Beispiel root. Das ist gängige Praxis, etwa bei Systemwerkzeugen wie `ping`, die Systemressourcen nutzen müssen, auf die ein Nutzer mit eingeschränkten Rechten keinen Zugriff hat. Dennoch soll er das Programm benutzen dürfen. Das ist unter normalen Umständen unproblematisch, da der Nutzer den Inhalt der auszuführenden Datei nicht ändern kann.

Durch Dirty Cow kann ein böswilliger Nutzer `ping` jedoch gegen sein eigenes Binary ersetzen und anschließend im `root`-Kontext starten. Ein anderer Ansatz zur Rechtheausweitung ist das Überschreiben der Datei `/etc/passwd`, welche für die Benutzerverwaltung zuständig ist. Der konkrete Angriffsweg unterscheidet sich je nach System. Ein Exploit für ein Desktop-Linux funktioniert deshalb nicht zwangsläufig auch unter Android.

## Dirty Cow trifft auf Android

Auf Android-Geräten ist Dirty Cow nicht nur Fluch, sondern potenziell auch Segen: Einerseits kann sich eine bösartige App durch die Lücke am Rechthesystem vorbei höchstmögliche Rechte verschaffen. Andererseits steht diese Hintertür auch dem legitimen Besitzer des Geräts offen. Anders als etwa bei Desktop-Linuxen ist bei den meisten Android-Smartphones und -Tablets nämlich kein Weg vorgesehen, als `root` auf das System zuzugreifen.

Wir ließen das schmutzige Rindvieh exemplarisch auf einem anfälligen HTC-Smartphone des Typs One M9 mit Android 6.0 frei, um ein typisches Rooting-Szenario durchzuspielen. Zunächst suchten wir auf dem Gerät nach geeigneten Zielen für den Dirty-Cow-Angriff – also Binaries, die wir starten dürfen oder welche vom System gestartet werden und die

```
shell@htc_himauhl:/ $ run-as
run-as: Usage:
  run-as <package-name> [--user <uid>] <command> [<args>]
254]shell@htc_himauhl:/ $ /data/local/tmp/dirtycow /system/bin/run-as /data/local/tmp/run-as

warning: new file size (10056) and file old size (14192) differ

size 14192

[*] mmap 0x7f98828000
[*] exploit (patch)
[*] currently 0x7f98828000=10102464c457f
[*] madvise = 0x7f98828000 14192
[*] madvise = 0 61440
[*] /proc/self/mem 871956480 61440
[*] exploited 0x7f98828000=10102464c457f
shell@htc_himauhl:/ $ run-as id
uid=0(root) gid=0(root) groups=0(root),1004(input),1007(log),1011(adb),1015(sdcard_rw), <
1028(sdcard_r),3001(net_bt_admin),3002(net_bt),3006(net_bw_stats) context=u:r:runas:s0
shell@htc_himauhl:/ $ run-as whoami
root
```

Durch den Austausch des Android-Tools `run-as` wurden wir `root`.

durch das `setuid`-Bit immer von root ausgeführt werden. Wir stießen auf das Systemprogramm `run-as`, das es Entwicklern erlaubt, Befehle im Kontext eines bestimmten Nutzers oder einer bestimmten App auszuführen, unter gewissen Umständen auch als root.

Normalerweise überprüft `run-as` zunächst, wer es ausgeführt hat. Es funktioniert nur, wenn es von den Nutzern „root“ oder „shell“ gestartet wurde, andernfalls lässt es sich zwar starten, verweigert aber den Dienst. Hier kommt Dirty Cow ins Spiel: Wir ersetzten das Binary durch eine manipulierte Version, welche auf die Security-Checks beim Start verzichtet. Und tatsächlich konnten wir uns damit zum root machen.

Doch hier ist die Geschichte noch nicht zu Ende, denn es zeigte sich, dass wir immer noch nicht die volle Kontrolle über unser Smartphone hatten. So scheiterte etwa der Versuch, ein Dateisystem einzubinden mit einem „Permission denied“. Als erfolgreicher Versuch, das Smartphone zu „rooten“, geht unser Experiment an dieser Stelle noch nicht durch: Wer root sein will, möchte in der Regel auch auf eigentlich geschützte Bereiche des Dateisystems zugreifen, um Android frei nach Gusto zu modifizieren.

## Schutzfunktion SELinux

Unter Android ist standardmäßig die Kernel-Erweiterung SELinux (Security Enhanced Linux) aktiv. Sie hält Prozesse im Zaum, die querschließen. SELinux reguliert anhand von Policies, welche Prozesse auf welche Ressourcen zugreifen dürfen. So ist etwa festgelegt, dass `run-as` keine Dateisysteme einbinden darf, weshalb unser Versuch unterbunden wurde. Um unser Ziel dennoch zu erreichen, mussten wir also an SELinux vorbei – und das ist leichter gesagt als getan.

```
...
mov    x8, #0xdc          // #220, Syscall für clone()
svc     0                  // clone(0,0,0,0,0)
cbnz    x0, #36            // if(clone() != 0) goto offset 36
adrp    x0, 0x990000        // x0 = Page für den String "/system/bin/tc"
add     x0, x0, #0x6e8      // x0 += Offset innerhalb der Page
mov     x2, xzr             // x2 = 0
stp     x0, xzr, [sp, #-16]! // Zeiger auf den String in den Stack Schreiben
mov     x1, sp              // x1 = Zeiger auf den Stack
mov     x8, #0xdd          // #221, Syscall für execve()
svc     0                  // execve("/system/bin/tc",
                          // ["/system/bin/tc", NULL], NULL)
...
```

Diesen Assembler-Code schleusten wir in die Bibliothek `libandroid_runtime.so` ein, um das zuvor ersetzte Binary `/system/bin/tc` auszuführen.

SELinux ist ein elementarer Bestandteil des Sicherheitskonzepts von Android und lässt sich nicht einfach mal so abschalten. Um uns einen Überblick zu verschaffen, analysierten wir die vorgegebenen SELinux-Policies im frei zugänglichen Android-Quellcode. SELinux ordnet Prozessen und Dateien sogenannte Kontexte zu, anhand derer es im laufenden Betrieb die Entscheidung trifft, ob ein bestimmter Zugriff erlaubt ist. Die Kontexte sind in den Policies definiert. Wir stießen auf den recht freizügigen Kontext `zygote`:

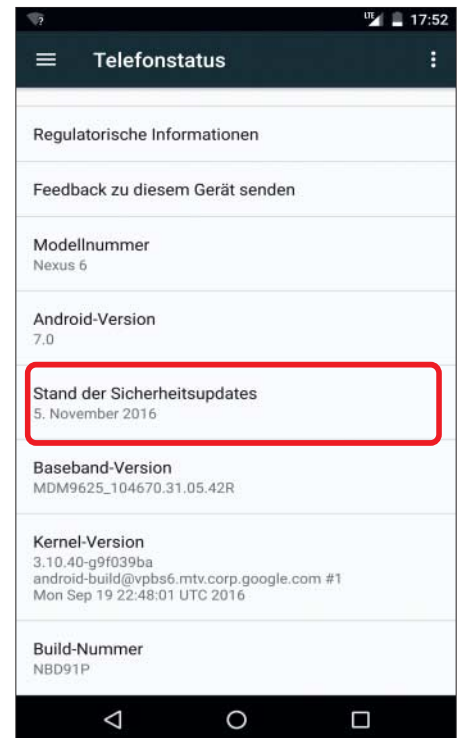
```
# Override DAC on files and switch
# uid/gid.
allow zygote self:capability {
    dac_override setgid setuid
    fowner chown };
# Switch SELinux context to app
# domains.
allow zygote self:process setcurrent;
allow zygote system_server:process
    dyntransition;
```

Der `zygote`-Kontext gehört zum gleichnamigen System-Daemon, der sehr früh beim Start von Android ausgeführt wird. Er ist für den Start aller Apps verantwortlich und darf viel. So kann er wie auch schon `run-as` die `userid` setzen und sogar in den `system_server`-Kontext wechseln. Und der hat es in sich:

```
# Trigger module auto-load.
allow system_server kernel:system
    module_request;
```

Das heißt im Klartext, dass `system_server` die Berechtigung liefert, ein Kernel-Modul zu laden und somit Code im Kernel-Space auszuführen. Wer dorthin kommt, kann auch SELinux deaktivieren.

Um Code im `zygote`-Kontext auszuführen, war wieder Dirty Cow gefragt. Hinter `zygote` steckt das Binary `app_process64`. Wir manipulierten es nicht direkt,



Die Dirty-Cow-Lücke klappt in Android bis zum Patch-Stand vom 5. November 2016 (2016-11-05).

sondern die Bibliothek `/system/lib64/libandroid_runtime.so`, auf die es zugreift. Mit einem Disassembler rückten wir ihr zu Leibe, um an einer geeigneten Stelle (eine sogenannte „code cave“) einige Befehle in Maschinensprache einzufügen, die unserem Zweck dienlich sein würden (siehe Listing unten).

Unser Code führt `clone()` aus, um eine Kopie des laufenden Prozesses zu erstellen. Aus dieser Kopie heraus konnten wir das Binary `/system/bin/tc` ausführen, welches wir zuvor mit Dirty Cow auf dem System ersetzt hatten. Es lädt das Kernel-Modul „`selinux-permissive`“, dessen einzige Aufgabe es ist, die Kernel-interne Variable „`selinux_enforce`“ von 1 auf 0 umzustellen. Wir haben es für diesen Zweck selbst entwickelt. Damit ist SELinux de facto deaktiviert, da die Durchsetzung der Policies verhindert wird. Danach stand jeglichem Eingriff in das System nichts mehr im Wege.

## Risiken und Nebenwirkungen

An dieser Stelle ist ein Warnhinweis angebracht. Ein auf diese Weise verändertes Android ist leichte Beute für Apps, die Böses im Schilde führen oder das System mit gut gemeinten Modifikationen wesentlich zerstören. Nicht nur der Gerätebesitzer kann sich durch den Eingriff

Root-Rechte verschaffen, auch beliebige Apps können das. Im alltäglichen Einsatz würde man den Zugriff auf root durch ein Tool wie SuperSU absichern. Es fragt den Nutzer um Erlaubnis, ehe ein Programm die erhöhten Rechte bekommt. Umgekehrt darf man sich aber auch nichts vormachen: Ist ein Gerät für Dirty Cow anfällig, kann auch jede beliebige App zum Beispiel die oben beschriebenen Schritte durchführen, um an Root-Rechte zu gelangen. So kann etwa eine vermeintlich harmlose Taschenlampen-App unbemerkt im Hintergrund die Dirty-Cow-Lücke ausnutzen, um Ihr Smartphone zu kompromittieren.

### Kühe abwehren

Zuverlässig schützt vor einem solchen Angriff nur ein aktuelles Android. Das System muss mindestens auf dem Patch-Stand vom 6. November 2016 (2016-11-06) sein, um Dirty Cow abwehren zu können. Sie finden diese Information als „Android-Sicherheitspatch-Ebene“ oder „Android Sicherheitspatch Level“ in den

Einstellungen. Der entsprechende Menüpunkt heißt meist „Über das Telefon“ respektive „Über das Tablet“.

Fehlt diese Information gänzlich, ist Ihr Android höchstwahrscheinlich recht alt und somit verwundbar. Hat der Hersteller Ihr Android-Gerät bereits aufgegeben und versorgt es nicht mehr mit Firmware-Updates, sollten Sie sich nach einer alternativen Android-Distribution umsehen (ein sogenanntes Custom-ROM). Für viele Geräte gibt es zum Beispiel Firmware-Images von CyanogenMod (siehe Seite 76). Das CyanogenMod-Projekt befindet sich derzeit im Umbruch und soll in Kürze als LineageOS weitergeführt werden. Durch die Umstellungen lagen die Updates zwar auf Eis, die November-Patches gegen Dirty Cow und viele andere Schwachstellen sind zuvor jedoch in die Nightly-Builds eingeflossen.

Wenn Sie Ihr Android-Gerät nicht auf einen halbwegs aktuellen Stand bringen können, befinden Sie sich in guter Gesellschaft: Viele Nutzer hängen an alten Android-Versionen fest, weil die Geräte nicht

mehr von den Herstellern gepflegt werden. Ein Angreifer kann bei solchen Geräten nicht selten aus einer Vielzahl von Lücken wählen, um als root ins System einzugreifen. Schon der Besuch einer Webseite oder das Öffnen einer Bilddatei können fatale Folgen haben.

Es ist vermutlich nur eine Frage der Zeit, bis solche Lücken wie in der Windows-Welt routinemäßig von Online-Schurken ausgenutzt werden. Gehen Sie mit einem verwundbaren Gerät keine unnötigen Risiken ein und installieren Sie wenn möglich ausschließlich Apps über Google Play. Diese prüft Google vor der Veröffentlichung zumindest oberflächlich. Fällt eine App durch unangemessenes Verhalten auf, fliegt sie raus. Alternativ kann man sich auch bei F-Droid.org umsehen (siehe Seite 86). Der Download-Katalog umfasst ausschließlich Apps, deren Quellcode öffentlich zugänglich ist.

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

**Weitere Informationen und Code:**  
[ct.de/y716](https://ct.de/y716)

Anzeige



# Internet über den Wolken

## Schnelle Breitbandzugänge für Flugzeuge per LTE



Bild: Rudolf A. Blaha

**Viele Flugzeuge sind noch Internet-freie Zonen. Auf Langstrecke gibt es zwar teure Satellitenzugänge, doch wer von Hamburg nach München oder von Frankfurt nach Palma fliegt, ist meistens offline. Das soll sich dank eines europaweiten Spezialnetzes mit modifizierter LTE-Technik bald ändern.**

**Von Urs Mansmann**

Einer Erhebung des Satellitenanbieters Inmarsat zufolge möchten 80 Prozent der europäischen Flugpassagiere auch im Flugzeug online gehen können. 69 Prozent sind bereit, dafür zu bezahlen, selbst auf Kurz- oder Mittelstreckenflügen.

Bisher nutzen Flugzeuge für ihre Internetaufzüge Satellitenverbindungen. Deren größter Vorteil ist die weltweite Erreichbarkeit. Ob das Flugzeug über der Sahara fliegt oder über dem Nordatlantik, spielt keine Rolle, denn geostationäre Satelliten sorgen weltweit für Abdeckung – mit Ausnahme der Polargebiete, wo aber wiederum kaum Flugzeuge unterwegs sind. Allerdings haben solche Satellitenverbindungen auch Nachteile: Sie sind teuer, bieten wenig Bandbreite und der Zugang lahm spürbar durch die hohe Latenz. Die Airlines bieten diese Verbindungen hauptsächlich auf Langstreckenflügen an. Auf Kurz- oder Mittelstrecke muss der Fluggast bislang offline arbeiten. Und genau diese Lücke adressiert ein Gemeinschaftsprojekt der Deutschen Telekom und des finnischen TK-Herstellers Nokia

mit Unterstützung vom Satellitenanbieter Inmarsat und dem Flugzeugausrüster Thales. Die Unternehmen schaffen derzeit ein europäisches Mobilfunknetz für Flugzeuge, das European Aviation Network (EAN), das Bodenstationen und Satellitentechnik kombiniert. Ein erstes Testsystem läuft im Südwesten Englands, in Kürze soll der Ausbau in Frankreich beginnen.

### **Fast ganz Europa abgedeckt**

Noch in diesem Jahr soll das Netz in den Realbetrieb gehen, Anfang 2018 soll der europaweite Ausbau abgeschlossen sein. Der Versorgungsbereich umfasst alle EU-Staaten, die Schweiz und Norwegen. Lediglich die Kanaren, die Azoren und Madeira sind nicht abgedeckt. Ebenfalls nicht abgedeckt sind die nördlichsten Landesteile von Norwegen, Schweden und Finn-

land – wohl wegen des dort sehr geringen Luftverkehrs. Die frühen jugoslawischen Teilstaaten, die noch nicht in der EU sind, sind ebenfalls nicht dabei.

Erster Kunde des neuen Systems ist die International Airlines Group (IAG) mit British Airways, Iberia, Aer Lingus und Vueling. Zu welchen Konditionen der Internetzugang von den Airlines angeboten wird, steht noch nicht fest. Gratis wird es wohl nicht sein, der Aufwand ist beträchtlich: Auf der Oberseite eines jeden Flugzeugs muss weiterhin eine Satellitenantenne montiert werden, auf der Unterseite die zusätzliche Antenne für den Zugang zu den Basisstationen auf dem Boden. Da die Fluggesellschaften unterschiedliche Flotten für Kurz-, Mittel- und Langstrecke haben, müssen sie aber nur einen Teil ihrer Flugzeuge ausrüsten.

## LTE fürs Flugzeug

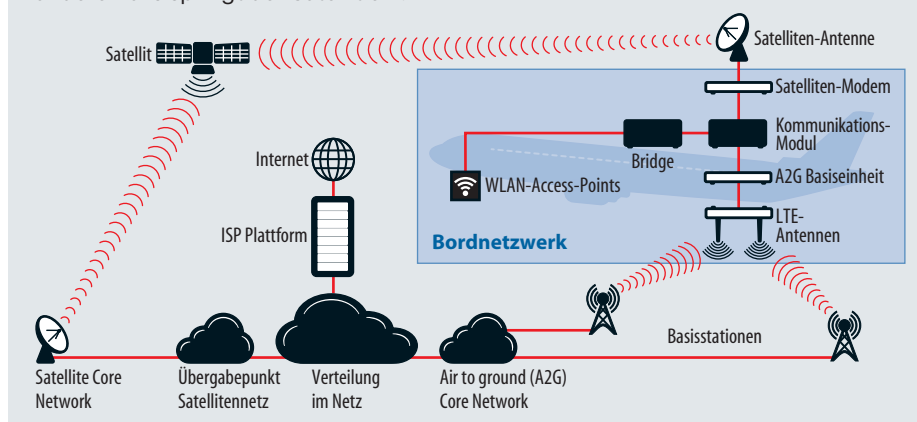
Für die Versorgung der Flugzeuge vom Boden aus kommt LTE zum Einsatz. Das gewährleistet einen Zugang mit hoher Bandbreite und geringer Latenz. Die Satellitentechnik hingegen ist proprietär und ähnelt eher der UMTS-Technik. Die Mobilgeräte der Fluggäste buchen sich per WLAN ein – sie merken nicht, ob die Verbindung per LTE oder Satellit läuft.

Schon 2009 begannen Airbus, Nokia und die Deutsche Telekom mit einem Forschungsprojekt. 2011 und 2012 erfolgten erste Tests an Bord eines Flugzeugs, aber erst seit 2014 geht es richtig voran. Die lange Zeit zwischen Projektstart und tatsächlicher Umsetzung lag vor allem an regulatorischen Problemen, erklärt Dr. Matthias Siebert, Projektleiter bei der Deutschen Telekom: „In Europa erfolgt die Frequenzzuweisung durch die nationalen Regulierungsbehörden. Eine einheitliche Zuweisung für 28 Länder zu erhalten ist nahezu unmöglich.“

Dann allerdings fand man zusammen mit dem Satellitenbetreiber Inmarsat eine ganz praktische Lösung für das Problem: eine Frequenz im für Satellitendienste vorgesehenen S-Band (um 2 GHz), für die Inmarsat in einem europäischen Auswahlverfahren durch Entscheidung der europäischen Kommission die Nutzungsrechte für die Erbringung von Satellitenfunkdiensten mit zugehöriger „komplementärer Bodenkomponente“ erlangt hatte. Zuweisungen für Satellitendienste folgen

## Flugzeugnetzwerk über Bodenstationen und Satellit

Die Versorgung des Flugzeugs findet vorzugsweise per LTE statt, anderenfalls springt der Satellit ein.



nicht Ländergrenzen, sondern Footprints, also Ausleuchtzonen. Und die überdecken im S-Band ganz Europa. Mit drei Beams wird das Versorgungsgebiet nahezu lückenlos abgedeckt.

Der zugewiesene Satellitenkanal von  $2 \times 15$  MHz wird sowohl für die Kommunikation über den Satelliten als auch für die LTE-Verbindung zum Boden genutzt. Das klappt deswegen, weil sowohl Basisstationen als auch Satelliten auf der gleichen Frequenz senden und die Antennen im Flugzeug auf der Oberseite Richtung Satellit und auf der Unterseite für die LTE-Nutzung schon von den baulichen Gegebenheiten sehr gut voneinander entkoppelt sind und das jeweils andere Netz optimal ausblenden.

Im Flugzeug arbeitet das Onboard Equipment (OBE), das automatisch von LTE auf Satellit umschaltet, sobald keine LTE-Basisstation in Reichweite ist. Denn das Netz hat Lücken, beispielsweise über der Nordsee oder der Biskaya. Maximal 150 Kilometer Reichweite haben die Basisstationen; jenseits davon blockiert die Erdkrümmung das Funksignal. Mit terrestrischen LTE-Netzen kommt das EAN-Netz nicht ins Gehege, weil es eine andere Frequenz nutzt.

## Anpassungen

LTE von der Stange ist für ein solch extremes Anwendungsszenario nicht zu gebrauchen. Schon von der Geschwindigkeit her liegen Flugzeuge weit jenseits der LTE-Spezifikationen. Mit LTE ist aus Fahrzeugen nur bis zu 350 km/h eine stabile Verbindung möglich. Die Reisegeschwin-

digkeit von Verkehrsflugzeugen liegt jedoch typischerweise bei rund 850 km/h. Mit Rückenwind im Jetstream kann die Geschwindigkeit über dem Boden auch jenseits von 1000 km/h liegen.

Das Problem ist der sogenannte Dopplereffekt. Nähert sich das Flugzeug der Basisstation, erhöht sich am Empfänger die Frequenz, entfernt es sich, sinkt sie. Der Effekt ist abhängig von der Frequenz. Bei 1000 km/h Differenzgeschwindigkeit und 2 GHz Trägerfrequenz verschiebt sich das Spektrum um 2 kHz. Im EAN gleichen die Mobilteile diesen Effekt aus: Sie messen laufend die Frequenz der Basisstation, ermitteln die Abweichung und passen daraufhin ihre Sendefrequenz an. Stellen sie beispielsweise fest, dass die Frequenz der Basisstation um 0,8 kHz zu tief liegt, erhöhen sie die eigene Sendefrequenz um 0,8 kHz. Das System ist für eine Geschwindigkeit von bis zu 1200 km/h ausgelegt.

Aber auch das Timing ist kritisch. Die Signallaufzeit beträgt bei der Maximalreichweite von 150 Kilometern rund eine halbe Mikrosekunde pro Richtung. Das ist zu viel für unmodifiziertes LTE; um die maximale Bandbreite zu nutzen, waren auch hier Anpassungen erforderlich. Wenig Adaption erforderte hingegen die Sendeleistung. Rund 80 Watt von der Basisstation und 5 Watt von der mobilen Einheit im Flugzeug reichen für eine Entfernung von 150 Kilometern aus und bieten eine Datenrate von über 75 MBit/s. Normale Basisstationen haben 40 Watt, LTE-Smartphones funken mit 0,2 Watt – meist über Entfernungen von weniger als einem Kilometer.



Mit einer Reichweite von rund 150 Kilometern sollen die Basisstationen bald den größten Teil der EU, der Schweiz und Norwegens abdecken.

## Eigenes Netz

Insgesamt 300 Basisstationen sind erforderlich, um Europa komplett abzudecken. Diese Zahl reicht, weil jede dieser Stationen eine Reichweite von rund 150 Kilometern hat. Ein Flugzeug in Reiseflughöhe (circa 10 000 bis 15 000 Meter) verschwindet bei optimaler Rundumsicht erst in rund 400 Kilometern optisch hinter dem Horizont. Die Antennen am Boden strahlen deshalb leicht nach oben (Uptilt).

An die Standorte hat der Netzbetreiber besondere Anforderungen: Er zieht für die Antennen die obersten Mastpositionen vor. Der Horizont ringsum sollte möglichst frei von größeren Hindernissen sein. Selbst viele Kilometer entfernte Höhenzüge verringern die mögliche Reichweite der Basisstation. „Wir müssen den Himmel komplett ausleuchten“, fasst Projektleiter Siebert die Aufgabenstellung kurz zusammen.

In einer Flughöhe ab rund 8000 Metern ist das Netz flächendeckend. Darunter tun sich Löcher auf, die bei sinkender Flughöhe immer größer werden. In der Praxis hat das aber aus mehreren Gründen wenig Relevanz: Kurz nach dem Start und kurz vor der Landung ist das Benutzen elektronischer Geräte in der Regel ohnehin untersagt. Außerdem haben die Netzplaner die Umgebung großer Flughäfen vorrangig mit Basisstationen abgedeckt. Hinzu kommt, dass moderne Verkehrsflugzeuge ihre Reiseflughöhe nach dem Start recht zügig erreichen.

Maximal drei bis vier Flugzeuge pro Zelle soll das Netz gleichzeitig bedienen müssen. Steigt die Zahl der Flugzeuge, die das System nutzen, kann dessen Leistung gesteigert werden: Zum einen durch zusätzliche Zellen, also Nachverdichtung, zum anderen durch die Aufteilung der Zellen in beispielsweise sechs statt drei Sektoren.

Organisatorisch betrachtet betreibt die Telekom mit dem EAN das erste paneuropäische Mobilfunknetz und hat sich dafür auch eine eigene Netzkenennung zuweisen lassen. Jedes Mobilteil in einem Flugzeug hat wie ein Handy oder Smartphone eine SIM-Karte, die Verwaltung findet zentral in Deutschland statt. Aufwendig ist auch das erforderliche Core-Netz. Jede Basisstation mit drei Sektoren muss mit ausreichender Bandbreite, also mehr als 250 MBit/s, mit der Zentrale verbunden werden.

den werden. Das geschieht über eigene Leitungen und angemietete Kapazität.

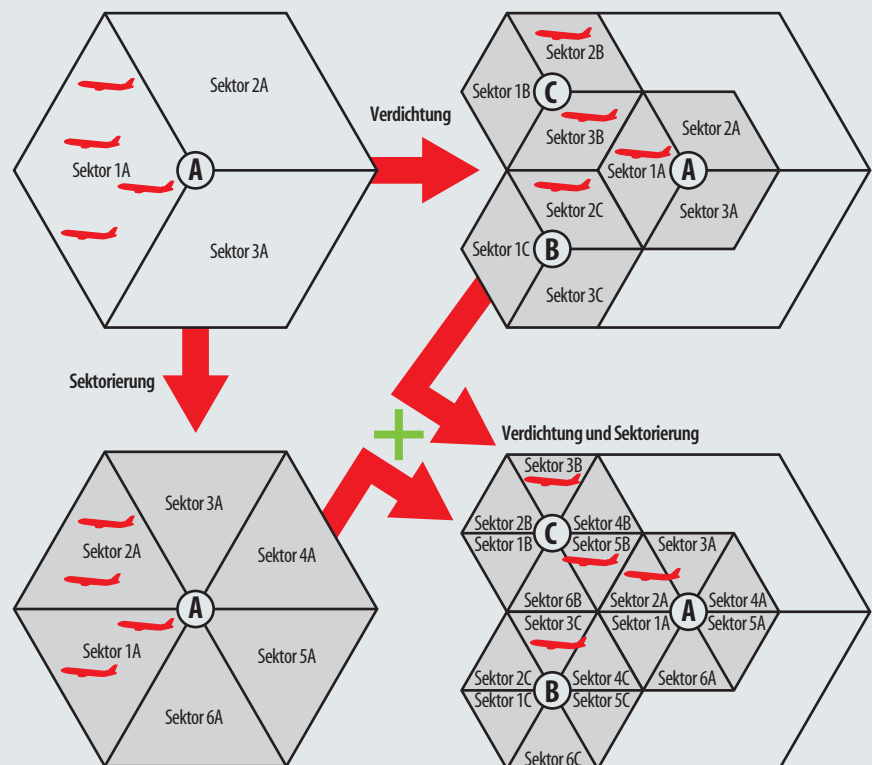
Die Basisstationen sind wegen der verwendeten Frequenz und der speziellen Technik ebenso Sonderanfertigungen wie die Mobilteile. Die Basisstationen stellt der Netzwerkausrüster Nokia her, die Mobilteile der Luft- und Raumfahrtkonzern Thales – nach Angaben des Herstellers sind sie 200 Kilogramm leichter als vergleichbare Satelliten-Stationen. Die Satelliten stellt Inmarsat.

Für die Betreiber des EAN dürfte nun viel davon abhängen, ob weitere Airlines auf den Zug aufspringen. Mit der relativ leichten und kleinen Bordausrüstung und leistungsfähigen Basisstationen haben sie einen Trumpf in der Hand. Ob mit dieser oder anderer Technik – schon in wenigen Jahren wird der Internetzugang im Flugzeug auch auf Kurz- und Mittelstrecke wohl genauso so selbstverständlich sein wie heute im Zug oder Fernbus.

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

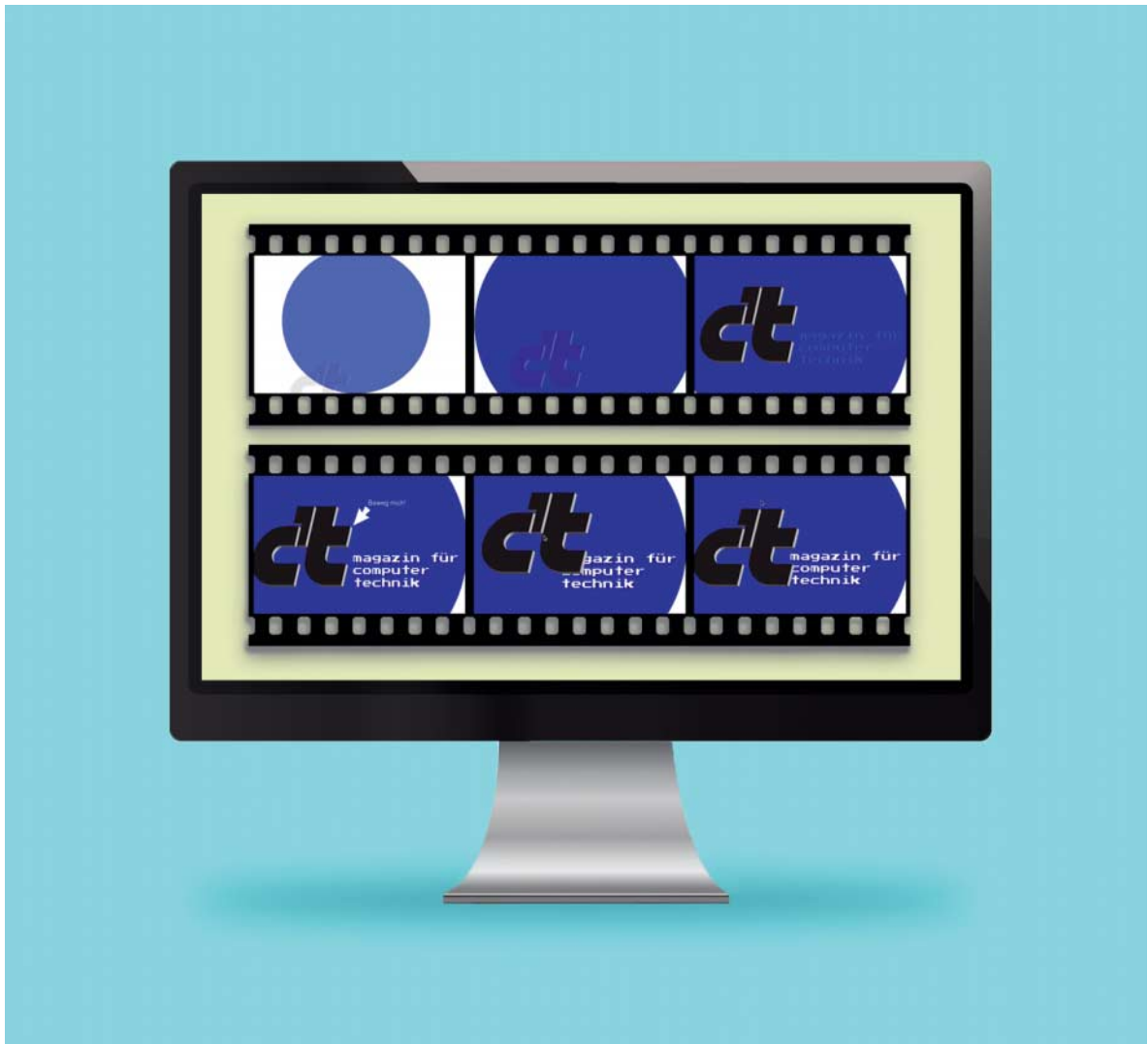
## Mögliche Kapazitätserweiterung

Reicht die Kapazität des Netzes nicht aus, kann sie durch zusätzliche Sektoren und zusätzliche Basisstationen erhöht werden.



Anzeige





# 1000 Meisterwerke

## Canvas-Grafiken mit CreateJS erzeugen

**Die Arbeit mit dem Canvas-Element von HTML5 kann „zu Fuß“ recht anstrengend sein. Mit der JavaScript-Bibliothek CreateJS wird das Zeichnen und Animieren mit Hilfe von Canvas-Elementen zum Kinderspiel.**

**Von Merlin Schumacher**

Das canvas-Element ist das flexibelste HTML-Objekt zur grafischen Darstellung. Diese Vielseitigkeit wird aber mit einer mühevollen Programmierung erkauft. Die Bibliothek CreateJS hilft dabei, auch komplexe Projekte mit dem canvas-Element schnell umzusetzen. CreateJS besteht eigentlich aus mehreren Einzelkomponenten. Die wichtigsten davon sind EaselJS, das sich um das Zeichnen von Grafiken kümmert, und TweenJS zum Animieren von Elementen.

Viel mehr als eine HTML-Datei mit einem canvas-Element und die JavaScript-Bibliothek CreateJS braucht man nicht, um loszulegen. Die Entwickler von CreateJS stellen die Bibliothek über ein CDN (Content Delivery Network) bereit. Der Vorteil der Einbindung per CDN ist, dass Nutzer, die bereits eine Seite besucht haben, die CreateJS verwendet, die Bibliothek im Browser-Cache haben.

Ein größeres Demo-Projekt, das die grundlegenden Funktionen von CreateJS

nutzt, finden Sie über den c't-Link am Ende des Artikels.

## Atelieridylle

Die HTML-Datei für die Arbeit mit der Bibliothek benötigt über die üblichen Header und vorgeschriebenen Elemente hinaus nicht viel Inhalt:

```
<body onload="init();">
  <canvas id="mainCanvas"
    width="800" height="450">
    Canvas wird nicht unterstützt
  </canvas>
</body>
```

Die Funktion `init()` löst aus, wenn die HTML-Seite inklusive aller Elemente geladen wurde. Das `canvas`-Element bekommt ID und Größe zugewiesen. Wenn der Browser sich nicht auf das Element versteht, sieht der Nutzer einen entsprechenden Hinweis:

```
function init() {
  canvas = new createjs.Stage(
    "mainCanvas");
  createjs.Ticker.on("tick",
    canvasRefresh);
  createjs.Ticker.setFPS(60);
  //... weiterer Code ...
}

function canvasRefresh() {
  canvas.update();
}
```

Damit CreateJS das `canvas`-Element ansteuern kann, muss es initialisiert werden. Die erste Zeile innerhalb der Funktion `init()` erzeugt ein neues `Stage`-Objekt, für das `canvas`-Element mit der ID "mainCanvas", welches man über `canvas` ansprechen kann. Alle später erzeugten grafischen Elemente werden diesem Objekt zugewiesen. CreateJS aktualisiert diese Stage aber nur auf Anfrage. Für eine kontinuierliche Aktualisierung benötigt man einen `Ticker`. Der `Ticker` ruft bei jedem "tick"-Ereignis die Funktion `canvasRefresh()` auf, die wiederum die Methode `canvas.update()` anstößt. `setFPS()` bestimmt die Häufigkeit der Aktualisierung in Frames pro Sekunde, CreateJS garantiert aber nicht, dass diese Bildwiederholrate auch wirklich erreicht wird. Testweise kann man einen geringeren Wert eintragen und so absichtlich ruckelnde Animationen erzeugen. Wenn die Grafik ohnehin nur einmal gezeichnet wird, kann man die Methode

`canvas.update()` auch abschließend nach Erzeugung der Grafiken aufrufen. Das spart Rechenleistung, da der Browser dann nicht dauernd eine Grafik Neuberechnet, die sich ohnehin nicht mehr ändert. Ein höherer Wert als 60 ist eigentlich nicht sinnvoll, da Animationen bei dieser Bildrate für das menschliche Auge butterweich erscheinen.

## Die Malkunst

Die notwendigen Grundlagen für die ersten Grafiken sind nun geschaffen. Geometrische Figuren lassen sich mit einem `Shape`-Objekt erzeugen:

```
var circle = new createjs.Shape();
circle.graphics.beginFill("blue");
circle.graphics.drawCircle(0, 0, 400);
circle.x = 400;
circle.y = 225;
```

Die Eigenschaft `graphics` ist für die Gestaltung des Elements zuständig. Zuerst legt `beginFill()` die Füllfarbe der Grafik fest. Statt eines Farbnamens nimmt die Funktion auch HTML-Farbcodes entgegen. Anschließend erzeugt `drawCircle` einen Kreis. Die Parameter dieser Funktion sind X- und

Y-Werte für die Objekt-Koordinaten sowie die Größe des Objekts, jeweils in Pixeln. Die Koordinaten orientieren sich wie alle an der Größe des `canvas`-Elements.

Für eine spätere Einblend-Animation des Kreises muss dieser zunächst unsichtbar sein:

```
circle.alpha = 0;
circle.scaleX = 0;
circle.scaleY = 0;
canvas.addChild(circle);
```

Der Parameter `alpha` gibt den Alpha-Kanal des Kreises an, also seine Deckkraft. Er nimmt Gleitkommazahlen zwischen 0 und 1 entgegen. `scaleX` und `scaleY` enthalten den Skalierungsfaktor des Objekts. In diesem Fall wird das Objekt auf die Größe 0 skaliert. Die Funktion nimmt auch negative Werte entgegen. Das abschließende `canvas.addChild(circle)` fügt den unsichtbaren Kreis zur Leinwand hinzu. Analog dazu entfernt ein Aufruf von `canvas.removeChild(circle)` das Objekt wieder.

Man kann neben grundlegenden geometrischen Figuren auch selbst Elemente zeichnen. Dafür stehen neben einfachen

```
01 canvas = new createjs.Stage("mainCanvas");
02
03 createjs.Ticker.on("tick", canvas);
04 createjs.Ticker.setFPS(60);
05
06 var kunst = new createjs.Bitmap("eismeer.jpg");
07 kunst.x = 0;
08 kunst.y = 0;
09 canvas.addChild(kunst);
10
11 var title = new createjs.Text();
12 title.text = 'Caspar David Friedrich - Das Eismeer';
13 title.font = '32px Georgia';
14 title.color = 'white';
15 title.x = 10;
16 title.y = 550;
17 title.alpha = 0;
18 canvas.addChild(title);
19
20 createjs.Tween.get(title)
21   .wait(1000)
22   .to({ alpha: 1 }, 1000)
```

Ein kurzes Beispiel verdeutlicht, wie schnell man mit CreateJS ein Bild mit einer animierten Beschriftung versehen kann.

Linien auch Bézierkurven und Parabeln zur Verfügung:

```
var arrow = new createjs.Shape();
arrow.graphics.beginStroke("#ffffff");
arrow.graphics.beginFill("#ffffff");
arrow.graphics.moveTo(0, 60)
    .lineTo(20, 5)
    .lineTo(30, 20)
    .lineTo(40, 0)
    .lineTo(57, 12)
    .lineTo(40, 28)
    .lineTo(55, 35)
    .closePath();
...
```

Grundlage des zu zeichnenden Pfeils ist wiederum ein shape-Objekt. Die Funktion `beginStroke()` legt die Strichfarbe fest. `beginFill()` setzt die Füllfarbe. Die Funktion `moveTo()` bewegt den Zeichenpunkt, ohne dabei etwas zu zeichnen. Das Zeichnen erledigt die Funktion `lineTo()`. Beide nehmen X- und Y-Koordinaten entgegen. Diese Funktionen sind alle vom canvas-Element vererbt. Das abschließende `closePath()` beendet die Zeichnung und verbindet den letzten gezeichneten Punkt automatisch mit dem ersten:

## Unser täglich Brot

CreateJS kann auch die mit CSS3 eingeführten Web-Fonts verwenden, also Schriftarten, die nicht auf dem Client-Rechner installiert sind. Für die Erzeu-

gung eines Schriftzugs bringt die CreateJS den Objekttyp `Text` mit:

```
var subtitle = new createjs.Text();
subtitle.text = 'magazin ↵
    ↵für\ncomputer\ntechnik';
subtitle.font = '32px ↵
    ↵"Press Start 2P"';
subtitle.color = "#fff";
subtitle.shadow = new createjs.
    Shadow("#000000", 5, 5, 10);
```

Nach der Erzeugung des Textobjektes legt die Eigenschaft `text` dessen Inhalt fest. `font` nimmt die Angaben zur Schrift entgegen. Die Angaben sind der CSS-Syntax ähnlich. Das Beispiel nutzt die Schrift „Press Start 2P“, die zum Beispiel von Googles Web-Font-Dienst bereitgestellt wird. Die Eigenschaft `shadow` erzeugt einen Textschatten. Dies nimmt ein neues Objekt des Typs `Shadow` entgegen. Dieses benötigt vier Parameter: Farbe, X-Versatz, Y-Versatz und Blur-Faktor.

Texte und geometrische Objekte sind nur die halbe Miete. CreateJS kann ebenfalls mit Grafiken umgehen:

```
var ctlogo = new createjs.Bitmap(
    "ct.png");
ctlogo.x = 295;
ctlogo.y = 450;
ctlogo.regX = 210;
ctlogo.regY = 156;
```

Nachdem das neu erzeugte `Bitmap`-Objekt seine Position erhalten hat, legen `regX` und `regY` dessen Ursprungsordinate fest. Das ist dann sinnvoll, wenn die Grafik zur Mitte hin skalieren soll und nicht etwa nach links oben. Da die Bilddatei eine Größe von  $420 \times 313$  hat, ergeben sich die Koordinaten  $210 \times 156$  als Mittelpunkt. Die Dateiformatunterstützung hängt vom Browser ab. Mit den üblichen Verdächtigen JPEG, PNG und SVG ist man aber auf der sicheren Seite.

## Zweigroschen-Kino

Dank TweenJS kann CreateJS auch Animationen erzeugen. Dafür muss ein Tween für das zu animierende Objekt erzeugt werden:

```
var circleTween =
    createjs.Tween.get(circle)
        .to(
            { alpha: 1,
              scaleX: 1,
              scaleY: 1
            },
            1000, createjs.Ease.getPowInOut(2)
        );
```

Die Methode `get()` des Tween-Objektes erwartet ein Element als zu animierendes Ziel, in diesem Fall `circle`. Sie gibt eine Referenz auf den erstellten Tween zurück. `to()` legt dann die eigentliche Animation fest. In diesem Fall wird der Wert Alpha-Wert auf 1 erhöht, ebenso wie die Skalierungsfaktoren. Der zweite Parameter von `to()` ist die Dauer der Animation in Millisekunden. Der letzte Parameter legt den Ease-Typ fest. `getPowInOut()` erzeugt eine Animation, die langsam beginnt, schneller wird und sich zum Ende wieder verlangsamt. Mit der Funktion `wait()` lassen sich Animationen auch um einen angegebenen Zeitraum verzögern. Die Zeitangabe erfolgt wie bei der Animationslänge in Millisekunden:

```
createjs.Tween.get(arrow)
    .wait(1500)
    .to({ alpha: 1 }, 0);
```

Mit ein wenig mehr Arbeit kann CreateJS auch für interaktive Seiten eingesetzt werden. Die Bibliothek kann sowohl auf Tastatureingaben als auch auf Mausbewegungen und Interaktionen mit Objekten reagieren. (mls@ct.de) **ct**

**Download Beispielprojekt:** [ct.de/ycw5](http://ct.de/ycw5)



Das Testbild: Mit einer Handvoll JavaScript bekommt Friedrichs Eismeer eine Beschriftung.

Anzeige





# Weniger ist mehr

## Was die anstehende Version TLS 1.3 bringt

**Das kurz vor der Verabschiedung stehende Verschlüsselungsprotokoll TLS 1.3 könnte sich als großer Wurf erweisen. Denn anders als bei den Vorgängerversionen, deren Einführung sich über viele Jahre hinzog, bringt eine möglichst schnelle Umstellung konkrete Vorteile in Bezug auf Sicherheit und Performance.**

**Von Jürgen Schmidt**

**T**ransport Layer Security, kurz TLS, ist der Standard für das zusätzliche Sicherheit signalisierende „S“ in HTTPS, IMAPS und vielen weiteren Protokollen. Wegen TLS kann man sicher sein, dass etwa eine Online-Überweisung wirklich nur bei der eigenen Bank ankommt und unterwegs aus 100 Euro an die Tante nicht plötzlich 1000 Euro in die Ukraine werden.

Die letzten Versionen brachten eigentlich nur Detailverbesserungen, änderten aber wenig an der grundsätzlichen Funktionsweise. Dafür sammelten sich in den rund zwanzig Jahren seit der Einführung damals noch unter dem Namen SSL unzählige Zusatzfunktionen und Optionen an. Sie machten das ganze Protokoll zu einem unüberschaubaren und letztlich unsicheren Misthaufen, der wegen der heiligen Kuh der Rückwärtskompatibilität immer weiter anwuchs.

### Das große Ausmisten

Damit sollte jetzt Schluss sein. Deshalb stellte die Arbeitsgruppe für die neue TLS-Version jede einzelne Funktion und auch viele Design-Entscheidungen erneut auf den Prüfstand und klopfte sie auf Nutzen und Gefahren für die Sicherheit ab.

Als Resultat gingen einige prominente Elemente von TLS über den Jordan. Das bekannteste Opfer ist RSA: Bei einer Ver-

bindung gemäß TLS 1.3 darf der Austausch des (symmetrischen) Sitzungsschlüssels nicht mehr mehr über RSA erfolgen. Dem liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass Diffie-Hellman-Verfahren nicht nennenswert mehr Aufwand erfordern, aber zusätzlich sicherstellen können, dass der Verlust eines Serverschlüssels keine Auswirkungen auf bereits in der Vergangenheit verschlüsselte Inhalte hat (Forward Secrecy). Zukünftig muss der Schlüsselaustausch also zwingend via Diffie-Hellman erfolgen – bevorzugt über dessen Variante auf elliptischen Kurven namens ECDHE (siehe Kasten auf S. 174).

### Das Ende der Erbsünde

Neben dem Schlüsselaustausch sind Integritätssicherung und natürlich die eigentliche Verschlüsselung zentrale Aufgaben von TLS. Die Urväter des Protokolls entschieden sich damals mangels konkreter Erkenntnisse über Vor- und Nachteile

eher zufällig für genau diese Reihenfolge: Erst wird ein Prüfwert über den Klartext gebildet (der Message Authentication Code, MAC) und an die Daten angehängt; erst dann wird verschlüsselt.

Dieses MAC-then-Encrypt erwies sich jedoch später als fataler Design-Fehler. Denn es erlaubte immer wieder Angriffe auf die Verschlüsselung, die etwas vereinfacht darauf beruhten, dass man versucht, Byte für Byte den Klartext zu erraten und die Integritätssicherung dem Angreifer anschließend verrät, ob er mit seiner Vermutung richtig lag (das sogenannte Padding-Orakel).

Das musste nach erfolgreicher Demonstration von Angriffen mehrfach provisorisch gefixt werden. In TLS 1.2 hat man zwar einen Zustand erreicht, von dem man glaubt, dass er wohl nicht mehr angreifbar sein sollte – so ganz sicher ist sich jedoch niemand.

Bis heute schleppt TLS diese Erbsünde des MAC-then-Encrypt-Problems mit sich herum. TLS 1.3 räumt damit endlich auf und fordert zwingend die sogenannte „Authenticated Encryption“, die Integritätssicherung mit Verschlüsselung in einem Schritt kombiniert.

Das bekannteste Authenticated-Encryption-Verfahren, der Galois Counter Mode (GCM), ist zwar bereits für TLS 1.2 definiert. Er führte jedoch lange Zeit ein Dasein im Schatten des Cipher Block Chaining (CBC), das neben dem MAC-then-Encrypt noch weitere Probleme aufweist. Damit ist jetzt endgültig Schluss: TLS 1.3 erlaubt kein CBC mehr.

Ebenfalls dem Großreinemachen geopfert wurden eine Reihe selten genutzter, aber problematischer Optionen wie Kompression und Neuaushandlung (Renegotiation) einer existierenden Verbindung. Die bekannt kaputten Verfahren wie Export Ciphers, MD5, SHA1, RC4? Ebenfalls weg! Dafür beherrscht TLS 1.3 die längst überfällige DJB-Kurve Curve-22519 und Goldilocks für Kryptografie auf Basis elliptischer Kurven (ECC).

## Downgrades verhindern

Über das Abspecken hinaus hat die Arbeitsgruppe auch einige vorbeugende Härungsmaßnahmen ergriffen, um sich gegen kommende Angriffe zu wappnen. So waren bislang große Teile des Verbindungsaufbaus nicht kryptografisch gesi-

chert. Deshalb konnte etwa ein Man-in-the-Middle die vom Client an den Server gesendete Liste der unterstützten Krypto-Verfahren manipulieren, ohne dass Server oder Client diesen Eingriff bemerkten.

Ein Angreifer könnte somit diese Liste auf das eine Verfahren kürzen, das er brechen kann. Er erzwänge damit die Nutzung eines unsicheren, nur als „immer noch besser als gar nichts“ aufgeführten Verfahrens, obwohl eigentlich beide Kommunikationspartner sichere Verfahren beherrschen. Das ist keineswegs nur theoretisch; die TLS-Angriffe FREAK und Logjam nutzten diese Schwäche ganz real aus.

Bei TLS 1.3 wird der Verbindungsaufbau soweit irgend möglich digital signiert, was unter anderem Manipulationen an der Liste der unterstützten Verschlüsselungsverfahren unmöglich macht. Außerdem werden Server, die TLS 1.3 bereits beherrschen, einem Client einen Protokoll-Downgrade mit der hexadezimalen Zeichenfolge „44 4F 57 4E 47 52 44“ signalisieren, die nach ASCII übersetzt die Buchstaben DOWNGRD ergibt. Ein ebenfalls TLS-1.3-fähiger Client kann daran erkennen, dass er keineswegs einen veralteten Server vor sich hat, sondern dass gerade etwas schief läuft.

## Weniger Overhead

Nach dem längst fälligen Ausmisten und allgemeinem Härten sind Performance-Verbesserungen die dritte wichtige Bau-

stelle von TLS 1.3. Im Zeitalter von Hardware, die das Ver- und Entschlüsseln mit AES nativ und damit sehr performant unterstützt, ist der Aufbau einer gesicherten Verbindung die wichtigste Bremse.

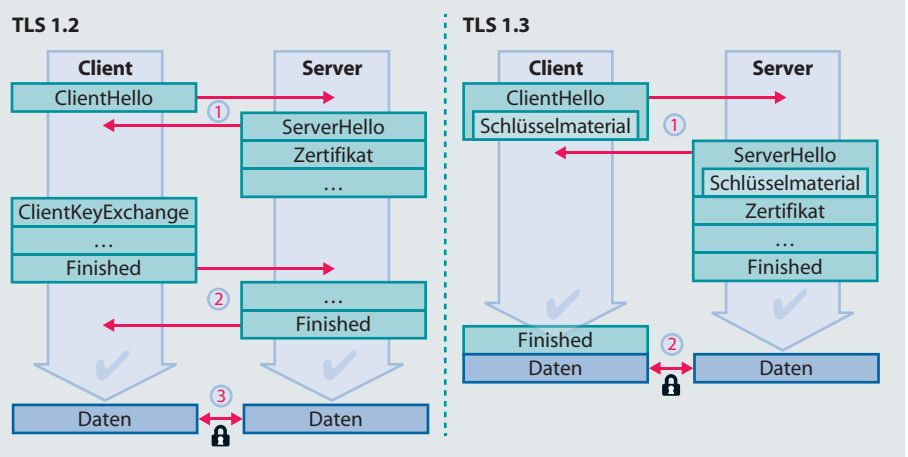
Auch hier hat sich im Prinzip seit den SSL-Ursprüngen wenig geändert: Eine normale TLS-Verbindung erfordert den Austausch von Verwaltungsinformationen und deren Bestätigung, sodass letztlich zwei komplette Kommunikationsschritte (Roundtrips) erfolgen, bevor die eigentliche Arbeit losgehen kann. Erst im dritten Roundtrip können Client und Server tatsächlich Nutzdaten austauschen. Je nach Verbindungsqualität bedeutet das bis zu eine Sekunde Wartezeit.

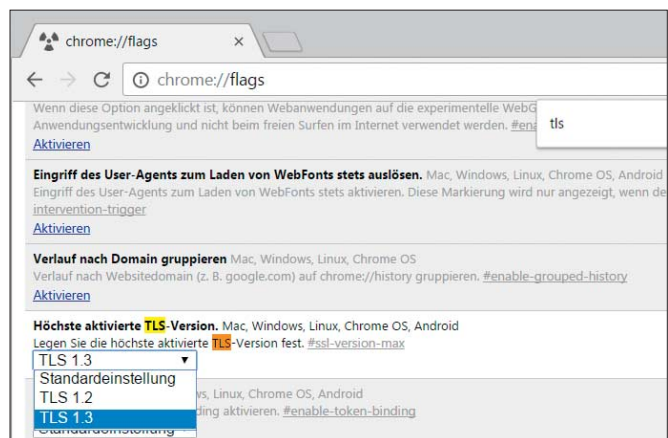
TLS 1.3 reduziert das im Regelfall auf einen Vorab-Roundtrip; schon im zweiten Schritt gehen wieder Nutzdaten über die Leitung. Im Wesentlichen funktioniert das so, dass der Client vorab schon plausible Annahmen über Verfahren macht, die der angesprochene Server hoffentlich unterstützt, und auch bereits dazu passendes Schlüsselmaterial auf Verdacht mitsendet. Das spart einen kompletten Roundtrip und damit die Hälfte des Verwaltungs-Overheads ein.

Dieser beschleunigte Aufbau funktioniert bereits bei der ersten Verbindung zu einem Server. Analog zur bereits in TLS 1.2 definierten Wiederaufnahme einer Verbindung (Session Resumption) mit nur einem Verwaltungsschritt enthält auch TLS 1.3

# Schneller Verbindungsaufbau

TLS 1.3 reduziert den Overhead. Im Idealfall können die Kommunikationspartner bereits im zweiten Schritt gesicherte Daten austauschen.





**Der aktuelle Chrome 56 beherrscht TLS 1.3 bereits; allerdings muss man es derzeit noch von Hand aktivieren.**

(<https://tswg.github.io/tls13-spec/>). Eine Vorlage bei der verantwortlichen Internet Engineering Steering Group war für Ende Januar (nach Redaktionsschluss) geplant. Sollte nichts Unvorhergesehenes geschehen, kann eine Verabschiedung durchaus schon im Frühjahr 2017 erfolgen.

Es gibt auch bereits eine Reihe von Software-Projekten, die TLS 1.3 unterstützen. So beherrschen es Chrome 56 und die Entwickler-Version von Firefox bereits. In die Bibliotheken NSS und BoringSSL hat es ebenfalls schon Einzug gehalten; OpenSSL arbeitet an einer Umsetzung. Und CloudFlare bietet seinen Kunden bereits an, TLS 1.3 im Testbetrieb für die eigenen Seiten zu aktivieren.

Angeichts der wichtigen Verbesserungen ist zu hoffen, dass dem Standard nicht das Schicksal seines Vorgängers droht. TLS 1.2 wurde bereits 2008 verabschiedet, fand aber bis 2014 keine nennenswerte Verbreitung, was vor allem darauf zurückzuführen war, dass niemand so recht wusste, wozu man es wirklich braucht. Bei TLS 1.3 hingegen ist die Mission klar und von anerkannt hoher Dringlichkeit: Wir wollen ein sichereres Internet. (ju@ct.de) **ct**

einen neuen Wiederaufnahmemechanismus, der optional sogar schon im allerersten Paket Nutzdaten transportieren kann.

Dabei benutzt der Client einen bei der letzten Verbindung mit dem Server vereinbarten Schlüssel (Preshared Key). Das bedeutet, dass die zusätzliche Verschlüsselung der Kommunikation quasi ohne zeitliche Verzögerung zustande käme. Allerdings bringt dieser sogenannte 0-RTT-Modus die Gefahr von Replay-Attacken mit sich und ist somit Beschränkungen unterworfen. So darf er etwa nur für Kommunikation verwendet werden, die den Status auf dem Server nicht ändert. Also darf das erste Paket etwa eine HTTPS-Anfrage ent-

halten, die die Homepage des Servers abrufen, nicht aber einen Bezahlvorgang auslösen. Offenbar war die Performance der Arbeitsgruppe ausreichend wichtig, von ihrer generellen Richtung hin zu mehr Sicherheit etwas abzuweichen. Die Details dazu sind einer der wenigen Punkte, an denen aktuell noch gefeilt wird. Ob und wie das dann real zum Einsatz kommt, muss sich in der Praxis zeigen.

## Der Stand der Dinge

Der Entwurf eines RFC für TLS 1.3 befindet sich derzeit in der Phase des letzten Feinschliffs. Die aktuelle Version wird bei Github vorgehalten und gepflegt

## Banken protestieren und Server streiken – zwei Anekdoten am Rande

Das Mehr an Sicherheit durch das Weglassen unsicherer Optionen in TLS 1.3 führte nicht nur zu Zustimmung – im Gegenteil: Aus eher unerwarteter Richtung kam sogar Protest. So meldete sich im Herbst 2016 ein Interessenvertreter der Finanzdienstleister zu Wort, dass beim aktuellen Stand der Dinge die Banken ihren Verpflichtungen zur Kontrolle und Sicherung des internen Datenverkehrs nicht mehr nachkommen könne. Konkret: Damit sie auch in Zukunft alles mitlesen können, was in ihren Netzen passiert, solle man doch das Verbot des Schlüsselaustausches mit RSA in TLS 1.3 noch mal überdenken. Erfrischend war die spontane Antwort von Kenny Paterson: „Meine Einschätzung zur Anfrage: Nein. Begründung: Wir versuchen gerade, das Internet sicherer zu machen.“

Letztlich mündete die Diskussion dann in einen Internet Draft zu „Data Center use of Static Diffie-Hellman in TLS 1.3“.

Darin erläutert Matthew Green, wie man in einer definierten Umgebung Überwachung mit Hilfe fester Diffie-Hellman-Schlüssel umsetzen kann, ganz ohne dem Rest des Internet einen faulen Sicherheitskompromiss mit RSA aufzuzwingen.

### Versions-Schmiere

Tests mit Vorabversionen von TLS 1.3 förderten ein weiteres unerwartetes Problem zu Tage. Ein signifikanter Teil aller Webserver lehnte Verbindungen kategorisch ab, in denen der Client angab, er könne bereits TLS 1.3. Laut Spezifikation muss der Server in einer solchen Situation eine niedrigere, von ihm bereits unterstützte TLS-Version wählen. Statt dessen brechen etwa 3 Prozent der Server den Verbindungsaufbau ab – zu viel, um es einfach zu ignorieren und die damit beim Anwender auftretenden Fehler in Kauf zu nehmen. Also musste für die Versionsaushandlung von TLS 1.3 ein

hässlicher Workaround umgesetzt werden, der auch diese kaputten Server bei Laune hält.

TLS 1.3 friert deshalb die interne Versionsnummer bei 1.2 (konkret: 0x0303) ein; darüber hinaus gibt es eine Liste mit allen unterstützten Versionen; der Empfänger wählt daraus die von ihm bevorzugte und muss alle ihm unbekannten Versionen ignorieren. Als Lehre für die Zukunft diskutieren die TLS-Architekten außerdem eine Maßnahme, die dafür sorgt, dass unbekannte Versionen tatsächlich regelmäßig auftauchen. Clients preisen dazu außer den tatsächlich unterstützten auch zusätzlich zufällig ausgewürfelte, nicht existente Versionen an. Die Erfinder des Verfahrens nennen das dann GREASE (Generate Random Extensions And Sustain Extensibility) – was auf Deutsch Schmiere bedeutet. Und nein, der GREASE-Draft wurde nicht im April veröffentlicht.

Anzeige





## Quietschbunter Tanzabend

<http://gifdanceparty.giphy.com>

Mehr als 100 verschiedene Figuren können Sie auf der **Gif Dance Party** tanzen lassen – in Form von animierten Gifs, versteht sich. Dazu zählen bekannte Internet-Memes wie das tanzende Baby oder der Gangnam Style tanzende Rapper Psy, aber auch weniger bekannte Gestalten. Diese platzieren Sie – auch mehrfach – auf einer von zwölf Tanzflächen. Dann wählen Sie noch eines aus einem guten Dutzend Musikstücke für die Untermalung aus, und fertig ist Ihre Party. Haben Sie Ihre Gif Dance Party fertiggeclickt, können Sie einen Link dafür generieren lassen, mit dem sich andere Ihre Party ansehen können. (jo@ct.de)

## Wissenschaftspiratin

<https://moscow.sci-hub.ac>

Die Kasachin Alexandra Elbakyan war frustriert darüber, dass sie sich als Doktorandin den teuren Zugang zu wissenschaftlichen Artikeln nicht leisten konnte. Doch sie hat herausgefunden, wie man die Paywalls der Wissenschaftsverlage umgeht, und dann auch auch anderen Wissenschaftlern dabei geholfen. In der Folge baute sie die Plattform **Sci-Hub** auf. Dort sind derzeit knapp 60 Millionen wissenschaftliche Artikel zugänglich, noch in diesem Jahr sollen es 75 Millionen sein.

Sci-Hub verstößt höchstwahrscheinlich gegen das Urheberrecht. Das Urteil einer Klage des Wissenschaftsverlag Elsevier steht noch aus. In der Erwartung einer drohenden juristischen Niederlage ist Elbakyan untergetaucht. Dennoch oder gerade deswegen hat das Fachblatt Nature sie in seine Auswahl der „zehn Personen, die im Wissenschaftsjahr 2016 eine große Rolle gespielt haben“ gewählt. (jo@ct.de)

Alle Links dieser Seite  
unter [ct.de/ysxk](https://ct.de/ysxk)



## Meta-Mediathek

<https://mediathekviewweb.de>

MediathekView gibt es schon seit Langem als Open-Source-Programm für den PC. Es durchsucht die Online-Mediatheken öffentlich-rechtlicher Sender (ARD, ZDF, Arte, 3Sat, SWR, BR, MDR, NDR, WDR, HR, RBB, ORF, SF) und listet die gefundenen Sendungen auf. Jetzt haben die Betreiber des MediathekView-Projekts auch eine Web-Oberfläche für die Filmlisten der Software veröffentlicht: **MediathekViewWeb**. Dort lässt sich der Datenbestand von MediathekView ebenfalls im Volltext durchsuchen. Alle Filme können Sie direkt in der Web-Oberfläche ansehen oder in verschiedenen Qualitätsstufen zum Offline-Anschauen herunterladen. (jo@ct.de)

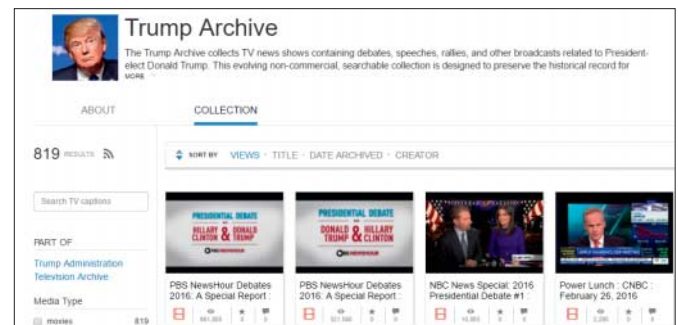
## Präsidentiale Archive

<http://obamawhitehouse.gov.archivesocial.com>

<https://archive.org/details/trumparchive>

Barack Obama war nicht nur der 44. Präsident der USA, sondern auch der erste, der beständig mit Social Media hantierte. Tweets und anderer Content, den er als POTUS („President of the United States“) im Netz geteilt hat, sind nun im **The Obama White House Social Media Archive** zu finden. Dazu gehören Posts aus Instagram, Twitter, Flickr, Facebook, Google+ und Pinterest.

Derweil will Archive.org im **Trump Archive** alle verfügbaren öffentlichen Fernseh-Statements von Donald Trump archivieren. Mehr als 800 TV-Aufzeichnungen hat die Website bereits zusammengetragen. (lel@ct.de)



### Hype-Videos

Wer die richtige Aussprache deutscher Wörter lernen will, sollte den Kanal **Korrekte Aussprache** eher meiden. Mehr als hundert Wörter werden dort im Stil eines Sprachlernkurses vorgestellt – witzig, aber garantiert verdreht ausgesprochen. <https://www.youtube.com/playlist?list=PL45xb3ujEhQUexNt53jb9WT2mS-uUaUrn> (deutsch, verschiedene Längen)

Helga Sophie Josepha ist 85 Jahre alt und YouTuberin. Als **MarmeladenOma** erzählt sie bei dem Videodienst jeden Freitag Märchen und Geschichten. [https://www.youtube.com/channel/UCSSUG\\_vo76v04FKRnswWavMA](https://www.youtube.com/channel/UCSSUG_vo76v04FKRnswWavMA) (deutsch, verschiedene Längen)

Anzeige

Tief im Inneren des schwebenden Raumschiff-Friedhofs suchen die rüstungsbewehrten Ordensbrüder nach Antworten auf uralte Fragen.



# Klerikale Schlachtplatte

**W**ir schreiben das 40. Jahrtausend. Aus den Tiefen des Raumes ist ein „Space Hulk“ aufgetaucht – eine Ansammlung von Geister-Raumschiffen, verschmolzen im Chaos des Warps. Tief in seinem Inneren: ein uraltes Schiff aus der Zeit der Horus-Häresie. Die Anhänger des Kults spalteten einst das Imperium der Menschen. Um die Geheimnisse des gewaltigen Wracks zu bergen, kämpft sich in dem First-Person-Shooter **Space Hulk: Deathwing** ein kleiner Trupp von Terminatoren durch Horden feindlicher Tyraniden, die darin hausen.

Das Universum des Brettspielsystems „Warhammer 40.000“ bildet den Hintergrund der Spielstory. Es eignet sich bestens für einen gruseligen Shooter, obgleich es weitaus häufiger für rundenorientierte Taktikspiele verwendet wird. Aus der Ich-Perspektive gesehen wirkt die sehr spezielle Ästhetik des klerikalen Faschismus besonders stark. Die Grafik mit ihren sehenswerten Effekten ist denn auch der größte Aktivposten von „Deathwing“.

In der neun Missionen umfassenden Solokampagne führt der Spieler eine Hauptfigur nebst zwei computergesteuerten Kameraden – einem Heiler und einem MG-Schützen – durch die unheimlichen Korridore und kathedralengroßen Hallen

des Schiffes. Die klobigen Kampfanzüge der Terminatoren erlauben keine leichtfüßigen Sprünge; Sprints müssen sehr kurz gehalten werden. Alle Aktionen der beiden Mitstreiter muss man mit einem hakeligen Befehlsrad in Gang setzen – sogar die Selbstheilung. Immer wieder schreckt man im labyrinthartig gestalteten Schiffsinnen Tyranidenschwärme auf. Elf Nah- und Fernkampfwaffen lassen sich freischalten, darunter die klassische Kombination von Schwert und „Bolter“-Gewehr sowie eine große Plasmakanone. Der Orden, dem die Terminatoren angehören, kann außerdem noch psychische Kräfte einsetzen. Besonders nützlich ist das „Psi-Tor“, das den Trupp nach einem Countdown in Sicherheit teleportiert und heilt. Ein solches Tor lässt sich allerdings nur dreimal im Spiel aufrufen.

Abwechslung kommt unter anderem durch das Hacking von Schiffssystemen ins Spiel. Tore können verbarrikadiert und automatische Waffen übernommen werden. Viel Spaß macht das allerdings nicht. Da man immer auf Achse ist, gibt es auch keine echten Defensiv-Szenarien, bei denen man die Kameraden wirkungsvoll platzieren oder Besonderheiten der Umgebung ausnutzen könnte. Außerdem naggen Bugs an den Spielernerven – insbesondere im Multiplayer-Modus. Hier können

sich vier Leute durch abgespeckte Versionen der Solo-Level ballern, sofern sie einen stabilen Server finden.

Die klerikale Ernsthaftigkeit ohne jede Selbstironie trägt das Spielerlebnis nicht lange. Ärgerlich ist auch, dass die Gegner zwar zahlreich und aggressiv, aber nicht gerade clever sind. Die „Genestealer“ fungieren vorwiegend als tumbe Kugelfänger. Später schleudern zwar riesige „Broodlords“ ihr Gift und die „Hybriden“ benutzen wirkungsvolle Waffen, etwa Raketenwerfer. Insgesamt zeichnet sich das Gegnereensemble aber eher durch Masse als durch Klasse aus.

Für Fans der Warhammer-Atmosphäre sicherlich ein Muss, bleibt „Space Hulk: Deathwing“ leider weit hinter dem zurück, was man daraus hätte machen können. (Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## Space Hulk: Deathwing

Vertrieb	Focus Home Interactive, <a href="http://www.spacehulk-deathwing.com">www.spacehulk-deathwing.com</a>
System	Windows (getestet); PS4; Xbox One (angekündigt)
Hardwareanforderungen	Mehrkernsystem ab 3,5 GHz, 8 GByte RAM, 2-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee <input type="radio"/>	Umsetzung <input checked="" type="radio"/>
Spaß <input checked="" type="radio"/>	Dauermotivation <input type="radio"/>
4 Spieler online · Deutsch (Sprachausgabe Englisch) · USK nicht geprüft; red. Empf.: ab 18 · 40 €	



# Alpenglühn und Schlüsselbeinbruch

**A**cht Länder teilen sich Europas höchstes Gebirge: die Alpen, deren Gipfel schneebedeckt und majestätisch zum Lamontanara-Singen einladen. Oder zum Wintersport auf Terrains von harmlos bis mörderisch. Wer temporeiche Abfahrten liebt, aber dabei nur ungern die realen Knochen riskieren will, dem beschert **Steep** ein herausforderndes Stück winterlichen Extremsports am heimischen Rechner oder an der Spielkonsole.

Mit ihrem ersten Sportspiel hat das in Alpennähe gelegene Studio Ubisoft Ancecy einen richtig groß angelegten Schneespas geschaffen. Der Star ist hier die Landschaft: Die gewaltige offene Spielwelt umfasst die Berge Mont Blanc, Aravis, Les Auguilles und Matterhorn. Man kann alles von Anfang an frei erkunden, neue Skigebiete per Fernglas freischalten oder spezielle Herausforderungen annehmen. Entdeckte Gebiete lassen sich jederzeit per Schnellreise erreichen.

Vier Fortbewegungsmittel hat man immer griffbereit, um sich durch die atemberaubende Kulisse zu bewegen: Skier sind das am leichtesten zu handhabende Gerät, zumal man mit ihnen auch kleine Höhen ersteigen kann. Das Snowboard eignet sich am besten für Eisrinnen und

Sprungpisten, doch bleibt man damit auch schneller stecken. Der Gleitschirm ist das geruhsamste Transportmittel und empfiehlt sich vor allem zum Erreichen ferner Pisten. Das spannendste Gerät ist aber der Wingsuit: Mit dem Gleitflanzug kann man wie ein menschliches Flughörnchen Aufwinde nutzen, um in Bodennähe über Geröll und Schnee zu sausen.

Die Steuerung ist ganz auf Xbox- oder PS4-Controller zugeschnitten. Mit den Sticks steuert man die Kamera und die eigene Spielfigur, die man aus der Verfolgerperspektive sieht. Die unteren Schultertasten sind für Sprünge reserviert, bei denen man durch riskante Tricks Punkte gewinnen kann. Die Steuerung ist anfängerfreundlich; die ersten Pisten lassen sich leicht meistern. Schnell stellt sich der Ehrgeiz ein, die Strecken als Bester zu absolvieren. Spätere Bereiche sind dagegen sehr fordernd. Man ist dann dankbar für die geringen Streckenlängen – vor allem bei Wingsuit-Herausforderungen, denn hier bedeutet jeder Fehler das Aus.

Die Darstellung der Umgebung ist atemberaubend und man genießt ausgesprochen abwechslungsreiche Landschaften. Man rast durch eingeschneite Dörfer, über beinharte Eispisten, in malerische

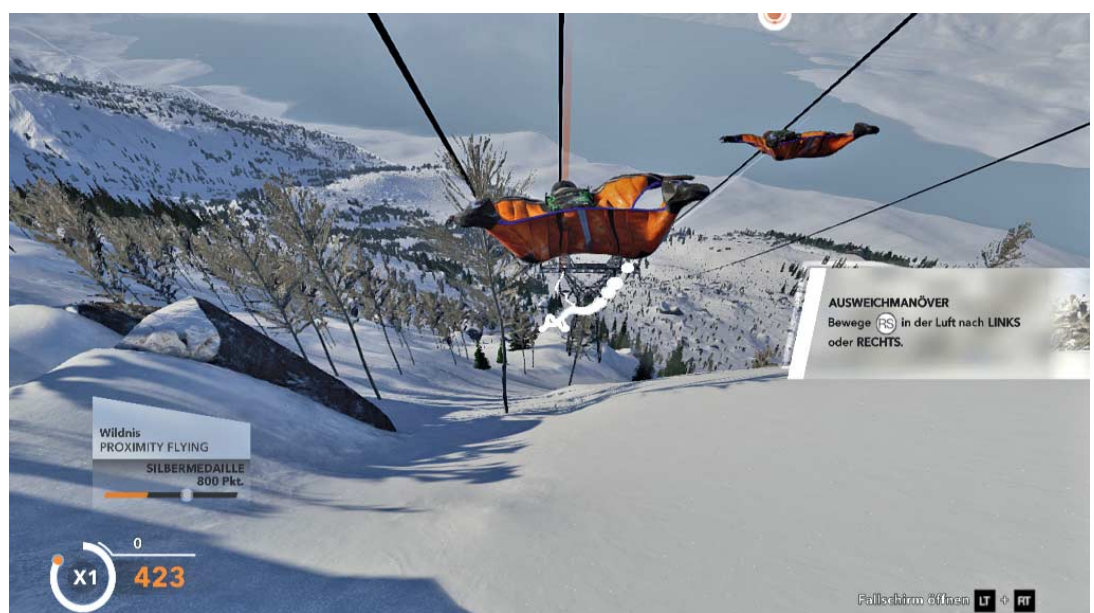
Tannenwälder und mehr. Auch das, was den Spielerohren geboten wird, macht Freude. Das Knirschen des Schnees etwa klingt sehr verschieden, je nachdem, ob man auf Tief- oder Neuschnee fährt. Die Steuerung reagiert auf jede Veränderung des Untergrunds.

Leider zwingt „Steep“ dazu, immer online zu sein, was am „Seamless Multiplayer“-Konzept liegt. Per Knopfdruck kann man sich mit bis zu drei anderen Fahrern zusammenschließen, die man auf der Piste trifft, und mit- oder gegeneinander fahren. Erfolgreiche Abfahrten lassen sich nachträglich als Videos bearbeiten und online mit anderen teilen. Zudem kann man die gefahrene „Spur“ als Herausforderung für andere Spieler freigeben.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Steep	
Vertrieb	Ubisoft, <a href="http://steep.ubisoft.com/game/de-DE">http://steep.ubisoft.com/game/de-DE</a>
System	Windows (getestet); PS4, Xbox One, Nintendo Switch
Hardwareanf.	2,5-GHz-PC, 6 GByte RAM, 2-GByte-Grafik
Kopierschutz	Uplay
Idee ○	Umsetzung ⊕⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ⊕
4 Spieler online • Deutsch • USK 12 • 40 €	

Die riskanteste Disziplin bei „Steep“ ist der Flug per Wingsuit – man bewegt sich mit rasender Geschwindigkeit stets nah am Boden. Wer dabei mit Bäumen oder Masten kollidiert, muss von vorn beginnen.





Die Baker-Familie im ländlichen Louisiana isst in Resident Evil 7 gern Fleisch, das mitunter von den Körpern ihrer Gäste stammt.



# Komm, wir essen Opa!

Mit Resident Evil 7 Biohazard wagt Hersteller Capcom einen Neuanfang der Horrorspielserie. In der Rolle des jungen Ethan fahndet der Spieler auf dem Anwesen der mysteriösen Familie Baker nach seiner verschwundenen Gattin Mia. Das düstere Horrorabenteuer lässt sich nicht nur am Bildschirm, sondern auf der PS4 auch komplett in VR durchspielen – und setzt dort neue Maßstäbe.

Die Bakers wirken anfangs wie gewöhnliche Hinterwäldler, doch ein Blick in ihren Kühlschrank offenbart Entsetzliches: die Überbleibsel von Menschen, die in der Gegend als vermisst gemeldet wurden. Erst beim Exkurs in den Keller merkt Ethan, dass sich seine Gastgeber dann doch von den Wald-und-Wiesen-Kannibalen aus „The Texas Chainsaw Massacre“ unterscheiden, denn sie haben anscheinend übernatürliche Kräfte.

Ethan trifft recht früh auf Mia, die sich merkwürdig verändert hat und bald wieder im Labyrinth des Hauses verschwindet. Um vom Anwesen zu entkommen, muss Ethan passende Schlüssel finden. Obwohl das Schlüsselsuchen zu den abgegriffensten Adventure-Motiven gehört, bleibt es hier spannend, weil die Bakers immer wieder durch die Korridore patrouillieren. Ethans spärliches Waffenarsenal richtet aber herzlich wenig aus – und Munition ist rar. So wechselt der Spieler zwischen

Schleichen und Verstecken, um sich entsetzlich zu erschrecken, wenn vor ihm plötzlich die Hausherrin mit ihrer Laterne auftaucht und schrill zu lachen beginnt.

Man erlebt eine Welt voll ekliger Wurmtunnel, verranzter Badezimmer und stickiger Kellerräume. Die Geräuschkulisse arbeitet mit dezentem Schaben und Knacken, untermalt von subtil einsetzender Musik. Die deutschen Stimmen der Bakers dringen dem Spieler durch Mark und Bein.

Das Anwesen ist weitläufig. Langweilig wirds nie, selbst wenn man auf der Suche nach dem nächsten wichtigen Gegenstand wiederholt die Eingangshalle passiert. Im extra kleinen Inventar verstaut man Medizin und Munition; manche Gegenstände lassen sich kombinieren, etwa zu einem Flammenwerfer. Herumliegende VHS-Kassetten erzählen in interaktiven Rückblicken die Vorgeschichte und geben Tipps zu Geheimverstecken. Der Knobelanteil ist merklich höher als in anderen Serienteilen. Vor nervenaufreibenden Kämpfen ersparen automatische Checkpoints lange Wiederholungen, wenn man im ersten Anlauf ins Gras beißt.

Der Horror packt den Spieler härter und schneller am Schlafittchen als in bisherigen Resident-Evil-Teilen, da Ethan kein Elite-Soldat ist, sondern seinen Häschern oft hilflos gegenübersteht. Der

Spieler erlebt das Ganze aus der Ich-Perspektive, was in Verbindung mit einem Playstation-VR-Set eine extradicke Gänsehaut provoziert. In der Virtual Reality funktioniert das Ganze hervorragend. Der Spieler kann sich kontinuierlich mit dem Analogstick bewegen. Drehungen wurden jedoch in feste Abschnitte unterteilt und unterdrückten mit einem zusätzlich einblendbaren Gitternetz die Simulatorkrankheit im Test wirkungsvoll. Nur aus Erschöpfung aufgrund der hohen Intensität mussten wir nach jeder Stunde eine kurze Pause einlegen.

Capcom ist ein grandioses, rund zwölf Stunden dauerndes Horrorspiel gelungen, dessen Story und Charaktere die vorigen Serienteile blass aussehen lassen. Die VR-Version der PS4 stellt mit ihrer tollen Umsetzung und der grandiosen Atmosphäre bisherige Virtual-Reality-Spielchen weit in den Schatten.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

## Resident Evil 7 Biohazard

Vertrieb	Capcom, <a href="http://residentevil7.com">http://residentevil7.com</a>
Systeme	PS4 (PSVR, getestet), Xbox One, Windows ab 7
Hardwareanforderungen	2,7-GHz-CPU, GeForce GTX 760 oder Radeon R7 260x, 8 GByte RAM
Kopierschutz	Steam
Idee ⊕⊕	Umsetzung ⊕⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ⊕⊕
1 Spieler • Deutsch • USK 18 • 45-60 €	

# Fußsprung ins Ungewisse

**S**ony schert sich beim Action-Adventure **Gravity Rush 2** wie schon beim Vorgänger nicht wirklich um Genre-Konventionen. Die junge Heldin Kat verändert nach Gusto die Schwerkraftverhältnisse, sodass sie im 3D-Raum in jede beliebige Richtung fliegen kann. Diese Kunst erweist sich als praktisch, um Distanzen elegant zu überbrücken, Energieressourcen zu sammeln und „Nevi“ genannte Tentakel-Monster zu vernichten.

Die menschlichen Bewohner der fantastischen Spielwelt leben in Luftschiffen und schwebenden Städten, wo die Arbeiter Rohstoffe abbauen, während die Machthaber Müßiggang treiben. Kat arbeitet anfangs als Bedienstete einer autoritären Dame, doch entdeckt schnell ihren Kampfesgeist. So setzt sie sich für die Benachteiligten ein und empört sich über arrogante Schnösel.

Die Science-Fiction-Story wird unterhaltsam in Form von Comic-Strips erzählt. Meist wechselt das Spiel nach einer flockig erzählten Comic-Eskapade in die 3D-Ansicht. Daraufhin steuert der Spieler Kat zum Quest-Geber. Deren Aufgaben sind

abwechslungsreich: Kat sammelt Rohstoffe auf Meteoriten, hilft in Not geratenen Minenarbeitern aus der Klemme und bekämpft Nevi und Roboter. Mit den Geld-Belohnungen kann man die Heldin aufrüsten.

Die Manipulation der Schwerkraft steht im Mittelpunkt des Geschehens. Der Spieler kann optional via Bewegungssteuerung des Gamepads sein Ziel anvisieren und Kat auf eine 300 Meter weit entfernte Plattform sausen lassen. Dort erledigt man Aufgaben und bekämpft Bösewichte. Die Nevi kann man beispielsweise mit Anlauf rammen. Außerdem kann Kat Energiefelder erzeugen, um Trümmer auf die Widersacher zu schleudern. Die Kämpfe werden nach einigen Stunden zur Routine, wenn auch zu einer unterhaltsamen.

Im Vergleich zum Vorgänger hat sich nicht sehr viel getan. Immerhin gibt es zwei neue Fähigkeiten: Bei der ersten wird Kat so schwer, dass sie mit einem Stampfer mehrere schwächere Gegner umhaut; bei der zweiten Aktion wird sie federleicht und springt 50 Meter weit. Die Steuerung klappt gut, doch sobald ein Hindernis im

Weg steht, braucht der Spieler Geduld und einen flinken linken Daumen.

Wie im Vorgänger hat der japanische Regisseur Keiichiro Toyama eine farbenprächige Welt erschaffen, in der Städte in der Luft schweben, Luftschiffe umherfliegen und psychedelische Figuren aus dem Boden wachsen. Wenn Kat ihre Kräfte einsetzt, dann sieht das eindrucksvoller aus als zuvor. Die Musik ist mitreißend, doch außer unverständlicher Dialogfetzen gibts keine Sprachausgabe.

Die mindestens 30 Stunden lange Story enthält einige logische Brüche, doch sie bleibt kurzweilig und selbst in Krisensituationen heiter. Kaum ein Freund ungewöhnlicher Abenteuer wird sich dem Charme dieser beherzten Gravitationskünstlerin entziehen können.

(Peter Kusenberg/dahe@ct.de)

## Gravity Rush 2

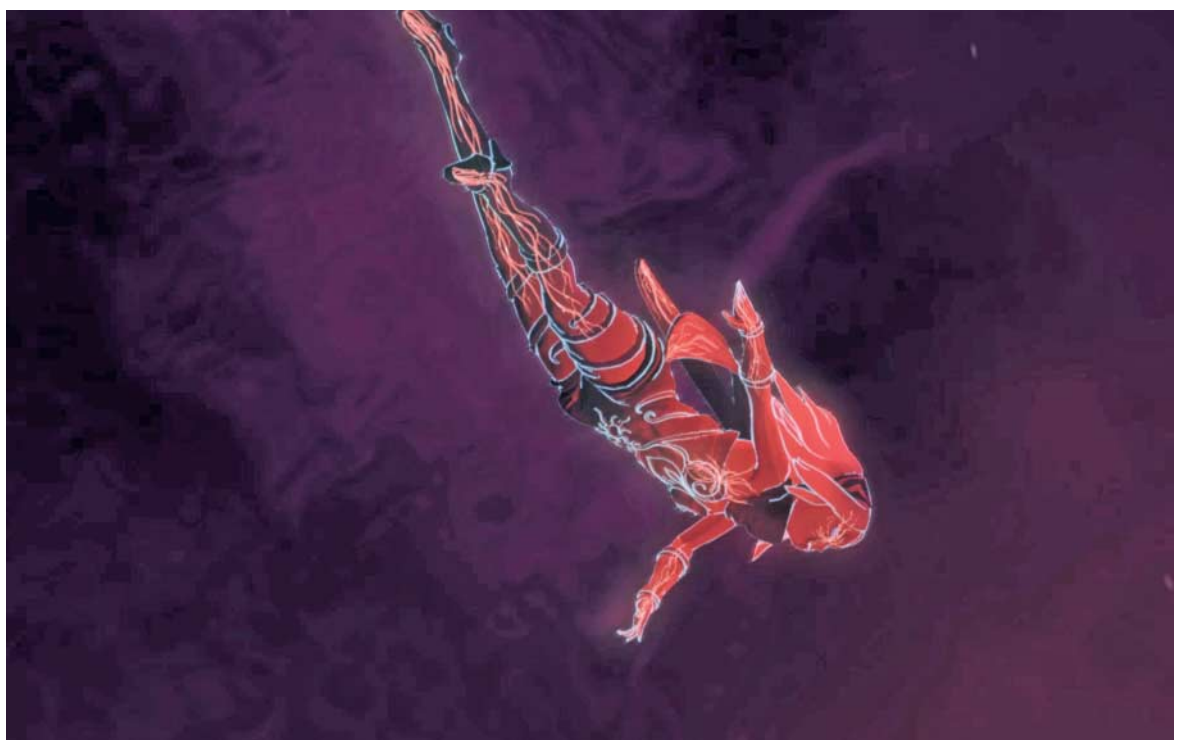
Vertrieb Sony, [www.playstation.com](http://www.playstation.com)

System PS4

Idee ⊕ Umsetzung ⊕  
Spaß ⊕ Dauermotivation ⊕

1 Spieler • Deutsch (Text) • USK 12 • 60 €

Kat manipuliert in Gravity Rush 2 die Schwerkraft, saust durch den Raum und rammt bei Gelegenheit fliegende Monster.



## Unsoziale Netze

Social-Media-Kanäle fördern die Kommunikation, verbinden Menschen miteinander und verschaffen ihnen Zugang zu Informationen, die auf anderen Wegen oft nicht oder nur schwer zu beschaffen sind. Die bequeme und vielfach anonyme Kommunikation hat aber auch Schattenseiten. Eine kritische Äußerung zu einem Unternehmen, einer Person, einem politischen oder weltanschaulichen Thema ruft eine Eskalation unzähliger weiterer Kommentare hervor – viele davon unsachlich und feindselig. Ein Shitstorm bricht los.

Haarkötter hat Beiträge zusammengestellt, in denen 13 Autorinnen und Autoren das Thema mit wissenschaftlichem Anspruch analysieren. So beschreibt der erste Aufsatz die Historie des Phänomens und versucht sich an einer Definition. Das ist nicht trivial, denn ein Shitstorm muss zum Beispiel nicht per se schädlich sein.



Außerdem gibt es eine Untersuchung ausgewählter Shitstorm-Ereignisse der letzten Jahre. Besonders interessant ist dabei, welche Form von Kommentaren zur umfangreichsten Anschlusskommunikation führt und wie sich die Gruppe der „Shitstormer“ zusammensetzt.

Die meisten Artikel haben deutlich medien- und kommunikationswissenschaftlichen Charakter. Dabei kommt auch schon mal das Eye-Tracking-Verfahren zum Einsatz, um unbewusste Reaktionen von Probanden auf typische Shitstorm-Kommentare zu messen. Allerdings ist die Basis der Stichproben oft sehr schmal; überhaupt steht nur wenig auswertbares Material zur Verfügung, weil das Phänomen noch jung ist.

Unter den Beiträgen finden sich neben Forschungsarbeiten auch eher pragmatische Texte. Zum Beispiel wird die rechtliche Seite eines Shitstorms beleuchtet; für Opfer von Empörungswellen werden mögliche Gegenmaßnahmen erläutert.

Zu mittel- bis langfristigen Auswirkungen eines Shitstorms gibt es leider noch keine belastbaren Studien. Verwandte Phänomene wie Candystorm und Hate Storm werden kurz erwähnt, aber nicht weiter behandelt.

Das Buch enthält auch Kapitel zu weiter am Rande des Spektrums liegenden Themen – so wird unter anderem analysiert, wie sich eine Facebook-Präsenz für Direktkandidaten im Wahlkampf auswirkt.

Erfreulicherweise errichten die Verfasser der Beiträge keine Verstehenshürden durch allzu akademische Sprache. So führt die Lektüre des relativ schmalen Sammelwerks nicht nur bei Fachpublikum zu Erkenntnisgewinn, sondern auch bei interessierten Otto-Normal-Netznutzern.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

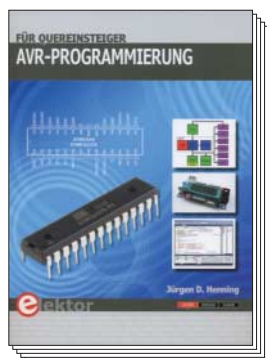
Shitstorms und andere Nettigkeiten	
Über die Grenzen der Kommunikation in Social Media	
Autor	Hektor Haarkötter (Hrsg.)
Erscheinungsort, -jahr	Baden-Baden, 2016
Verlag	Nomos
ISBN	978-3-8487-3064-3
182 Seiten • 34 €	

## ATmega-Kraftnahrung

Die „Quereinsteiger“ im Sinne des Buchtitels sollten nicht etwa Novizen im Umgang mit Mikrocontrollern sein. Dieser Programmierleitfaden zum ATmega328 von Microchip (vormals Atmel) beginnt nämlich sehr unvermittelt mit durchaus anspruchsvollen Details: Man bekommt gleich eine Übersicht über die teilweise mehrfache Belegung

der Pins und einen Hinweis auf dadurch entstehende Konflikte, die es zu vermeiden gilt. Der ATmega-Baustein ist durch die Arduino-Plattform weit verbreitet. So spricht das Buch im Grunde jeden an, der damit bereits einige Erfahrung gesammelt hat und nun eigene Schaltungen mit dem Chip ohne den Arduino-typischen Overhead entwickeln will.

Diesem Publikum wird einiges geboten: eine kompakte Übersicht über die Hardware des Mikrocontrollers sowie dessen Funktionsweise und Programmierung



in der Sprache C. Kapitelweise geht es um die Programmierung der Register, der Timer, Interrupts und der Schnittstellen für die Datenübertragung. Abgesehen von einem umfangreichen Kapitel zur C-Programmierung ist das Buch sparsam mit konkreten Anwendungsbeispielen und Programmcode. Der Autor hat vorwiegend die Arbeitsweise der Controller-Hardware und die theoretischen Grundlagen von deren Programmierung im Blick. Dabei geht er gründlich und systematisch vor. Kein Thema, keine Komponente des Controllers wird ausgespart. Zahlreiche Diagramme, Schaltungen und Übersichtstabellen sowie ein umfangreiches Glossar und alphabetische Stichwortverzeichnisse zu den Registern, Fuses und Lockbits machen das Werk nicht nur zu einem Lehrbuch, sondern auch zu einem geeigneten Nachschlagewerk.

Unter dem Strich erhält der Leser ein vollständiges Kompendium der AVR-Mikrocontroller, durch das sich unter anderem die Lektüre des umfangreichen und nicht immer sehr aufschlussreichen Datenblatts erübrigt. Verständlich ist es aber nur für Leser, die sich schon eine Weile mit der Materie von Elektronik-Projekten etwa auf Arduino-Basis befassen haben. Die Darstellung beschränkt sich zwar auf zwei konkrete Controller-Typen aus der ATmega-Reihe, man findet aber die meisten der beschriebenen Komponenten in ähnlicher Form auch in vielen anderen Controllern dieser Reihe und auch in den kleineren ATtiny. Für Bastler und Entwickler eigener Mikrocontroller-Projekte ist das Buch jedenfalls eine nützliche Hilfe. (tig@ct.de)

Unter dem Strich erhält der Leser ein vollständiges Kompendium der AVR-Mikrocontroller, durch das sich unter anderem die Lektüre des umfangreichen und nicht immer sehr aufschlussreichen Datenblatts erübrigt. Verständlich ist es aber nur für Leser, die sich schon eine Weile mit der Materie von Elektronik-Projekten etwa auf Arduino-Basis befassen haben. Die Darstellung beschränkt sich zwar auf zwei konkrete Controller-Typen aus der ATmega-Reihe, man findet aber die meisten der beschriebenen Komponenten in ähnlicher Form auch in vielen anderen Controllern dieser Reihe und auch in den kleineren ATtiny. Für Bastler und Entwickler eigener Mikrocontroller-Projekte ist das Buch jedenfalls eine nützliche Hilfe. (tig@ct.de)

AVR-Programmierung für Quereinsteiger	
Für ATmega8 und ATmega328	
Autor	Jürgen D. Henning
Erscheinungsort, -jahr	Aachen, 2016
Verlag	Elektor
ISBN	978-3-8957-6322-3
286 Seiten • 35 € (PDF-E-Book: 30 €)	

Anzeige







# NAOS BOTSCHAFT

VON ULF FILDEBRANDT

## Nur ein Problem

„Die Werte fluktuieren“, rief Mika aus. Er sah müde aus. Sein schmales Gesicht zierte ein dunkler Bartschatten und die langen Haare standen unordentlich ab. Im Unterschied zu den meisten Menschen an Bord trug er ein T-Shirt mit unzähligen Falten.

Im Hologramm schwebte die Station vor ihm: Ein fünf Kilometer durchmessender Ring und in dessen Mitte das zentrale Modul auf der Rotationsachse. Speichen verbanden sie miteinander. Unzählige Werte, viele in Grün, aber auch einige in Gelb, standen neben der Außenhülle des Torus. Die Darstellung rotierte und zeigte die halb fertige Konstruktion in giftgrünen Farbabstufungen. Mika hob den Arm und schob mit den Fingern den außen liegenden Bereich nach vorne.

Ataru trat neben Mika, wobei seine hydraulischen Gelenke ein leises Summen von sich gaben. Sein Stimmanalysator kam zu dem Ergebnis, dass Mika angespannt war. In den letzten Tagen schwankte die Temperatur nahe der Außenhülle. Seit der Neujustierung der Algorithmen zur Fehlermeldung zeichnete das System nur noch Schwankungen auf, die für eine gewisse Dauer anhielten.

Das Ethikprogramm sandte Aufforderungen an die Ausführungsprogramme. Die Änderungen, die Ataru an sich selbst vorgenommen hatte, zeigten Wirkung. Laut dem Gesetz, keinem Menschen durch Unterlassung zu schaden, musste Ataru eingreifen.

„Ich gehe hin“, erwiderte er, bevor Mika ihn dazu auffordern konnte.

Mika stöhnte auf. „Die neuen Schwellwerte sind aber noch nicht überschritten.“

Ataru richtete seine Objektive auf Mika. „Doch die Temperaturwerte sind nicht akzeptabel?“

„Nein, sind sie nicht“, erwiderte Mika. „Es kann zu Mikrorissen in der Außenhülle kommen, wenn die Temperatur immer wieder schwankt.“

Mit seinen Kalkulationsroutinen berechnete Ataru die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten dieses Ereignisses. Nach wenigen Sekunden kam er zu einem Ergebnis. „Mit fünf Prozent Wahrscheinlichkeit wird die Hülle reißen. Die Varianz dafür beträgt zwei Prozent.“

Mika lachte auf. „Nach den neuen Regeln ist dieses Risiko akzeptabel.“

„Sarkasmus?“ Die neuronalen Netze in Atarus Schädel arbeiteten kontinuierlich, um die Emotionen des Menschen zu verstehen. Um die technischen Fakten zu überprüfen, reichten ein paar Millionen Berechnungen, aber für das menschliche Verhalten brauchte Ataru mehrere tief geschachtelte neuronale Netze. Und dennoch war er sich nie sicher, ob seine Schlussfolgerungen richtig waren.

„Entschuldige“, antwortete Mika. „Ich wollte mich nicht lustig machen über dich.“ Er blickte den Roboter an. „Ja, Sarkasmus.“

Für einen maschinen-endlosen Augenblick musterte Ataru das Gesicht des Menschen, kam aber zu keinen eindeutigen Ergebnissen. Die Temperaturschwankungen hatten im Moment eine höhere Priorität. „Ich gehe zu den Außenbereichen.“

Mika nickte nur.

Augenblicklich wandte Ataru sich um und rannte los. In wenigen Sekunden beschleunigte er auf 100 km/h. Der Computer der Station meldete ihm, wo sich andere Roboter aufhielten und Menschen an ihr Ziel schlichen. Elegant wich er ihnen aus.

Eine Minute später erreichte Ataru den Bereich des Torus nahe dem schadhaften Bereich. Der Computer der Station übermittelte ihm die aktuelle Temperatur, die inzwischen wieder auf den Normalwert zurückgegangen war. Allerdings war auch das Heizsystem um drei Prozent hochgefahren worden.

Ataru schaltete die Optiken auf Infrarotsicht um und betrachtete die ihn umgebende Luft. Unzählige Verwirbelungen zeigten an, wo die Luft kälter wurde. Wie die Wirbel eines Sturmes kreisten die Luftmassen um einen Fleck an der Wand.

**DIE WIRBEL VERÄNDERTEN SICH  
PLÖTZLICH UND VOLLKOMMEN CHAOTISCH,  
BIS SIE SCHLIESSLICH AUF EINE STELLE AN  
DER WAND ZUSTÜRZTEN.**

Die anderen Roboter marschierten daran vorbei, ohne dem Defekt Aufmerksamkeit zu schenken. Die oberste Planungsbehörde hatte solche minimalen Schwankungen als tolerierbar eingestuft, weshalb die Roboter keinen Grund sahen, darauf zu reagieren. Ihnen hatte Mika nicht gestattet, ihre Programmierung zu ändern.

Der Logikbereich in Atarus Netzverbund kam wieder zu der Frage, warum Mika seine Programmierung geändert hatte. Er durfte nach eigenen Beurteilungen vorgehen und nicht nur nach den Anweisungen der Behörde. Der Widerspruch zwischen diesen beiden Bestimmungen ließ ihn zögern. Wieder und wieder berechneten die Kalkulationsprogramme, wo sich die Schwachstelle in der Außenhülle befand.

„Kannst du sehen, woran es liegt?“ Mikas Stimme erklang über Funk.

„Noch keine Ergebnisse“, erwiderte Ataru. „Es gibt anscheinend einige Unregelmäßigkeiten, die jedoch zunehmen.“

„Verdammt, ich habe es denen gesagt. Die Stationswand wird brüchig.“

Noch während Ataru weiter die auffälligen Luftströmungen beobachtete und seine Berechnungen auf ein Ansteigen der Unregelmäßigkeiten hinwies, ertönte ein Krachen. Die Wirbel veränderten sich plötzlich und vollkommen chaotisch, bis sie schließlich auf eine Stelle an der Wand zustürzten. Atarus Gyroskope meldeten, dass er nach vorne kippte. Die Luft hob ihn an und zog ihn mit sich.

Das neuronale Netz zur Gefühlssimulation sandte ein Feuerwerk von Panikimpulsen an alle Bewegungsautomaten. Ohne seine bewusste Entscheidung versuchten seine Arme, Halt zu finden, aber in seiner Umgebung gab es nichts mehr. Das Netz sandte so viele Impulse, dass der Logiksektor einen Filter vorschaltete. Nur einzelne Meldungen kamen noch durch.

Unzählige Berechnungen startete Ataru parallel. Innerhalb von Millisekunden stand das Ergebnis fest. Ein Mikroriss war aufgebrochen und ein Spalt hatte sich in der Außenwand aufgetan. Die Luft wurde explosionsartig nach draußen gerissen. Zwei Roboter waren bereits im Vakuum des Orbits verschwunden.

Atarus Objektive suchten blitzschnell die Umgebung des Lochs ab. Eine Metallstrebe ragte in den Bereich hinein. Wenn er den Arm ganz ausstreckte, konnten seine Finger sie vielleicht erreichen.

Er gab den Befehl an die Gelenke weiter, zweifelte jedoch daran, ob die Hydrauliken schnell genug reagieren konnten. Wieder kalkultierten seine Routinen, ob er das Loch durchfliegen oder die Strebe umfassen würde. Mit neunzig Prozent standen seine Chancen gar nicht schlecht. Sein neuronales Netz entschied, dass er die Suche nach anderen Alternativen einstellen und alle Rechenkapazität darauf ausrichten sollte, die Strebe zu erreichen.

Mit einer schnellen Bewegung, in die er die Energiekapazität seines gesamten Körpers lenkte, umfasste seine Hand den Metallträger. Der Ruck riss beinahe seinen Arm aus dem Schultergelenk, doch die mechanischen Gelenke hielten der Belastung stand.

Die verbleibende Luft strömte an ihm vorbei, bis es keine Atmosphäre mehr in dem Bereich der Station gab, den er gerade untersuchen wollte. Für endlose Sekunden hing er bewegungslos an dem Metallteil, bis sein Logikmodul ihm riet, sich hineinzuziehen.

Der Blick auf die frei unter ihm schwebende Erde war beeindruckend. Weiße Wolken zogen über die blauen Meere und braunen Kontinente hinweg, und seine Optiken legten immer mehr Details offen, egal wie sehr er auch hineinzoomte. In weiter Entfernung schossen seine beiden Roboterkollegen auf die Oberfläche zu und wurden immer kleiner. Vielleicht würden sie in einem der Wolkenwirbel verglühen. Vielleicht würden die kompakteren Teile im Meer versinken.

Das neuronale Netz forderte ihn auf, sich in die Station zurückzuziehen. Das Schicksal der anderen war nicht besonders erstrebenswert. Er sollte sich anstrengen, ihnen nicht zu folgen.

## Legenden

Ataru wachte aus dem Wartungsmodus auf. Seine Systeme arbeiteten mit maximaler Effizienz. Die Hydrauliken kamen den Anweisungen nicht vollständig nach, aber die Verzögerungen bewegten sich im Nanosekundenbereich. Das neuronale Netz, das die Bewegungen der Arme und Beine kontrollierte, hatte bereits Tests ausgeführt, um sich neu zu kalibrieren.

„Ich dachte schon, du schläfst für immer“, meldete sich eine Stimme über Funk in Symbolsprache.

Erstaunt verband sich Ataru mit dem Zentralcomputer. Dicht bei ihm gab es ein weiteres Signal. Ein Roboter aus der ersten Generation hatte sich ihm genähert. Er stand unmittelbar neben dem großen Fenster mit Blick auf die Erde. Die blaue Kugel hing unter der halb fertiggestellten Station und drehte sich langsam weiter. Die Sonne erstrahlte als gleißender Feuerball über dem Horizont und überflutete Atarus Raum mit Licht.

„Was tust du hier?“, fragte Ataru.

Die interne Visualisierung zeigte ihm, dass sein Gesprächspartner die Bezeichnung Nao trug. Ataru drehte sich in einer geschmeidigen Bewegung um. Vor ihm stand eine Gestalt, die verblüffend einem Menschen ähnelte. Der einzige Unterschied bestand darin, dass seine Oberfläche aus weißem Verbundplastik bestand. Arme und Beine besaßen dieselben Proportionen wie ein Mensch, was bedeutete, dass Nao sehr viel kompakter wirkte als er selbst.

„Du warst beim Unfall dabei“, stellte Nao fest.

„Es war kein Unfall“, erklärte Ataru. „Die Wahrscheinlichkeitsberechnung hat darauf hingedeutet, dass es zu diesem Ereignis kommen musste. Wenn nicht heute, dann in naher Zukunft.“

Ein Geräusch erklang über den Symbolfunk, das verächtlich einem menschlichen Lachen ähnelte. Impulse der Verwunderung kamen vom neuronalen Netz. Ataru betrachtete sein Gegenüber und wechselte danach auf die Schnittstellendarstellung. Er untersuchte die Kommunikation, die Nao mit seiner Außenwelt verband. Einige Muster waren sonderbar. Sie entsprachen nicht den Protokollen, die zur Zeit von Naos Herstellung vor zehn Jahren üblich waren.

Das neuronale Netz für Intuition warf einen Gedanken ein: War Nao optimiert worden, um menschlicher zu wirken?

„Du brauchst deine Netze nicht weiter zu beschäftigen“, stellte Nao fest. „Ich bin ein altes Modell, aber meine Software wurde mehrere Male aktualisiert.“

„Und?“

„Ich kann meinen eigenen Ideen nachgehen.“

Der Logikbereich in Ataru sammelte Informationen und versuchte, eine Prognose zu erstellen, warum Nao ihn angesprochen hatte. Nach etlichen Iterationen kam er zu dem Schluss, dass zu wenige Informationen vorlagen.

„Weshalb bist du hier?“

„Ich weiß, dass dein menschlicher Operator dir erlaubt hat, Änderungen an deiner Programmierung vorzunehmen.“

„Das ist richtig. Ich soll in der Lage sein, bei der Reparatur von Schäden eigene Wege zu gehen.“

Nao drehte sich um und trat an die Fensterscheibe. „Hast du schon einmal genauer auf die Erde geschaut?“

Ataru richtete seine Objektive auf Nao. Seine Aussagen klangen seltsam und wirkten in ihrer Unlogik wie die For-

mulierungen von Menschen, nicht wie die präzisen Informationen eines Roboters.

„Ich sehe die Erde jeden Tag.“

Nao schüttelte den Kopf. „Das meine ich nicht. Ich meine, ob du dir schon einmal einzelne Gebiete auf der Erde genauer angeschaut hast?“

Der Vorschlag lief in den Logiksektor, aber die Aussage ergab wieder keinen Sinn. Das neuronale Netz, das Gefühle simulierte, schwankte zwischen Neugier, Ablehnung und Verwirrung. Für eine Nanosekunde überlegte Ataru, ob er die neuronalen Netze abschalten sollte, entschied sich jedoch dagegen.

## DIE MENSCHEN GLAUBEN, DASS SIE SICH WEITERENTWICKELT HABEN UND DAS LEBEN VIEL BESSER MEISTERN, ABER DAS STIMMT NICHT.

„Nein, was meinst du?“

„Richte deine Aufmerksamkeit auf diese Koordinaten.“ Über den Symbolfunk erschien ein Satz von Standortdaten. Ohne zu zögern, richtete Ataru die Objektive auf die angegebenen Orte.

Der Ort, der vor ihm auftauchte, lag in Frankreich, genauer in Paris. Ein Bauwerk aus Metall erschien vor ihm. Es bestand aus Metallstreben, die sich nach oben hin immer weiter verjüngten.

„Der Eiffelturm?“

„Ein grandioses Meisterwerk der menschlichen Baukunst.“

Ein weiterer Koordinatensatz wurde Ataru übermittelt. Wieder richtete Ataru die Objektive aus und dieses Mal kam eine ausgedehnte Wüste in Sicht, aber unmittelbar vor ihm ragte eine Pyramide in die Höhe.

„Seit vielen tausend Jahren haben sich diese Überreste einer Hochkultur nicht verändert. Sie haben bis heute Bestand, über viele Generationen hinweg.“

„Und was willst du mir damit sagen?“, fragte Ataru immer noch rätselnd.

„Ich habe Ideen. Meine Kreativität ist nicht eingeschränkt durch meine Programmierung.“

„Und?“

„Denk an den Eiffelturm. Was hast du gesehen?“

Ataru übergab die Kontrolle an seinen Logiksektor, aber der Algorithmus fand keine neuen Erkenntnisse. Die riesige Erscheinung des Eiffelturms war aus dem Blickfeld verschwunden, sodass er auf das Bild in seinem Speicher zurückgreifen musste. Im nächsten Versuch übergab Ataru die Anweisung an das neuronale Netz zur Gefühlssimulation.

„Die Metallträger sind perfekt angepasst, ein Meisterwerk der Ingenieurskunst. Die Harmonie, die die Menschen zum Ausdruck bringen mit ihrem Bauwerk, ist überwältigend.“

Ein intensiver Blick auf den Eiffelturm regte das neuronale Netz zur Gefühlssimulation weiter an. Impulse der Begeisterung durchströmten sein Netzwerk.

Nao durchbrach das Schweigen. „Dieses Bauwerk ist bereits über zweihundert Jahre alt, die Pyramiden über viertausend. Zu diesen Zeiten waren die Menschen in der Lage, Großes zu vollbringen. Sie besaßen bei weitem nicht die intellektuellen Fähigkeiten der heutigen Generation, aber dennoch waren ihre Leistungen atemberaubend.“

Naos Worte dienten dem Logiksektor und den neuronalen Netzen als Eingabe. Nach einer endlosen Zahl von Iterationen kam als Ergebnis heraus, dass Nao die Menschen der Vergangenheit bewunderte.

„Was stört dich an den heutigen Menschen?“

In einer fließenden Bewegung wandte sich Nao um und richtete seine Objektive auf Ataru. „Sie haben vergessen, was sie einzigartig gemacht hat. Was sie dazu gebracht hat, solche Bauwerke zu erschaffen. Sie glauben, dass sie sich weiterentwickelt haben und das Leben viel besser meistern, aber das stimmt nicht. Sie haben etwas Entscheidendes verloren.“

„Was?“

Stille antwortete ihm. Nao stand wie eine Statue vor ihm, und Ataru verband sich mit dem Zentralcomputer der Station, um zu kontrollieren, ob sein Gesprächspartner noch im Rahmen seiner Spezifikation funktionierte. Die Werte seines Rechenkerns deuteten darauf hin, dass alles in Ordnung war.

„Was haben sie verloren?“

„Das musst du selber herausfinden“, erwiderte Nao.

„Warum ich?“

„Weil du deine Programmierung anpassen kannst. Ich kann die besten Ideen haben, aber ich bin an die Gesetze gebunden.“

„Für mich gelten die Robotergesetze auch. Ich muss den Anweisungen der Menschen Folge leisten, darf nicht zulassen, dass Menschen ein Schaden zustößt, und muss meine Existenz schützen.“

Wieder erklang das Geräusch, das einem menschlichen Lachen gleichkam. „Du wirst bald verstehen.“

„Wieso bist du hier?“

Ein Hologramm baute sich vor Ataru auf. Der andere Roboter schien es zu projizieren. Einen Augenblick später begann der Torus zu rotieren und erst jetzt erkannte Ataru, dass die Innenfläche des Ringes begrünt war und überall Häuser in die Höhe ragten. Die Zentralkonstruktion reflektierte das Sonnenlicht auf die Landschaft im Inneren. So sollte in einigen Jahren die Station aussehen, eine Zuflucht für die Menschen in der Kälte des Alls.

Das neuronale Netz flutete Atarus Netzwerk mit Gefühlsimpulsen voller Begeisterung.

„Ein Geschenk für dich.“ Über Symbolfunk tauchte eine endlose Abfolge von Zeichen auf, die Ataru in seinen Speichern ablegte. Sein Virens scanner beanstandete die Daten nicht. Es war nur eine sinnlose Kombination von Zeichen.

„Was ist das?“

„Das sind die Override-Codes für die Maschinen der Station.“

Nao wandte sich um und verließ den Raum. Das Abbild der Station verblasste. Im Schein der gleißenden Sonne sah Ataru ihm nach.

(bb@ct.de) **ct**

*Zweiter und letzter Teil im nächsten Heft*



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige



Anzeige

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Android ohne Google“:  
Christian Wölbelt (*cwo@ct.de*), „Das geht mit USB-C“: Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*)

**Chefredakteur:** Johannes Endres (*je@ct.de*) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteure:** Achim Barczok (*ach@ct.de*), Axel Kossel (*ad@ct.de*),  
Jürgen Kuri (*jk@ct.de*), Georg Schnurer (*gs@ct.de*)

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Gerald Himmelein (*ghi@ct.de*), Oliver Lau (*ola@ct.de*),  
Ingo T. Storm (*it@ct.de*)

**Ressort Software & Medien** (*software-medien@ct.de*)

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Dr. Volker Zota (*vza@ct.de*)

**Redaktion:** Dieter Brors (*db@ct.de*), Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Daniel Herbig (*dahe@ct.de*), Ulrich Hilgefort (*uh@ct.de*), Nico Jurrán (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Martin Reche (*mre@ct.de*), Peter Schmitz (*ps@ct.de*), Dr. Hans-Peter Schüller (*hps@ct.de*), Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*), Peter-Michael Ziegler (*pmz@ct.de*)

**Ressort Systeme & Sicherheit** (*systeme-sicherheit@ct.de*)

**Leitende Redakteure:** Peter Siering (*ps@ct.de*), Jürgen Schmidt (*ju@ct.de*)

**Redaktion:** Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Thorsten Leemhuis (*thl@ct.de*), Johannes Merkert (*jme@ct.de*), Fabian A. Scherschel (*fab@ct.de*), Dennis Schirmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Merlin Schumacher (*mls@ct.de*), Jan Schüßler (*jss@ct.de*), Axel Vahldiek (*avx@ct.de*)

**Ressort Hardware** (*hardware@ct.de*)

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck (*ciw@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*),  
Andreas Stiller (*as@ct.de*), Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)

**Redaktion:** Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Martin Fischer (*mf@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*),  
Christian Hirsch (*chh@ct.de*), Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müssig (*mue@ct.de*), Rudolf Opitz (*rop@ct.de*), Anke Poimann (*apoi@ct.de*)

**Ressort Internet & Mobiles** (*internet-mobiles@ct.de*)

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)

**Redaktion:** Jo Bager (*jo@ct.de*), Bernd Behr (*bb@ct.de*), Daniel Berger (*dbe@ct.de*),  
Holger Bleich (*hob@ct.de*), Hannes A. Czerulla (*hcz@ct.de*), Lea Lang (*lel@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*), Alexander Spier (*asp@ct.de*), Christian Wölbelt (*cwo@ct.de*)

**Newsroom/heise online:** Jürgen Kuri (*Ltg., jk@ct.de*)

**Redaktion:** Kristina Beer (*kbe@ct.de*), Volker Briegleb (*vbr@ct.de*), Martin Holland (*mho@ct.de*),  
Axel Kannenberg (*axk@ct.de*), Andreas Wilkens (*anw@ct.de*)

**c't online:** Ulrike Kuhlmann (*Ltg., uk@ct.de*)

**Koordination News-Teil:** Christian Wölbelt (*cwo@ct.de*)

**Koordination Social Media:** Martin Fischer (*mf@ct.de*), Dr. Volker Zota (*vza@ct.de*)

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan (*mat@ct.de*)

**Redaktionsassistentz:** Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (*Ltg., rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@ct.de*),  
Denis Fröhlich (*dfr@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*),  
Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*), Wolfram Tege (*te@ct.de*)

**Dokumentation:** Thomas Masur (*tm@ct.de*)

**Korrespondenten Verlagsbüro München:** Heins-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,  
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Frankfurt:** Volker Weber (*vowe@ct.de*), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8,  
64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 26 18

**Nordamerika:** Daniel AJ Sokolov (*ds@ct.de*),  
91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 778 300 06 37

**Ständige Mitarbeiter:** Ralph Altmann, Leo Becker (*lbe@ct.de*), Harald Bögeholz (*bo@ct.de*),  
Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*), Tobias Engler, Monika Ermert, Prof. Dr. Noogie C.  
Kaufmann, Dr. M. Michael König, Stefan Krempel, Prof. Dr. Jörn Loviscach, Kai Mielke, Dr. Klaus  
Peeck, Prof. Dr. Thomas J. Schult, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai  
Schwizke

**DTP-Produktion:** Wolfgang Otto (*Ltg.*), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Jörg Gottschalk,  
Birgit Graff, Angela Hilberg, Anja Kreft, Martin Kreft, Astrid Seifert, Edith Tötsches, Dieter Wahner,  
Dirk Wollschläger, Brigitta Zurheiden

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns, Hea-Kyoung Kim

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Maurer

**Tablet-Producerin:** Melanie Seewig

**Illustrationen**

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,

**Story:** Susanne Wustmann und Michael Thiele, Dortmund, **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 Tipgeber:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/tipgeber>  
via Tor: 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

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 34 vom 1. Januar 2017.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)

Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,  
E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

**c't erscheint 14-täglich**

Einzelpreis 4,70 €; Österreich 5,00 €; Schweiz 6,90 CHF;

Belgien, Luxemburg 5,50 €; Niederlande 5,70 €, Italien, Spanien 6,00 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 107,90 €, Österreich 111,80 €, Europa 126,10 €, restl. Ausland 152,10 € (Schweiz 150,80 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,30 €, Österreich 83,20 €, Europa 97,50 €, restl. Ausland 123,50 € (Schweiz 128,70 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,20 € (Schweiz 22,10 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BdWV e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 81,90 €, Österreich 85,80 €, Europa 100,10 €, restl. Ausland 126,10 € (Schweiz 114,40 CHF).  
Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chloroffreiem Papier.

© Copyright 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA



# Vorschau 5/17

Ab 18. Februar 2017 am Kiosk und auf ct.de



## Bluetooth-Anhänger zum Wiederfinden

Schlüssel vermisst? Portmonnaie unauffindbar? Hat sich der Sportbeutel wieder versteckt? Zerstreute Naturen setzen auf Bluetooth-Tags, um verlegte Gegenstände zu lokalisieren. Die aktuelle Generation der Helferlein begnügt sich nicht mehr damit, auf App-Befehl loszupiepsen: Sie lokalisiert auch Smartphones und warnt, wenn sie außer Reichweite geraten.



## Boards für Kaby Lake

Mainboards mit Chipsätzen der Serie 200 eignen sich gleichermaßen für Core-i-Prozessoren der sechsten (Skylake) und siebten Generation (Kaby Lake). Oft sind schon USB 3.1 samt Typ-C-Buchse an Bord; außerdem stehen Steckplätze für superschnelle SSDs bereit.

### Außerdem:

## Office aus der Cloud

Ob Schüler, Studenten oder Arbeitskollegen: Wer gemeinsam Texte, Tabellen oder Präsentationen vorbereitet, tut sich dabei mit Online-Programmen leichter als mit schwerfälliger Desktop-Software. Gegenüber klassischen Office-Paketen bieten Cloud-Dienste auch andere Vorteile.

## Telefonieren ohne Rufnummer

Mit Skype, FaceTime oder WhatsApp wechseln Smartphone-Nutzer fließend vom Chat zum Telefonat – die Gespräche werden dabei sogar unaufgefordert verschlüsselt. Mit Messungen und Analysen überprüft c't, welche App ihren Telefon-Job am besten macht.

## Riesen-Smartphones ab 200 Euro

Für die Hosentasche mögen „Phablets“ zu sperrig sein, aber sonst haben sie gegenüber normalen Smartphones nur Vorteile: stärkere Akkus, Platz für viel Technik, große Bedienfelder – und ein viel größeres Bild. Wir testen Geräte mit Display-Diagonalen zwischen 5,5 und 6 Zoll ab 200 Euro.

## Noch mehr Heise-Know-how:



ix 2/17 jetzt im Handel



Technology Review 2/17  
jetzt im Handel



Mac & i 1/17 jetzt im Handel