



**magazin für  
computer  
technik**

12. 11. 2016 **24**



**PS 4 Pro  
im Test**

# In den Fängen von Facebook

**Das sammelt der Datenkrake –  
sogar über Nicht-Mitglieder**

**Microsoft-PC Surface Studio**

**Nützliche Smartwatches**

**Windows Server 2016**

**Router selbst gebaut**

**Die Kabel-Fritzbox-Lücke**

**Betrüger-Shops auf Amazon**

**Schnüffel-Add-ons im Browser**

**Dolphin: Nintendo-Klassiker in 4K**



**Spielen, arbeiten, VR, 4K ...**

# Die optimale Grafikkarte

**€ 4,70**

AT € 5,00

LUX, BEL € 5,50

NL € 5,70

IT, ES € 6,00

CHF 6,90

DKK 52,00

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky



### B a r g o l d   l a c h t !

Im Juni 2016 wurde es öffentlich: Die EZB will "Ende 2018" den 500-Euro-Schein abschaffen. Der werde, so die scheinheilige Argumentation von EZB-Präsident Mario Draghi, für kriminelle Zwecke genutzt. Terrorfinanzierung und Schwarzarbeit sollten damit eingedämmt werden, sekundieren die EU-Finanzminister einhellig.

Parallel dazu basteln Banken und diverse Dienstleister daran, uns bargeldloses Zahlen per Smartphone, NFC-Kreditkarte und wer weiß was für sonstige Gimmicks schmackhaft zu machen. Den Latte beim Italiener und den Burger vom Food-Truck bezahlen Hipster und die echten Coolen einfach, indem sie ihr iPhone oder Galaxy kurz auf die Theke legen. Echt lässig, oder?

Stück für Stück werden wir so vom Bargeld entwöhnt. Schwedische Verhältnisse, wo bereits Bettler mit EC-Terminals um milde Gaben bitten, das sind die feuchten Träume von Politikern und Bänkern. Ist doch auch viel sicherer, so eine Welt ganz ohne Bargeld. Kein Terror, keine Schwarzarbeit, keine Überfälle.

Möglicherweise sind "Terrorbekämpfung" und "Sicherheit" aber nur vorgeschoben. Denn je weniger Geschäfte mit Bargeld abgewickelt werden, desto besser lässt sich der Geldfluss kontrollieren. Zudem verdienen Banken und Dienstleister an jeder bargeldlosen Transaktion. Die Zeche zahlt der Kunde mit höheren Preisen und weniger Freiheit. Terroristen und andere böse Buben leben hingegen prima in einer Welt ohne Münzen und Scheine. Schließlich gibt es ja noch Gold und Diamanten.

Ich halte es deshalb mit meinem Kumpel Dagobert Duck: Wie er horte ich nun Goldmünzen und kleine Barren. Denn eins ist klar: Wenn es kein Bargeld mehr gibt, werden alternative Tauschmittel enorm im Kurs steigen.

*Georg Schnur*

Georg Schnurer

# Inhalt 24/16

## Trends & News

- 16 Schnüffel-Add-ons im Browser**
- 18 Microsoft-PC Surface Studio**
- 20** Prozessorgeflüster: Kaby Lake, Qualcomms Mega-Übernahme
- 22** DNSSEC: Warum RSA-Schlüssel nur noch zweite Wahl sind
- 24** Adobe Creative Cloud 2017
- 26** Netze
- 27** Server & Storage
- 28** Hardware
- 29** MacBooks mit Touch-Leiste
- 32 Die Kabel-Fritzbox-Lücke**
- 38** Security
- 40** Linux
- 41** VRMark: Benchmark für die Virtual Reality
- 42** Internet
- 43** Audio/Video
- 44** Smartphones
- 45** Embedded Systems
- 46** Anwendungen
- 48** Technische Software
- 49** Unternehmensanwendungen
- 50** Apple
- 51** Forschung: Mein Chef, ein Roboter
- 52** c't zockt: Indie-Spiele
- 172** Web-Tipps

## Test & Kaufberatung

- 30 PS4 Pro im Test**
- 54** Android-Tablet: Huawei Mediapad M3 8.0
- 54** Schlafracker mit App-Anbindung: Beurer SleepExpert SE 80
- 55** Zufallszahlengenerator für Linux: AltusMetrum ChaosKey
- 55** Bluetooth-Kopfhörer: Erato Apollo 7
- 56** Sachbuch-App: Blinks Labs Blinkist

- 56** Audio-Interface und Stand-alone-Digital-Mixer: RME Fireface UFX+
- 58** Digitales Audio-System für Kinder: Toniebox
- 59** Foto-Workflow-Paket: ACDSee Ultimate 10
- 60** Diktiersystem: Nuance Dragon Professional Individual
- 61** Screencast-Software: Camtasia
- 62** Dokumenten-Scanner: Kodak ScanMate i1150WN
- 64** Sprachgesteuerter Netzwerk-Lautsprecher: Amazon Echo
- 88 Nützliche Smartwatches**
- 94 Windows Server 2016**
- 102 Die optimale Grafikkarte**
- 112** Chatbots: Viele praktische Quasselprogramme am Horizont
- 116** Cavium ThunderX: Erste Erfahrungen mit ARM64 im Zweisockelsystem
- 174** Spielekritik
- 182** Buchkritik



### Die optimale Grafikkarte

Moderne DirectX-11-Grafikkarten zeigen Spiele wie Battlefield 1 in voller Pracht an, beschleunigen die Oberflächen von Windows und Linux und spielen 4K-Videos ruckelfrei ab. Die Wahl der richtigen Karte ist kein Problem, sofern man ein paar Tipps beherzigt.



72



## In den Fängen von Facebook

Kaum ein Unternehmen giert so sehr nach personenbezogenen Informationen wie Facebook. Warum eigentlich? Und wo saugt es Ihre Daten ab? Wir zeigen, wie das System Facebook funktioniert und wie man sich gegen die Datensammelei schützen kann.

## Wissen

- 66** Vorsicht, Kunde: Ein Smartphone verschwindet im Support-Chaos des Herstellers Wileyfox
- 68** **Betrüger-Shops auf Amazon**
- 70** IoT: Wie Mobilfunk das Internet der Dinge aufrollen
- 72** **In den Fängen von Facebook**
- 76** Wie und wo Facebook seine Daten zusammenträgt
- 84** Wie schwer es ist, Datenschutzverstöße von Facebook juristisch zu ahnden
- 122** **Router selbst gebaut: Stabileres Internet mit Multi-WAN-Routern**
- 138** Recht: Smart Contracts – Quellcode als Vertragstext

## Praxis & Tipps

- 80** Datenkrake Facebook: Daten kontrollieren und löschen
- 120** DDR3-Speichermodule mit 16 GByte nachrüsten
- 128** Router selbst gebaut: pfSense als Load-Balancer

- 134** x86-Kompakt-Barebones für Router-Distributionen
- 142** Tipps & Tricks
- 146** FAQ: Paketmanager für Linux
- 148** Kreuzwort- und Bilderrätsel am PC erstellen
- 152** Kontinuierliche Neuerungen in Office 365 für Endanwender
- 156** **Dolphin: Nintendo-Klassiker in 4K**
- 164** Den iPod mini mit Flash-Karte und neuem Akku aufrüsten
- 168** Dateien in der Cloud mit Cryptomator absichern

## Rubriken

- 3** Editorial: Bargold lacht!
- 10** Leserforum
- 15** Schlagseite
- 184** Story: Sicher wie in Mutters Schoß (2) von Arno Endler
- 197** Stellenmarkt
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau

30



## PS4 Pro im Test

Sony hat die Grafikleistung der PS4 Pro gegenüber dem Standard-Modell stark verbessert. Davon sollen vor allem Konsolenspiele auf 4K-Fernsehern und mit der VR-Brille profitieren. Wir haben uns angeschaut, was das Update wirklich bringt und für wen es sich lohnt.

## Abo-Siegeszug auch bei kleineren Anbietern

Editorial: Der Kunde ist Knecht, c't 23/16, S. 3

Sie sprechen mir aus der Seele. Leider ist die Situation fast noch schlimmer, da auch die Firmen „aus der zweiten Reihe“ auf das Abo-Modell umschwenken. Ich war bis jetzt treuer Kunde von Zoner, seit die c't einst die Version 16 beigelegt hatte. Version 17 und 18 habe ich ehrlich gekauft, da das Programm das Potenzial hat, das Gespann aus Lightroom und Photostudio für die meisten Aufgaben zu ergänzen oder abzulösen. Die neue Version Zoner Photo Studio X kommt jetzt als Jahres-Abo. Ich habe beim Hersteller mein Bedauern geäußert und gesagt, dass ich es auf meinem persönlichen Computer nicht erlauben werde, dass eine höhere Instanz mir vorschreibt, wann ich eine Software benutzen darf. Als Antwort bekam ich den Hinweis, dass die monatliche Gebühr doch weniger kosten würde als eine Kino-Karte und ich dafür den Vorteil hätte, stets die neueste Version zu haben. Natürlich, so gesehen kann man sich das leisten. Aber wer will denn ohne Not die Kontrolle über den eigenen Rechner abgeben?

Michael Eicher ✓

## Man muss sehen, was man bekommt

Als die ersten Meldungen über Software-Abos kamen, war meine instinktive Reaktion: „Abzocke!“. Wenn man sich ver-

schiedene Angebote aber genauer anschaut, dann ergibt sich ein deutlich differenzierteres Bild.

Beispiel Office 365: Da möchte Microsoft im Jahr 99 Euro haben. Man bekommt es aber ganz normal für 69 Euro im Online-Handel. Und es gibt immer wieder Rabatt-Aktionen, wo man es für ein Jahr noch sehr viel billiger bekommt. Und: Ich darf es auf fünf Geräten installieren. Damit ist die Familie sauber versorgt (zwei Erwachsene, zwei Kinder). Weiterhin bekomme ich 1 TByte (!) Online-Speicher. Allein diese Speichermenge ist bei allen Anbietern, die ich kenne, teurer (und ohne 5er-Office-Lizenz). Das war bei mir ausschlaggebend, so ein Abo zu erwerben.

Ansonsten gilt – wie schon oft gesagt –, dass ein Blick in OSS-Welt hie und da eine echte Alternative bereithält und Abo-Sorgen verschwinden lässt.

Kater Tom

## Anzeige kann helfen

Datenklau bei Yahoo, Dropbox & Co. betrifft Milliarden, c't 23/16, S. 78

Vielen Dank für diesen aufrüttelnden Beitrag. Eine Anmerkung habe ich allerdings. Es wird geschrieben, dass durch eine Anzeige bei der Polizei der Hacker in der Regel nicht ermittelt oder nicht verfolgt werden kann. Das mag für den Einzelfall richtig sein. Allerdings wird nur durch solche Artikel wie diesen das Problembewusstsein bei Politik und Polizei höchstens angeregt, nicht aber verändert. Für eine Veränderung und damit personelle und technische Aufrüstung der Polizei bedarf es belastbarer Zahlen. Das gilt auch für die Möglichkeit, Rechtshilfeabkommen mit anderen Nationen oder überregionale Gesetze zu schaffen und umzusetzen.

Deshalb mein Aufruf an alle Betroffenen: Nachdem ihr die Tipps aus diesem Heft befolgt habt, zeigt die Straftat bei der Polizei an. Dies funktioniert übrigens in vielen Ländern bereits online.

w-sellschopp

## Unterhaltsame Telefonate

Falsche Microsoft-Support-Anrufe, c't 23/16, S. 64

Ich hatte schon mehrere lange und extrem unterhaltsame Telefonate mit vorgebli-

chen „Microsoft-Support-Technikern“, die jedes Mal schier verzweifelte, weil keiner ihrer Versuche, die Kontrolle über meinen Rechner zu erlangen, funktionierte. Eine große Überraschung ist das nicht: Auf meinem Rechner läuft Linux. Das hätte ich ihnen ja auch gesagt, aber sie haben halt nie gefragt.

Anselm Lingnau ✓

## In Gespräch verwickeln

Den Spaß habe ich mir auch einmal gemacht (als ich mich im Zug gelangweilt habe). Man muss ja nicht immer am Telefon bleiben. Einfach mal ein „one moment please“, und die ein bis zwei Minuten hängen lassen.

Ich hatte nun schon drei dieser Anrufe. Microsoft nimmt das ernst und verfolgte das sogar. Die letzte grössere Welle kam via einem gekaperten SIP-Server. Aber es muss wohl ein vielversprechender Business Case sein.

Thorfinn

## Zwei Faktoren für Apple-ID

Tipps gegen Account-Missbrauch, c't 23/16, S. 86

Die Aktivierung der Zwei-Faktor-Authentifizierung für die Apple ID ist im Artikel nicht beschrieben. Das geht so: „appleid.apple.com / Anmelden / Zweistufige Bestätigung / Erste Schritte“.

bluespirit

## Kauflizenz statt Abo

Ich habe die Kurzvorstellung von 1Password gelesen und darin meine Anforderungen an einen Passwortmanager schnell wiedererkannt. Eines bleibt für mich jedoch offen bzw. widersprüchlich: die Kosten. Sie schreiben 65 Euro, was nach einmaligem Kauf klingt. Auf der 1Password-Webseite wird jedoch von Gebühren pro Benutzer pro Monat gesprochen. Habe ich Sie da falsch verstanden, dass die 65 Euro einmalig zu entrichten sind bzw. finde ich nicht das richtige Produkt?

Johannes Kremp ✓

Sie haben recht, 1Password versteckt die Kauflizenz ein wenig (siehe c't-Link). Übri-

### Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

f & c't magazin

🐦 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.  
boerse.to original upload blacky

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

gens lohnt es sich, im Web einfach mal nach „1Password Coupon“ oder Ähnlichem zu suchen; Hersteller AgileBits bietet regelmäßig Rabattaktionen an.

**Kauflizenz 1Password:** [ct.de/y1tp](http://ct.de/y1tp)

## Lüfteradapter selbst gebaut

Adapterplatine für PC-Lüfter: Phobya 4Pin PWM auf 3Pin Transformer, c't 23/16, S. 53

Ich habe auch ein paar kommerzielle und Bastel-Adapter ausprobiert, die alle nicht gut funktioniert haben. Mir ist es ein Rätsel, warum die Hersteller das nicht hinbekommen. So schwierig ist das nicht, denn meine eigene Schaltung für einen Lüfteradapter funktioniert besser (siehe c't-Link). Das ist natürlich nur etwas für Selberbauer.

Arno Wagner ✓

**Bauanleitung Lüfteradapter:** [ct.de/y1tp](http://ct.de/y1tp)

## Transparenz

Berichterstattung zum Surface Studio auf heise online und in c't

Als ich Ihren Online-Artikel „Surface Studio: Microsofts neuer All-in-One-PC im Hands-On“ gelesen habe, ist mir der Zusatz „Hinweis: Microsoft hat den Autor zur Präsentation in New York eingeladen und die Reisekosten übernommen.“ aufgefallen. Warum wurde dies denn extra angegeben?

Alex Molnar ✓

Im Sinne des Pressekodex (siehe c't-Link) geben wir aus Gründen der Transparenz an, wenn wir Firmenveranstaltungen auf deren Kosten besuchen und dann über diese Firmen oder ihre Produkte berichten. Dies gehört für uns schlicht zum guten Ton unabhängiger journalistischer Arbeit.

**Pressekodex:** [ct.de/y1tp](http://ct.de/y1tp)

## Keine Grenzen

OpenHAB verknüpft verschiedene Smart-Home-Techniken, c't 22/16, S. 132

Der Artikel hat mich dazu bewegt, endlich mein seit etwa einem Jahr geplantes Projekt mit dem Raspberry Pi und OpenHAB zu realisieren. Ich kann mit meinem Smartphone das Garagentor und die Gar-

teneinfahrt öffnen und schließen und ein Sensor meldet auch, ob das Garagentor offen ist! Aber Sie haben recht: Der Fantasie sind bei OpenHAB wirklich keine Grenzen gesetzt. Als Nächstes könnte mein Raspi über Bluetooth die Anwesenheit meines Smartphones erkennen und in diesem Fall bei Dunkelheit die Außenbeleuchtung der Garage einschalten. Das Interessante dabei ist, dass sich OpenHAB die Daten über den Zeitpunkt des Sonnenuntergangs aus dem Internet holt.

Miha Sokolov ✓

## Bootfähigkeit von M.2-SSDs

Solid-State Disks mit SATA- und PCIe-Schnittstelle, c't 23/16, S. 102

Man liest ja einiges über die Bootfähigkeit von M.2-SSDs. Ist das wirklich so, dass verlässlich es derzeit nur der X99-Chipsatz (ohne Custom-BIOS für Z170 und ähnliche Spielchen) ermöglicht? Wie sieht das mit den getesteten SSDs aus? Gerade der neue Samsung 960 würde mich als primäres Laufwerk für das OS reizen.

Winkelbaer

*Nein: Die aktuellen Serie-100-Boards (Z170, H170 etc.) booten durchweg auch von NVMe-SSDs. Es mag im Einzelfall Kompatibilitätsprobleme geben, aber im Allgemeinen ist das kein Problem. Das sah bei Serie 80 / Serie 90 noch anders aus.*

## Auf den Punkt gebracht

Prozessorgeflüster: Von Waffeln, Worten und Wünschen, c't 22/16, S. 18

Besser kann man den Status quo (und das Dilemma) der Halbleiterindustrie nicht auf zwei Seiten bringen – sowohl allgemein zu Prozessoren, Speicher (300nm) und Chip (200nm), deren marktbezogene Auseinanderentwicklung, als auch der aktuell konkreten Clusterentwicklung bei X-Fab und GF.

Der letzte Absatz ist dabei der Knaller! Der ganze „SEMI-Sprengstoff“ und „Manager-Blutdrucksteigerer“ eingedampft auf 11 Zeilen.

Dr. Jan Borck ✓

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Falsches Bild

Sonderheft: c't Fotografie Meisterklasse People, c't 23/16 S. 43

In der Meldung zum Foto-Sonderheft war das falsche Titelbild abgedruckt. Das richtige sehen Sie hier. Das Heft liegt aktuell an den Verkaufsstellen aus oder ist im heise-Shop zu finden.

**Foto-Sonderheft:** [ct.de/y1tp](http://ct.de/y1tp)



c't Fotografie  
Meisterklasse People

## Auslösezeit von Fehlerstromschutzschaltern

Bewegung im Streit um Photovoltaik-Module mit Steckdosenanschluss, c't 23/16, S. 76

Irrtümlich hat die DKE einen falschen Wert für die vorgeschriebene Auslösezeit von Fehlerstromschutzschaltern (FI-Schalter/RCD) veranschlagt: Statt innerhalb von 30 Millisekunden (ms) muss die Abschaltung beim Nennfehlerstrom von beispielsweise 30 mA im üblichen TT-Netz mit 230 Volt erst nach 200 ms erfolgen. Fließt ein höherer Fehlerstrom, muss der Schalter aber viel schneller reagieren: der erwähnte 30-mA-RCD bei 150 mA etwa innerhalb von 40 ms.





# Spione im Browser

## Add-on fungiert als Datenwanze für seinen Hersteller

**Eine vermeintlich nützliche Browser-Erweiterung für Firefox übermittelt jede aufgerufene URL an ihren Hersteller, der mit den so gewonnenen Surf-Profilen handelt. Der Fall zeigt, dass von Browser-Add-ons bislang unterschätzte Gefahren ausgehen – und dass Nutzer vorsichtiger sein sollten.**

Von Uli Ries

Eine gemeinsame Recherche der NDR-Redaktionen von Panorama und Zapp sowie mobilsicher.de sorgte jüngst für Unsicherheit bei Internet-Nutzern. Den Journalisten gelang es, bei einem Datenhändler Zugang zu kompletten Surf-Historien von mehreren Millionen deutschen Nutzern zu erhalten. Vereinzelt konnten sie ohne großen Aufwand die Historien Nutzern zuordnen und damit personalisierte Web-Bewegungsprofile erstellen.

Bei der Suche nach der Quelle für diese Daten stießen sie auf Web-Browser-Erweiterungen, insbesondere das populäre „Web of Trust“ (WOT). Dieses Add-on soll Websurfern auf Basis von Community-Feedback Hinweise zur Vertrauenswürdigkeit angesurfter Websites geben. Wegen dieser Schutzfunktion war es sehr beliebt und wurde 2013 auch von c't empfohlen. Ausgerechnet diese Erweiterung überträgt laut NDR hinter dem Rücken der Nutzer sämtliche im Browser abgerufenen URLs an den finnischen WOT-Hersteller, der sie dann verkauft.

Den Beweis führte der von mobilsicher.de beauftragte Sicherheitsfachmann Mike Kuketz. Er generierte eine nur ihm bekannte Subdomain für seine eigene Domain. Diese Subdomain besuchte er mit einem lediglich mit WOT erweiterten Browser. Eine Woche später fanden sich

genau diese Domain-Besuche in den vom NDR abrufbaren Daten.

Insgesamt spürte der NDR in den als „Probelieferung“ bezeichneten Daten 50 Klarnamen von deutschen Websurfern auf. Unter den identifizierten Personen fanden sich beispielsweise ein Manager, ein Richter und Journalisten. Der Richter etwa habe zwischendurch SM-Pornos abgerufen, während er in Shops nach einer neuen Robe Ausschau hielt. Ein Geschäftsmann aus Hamburg speicherte Hausbau-Unterlagen und Gehaltsabrechnungen ohne Passwortschutz in einem Cloud-Speicher, der über die aufgefundene URL einsehbar war.

### Identifikation möglich

WOT versichert in seinen Datenschutzbestimmungen, dass alle Daten anonymisiert vom Add-on zum Dienst übertragen würden. Offensichtlich macht das Unternehmen dabei Fehler. Die NDR-Daten enthielten übergebene URLs inklusive aller Parameter sowie Datum, Uhrzeit und die abrufende IP-Adresse. Gerade anhand per Web-Formular abgefragter und in der URL übergebenen Daten lässt sich bisweilen auf Personen schließen – beispielsweise bei zum Seiten-Login verwendeten E-Mail-Adressen, die Vor- und Zuname des Anwenders enthalten.

Gegenüber der Frankfurter Allgemeinen Zeitung erklärte das finnische Unternehmen, dass es die Datenschutzbestimmungen im Juli 2016 aktualisiert habe. Seither sei darin zu lesen, dass angesurfter URLs erhoben und vermarktet würden. Man habe jedoch „übersehen“, auch das für Firefox-Nutzer bestimmte Dokument zu erneuern.

Demgegenüber steht die Aussage von Sami Tolvanen. Der finnische Programmierer hat WOT erfunden und entwickelt, ist aber 2014 aus dem Projekt ausgestiegen. Er behauptete, dass die Datensammeloption bereits im April 2015 zur Firefox-Version des Add-ons hinzugefügt worden sei. Entweder habe sie mehr als ein Jahr geruht, oder WOT habe bis Juli 2016 ohne Hinweis Surf-Historien übermittelt. Die Mozilla Foundation sowie Google haben das WOT-Add-on aus ihren Download-Portalen für Firefox beziehungsweise Chrome entfernt, als sie von den NDR-Recherchen hörten. Laut Mozilla dürfte WOT dennoch in mindestens 900.000 Firefox-Installationen aktiv sein.

Mozilla wurde kritisiert, weil die Foundation eigentlich Add-ons prüft, bevor sie sie zur Installation freigibt. Einer Sprecherin zufolge ließen die Prüfer die Neuerung durch, weil WOT in seiner

Datenschutzrichtlinie falsche Angaben machte. Dies sei nun auch der Grund für den Rauswurf aus der Extension-Sammlung gewesen, nicht die Sammelei selbst.

Bei den Prüfern handele es sich um eine Gruppe von Entwicklern, die sich für Mozilla ehrenamtlich die Add-ons ansehen, erläuterte die Sprecherin. Sie nähmen an sich jedes neue Add-on genauso unter die Lupe wie dessen Updates – insgesamt gebe es bis zu 300 Einsendungen täglich. Dabei seien sie aber auf die Hilfe der Add-on-Entwickler angewiesen: Täuschen diese, rutschen fragwürdige Erweiterungen durch.

hen, erläuterte die Sprecherin. Sie nähmen an sich jedes neue Add-on genauso unter die Lupe wie dessen Updates – insgesamt gebe es bis zu 300 Einsendungen täglich. Dabei seien sie aber auf die Hilfe der Add-on-Entwickler angewiesen: Täuschen diese, rutschen fragwürdige Erweiterungen durch.

### Trau, schau, wem

Dies macht ein grundsätzliches Problem deutlich: Die Prüfer und die Anwender

### Die in der URL übergebenen Daten sorgen für De-Anonymisierung.



haben kaum eine Chance, betrügerische Extensions zu erkennen – und davon dürfte es noch einige mehr geben. Der Journalist Dirk von Gehlen, den die NDR-Journalisten anhand der Datensammlung identifizierten, versicherte beispielsweise, WOT nicht installiert zu haben. Auch das (nur per Opt-in) datensammelnde Privacy-Add-on Ghostery verwende er nicht. In seinem Fall hat sehr wahrscheinlich eine andere Erweiterung Daten aus dem Browser ausgeleitet, die dann in der NDR-Stichprobe gelandet sind.

Dass Browser-Erweiterungen Datenschleudern sein können, hat Michael Weissbacher schon vor einigen Monaten belegt. Der Österreicher ist Doktorand am Security Lab der Northeastern University in Boston und hat die Bibliothek von upalytics.com untersucht, die von insgesamt 42 Chrome-Extensions verwendet und meist ohne Wissen der Nutzer installiert wird – bislang über acht Millionen Mal. Sie ist also mehr als achtmal so oft im Einsatz wie die Firefox-Version von WOT.

Die Bibliothek analysiert das Nutzerverhalten im Browser und leitet ähnlich wie WOT abgerufene URLs aus. Viele Erweiterungen, die auf upalytics zurückgriffen, hatten jedoch ganz andere Zwecke, etwa den Download von Videos aus Facebook oder Werbung in Web-Videos zu blockieren. In 23 Nutzungsbedingungen solcher Add-ons fand Weissbacher keinerlei Hinweis auf die Tracking-Funktion. Nachdem Weissbacher seine Erkenntnisse ver-

öffentlichte, löschte Google die Erweiterungen aus dem Chrome Web Store.

Weissbacher hält es im Fall von WOT für wahrscheinlich, dass zuerst die eigentliche Idee „Sicherheitshinweise für Web-Nutzer“ geboren und die Analyse-Vermarktung erst später angeflanscht wurde. Er könne sich aus seiner Erfahrung heraus jedoch auch gut vorstellen, dass es umgekehrt war.

## Abhilfe

Mozilla gab gegenüber c't zu bedenken, dass es angesichts der Architektur des Internet schwierig sei, sich gegen Tracking zu schützen und vollständig anonym zu surfen. Die Browser-Macher geben Anwendern zuallererst den Ratschlag, sich mit den Funktionsweisen des Web sowie den zum Surfen verwendeten Werkzeugen vertraut zu machen. Mozilla rät zudem, sich vor der Installation von Add-ons davon zu überzeugen, dass der Anbieter vertrauenswürdig ist. Angesichts der Diskussion um WOT, einem bis vor Kurzem unbescholtenen Anbieter, mutet dieser Tipp ein wenig skurril an.

Nützlicher dürfte da schon ein Ratschlag von Michael Weissbacher sein: Anwender sollten in jedem Fall die Nutzungsbedingungen lesen. Verschweigt ein Add-on-Anbieter hier eventuelle Daten-

sammlungen, riskiere er wenigstens den sofortigen Rauswurf aus der Sammlung. Auch die Bewertungen der Extension gäben oftmals Hinweise auf unerwünschte Schnüffelei.

Am besten reduziert man das Risiko, ausspioniert zu werden, indem man einen Browser der drei großen Hersteller Mozilla, Microsoft oder Google verwendet und keine Add-ons einsetzt. Zum einen haben diese Hersteller bereits gelernt, aufgerufene URLs zu prüfen, ohne dass sie auf den eigenen Servern eine Datenspur hinterlassen (etwa zum Schutz vor Malware-Seiten), und zum anderen können sie es sich nicht leisten, in den Mittelpunkt eines großen Datenschutzskandals zu geraten.

Das Grundproblem, dass sich aus den aufgerufenen URLs eines Nutzers mit genügend Recherche dessen Klarname und weitere Details herauslesen lassen, wird man auch auf diese

Weise nicht aus der Welt schaffen können. Allerdings muss der, dem der Datensatz in die Hände fällt, gezielt forschen, um eine bestimmte Person aus der Datenmenge zu fischen. Nach allen vorliegenden Informationen sind die persönlichen Informationen im vom NDR beschafften Datensatz zu heterogen, um sie automatisch auswerten und Nutzer massenweise enttarnen zu können. (hob@ct.de)

## Große Browser-Hersteller haben viel zu verlieren.

**WOT** NEW! Mobile Community Our APIs Support Search a website for its reputation

**INFORMATION COLLECTED AND STORED**

**Non-Personal Information:**

The information we collect is aggregated, non-personal non-identifiable information which may be made available or gathered via the users' use of the WOT Utilities ("Non-Personal Information"). We are not aware of the identity of the user from which the Non-Personal Information is collected. We may disclose or share this information with third parties as specified below and solely if applicable. We collect the following Non-Personal Information from you when you install or use the Product or use the WOT Platform:

- Your Internet Protocol Address;
- Your geographic location (e.g., France, Canada, etc.);
- The type of device, operating system and browsers you use;
- Date and time stamp;
- Browsing usage, including visited web pages, clickstream data or web address accessed;
- Browser identifier and user ID;

**Personal Information:**

We do not collect from you or share any individually identifiable information, namely information that identifies an individual or may with reasonable effort be used to identify an individual ("Personal Information") when you install or use the Product. However, we might collect Personal Information solely in the following events:

In seinen Nutzungsbedingungen vom Juli 2016 informierte Web of Trust lediglich über anonymisierte Datensammelei.

# Kreativgerät

## Microsoft Surface Studio: All-in-One-PC mit Touch, Stift und Drehregler



**Microsoft erweitert seine Surface-Familie um eine neue Produktkategorie: Das Surface Studio ist ein All-in-One-PC mit Extras für kreative Nutzer.**

Von Florian Müssig

Nachdem Microsoft mit den Surface (Pro-)Tablets als Computer-Hersteller debütierte und mit dem Surface Book auch den Notebook-Markt aufgemischt hat, folgt jetzt der erste Desktop-PC: der All-in-One-PC Surface Studio. Er soll kreatives Arbeiten erleichtern, weshalb man den Bildschirm umklappen kann, damit er digitale Leinwand und Pult zugleich ist.

Obwohl der Bildschirm allein über sechs Kilogramm wiegt, gelingt Flachlegen wie Hochklappen dank einer ausgefeiltesten Mechanik mit etlichen Federn ohne großen Kraftaufwand mit zwei Fin-

gern. Der Mechanismus arbeitet nicht linear: Kleine Winkelanpassungen im Desktop- oder im flachen Studio-Modus werden mit minimalen Höhenänderungen durchgeführt; in der Phase dazwischen ändert sich hauptsächlich die Höhe.

### Farbgewalt

Der 28-Zoll-Bildschirm zeigt 4500 × 3000 Punkte, was auf 192 dpi und einen Windows-Skalierungsfaktor von 200 Prozent hinausläuft. Das Seitenverhältnis beträgt Surface-typisch 3:2, was durch das Plus an Höhe viel arbeitsfreundlicher ist als die gängigen 16:9.

Jedes Surface Studio wird im Werk einzeln kalibriert, damit man ohne weiteren Aufwand farbecht arbeiten kann. Zudem sind drei Farbprofile an Bord: „Kräftig“ (vivid) zeigt die volle Farbgewalt, während DCI-P3 und sRGB den Monitor auf diese Farbräume beschränken. Beim Wechsel der Profile über eine

eigene Schaltfläche im Info-Center von Windows 10 ändert sich nicht nur die Darstellung, sondern es wird auch das Standard-Farbprofil der Windows-Farbverwaltung umgestellt. Microsofts Foto-Anzeige passt sich sofort an den jeweiligen Farbraum an; andere Anwendungen wie Adobe Photoshop muss man neu starten.

Eine Soundleiste am unteren Bildschirmrand dient zur Musikkwiedergabe; dank eines zusätzlichen Subwoofers im Standfuß soll der Ton nicht allzu bassarm klingen. Im Fuß steckt zudem das gesamte technische Innenleben: In allen Ausstattungsvarianten arbeiten Core-i-Vierkern-Prozessoren der sechsten Generation, denen Nvidia-Grafikchips bis hinauf zur High-End-GPU GeForce GTX 980M zur Seite stehen. Je nach Ausstattung gibt es bis zu 32 GByte Arbeitsspeicher und Hybrid-Festplatten mit 1 oder 2 TByte Speicherplatz. Trotzdem weist der Standfuß nur in etwa die Abmessungen eines Mini-PC à la Mac Mini auf.

Unter dem Fuß befinden sich Gummipuffer unterschiedlicher Härten. Dadurch lässt sich das Studio im Desktop-Modus leicht drehen, um den Bildschirminhalt jemand anderem zu zeigen. Im Studio-Modus mit heruntergefahrenem Display haftet das Gerät hingegen an Ort und Stelle – auch wenn man seine Unterarme darauf und sich selbst leicht dagegenlehnt.

Das Surface Studio soll in den USA noch vor Weihnachten zu Preisen zwischen 3000 und 4200 US-Dollar in den Handel kommen. Zur Verfügbarkeit in Deutschland und zu hiesigen Preisen machte Microsoft noch keine Angaben. Es sei jedoch das Ziel, das Surface Studio in allen Ländern auf den Markt zu bringen, in denen das Surface Book verkauft wird – also auch Deutschland. Zum Vergleich: Das Surface Book wurde im Oktober 2015 enthüllt und kam noch im selben Monat in den USA in den Handel. Hierzulande konnte man es erst ab März 2016 kaufen.

### Touch, Stift und Drehregler

Zum Lieferumfang des Surface Studio gehören der auch mit Surface Pro und Book ausgelieferte Surface Pen sowie eine Bluetooth-Tastatur und eine -Maus. Die (unbeleuchtete) Tastatur hat einen alltagstauglichen, Notebook-ähnlichen Hub und einen gut spürbaren Druckpunkt; an Tastaturen mit mechanischen Tasten kommt sie freilich nicht heran. Die





Platziert man das Eingabegerät Surface Dial auf dem Bildschirm des Surface Studio, so werden Drehregler passgenau eingeblendet.

optische Maus bietet zwei Tasten und ein Scrollrad. Das neue Eingabegerät Dial, ein Drehregler, muss man separat für 100 US-Dollar kaufen.

Dial funktioniert grundsätzlich mit jedem Windows-10-PC und dient als zusätzliches Eingabegerät – etwa zum Ändern der Pinselfarbe, während die andere Hand zeichnet. Dial wird über ein neues API angesprochen, das Anwendungen direkt ansprechen müssen. Andernfalls lässt sich das Dial nur für grundsätzliche Windows-Funktionen wie Lautstärke- oder Helligkeitsregulierung nutzen.

Das Dial rastet beim Drehen nicht mechanisch ein. Stattdessen suggeriert ein Vibrationsmotor Stufen, sofern eine Rasterung sinnvoll ist. Ein Druck auf das Rad blendet Menüs ein. Exklusiv beim Surface Studio ist ein Onscreen-Betrieb möglich: Platziert man das Dial auf dessen 28-Zoll-Bildschirm, so blendet dieser Regler passgenau um das Rad herum ein.

## Book & Pro

Außer dem Surface Studio hat Microsoft ein neues Tastatur-Unterteil für sein Hybrid-Notebook Surface Book vorgestellt. Es enthält mehr Akkukapazität und den Grafikchip GeForce GTX 965M statt des schwächeren GeForce-940M-Derivats bisheriger Modelle. Einzeln nachkaufen kann man diese „Performance Base“ nicht: Es gibt sie nur in Verbindung mit dem Tablet-Teil als neue Core-i7-Ausstattungsvarianten – schade.

Das Windows-Tablet Surface Pro 4 hat Microsoft bislang gar nicht angefasst, obwohl mit der siebten Core-i-Generation neue Prozessoren bereit stünden. (mue@ct.de) **ct**

*Microsoft hat den Autor zur Surface-Studio-Präsentation in New York eingeladen und die Reisekosten übernommen.*

## Windows 10 „Creators Update“

Das nächste große Update für Windows 10 trägt den Beinamen „Creators Update“. Gemäß einer Gruppenrichtlinie, die man in derzeitigen Insider-Vorabversionen findet, wird das Update wohl die Versionsnummer 1703 bekommen; offiziell stellt Microsoft den Zeitraum Frühjahr 2017 als Erscheinungsdatum in Aussicht.

Gemäß des Schlachtrufs „3D for Everyone“ wird der Fokus des Updates auf der Nutzung und Handhabung von 3D-Objekten liegen. Viele kleine Neuerungen, die Windows-Nutzer mit dem bislang als Redstone 2 bekannten Update bekommen werden, wurden bereits in c't 23/16 auf Seite 24 vorgestellt.

# Prozessorgeflüster

## Von alten Chips in neuen Schläuchen

**Kaby Lake macht von sich reden, dort wo er fehlt, und dort, wo er zu früh auftaucht. Und Qualcomm macht von sich reden, mit der geplanten größten Übernahmeaktion in der Halbleiterindustrie.**

Von Andreas Stiller

Schick sind sie auch diesmal geworden, wie gehabt nicht ganz billig – aber immerhin können Apples lang erwartete neue MacBooks sogar noch mit einem Kopfhörer-Anschluss aufwarten. Nur der „extrem schnelle Universalanschluss“ mit Thunderbolt 3 ist, so scheint es, nicht ganz so universell wie beworben, jedenfalls werden Geräte mit älteren TI-Interface-Chips einfach ignoriert.

Ein bisschen enttäuschend ist aus meiner Sicht allerdings, dass alle MacBooks Pro noch mit dem „uralten“ Skylake-Prozessor und nicht mit dem Kaby Lake bestückt sind. Okay, viele Vorteile bietet Kaby Lake abgesehen von der etwas schnelleren HD-Grafik nicht wirklich, aber irgendwie macht es sich nicht gut, in diesen edlen Systemen mit einem ein Jahr alten Prozessor herauszukommen. Da nützt auch das Prozessor-Postfix HQ nichts, das so manche „Apploeten“ als High Quality missdeuten: H steht für High Performance Graphics, Q für Quad Core.

Für das kleine MacBook Air hätte durchaus einer der bereits auf der IFA vorgestellten stromsparenden Mobil-Prozessoren gepasst. Für die größeren Notebooks – ja, da fehlen derzeit noch die passenden Kaby-Lake-Chips, aber früher wurde Apple ja auch von Intel verwöhnt und bekam neue Prozessoren geraume Zeit vor den anderen. Das ist nun offenbar vorbei.

Dabei hat Intel die neuen schon überall, wenn auch zuweilen „versehentlich“, angekündigt, etwa die ersten Kaby-Lake-S-Versionen für Desktop-PCs, die vorab in den Product Change Notifications

115022-00 auftauchten. Das verräterische Dokument ist dann zwar schwupps schnell wieder vom Intel-Server verschwunden, aber die Info, siehe Tabelle, ist nun mal draußen.

In China wird der Core i5-7600K offenbar schon an allen Straßenecken verkauft, und diverse Benchmark-Ergebnisse machen hier die Runde. Die HD630-Grafik legt etwas zu und der höhere CPU-Takt bringt rund 10 Prozent mehr Performance, ansonsten hält sich der Geschwindigkeitszuwachs bei gleichem Takt mit vielleicht 1 Prozent mehr IPC ziemlich in Grenzen.

Im Umfeld anstehender Kaby-Lake-X-Systeme hörte man auch von neuen x200-Chipsätzen, von einem Sockel 2066 und von „Optane-Kompatibilität“. Komisch, da dachte man, die eigentlich noch für dieses Jahr versprochenen Optane-SSDs mit der neuen 3D-XPoint-Technik wären von Haus aus kompatibel mit NVMe und M.2 – und da braucht man jetzt speziellen Optane-Support? Kann man die SSDs dann nur auf Intel-Systemen betreiben?

Derweil sind erste Benchmarks von kleinen sogenannten System Acceleratoren mit 16 oder 32 GByte 3D-XPoint-Speicher „Optane memory 8000p“ mit Codenamen „Stoney Beach“ aufgetaucht. Letztere kommen laut Benchlife auf 1,6 GByte/s beim Lesen und 500 MByte/s

beim Schreiben. Schneller als aktuelle M.2-SSDs ist das jedenfalls nicht ...

### Taler, du musst wandern

Da dachte man ferner, der Dell/EMC-Zusammenschluss für etwa 67 Milliarden Dollar wäre die Spitze vom Taler-Berg, aber kaum ist der Deal endgültig abgeschlossen, da übertrumpft AT&T mit der verkündeten Übernahme von Time Warner diesen noch deutlich. Zu den geplanten 85 Milliarden Dollar Kaufpreis kommt überdies die Schuldenübernahme von 23 Milliarden hinzu, macht 108 Milliarden. Okay, den ominösen Vodafone/Mannesmann-Deal von 1999 toppt das noch lange nicht. Inzwischen wird sogar gemunkelt, Apple erwäge ein noch höheres Gegenangebot, auch Google wurden Ambitionen nachgesagt. Das sieht derzeit aber nicht nach solchen Kampfansagen aus. Vielleicht warten sie nur die Wahlen ab. Es heißt, dass nicht nur Donald Trump, sondern auch andere amerikanische Politiker die Übernahme kritisch sehen. Da muss man erst einmal schauen, wie die neue Regierung im Weißen Haus das handhaben wird.

Demgegenüber sind die 38,5 Milliarden US-Dollar plus 8,5 Milliarden Schulden ja fast Peanuts, die Qualcomm für die Übernahme von NXP bezahlen will. Immerhin wäre dies aber der größte Betrag,

Kaby Lake S					
Modell	Kerne/Threads	Grundtakt	TDP	L3-Cache	S-Spec
i7-7700K	4/8	4,2 GHz	95W	8 MByte	SR33A
i7-7700	4/8	3,6 GHz	65W	8 MByte	SR338
i7-7700T	4/8	2,9 GHz	35W	8 MByte	SR339
i5-7600K	4/4	3,8 GHz	95W	6 MByte	SR32V
i5-7600	4/4	3,5 GHz	65W	6 MByte	SR334
i5-7600T	4/4	2,8 GHz	35W	6 MByte	SR336
i5-7500	4/4	3,4 GHz	65W	6 MByte	SR335
i5-7500T	4/4	2,7 GHz	35W	6 MByte	SR337
i5-7400	4/4	3,0 GHz	65W	6 MByte	SR32W
i5-7400T	4/4	2,4 GHz	35W	6 MByte	SR332
E3-1205v6	4/?	3,0 GHz	n.n.	8 MByte	SR32D
Postfix T: energieoptimiert K: unlocked				boerse.to original upload blacky	



**Qualcomm mit seinen Zukäufen:  
demnächst die Nummer 3 in der  
Halbleiterindustrie**

der jemals in der Halbleiterindustrie aufgebracht wurde. NXP hatte schon im Frühjahr den Bereich Standard-Halbleiter einschließlich der Werke in Manchester und Hamburg-Lockstedt für 2,75 Milliarden US-Dollar an chinesische Investoren verkauft. Aber dieser Deal ist noch nicht einmal in trockenen Tüchern – die neue Firma Nexperia wartet noch auf den offiziellen Startschuss im ersten Quartal 2017 –, da geht die einstige Mutterfirma bereits außer Landes. Von der alten NXP-Deutschland mit Standorten in Hamburg, Dresden, München und Stuttgart bleibt jedenfalls nicht viel über.

### Qualcomms Next eXperience

Apropos: Im vorletzten Geflüster hatte ich auf die illegale Asbest-Entsorgung bei der Abwicklung des NXP-Werkes in Böblingen-Hulb hingewiesen. Natürlich hatte NXP das nicht selbst untergebußt, sondern ein Abbruchunternehmen beauftragt, das dann für die unsachgemäße Entsorgung der asbesthaltigen Trümmer verantwortlich war.

NXP hatte sich ja gerade erst im letzten Jahr Freescale einverleibt. Zusammen sind sie alle unter dem Qualcomm-Dach mit fast 30 Milliarden Dollar Jahresumsatz der drittgrößte Halbleiterkonzern auf dem Erdenrund, hinter den Giganten Intel und Samsung Semiconductor. Bei letzterer Firma muss man aber noch sehen, inwieweit Samsungs Halbleitersparte von dem auf 17 Milliarden US-Dollar Schaden ge-

schätzten Galaxy-Desaster der Mutterfirma betroffen ist.

Qualcomm will jedenfalls den Kauf der europäischen Firma möglichst noch in diesem Jahr abschließen. In den USA dürfte das auf keine größeren Hürden bei den Behörden stoßen. Aber er muss auch von der EU-Kommission abgesegnet werden. Da sind allerdings noch zwei lästige Verfahren gegen Qualcomm wegen Dumpingpreisen und Wettbewerbsverzerrung anhängig.

Qualcomm schaut sich dennoch offenbar vor allem in Europa um und hat bereits im letzten Jahr die britische Firma CSR für 2,4 Milliarden Dollar aufgekauft. So „verschwinden“ zumindest besitzrechtlich immer mehr Firmen nach Japan, China und in die USA, und es verbleiben auf diesem unserem Kontinent von den Topfirmen noch Infineon und STMicroelectronics. Infineon konnte sich in der letzten Zeit gut behaupten, die Zuwächse lagen immer deutlich über dem Marktschnitt und so überholte die deutsche Firma im letzten Jahr erstmals ST, wenn auch ganz knapp.

Wie das diesjährige Rennen um Platz 1 in Europa nach dem geplanten Abgang von NXP zum amerikanischen IndyCar Race ausgehen wird, ist noch offen. Nach dem dritten Quartal steht aber Infineons „Mercedes“ mit umgerechnet 5,3 Milliarden Dollar auf der Pole Position vor STs „Ferrari-Renault“ mit 4,8 Milliarden. Und was ist nach dem ARM-Verkauf mit den Briten, wo die Traditionsrennställe Williams und McLaren zu Hause sind? Hier ist nicht mehr viel Ur-Britisches übrig. Zumindest gibt es noch den Apple-Zulieferer Dialog Semiconductor, dessen Aktienkurs sich passenderweise gerade im „Rallye-Modus“ befindet. Der wollte Anfang des Jahres eigentlich für 4,6 Milliarden Dollar die amerikanische Firma Atmel kaufen – wurde aber von Microchip ausgebootet. Mit 1,35 Milliarden Dollar Jahresumsatz kann er jedoch allenfalls in der Formel 4 starten. (as@ct.de)

# Die Kurve kriegen

## DNSSEC: Warum RSA-Schlüssel nur noch zweite Wahl sind

**Je höher die Rechenleistung von Computern, desto größer die Gefahr, dass gebräuchliche RSA-Schlüssel durch Brute-Force-Attacken geknackt werden. Längere Schlüssel erhöhen zwar die Sicherheit für eine Weile, aber je nach Anwendung gibt es praktische Obergrenzen für diese Abhilfe. Am kryptografisch abgesicherten DNS kann man nun beobachten, warum Elliptic-Curve-Schlüssel RSA-Keys langsam verdrängen.**

Von Dušan Živadinović und  
Monika Ermert

Das Domain Name System, DNS, gilt als einer der essenziellen Bausteine des Internet: DNS-Server lösen Domainnamen etwa von Web-Diensten zu IP-Adressen auf und erst mittels der angeforderten IP-Adresse im DNS-Reply steuern Browser dann die zugehörige Web-Seite an. Die Replies sind aber ungeschützt. Deshalb kann man sie mit kryptografischen Schlüsseln signieren (DNS Security Extensions, DNSSEC). Empfänger der Replies, typischerweise DNS-Resolver, stellen anhand der Signatur fest, ob die Information unverfälscht und ob der Absender der Information authentisch ist.

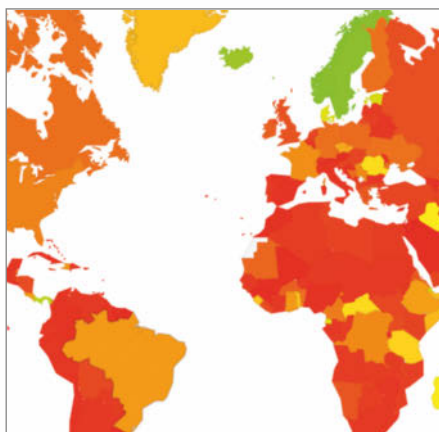
Für die Signaturen ist bisher eine Kombination aus RSA-Schlüsseln und SHA-Hashes unterschiedlicher Länge üblich. Aber RSA-Schlüssel mit 512 Bit Länge wurden schon 1999 geknackt und es gibt Indizien, dass etwa die NSA 1024-Bit-Schlüssel inzwischen geknackt haben könnte. Deshalb atmeten Experten auf, als beim DNSSEC die Länge eines elementaren Schlüssels kürzlich von 1024 auf 2048 Bit erhöht wurde (ZSK der DNS-Rootzone ist nun ebenso lang wie KSK).

Doch das DNSSEC steckt dennoch in einer Zwickmühle: Als langfristig sicher

gelten erst 15.360 Bit lange RSA-Schlüssel – doch DNS-Replies sollten möglichst kurz sein, damit sie umgehend ausgeliefert werden. Beispielsweise möchte man für IPv6 die Paketgröße von 1232 Byte nicht überschreiten, weil dann Paket-Fragmentierungen die Auslieferung der Replies verzögern.

Indes, wenn man sie oft genug wechselt, kann man auch kurze Schlüssel nehmen – sie müssen dann nur so lang sein, dass das Knacken länger dauert als der betreffende Schlüssel in Umlauf ist. Diesem Ansatz folgt die DNSSEC-Spezifikation, indem sie zwei Sorten von Schlüsseln miteinander kombiniert: Key Signing Keys und Zone Signing Keys (KSK und ZSK). Mit den KSK signiert man die ZSK, mit den ZSK schließlich die DNS-Zone-Files.

Die KSK auf RSA-Basis sind lang und müssen daher nicht so oft erneuert werden. Weil man sie nur zum Signieren der ZSK benötigt, macht es nichts, dass sie vergleichsweise viel Rechenleistung erfordern. ZSK sind hingegen kurz und werden daher häufig erneuert. Deshalb gelten unter Fachleuten 2048 Bit lange ZSK auf RSA-Basis im DNSSEC noch als akzeptabel.



**Signaturen auf Basis von Elliptic-Curve-Algorithmen sind wichtig für DNSSEC, aber an der Verbreitung hapert es.**

### Vorhersehbare Lösung

Diese Herausforderungen sind der Internet Engineering Task Force, IETF, längst klar. Sie hat für DNSSEC die Elliptic-Curve-Kryptografie im April 2012 als Alternative zu RSA spezifiziert (Algorithmen ECDSA P-256 und ECDSA P-384, RFC 6605). Auf EC-Basis erzeugte Schlüssel sind bei gleichem Sicherheitsniveau nämlich viel kürzer. Unter Fachleuten gilt ein 256 Bit langer EC-Schlüssel etwa so schwer zu knacken wie ein RSA-Schlüssel von 3072 Bit Länge.

Die Verbreitung hat aber zunächst geklemmt. Das lag unter anderem daran, dass die NSA einen Algorithmus (Dual EC DRBG) mit bewusst eingebauten Schwächen zu einem NIST-Standard durchgeboxt hatte und die NIST selbst auch den Algorithmus Curve P-256 implementiert hat. Beides zog erhebliches Misstrauen nach sich. Belege, dass ECDSA-Algorithmen kompromittiert sind, hat bisher aber niemand erbracht. Die Unsicherheit ist inzwischen ausgeräumt und die Verbreitung der ECDSA-Verfahren nimmt zu.

### Skandinavische Vorbilder

Auf dem 73. RIPE-Treffen, das Ende Oktober in Madrid stattfand, stellte APNIC-Chefwissenschaftler Geoff Huston Zahlen zur Verbreitung der EC-Kryptografie im DNSSEC vor. Demnach nutzen diese Technik weltweit 10,75 Prozent der Resolver.

Die Verbreitung ist jedoch hauptsächlich skandinavischen Ländern sowie Lettland und Island geschuldet. In Schweden etwa können 74 Prozent der Server mit EC-Schlüsseln umgehen. In einigen anderen Ländern ist der Anteil aber nur deshalb ähnlich erfreulich, weil dort Googles Resolver populär sind. Deutschland liegt mit 18 Prozent im Mittelfeld. Für Huston ist die Entwicklung überfällig. Denn mit der Hinterlegung von TLS-Zertifikaten im DNS käme man weg von den Certificate Authorities, die TLS-Zertifikate herausgeben. Deren Vertrauenswürdigkeit variiert doch sehr stark, ätzte Huston.

Doch bei aller Kritik am löchrigen CA-System, in anderen Bereichen ist man weiter: Zum Beispiel sind EC-basierte Schlüssel auf Basis des Algorithmus Curve25519 bei TLS längst Standard; er gilt als besser und einfacher. Immerhin will die IETF Curve25519 und Verwandte ebenfalls für DNSSEC spezifizieren. (dz@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Geoff Huston, ECDSA and DNSSEC, [www.potaroo.net/ispcol/2016-10/ecdsa-v2.html](http://www.potaroo.net/ispcol/2016-10/ecdsa-v2.html)



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

# Kreative Freiheit

## Einfacher gestalten mit Adobe Creative Cloud 2017

**Adobes neues Project Felix soll 3D-Montagen vereinfachen, die kostenlosen Spark-Tools verhelfen Gelegenheitsgrafikern für PR, Marketing und Social Media schnell zu hochwertigen Resultaten. Beides wurde auf Adobes Hausmesse Max vorgestellt. Im Mittelpunkt der Veranstaltung stand das Postulat „Jeder hat eine Geschichte zu erzählen“.**

Von André Kramer

Mit dem ersten größeren Release der Creative Cloud seit zwei Jahren erweitert Adobe sowohl Content als auch Technik hinter dem Bilderdienst Adobe Stock. Version 2017 erleichtert Designern die Arbeit: Videos, Fotos mit Texteinblendung und Foto-Blogs sind derart einfach zu gestalten, dass ausgebildete Designer mittlerweile um ihre Daseinsberechtigung fürchten. Die Updates stehen ab sofort für Windows und macOS zum Download bereit. Ein Komplett-Abo der Creative Cloud 2017 kostet unabhängig von der Plattform rund 60 Euro pro Monat.

### Suchplattform Sensei

Seit Anfang des Jahres treibt Adobe die Integration des Agenturbilderdiensts Adobe Stock massiv voran und gab nun auf der Max eine Partnerschaft mit Reuters bekannt, die im Rahmen der Adobe Stock Editorial Collection 12 Millionen Fotos und Videos der Nachrichtenagentur bereitstellt. Täglich kommen Tausende neue Bilder und Videos aus Nachrichten, Sport und Kultur hinzu. Außerdem umfasst Adobe Stock Vorlagen für Photoshop und Illustrator, 3D-Elemente und die Schriften aus dem Web-Font-Dienst TypeKit. Über die im September als Beta vorgestellte Contributor-Seite können Creative-Cloud-Nutzer eigene Arbeiten direkt aus Anwendungen wie Lightroom und Photoshop zum Kauf anbieten.

Künstliche Intelligenz soll helfen, der Masse an Medien Herr zu werden und das

nicht nur in der Creative Cloud, sondern auch auf den Online-Plattformen Document Cloud und Marketing Cloud. Die Technik Adobe Sensei soll mit Deep-Learning-Algorithmen unter anderem intelligente Empfehlungen für passende Bilder bereitstellen. Bei der Schriftauswahl macht Sensei Vorschläge zu passenden Fonts. Die Gesichtsbearbeitung in Photoshop und Photoshop Elements zählt ebenso dazu wie die semantische Segmentierung von Bildern etwa in Himmel und Gebäude.

In Adobe Stock lassen sich Bilder hochladen und für die visuelle Suche nutzen. Über eine weitere textuelle oder visuelle Suche kann man das Ergebnis beliebig verfeinern. Die in Photoshop Elements 15 eingeführte visuelle Suche macht sich Adobe Sensei bereits zunutze. Sie erkennt Objekte wie Schiffe, Palmen, Tiere und Strand erstaunlich zuverlässig.

### Gutes Design leicht gemacht

Der Dienst Adobe Spark soll Laien befähigen, Grafiken und animierte Videos für soziale Medien zu erstellen. Spark Post erstellt Grafiken mit Text, die sich anhand von Design-Vorlagen für Instagram, Facebook, Pinterest und andere soziale Medien automatisch konvertieren lassen, ohne dass der Nutzer manuell Textbau-

steine und Grafiken verschieben muss. Nach Auswahl eines Clips beschneidet Spark Video diesen automatisch auf drei Sekunden Länge. Danach lassen sich Text und Hintergrundmusik ergänzen. Spark Page kombiniert Fotos, Text und andere Medien zu Blog-Einträgen.

Unter [spark.adobe.com](http://spark.adobe.com) steht der Dienst kostenlos mit Adobe-Branding zur Verfügung. Zahlende Kunden der Creative Cloud bekommen Zugang zu exklusiven Funktionen und können die Werbung abschalten.

### Tiefer in die Cloud

Künftig soll die Creative Cloud Zusammenarbeit und Speichern von Dokumenten und Arbeitsmaterialien in der Cloud immer weiter vertiefen. Bereits jetzt lassen sich Texturen, Schriften, Pinselspitzen und Farbpaletten online speichern. Die App Photoshop Sketch kann nun auf Pinselspitzen zugreifen, die aus Photoshop in die Cloud übertragen wurden. Sketch unterstützt außerdem Überblendmodi.

In der ersten Hälfte 2017 soll Project Nimbus erscheinen, ein Lightroom-Ableger, der nicht nur Fotos selbst, sondern auch deren Bearbeitung in die Cloud bringt. Verschiedene Lightroom-Funktionen lassen sich damit ähnlich wie mit Lightroom Mobile plattformübergreifend und nicht destruktiv nutzen. Die Berechnung findet dabei auf einem Adobe-Server statt.

### Neue Tools für App-Design und 3D

Das macOS-Programm Adobe XD („Experience Design“) dient der Gestaltung von Mobil-Apps und Web-Anwendungen.



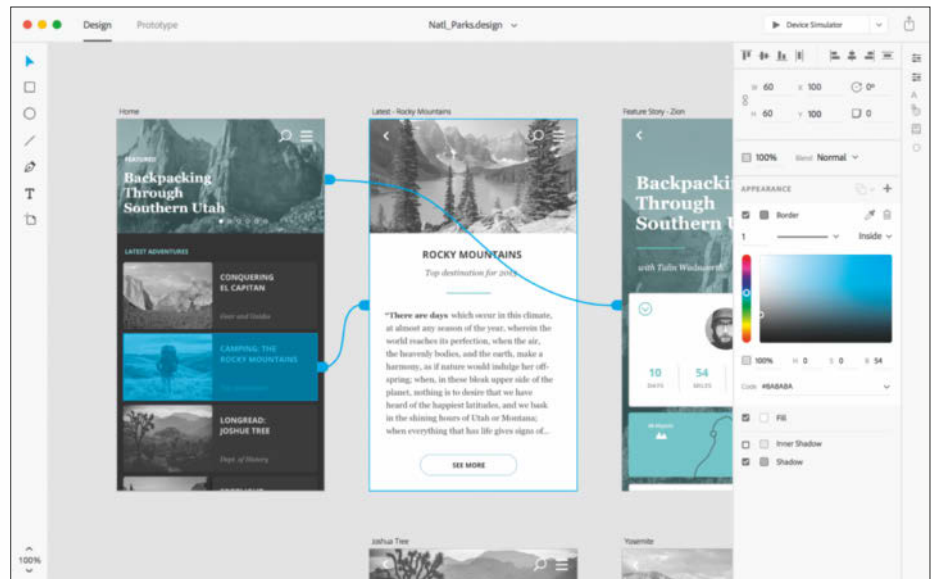
CEO Shantanu Narayen stellte auf der Adobe Max die intelligente Suchplattform Sensei vor.

Im März veröffentlichte Adobe das Programm als Public Beta und auch die nun vorgestellte Weiterentwicklung behält den Beta-Status. Die neue Version unterstützt auch Ebenen. Mithilfe sogenannter Symbole, die sich im gesamten Projekt referenzieren lassen, kann man etwa die Farbe einer Schaltfläche für alle Seiten einer App in einem Rutsch ändern. Ein visuelles Werkzeug zur Versionierung soll das Wiederverwenden früherer Design-Elemente vereinfachen. Prototypen lassen sich über die XD-App auf Android- und iOS-Geräten testen sowie online veröffentlichen, um von Kunden Feedback einzuholen. Noch in diesem Jahr soll eine Public Beta für Windows mit Unterstützung der Windows-10-APIs für Touch-Gesten und Stifte erscheinen.

Die erstmals vorgestellte Public Beta Project Felix soll helfen, Fotos und 3D-Elemente zu fotorealistischen Szenen zu kombinieren. Adobe hat wohl erkannt, dass der 3D-Workflow von Photoshop CC etwas kompliziert geraten ist. Viele Bedienelemente im neuen Projekt ähneln jedoch denen von Photoshop CC. Mit Project Felix lassen sich beispielsweise 3D-gereimte Produktprototypen in Fotovorlagen integrieren. Einzelne Bereiche eines 3D-Modells kann man mit einem Werkzeug auswählen, das Kanten erkennt – so lassen sie sich separat mit Texturen und Farben versehen. Das fertige Bild kann man entweder als PSD-Dokument inklusive Ebenen oder als flachgerechnete PNG-Datei an Photoshop übergeben.

## Von After Effects bis Photoshop

Die traditionellen Adobe-Anwendungen erhielten durch das Update lediglich



Mit Adobe XD sollen auf die Schnelle Prototypen von Apps und Webseiten entstehen.

kosmetische Verbesserungen. Photoshop bekommt eine Suchfunktion, die neben eigenen Dokumenten auch Adobe-Stock-Inhalte durchsucht. Illustrator soll Grafiken an einem Pixelraster ausrichten können. Die Funktion richtet sich wie XD an Designer von Bedienoberflächen für Web-Apps. InDesign bringt verbesserte Unterstützung für OpenType und eine erweiterte Funktion für Fußnoten.

Die Lumetri-Palette von Premiere Pro hat ein Vorschaufenster bekommen, in dem sich verschiedene Farb-Looks im Diashow-Modus durchklicken lassen. Über die Funktion „HSL Secondaries“ kann man im Video einen Farbbereich auswählen und diesen selektiv bearbeiten. Den Export nach YouTube, Twitter und Facebook hat Adobe vereinfacht. Statt

unter vielen Einträgen in einem Drop-down-Menü wählen zu müssen, klickt man nun die gewünschte Plattform einfach an.

After Effects bringt eine native Cinema-4D-Render-Engine mit, die Schriftzüge und Grafiken, beispielsweise Illustrator-Dokumente, 20-mal schneller extrudieren soll als die vorherige. Mit Live-Textvorlagen lassen sich animierte Textgrafiken in Premiere Pro einbinden, ohne dass man die Grafik mit benutzerdefinierten Schriftzügen zuvor in After Effects rendern musste. So lässt sich dasselbe Template immer wieder mit unterschiedlicher Beschriftung nutzen. (akr@ct.de)

Adobe übernahm die Kosten für die Reise zur Produktvorstellung nach San Diego.

## Dreiband-WLAN und 10-GBit/s-Ethernet

Der Netgear Nighthawk X10 (R9000) ist unseres Wissens der erste Router mit einer Quad-Core-CPU, die mit 1,7 GHz läuft. Sie soll nicht nur drei WLAN-Module parallel bedienen, sondern auch 4K-Videos vom integrierten Plex-Medienserver ausliefern und bei Bedarf sogar live transkodieren können. Die Funkmodule für die etablierten WLAN-Bänder 2,4 und 5 GHz nutzen 4 MIMO-Streams (600 beziehungsweise 1733 MBit/s brutto); auf 5 GHz beherrscht das Gerät auch MU-MIMO.

Zusätzlich bringt es 60-GHz-WLAN mit (IEEE 802.11ad mit max. 4,6 GBit/s brutto im Single-Carrier-Modus) und hat als erster Router einen SFP+-Slot (Enhanced Small Form-Factor Pluggable). Am R9000 soll hier beispielsweise ein Netzwerkspeicher (NAS) Anschluss finden. Ist der flott genug, reicht der Router die Daten an mehrere LAN-Hosts gleichzeitig mit maximaler Gigabit-Ethernet-Rate weiter (115 MByte/s). Der Nighthawk X10 soll im Dezember für 450 Euro (UVP) auf den Markt kommen. (ea@ct.de)



Der Netgear Nighthawk X10 hat als erster Router für kleine Netze einen SFP+-Slot für 10-GE-Module. Schnelles WLAN auf drei Bändern kann er auch.

## OpenVPN 2.4 bringt nahtloses Roaming

Noch in diesem Jahr soll die nächste Hauptversion 2.4 der VPN-Software OpenVPN erscheinen. Sie verspricht unter anderem die vollständige Unterstützung von IPv6 als Transport- und transportiertes Protokoll, sogar in einer NAT64/DNS64-Umgebung. Unter Windows ab Vista lässt sich das OpenVPN-2.4-Traytool nun auch ohne Admin-Rechte starten. Der damit gesteuerte Hintergrund-Dienst läuft hingegen mit Systemrechten und kümmert sich um die VPN-Verbindung.

Der OpenVPN-Server teilt seinen Clients jetzt eine Peer-ID zu, um unterbrechungsfreies Roaming bei Netzwerk- und damit IP-Adresswechseln der zugrundeliegenden Verbindung zu ermöglichen. Das klappt auch im Zusammenspiel mit älteren 2.3er-Clients. OpenVPN 2.4 Alpha2 liegt zum Testen bereit.

(ea@ct.de)

OpenVPN 2.4 Alpha2: [ct.de/yacy](http://ct.de/yacy)

## Einsteiger-Fritzbox für Kabel-Anschlüsse



Die AVM Fritz!Box 6430 Cable soll als Basismodell für Kabel-Anschlüsse Internet und Telefonie im Heimnetz bereitstellen.

Mit der Fritz!Box 6430 bietet der Berliner Hersteller AVM als Ergänzung zur eingeführten 6490 ein billigeres Basismodell für Internetanschlüsse über TV-Kabel an, die nach dem Euro-DOCSIS-Standard 3.0 arbeiten. Liefert der Provider so viel, dann holt die 6430 maximal 880 MBit/s brutto im Downstream und 220 MBit/s in Gegenrichtung. Die größere Schwester 6490 schafft bis zu 1320 MBit/s.

Auch die weitere Ausstattung der neuen Kabel-Fritzbox ist reduziert: Im Gerät steckt nur ein WLAN-Modul, das maximal 450 MBit/s brutto überträgt (IEEE 802.11n), sowie zwei USB-2.0-Anschlüsse statt USB-3.0-Ports. Außerdem muss man auf den ISDN-S0-Bus verzichten.

Ansonsten entspricht das Angebot dem größeren Modell: 4 Gigabit-Ethernet-Ports, eine DECT-Basisstation für bis zu 6 Schnurlos-Geräte und Buchsen für 2 analoge Telefone. Die Fritz!Box 6430 Cable war bei Redaktionsschluss bereits für 150 Euro im Handel, aber damit gerade mal 35 Euro günstiger als die besser ausgestattete 6490. (ea@ct.de)

### Netz-Notizen

Buffalo Technology hat seine ersten **10-GBase-T-Switches** herausgebracht: Der BS-XP2008-EU mit 8 Ports soll 570 Euro kosten, das Schwestermodell BS-XP2012-EU liegt bei 870 Euro. Beide Geräte sind per Browser für VLAN, QoS etc. konfigurierbar.

Devolo Business Solutions hat seinen **Cloud-Dienst DCC zur Fernwartung von Firmen-WLANs** in Betrieb genommen, mit dem man Devolo-Access-Points überwachen kann. Interessenten können sich auf <http://devolo.biz/dcc> kostenlos einen Testzugang einrichten.

D-Link führt eine Serie von **Top-of-Rack-Switches** für Rechenzentren ein: Der DXS-3400-24SC hat 20 SFP+-Ports und kostet 6656 Euro, das Schwestermodell DXS-3400-24TC bietet 20 10-GBase-T-Ports für 8143 Euro. Beide haben zudem 4 Kombiports (10GBase-T oder SFP+) und beherrschen Data Center Bridging (DCB, 802.1Qbb, 802.1Qaz, 802.1Qau).



## Open-Compute-Server von Microsoft als Entwurf

Microsoft hat einen Design-Entwurf für kommende Cloud-Server im Rahmen des Open Compute Project (OCP) offengelegt. Die frühe Version des „Project Olympus“ soll andere Beteiligte einbinden, etwa potenzielle Hardware-Hersteller. Olympus ist auch deshalb interessant, weil die Maschine für Intels 2017 erwartete Purley-Plattform für Prozessoren vom Typ Skylake-EP mit NVDIMMs ausgelegt ist.

Microsoft möchte bis zu acht M.2-SSDs mit PCIe-NVMe-Interface unterbringen: vier direkt auf dem Mainboard, vier über zwei PCIe-Adapterkarten. Alleine dafür sind zusammen 32 PCIe-3.0-Lanes veranschlagt. Acht weitere sind für die PCIe-Verkabelung mit OcuLink vorgesehen und 48 für drei PCIe-x16-Karten, darunter eine 50-GBit/s-Netzwerkkarte.

Bis zu 32 DIMM-Slots soll das Mainboard besitzen, also 16 pro CPU. Nach bisherigen Informationen wird ein Skylake-EP-Chip je sechs DRAM-Kanäle anbinden, aber pro Kanal nur zwei DDR4-Speichermodule. Dafür würden 24 DIMM-Slots genügen. Möglicherweise plant Microsoft auch für den AMD-Zen-Opteron Naples mit acht DRAM-Kanälen. (ciw@ct.de)

## Flash-Storage mit Petabyte-Kapazitäten

All-Flash Arrays (AFAs) sind dank Deduplikation und Kompression in vielen Anwendungsszenarien nicht mehr wesentlich teurer als hybride Systeme mit Magnetfestplatten. Sie kommen für immer größere Datenmengen zum Einsatz. Pure Storage erweitert seine Baureihe FlashArray//m um das //m70, das je nach Kompression bis zu 1,5 PByte fassen soll. Es bringt 500 TByte Flash auf sieben Rack-Höheneinheiten (HE) unter. Pure verspricht Preise von rund 1 US-Dollar pro gespeichertem Gigabyte, also etwa 1,5 Millionen US-Dollar für das //m70.

Dell EMC will 2017 die unter dem Namen „Project Nitro“ entwickelte Version von Isilon All-Flash ausliefern. Ein 4-HE-Chassis enthält vier Knoten, die zusammen bis zu 924 TByte speichern. 100 Chassis lassen sich zu einem Cluster mit Datentransferraten von bis zu 1,5 TByte/s zusammenfassen.

Das K2-System von Kaminario lässt sich weit über 1 PByte hinaus skalieren, belegt dann aber als Version „3 K-Blocks“ mit mehreren Erweiterungen insgesamt 26 HE im Rack. IBM liefert für Storwize V5030F und V7000F jetzt 2,5-Zoll-SSDs mit 15,36 TByte, um die maximale Kapazität auf das Vierfache der bisher möglichen 1,8 PByte anzuheben. (ciw@ct.de)



All-Flash Array Pure Storage FlashArray//m70

## Mini-PC mit Radeon RX 480

Die ZBox Magnus ERX480 von Zotac eignet sich dank der Grafikkarte Radeon RX 480 für Full-HD-Gaming und VR-Anwendungen. Der Mini-PC passt mit einer Grundfläche von 21 cm x 20,3 cm und einer Höhe von 6,2 cm auch ins Wohnzimmerregal. Im Inneren arbeiten ein Vierkernprozessor vom Typ Core i5-6400T (2,2 GHz, Turbo 2,8 GHz) und eine von AMD noch nicht vorgestellte MXM-Variante der Radeon RX 480 mit 4 GByte GDDR5-Speicher. Wie bei der Desktop-Version enthält die Polaris-10-GPU 2304 Shader-Kerne. Zu den Taktfrequenzen hat der Hersteller bis Redaktionsschluss keine Informationen bekannt gegeben.

An die ZBox Magnus ERX480 haben über 2 x HDMI 2.0 und 2 x DisplayPort 1.3 vier 4K-Monitore und -Fernseher Anschluss. Zur weiteren Ausstattung zählen unter anderem USB 3.1 (Typ A und C), ein Kartenleser und 802.11ac-WLAN. Die Barebone-Variante ohne Arbeitsspeicher, Betriebssystem und Laufwerk kostet 829 Euro. (chh@ct.de)



Auf der Rückseite stellt die ZBox Magnus zahlreiche Anschlüsse bereit. Das Netzteil hat der Hersteller aus Platzgründen außerhalb des PC-Gehäuses untergebracht.

### Sonderheft c't Multikopter

Die vielen Unsicherheiten rund um das Thema Kopter und Drohne beseitigt das Sonderheft c't Multikopter. Es berät bei der Auswahl des passenden Kopters und erläutert ausführlich die rechtliche Situation und wie man darauf reagieren muss.

Die Flugschule im Heft und auf DVD macht aus Anfängern Piloten und gibt erfahrenen Fliegern Routine. Dazu kommen Anwendungen: Fotografieren, Videos aufnehmen und mitfliegen per FPV-Brille.

Die Videos zu allen Tests sind Bestandteil der DVD mit insgesamt etwa 2,5 Stunden Laufzeit.

„Alles über Quadropters“ ist ein ausführliches Tutorial, das normalerweise 35 Euro kosten würde, aber gratis auf der DVD enthalten ist. Dort geht es um die Beratung sowie um Rechtliches und das Tutorial zeigt, wie man sich seinen maßgeschneiderten Kopter selbst baut.

Zum Heft trugen fast alle Redaktionen des Verlags bei: Multikopter-Tests von c't und von TechStage, Anwendungen und Racing von Technology Review, Hardware und Know-how von Make und Foto/Video von c't Fotografie, dazu kommt die Flugschule von dpunkt.

c't Multikopter gibt es im heise-Shop (portofrei bis 20. 11. 2016) und im Handel für 14,90 Euro inklusive der DVD mit Tutorials und Videos. (Jürgen Rink/chh@ct.de)

**Sonderheft c't Multikopter im heise Shop: [ct.de/ybzt](http://ct.de/ybzt)**



### Hardware-Notizen

In die Mini-Barebones der Serie Shuttle XPC nano NC02 mit Skylake-Prozessoren passen ein 2,5"-Laufwerk, eine M.2-2280-SSD sowie zwei DDR3L-SO-DIMMs. Die Mini-PCs kosten zwischen 162 (Celeron 3855U) und 615 Euro (Core i7-6500U).

Nutzer einer Intel SSD 540s sollten unbedingt das **Firmware-Update** auf Version 036C einspielen (siehe c't-Link). Ansonsten drohen Datenverluste, wenn das ATA-Passwort auf Systemen mit aktiviertem Devsleap geändert wird.

AMD hat für Radeon-Grafikkarten den **Crimson-Treiber** 16.11.2 veröffentlicht. Unter anderem ist der Treiber für den Shooter Call of Duty: Infinite Warfare optimiert. Zudem hat AMD den Shader-Cache vergrößert, da einige aktuelle 3D-Spiele an das bisherige Limit gestoßen sind.

**Intel-SSD-Firmware-Update herunterladen: [ct.de/ybzt](http://ct.de/ybzt)**

## Intel Apollo Lake angetestet

Knapp vor Redaktionsschluss schaffte es das 90 Euro teure Mainboard ASRock J3455-ITX ins c't-Labor. Es ist mit dem luftlos gekühlten Celeron J3455 aus Intels neuer „Atom-Celeron“-Baureihe Apollo Lake bestückt sowie mit einem DisplayPort-HDMI-2.0-Wandlerchip. Der ermöglicht es, 4K-Displays mit 60 Hz Bildwiederholrate anzuschließen, was auch problemlos gelang.

Im Cinebench R15 ist der Celeron J3455 um satte 40 Prozent schneller als der Vorgänger Celeron N3150 (50/181 Punkte Single-/Multi-Threading). Unter Windows 10 spielt der Celeron J3455 auch VP9- und HEVC-/H.265-kodierte 4K-Videos flüssig ab, wenn die Player-Software oder der Browser den integrierten Hardware-Decoder nutzen. Mit einem effizienten ATX-Netzteil braucht das System im Leerlauf rund 10 Watt.

(ciw@ct.de)

# MacBooks mit Touch-Leiste

Apple hat Ende Oktober eine neue Generation seiner MacBook-Pro-Notebooks mit 13- oder 15-Zoll-Bildschirm vorgestellt. Außer dem Einstiegsmodell des MacBook Pro 13 bringen alle eine Touch Bar genannte Leiste mit – ein fingerbedienbares OLED-Display, welches die Funktionstastenreihe emuliert. Zur Höchstform läuft sie auf, wenn Entwickler Spezialfelder für ihre Apps programmieren.

Apples hauseigene Anwendungen nutzen die Touch Bar bereits. Sie dient dann beispielsweise zur Emoji-Eingabe für iMessage, in Safari kann man gezielt Tabs wechseln oder Zurückblättern. Die Touch Bar ist laut Apples Entwicklerrichtlinien explizit als zusätzliches Eingabegerät vorgesehen und soll nicht als Zweit-Display für Status-Nachrichten oder Ähnliches verwendet werden.

Die Idee einer Touch-Leiste statt der klassischen Funktionstasten ist nicht neu: Lenovo hatte eine solche im 2014er-Modell des ThinkPad X1 Carbon – und schaffte sie bei dessen Nachfolger wieder ab. Damals wurde vor allem das Fehlen von spürbaren Rändern und von haptischem Feedback beklagt. Weil die Bedienfelder bei Apple zudem unterschiedliche Breiten haben, muss man immer den Blick vom Bildschirm abwenden. Eine Touch-Bedienung für das Haupt-Display hält Apple weiterhin nicht für sinnvoll.



**Die Touch Bar ersetzt die Funktionstastenreihe der Tastatur.**

als die Vorgänger. Für die Kommunikation mit Peripherie sind nun je nach Modell zwei oder vier Buchsen im USB-Typ-C-Format eingebaut. Sie arbeiten gemäß USB 3.1 (SuperSpeed+, 10 GBit/s) und ThunderBolt 3. Zudem geben sie Videosignale aus (DisplayPort) und dienen zum Laden – MagSafe ist Vergangenheit. Der Kartenleser und der digitale Audioausgang wurden weggelassen; die 3,5-Millimeter-Klinkenbuchse liefert nur noch analoge Signale.

Der klassische Einschalter ist verschwunden: Die Notebooks schalten sich ein, wenn man den Deckel hochklappt. Neu ist der Fingerabdruckleser Touch ID. Er erlaubt wie Windows Hello das Einloggen per Fingerabdruck und soll wohl auch die Verbreitung des Bezahlsystems Apple Pay fördern.

Alle neuen MacBooks sind flacher geworden und haben größere Touchpads

(mue@ct.de)

# Einen Gang höher

**Sonys PS4 Pro mit verbessertem Rendering für 4K und VR**



**Die neue Pro-Version der Playstation 4 kann erstmals Spiele in 4K rendern. Dank stärkerem Grafik-Chip sehen aber auch viele VR-Spiele besser aus.**

**Von Hartmut Gieselmann**

**S**ony hat die Rechenleistung der PS4 Pro gegenüber der normalen PS4 kräftig aufgemotzt. Damit wird die Konsole fit für die Ausgabe in 4K-Auflösung (2160p). Aber auch VR-Spiele profitieren und können oftmals in doppelt so hoher Auflösung gerendert werden.

Die PS4 Pro läutet aber keine neue Konsolen-Generation ein, sondern sie ist vollständig abwärtskompatibel zur normalen Playstation 4. Um das zu gewährleisten, schaltet Sony sogar die zusätzlichen Recheneinheiten ab und taktet sie wieder auf die Originalwerte herunter. Ein herkömmliches PS4-Spiel läuft deshalb genauso gut oder schlecht wie auf den bisherigen PS4-Konsolen. Erst mit einem Patch kann es die Mehrleistung nutzen.

Die neue CPU rechnet weiterhin mit acht Jaguar-Kernen, die im Pro-Modus jedoch von 800 MHz auf 911 MHz beschleunigen. Die AMD-GPU mit einer er-

weiterten Polaris-Architektur verdoppelt ihre Zahl der Compute Units (CU) von 18 auf 36 und steigert die Clock-Frequenz von 1,6 auf 2,1 GHz. Sony hat das Layout der CUs gespiegelt, sodass die 18 zusätzlichen Einheiten nur im Pro-Modus aktiv werden. Die Rechenleistung steigt dann um den Faktor 2,3 auf 4,2 TFlops. Zudem kann die GPU Gleitkommazahlen mit 16 Bit Genauigkeit nun effizienter berechnen und den Workload der Einheiten gleichmäßiger verteilen.

Weil 4K-Spiele auch etwas mehr Speicher benötigen, spendiert Sony der PS4 Pro neben den 8 GByte DDR5-RAM (der dank etwas höherem Takt nun 218 GByte/s erreicht) noch ein weiteres GByte DDR3-RAM. Die Hälfte davon nutzt Sony für das in 4K gerenderte Hauptmenü. In die anderen 512 MByte lagert die PS4 Pro Anwendungen im Hintergrund zum schnellen Umschalten zwischen Apps aus. Dadurch wächst der Platz, den Spiele zur Verfügung haben, von 5 auf 5,5 GByte.

Die Mehrleistung von CPU und GPU reicht allerdings meistens nicht, um Spiele nativ in 2160p zu rendern – dafür wäre die vierfache Leistung notwendig. Sony hat aber diverse Tricks parat, um ein 4K-nahes Ergebnis zu erzielen. Dazu wird ein ID-Puffer eingeführt, der Informationen über

Eckpunkte und Kanten von Polygonen enthält. Ebenso wie der Z-Puffer mit den Tiefeninformationen wird der ID-Puffer in voller Auflösung gerendert und sorgt bei der Bildausgabe für scharfe Kanten.

Sony reduziert allerdings die Farbinformationen, da diese besonders aufwendig zu rendern seien. So werden etwa beim Checkerboard-Rendering wie auf einem Schachbrett in jedem Frame entweder nur die Farben der „weißen“ oder der „schwarzen“ Pixel berechnet und die Zwischenräume interpoliert. Die Unterschiede zum nativen Rendering in voller Auflösung sind mit bloßem Auge kaum auszumachen. Mit der Checkerboard-Methode rendern beispielsweise „Call of Duty Infinite Warfare“ (in 2160p), „Infamous First Light“ (in 1800p) und „Deus Ex: Mankind Divided“ (1800p bis 2160p dynamisch angepasst).

## Render-Tricks

Die höhere Render-Auflösung sieht man besonders deutlich auf 4K-Fernsehern: Die Bilder wirken schärfer und knackiger. Auf Full-HD-Fernsehern fällt sie weniger stark auf. Hier werden die Spiele zunächst in höheren Auflösungen gerendert und dann per Supersampling auf Full HD reduziert. Dadurch verschwinden Moiré-Muster und Treppchen an diagonalen Kanten. Die Unterschiede zwischen der PS4 und dem Pro-Modell muss man bei „Uncharted 4“ und „The Last of us“ auf einem Full-HD-Fernseher allerdings mit der Lupe suchen.

Manche Spiele wie „Rise of the Tomb Raider“ oder das kommende „Nioh“ lassen dem Spieler die Wahl, ob er in 2160p bei 30 fps oder in Full HD mit 60 fps spielen will.

Zwar passen in den nahezu gleich großen Speicher der PS4 Pro keine feiner aufgelösten Texturen, und auch 3D-Objekte haben den gleichen Detailgrad. Einige Hersteller peppen die Grafik aber mit aufwendigeren Shader- und Licht-Effekten auf. Das fällt besonders bei VR-Spielen auf. Diese werden oftmals nicht nur in der doppelten Auflösung wie auf der PS4 gerendert, sondern zeigen leuchtendere Farben, bessere Ausleuchtungen und Spiegelungen auf Oberflächen. Sehen konnten wir dies etwa an „Robinson: The Journey“, „Playstation VR Worlds“ und „Battlezone“.

Außer mit der Auflösung wirbt Sony auch mit der Farbausgabe in High Dynamic Range (HDR10). Spiele, die dieses Ausgabeformat unterstützen, arbeiten





boerse.to original upload blacky

dann mit 10 Bit pro Farbkanal, statt zuvor mit 8 Bit. Die Unterschiede sieht man besonders bei Wolken und Sonnenstrahlen: Wo bei 8 Bit nur ein überstrahltes Weiß zu sehen ist, sieht man in HDR10 deutlich die Corona und kann Wolken besser unterscheiden. Wie gut das erkennbar ist, hängt aber stark vom Fernseher, dessen Leuchtkraft und Kontrastumfang ab. Auf guten Geräten wirkt es, als würde eine Gardine oder Milchglas-Scheibe weggezogen, sobald man HDR einschaltet. Das klappt übrigens auch auf der alten PS4, aber eben nur in HD-Auflösung.

Einen Fauxpas leistete sich Sony allerdings in Verbindung mit der PSVR-Anschlussbox. Durch diese wird zwar das HDMI-Signal zum Fernseher durchgeleitet, die Box kann aber kein HDR-Farbsignal weitergeben. Ein zwischengeschalteter HDMI-Splitter löst das Problem leider nicht, weil die PSVR direkt mit der Konsole verbunden sein muss, um von ihr erkannt zu werden. Grundsätzlich kann man zwar einen passiven Switch nehmen, um zwischen HDR-Fernseher und PSVR manuell umzuschalten. Im Test hatten wir dann allerdings mit Pixelfehlern zu kämp-

fen. Sony selbst hat derzeit keine Lösung für dieses Problem parat.

### Stromaufnahme und Lüfterrauschen

Im Vergleich zur PS4 (erste Generation) steigt die Leistungsaufnahme der PS4 Pro in Spielen nur um rund zehn Prozent von 140 Watt auf 155 Watt. In den übrigen Betriebsarten sinkt die Leistungsaufnahme sogar leicht: bei der Blu-ray-Wiedergabe von 92 auf 78 Watt, bei ruhendem Desktop auf 75 auf 71 Watt, im Ruhe-Modus von 12 auf 10 Watt und ausgeschaltet von 0,4 auf 0,3 Watt.

Bei ruhendem Desktop und der Filmwiedergabe (Stream) ist die PS4 Pro mit 0,2 bis 0,3 Sone kaum hörbar. Bei einem Spiel von Festplatte wurde es etwa doppelt so laut. Stärker bemerkbar macht sich indes das optische Laufwerk: Bei einem Blu-ray-Film kletterte die Lautstärke auf 0,9 Sone und bei einem Spiel auf 1,7 Sone – das kann im Wohnzimmer durchaus stören.

Im Vergleich zur PS4 der ersten Generation liegen die Werte aber in derselben Größenordnung. Für die Filmwiedergabe sind spezielle Blu-ray-Player besser

**Rise of the Tomb Raider läuft auf der PS4 Pro wahlweise in 4K-Auflösung, mit aufgepepppter HD-Grafik oder mit 60 Hz.**

geeignet, weil sie oft nur ein Viertel des Stroms aufnehmen und weniger rauschen. Zudem kann die PS4 Pro weiterhin nur DVDs und Blu-ray Discs abspielen, aber keine Audio-CDs und Ultra-HD-Blu-rays. 4K-Filme lassen sich nur per Netflix oder Amazon streamen.

### Fazit

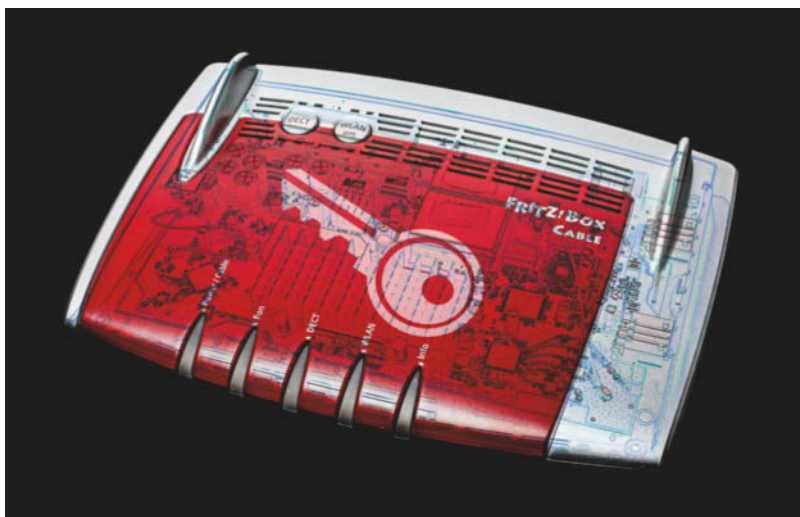
Sony ist der Spagat gelungen. Zum einen ist die PS4 Pro voll abwärtskompatibel, zum anderen verbessert sie die Bildausgabe bei angepassten Spielen deutlich. Die Unterschiede fallen vornehmlich auf 4K-Fernsehern und mit der Playstation VR ins Auge, die von höheren Auflösungen und mitunter besseren Shadern profitieren. Wer die PS4 jedoch an einem HD-Fernseher anschließt, der muss schon sehr genau hinsehen, um das geringere Kantenflimmern und die höheren Frame-raten zu bemerken.

Wer über einen Neukauf der PS4 nachdenkt und sie an einem 4K-Fernseher oder mit der PSVR nutzen will, der sollte zur PS4 Pro greifen – zumal sie mit 400 Euro nur 100 Euro mehr kostet als das normale Modell. Soll die Konsole hingegen an einem HD-Fernseher laufen, dann genügt auch die normale PS4 für 300 Euro.

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

### Sony Playstation 4 Pro

Spielkonsole	
Hersteller	Sony Computer Entertainment, <a href="http://www.playstation.de">www.playstation.de</a>
Anschlüsse	3 USB 3.0, PS4 Kamera, HDMI 2.0a, Toslink, Ethernet, WLAN (2,4/5 GHz)
Festplatte	1 GByte (austauschbar gegen 2,5-Zoll-Modelle mit 9,5 mm)
Zubehör	PS4-Gamepad, HDMI-Kabel, Mono-In-Ear-Headset
Preis	400 €



# Generalschlüssel zum Kabelnetz

## AVM entweicht geheimer Krypto-Schlüssel

**Im Speicher von Kabel-Fritzboxen wurde ein geheimer Krypto-Schlüssel entdeckt, den eigentlich nur AVM besitzen dürfte. Wer Zugriff darauf hat, kann fremde Anschlüsse übernehmen. Ausbaden müssen das vor allem die Kabel-Provider: Sie arbeiten seit Monaten daran, ihre Netze wieder abzusichern.**

Von Ronald Eikenberg

Eine unerwartete Überraschung steckt in vielen Kabel-Fritzboxen: In einem schwer zugänglichen Speicherbereich liegt ein geheimer Krypto-Schlüssel, den eigentlich nur AVM besitzen sollte. Er gehört zum Hersteller-Zertifikat des Berliner Router-Bauers, das für die Absicherung der Kabelnetz-Verbindungen genutzt wird.

Vor einigen Monaten meldete sich der Sicherheitsexperte Joel Stein bei uns, der eine heikle Entdeckung gemacht hatte: Durch einen Trick war es ihm gelungen, einen Telnet-Server auf einer bei eBay erworbenen Kabel-Fritzbox zu starten. Das allein ist schon bemerkenswert: Zwar waren die DSL-Boxen von AVM bis 2015 mit einem Telnet-Server ausgestattet, den

man nur noch aktivieren musste; auf den Kabel-Boxen ist Telnet hingegen seit jeher gesperrt. Nachdem ihm dieses Kunststück gelungen war, packte ihn die Neugier. Er sah sich im Dateisystem der Fritzbox um, auf das Nutzer normalerweise keinen Zugriff haben. Dabei stieß er auf die Zertifikate, mit denen die Fritzbox eine verschlüsselte Verbindung zur Gegenstelle des Providers aufbaut. Im Kabelnetz kommt die sogenannte Data Over Cable Service Interface Specification zum Einsatz, kurz DOCSIS. Über das integrierte Kabelmodem spricht die Fritzbox mit dem Cable Modem Termination System (CMTS) in der Kabelkopfstelle des Providers.

Bei diesem Verbindungsaufbau spielen Zertifikate eine entscheidende Rolle: Ein Kabelnetz ist ein Shared Medium, sodass Nachbarn ihren IP-Verkehr gegenseitig lesen könnten. Deshalb kommt zumeist Baseline Privacy Plus (BPI+) zum Einsatz, eine Krypto-Funktion, welche die Verbindung zwischen Fritzbox und CMTS absichert. Jedes Kabelmodem ist hierzu mit einem individuellen Zertifikat ausgestattet, das auf die MAC-Adresse des Modems ausgestellt ist. Damit weist sich das Modem gegenüber dem CMTS als legitim aus. Damit ein böswilliger Nutzer nicht mit einem selbst gene-

### heise Tippgeber

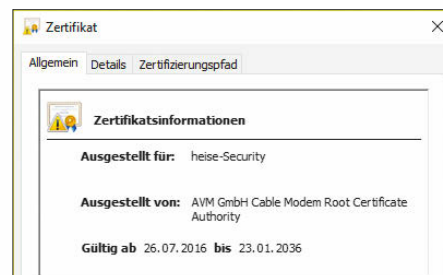
Sie möchten uns anonym einen Hinweis geben? Kontaktieren Sie uns über: <https://heise.de/tippgeber/>

rierten Zertifikat fremde Anschlüsse übernehmen kann, nutzen die Cable-Modem-Zertifikate die digitale Unterschrift (Signatur) des Geräteherstellers als Sicherheitsmerkmal. Wie bei den SSL-Zertifikaten, die zur verschlüsselten Übertragung von Webseiten genutzt werden, gibt es auch hier eine Zertifikatskette. Die oberste Instanz, welche die Herstellerzertifikate signiert, ist die „EuroDOCSIS Cable Modem Root CA“.

### Generalschlüssel gefunden

Im Speicher der Fritzbox liegt aber nicht nur das Schlüsselpaar des individuellen Modem-Zertifikats, sondern auch der geheime Generalschlüssel von AVM, mit dem das Modem-Zertifikat unterschrieben wurde. Das ist fatal, denn mit diesem Schlüssel kann man Zertifikate für beliebige MAC-Adressen im Namen von AVM signieren. Wer böse Absichten hegt, kann sich mit einem solchen Zertifikat im Namen eines anderen Kunden beim Provider anmelden und dessen Anschluss übernehmen, um auf fremde Rechnung und mit fremder Identität auf das Internet zuzugreifen. Uns wurde ein digitales Zertifikat zugespielt, das mit dem geheimen AVM-Schlüssel signiert wurde. Statt einer MAC-Adresse enthält es die Zeichenfolge „heise-Security“. Es belegt, dass man den AVM-Schlüssel tatsächlich als kompromittiert betrachten muss.

In Foren stießen wir auf Hinweise darauf, dass AVM offenbar bereits damit



Uns wurde ein Zertifikat mit der digitalen Signatur von AVM zugespielt, das es nicht geben dürfte. Das ist der Beweis dafür, dass der geheime Krypto-Schlüssel des Herstellers kompromittiert ist.

begonnen hatte, das Zertifikat gegen ein neues auszutauschen. Allerdings wussten die Forenteilnehmer zu diesem Zeitpunkt offenbar noch nicht, warum: Sie beklagten sich lediglich darüber, dass einige Kabel-Fritzboxen den Dienst verweigerten und suchten nach Lösungen. Bei den betroffenen Geräten handelt es sich offenbar um Router, die noch nicht mit dem neuen Zertifikat ausgestattet waren; der Provider hatte aber seinerseits das alte bereits gesperrt. Damit das neue Zertifikat auf alte Boxen kommt, müssen die Provider die Installation anstoßen – und das tun sie in der Regel nur bei den Miet-Router, die sie fernkonfigurieren dürfen. Sobald ein Provider das kompromittierte Zertifikat in seinem CMTS blockiert, kommen Fritzboxen mit dem alten Zertifikat nicht mehr ins Netz. Sie können weder das neue Zertifikat beziehen noch kann es der Nutzer nachrüsten, da es bei den Kabel-Boxen aus Provider-Beständen nicht vorgesehen ist, händisch Updates zu installieren. Offenbar bestückt AVM seit Herbst 2015 neu ausgelieferte Fritzboxen sowohl mit dem neuen als auch mit dem alten Zertifikat.

## AVM reagiert

Nachdem wir den Sachverhalt geklärt hatten, baten wir AVM bereits Ende August um Stellungnahme. Das Unternehmen erklärte, dass der „Anlass für den Zertifikatswechsel die Vermutung war, dass ein Zertifikat nicht mehr vertrauenswürdig sein könnte“. Es gebe kein reales Sicherheitsproblem, da ein Zertifikatsmissbrauch „netzseitig“ erkannt und verhindert werden könne. Woran ein Provider einen Missbrauch mit einem Zertifikat erkennen soll, das eine gültige Herstellersignatur trägt, erklärte das Unternehmen nicht. Obwohl das Zertifikat offensichtlich kompromittiert ist, hatten laut AVM zum Redaktionsschluss noch nicht alle Provider den Wechsel vollzogen – und das über zwei Monate nach unserer ersten Kontakt-

aufnahme. Weitere Hintergründe möchte AVM erst liefern, wenn alle Provider reagiert haben. So bleibt uns das Unternehmen bisher unter anderem eine Antwort auf die Frage schuldig, wie und warum der geheime Hersteller-Schlüssel überhaupt auf die Fritzboxen kam.

Bei uns meldete sich zwischenzeitlich ein Insider aus dem Dunstkreis der Provider und beklagte, dass AVM die Tragweite des Problems nicht kommuniziert habe.

Der Router-Hersteller soll lediglich einen Zertifikatstausch empfohlen haben. Dass der alte Schlüssel kompromittiert wurde, erfuhr unser Kontakt nur durch Zufall. Diese Darstellung könnte erklären, warum sich einige Provider so viel Zeit mit dem Wechsel lassen, etwa um das neue Zertifikat huckepack mit dem nächsten Firmware-Update auszuliefern. Jeder Eingriff bedeutet ein gewisses Ausfallrisiko.

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

# Certificate Transparency wird Pflicht

Mehr Sicherheit im Netz dank transparenterer Zertifizierungsstellen

**Das Zertifikatssystem, an dem die Sicherheit des SSL/TLS-Protokolls hängt, hat eine grundlegende Schwachstelle. Google schickt sich mit dem offenen Standard Certificate Transparency an, dieses Problem zu beheben.**

Von Fabian A. Scherschel

Die Macher des Chrome-Browsers haben angekündigt, dass Certificate Transparency (CT) ab Oktober 2017 zur Pflicht für Zertifizierungsstellen (CAs) wird. SSL/TLS-Zertifikate, die nicht Teil des Certificate-Transparency-Systems sind, werden ab dann von Chrome nicht mehr als vertrauenswürdig angesehen.

Das ist bereits für neue Extended-Validation-Zertifikate in Chrome der Fall.

Google hatte das CT-Konzept ursprünglich ins Rollen gebracht und treibt es seither aggressiv voran. Die Firma hatte unter anderem Druck auf Symantec ausgeübt und der CA damit gedroht, deren Zertifikate nicht mehr anzuerkennen, wenn Certificate Transparency nicht umgesetzt werde. Google begründet das vor allem damit, dass Symantec mehrfach unberechtigterweise gültige Zertifikate auf Google-Domains ausgestellt hatte.

Certificate Transparency beschreibt ein System, mit dem CAs Informationen über alle von ihnen ausgestellte Zertifikate in ein öffentliches Logbuch eintragen, welches kryptografisch gesichert ist und

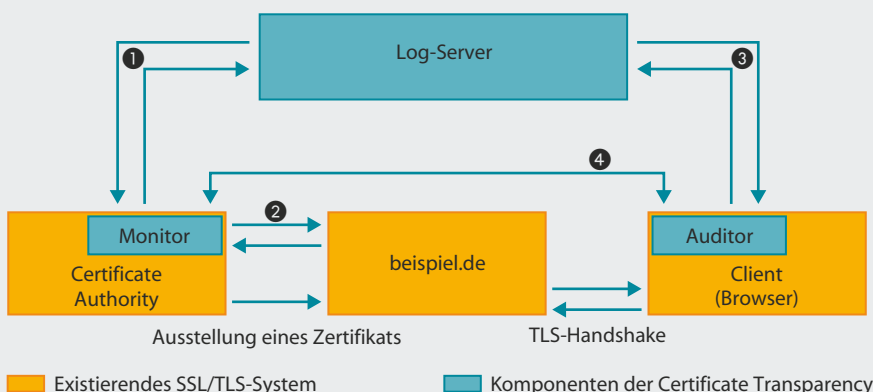
so im Nachhinein nicht mehr verändert werden kann. Dritte können die ausgestellten Zertifikate so nach suspekten Einträgen scannen und detaillierter untersuchen. Dadurch soll eine grundlegende Schwachstelle von SSL/TLS behoben werden: Momentan kann jede CA völlig unbemerkt Zertifikate für eine beliebige Domain ausstellen.

Gefährlich sind solche regelwidrig ausgestellten Zertifikate vor allem, weil sie oft viel zu lange unentdeckt bleiben. Hier setzt das Certificate-Transparency-Konzept an. Automatisches Monitoring soll aufdecken, wenn bei einer teilnehmenden CA ein Zertifikat auf eine Domain ausgestellt wird, die bereits ein gültiges Zertifikat einer anderen CA besitzt. In der Praxis findet dieses Monitoring aber momentan außer bei Google, bei der Überwachung der eigenen Domains, nirgends statt. Außerdem ist vorgesehen, dass an dem System teilhabende SSL/TLS-Clients (etwa der Chrome-Browser) in regelmäßigen Abständen die Zertifikate, die ihnen unterkommen, an die CT-Server zurückmelden. So sollten auch fragwürdige Zertifikate auffallen, die nicht in den CT-Logs vorkommen.

Googles Konzept behebt freilich nicht alle Probleme mit der bestehenden Zertifikatsinfrastruktur. CT dürfte allerdings dafür sorgen, dass bei Domains, deren Zertifikate tatsächlich überwacht werden, Unregelmäßigkeiten früher entdeckt werden. (fab@ct.de) **ct**

## Certificate Transparency

- 1 Monitoring-Software bei der CA überwacht die CT-Logs und achtet auf fragwürdige Zertifikate.
- 2 Webseiten-Besitzer tauschen sich mit dem Monitor bei der CA aus, um sicherzustellen, dass Dritte keine Zertifikate für ihre Domains ausstellen.
- 3 Der Auditor im Browser überprüft, ob die Log-Server wie erwartet arbeiten. Außerdem überprüft er, ob die von ihm angetroffenen Zertifikate in den Logs geführt werden.
- 4 Monitor und Auditor tauschen sich untereinander aus, um Manipulationen an den Logs aufzuspüren.



### Webinar: SSL/TLS richtig nutzen

Am **16. November um 11:00 Uhr** erklärt heise-Security-Chefredakteur Jürgen Schmidt, wie man SSL/TLS nach aktuellem Stand der Technik einrichtet und welche Probleme herkömmliche Konfigurationen haben. Neben einem Status-Update zur SSL/TLS-Sicherheit erwartet Sie ein Überblick über die Neuerungen bei TLS 1.3 – vor allem mit Blick auf Aspekte, die für Server-Administratoren und Software-Entwickler interessant sind. Außerdem liefert das etwa einstündige Webinar eine Einführung in SSL-Erweiterungen wie HSTS, HPKP und Certificate Transparency.



Link zum Webinar: [ct.de/ymqw](https://ct.de/ymqw)



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

## Quelloffene OpenGL-4.5- und Vulkan-Treiber

Die Grafiktreibersammlung Mesa 13.0 bringt einen ganzen Schwung von Verbesserungen, die die Spielefähigkeit von Linux-Distributionen verbessern werden. Die von diesen standardmäßig eingerichtete Software-Bibliothek enthält den Treiber „radv“, um AMDs aktuelle Radeon-GPUs über die Programmierschnittstelle Vulkan anzusprechen. Intels OpenGL-Treiber beherrscht bei den drei neuesten GPU-Generationen nun OpenGL 4.5. Auch die Treiber für moderne Grafikprozessoren von AMD und Nvidia unterstützen die aktuelle Version der 3D-APIs jetzt, weisen das aber noch nicht aus; durch Setzen der Umgebungsvariablen `MESA_GL_VERSION_OVERRIDE=4.5` und `MESA_GLSL_VERSION_OVERRIDE=450` kann man die OpenGL-Treiber von Mesa auffordern, 4.5-Support zu melden.

Ferner gab es noch eine Reihe von Performance-Optimierungen und Korrekturen. Dadurch soll insbesondere der OpenGL-Treiber Radeonsi in mehr Spielen korrekt arbeiten und modernen AMD-GPUs zugleich mehr 3D-Performance entlocken. Geschwindigkeitsverbesserungen gab es auch beim in Mesa enthaltenen Vulkan-Treiber für Intel-GPUs und dem OpenGL-Treiber VC4, der die GPU der verschiedenen Raspberry-Pi-Modelle anspricht. Intels OpenGL-Treiber implementiert bei den neuesten GPUs nun auch OpenGL ES 3.2. Über die in Mesa enthaltene Implementierung des Video Acceleration API (VA API/Libva) lassen sich jetzt H.264-Videos per Grafikern enkodieren, sofern die GPU das beherrscht. Die Schnittstellen für OpenMAX (Open Media Acceleration) ermöglichen jetzt ein Decoding von H.265. (thl@ct.de)

## Red Hat Enterprise Linux aufgefrischt

Performance-Verbesserungen für 40G- und 100G-Netzwerke sind eine der größten Neuerungen von Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 7.3. Ferner gab es einige Umbauten an SELinux, die die Sicherheitslösung einfacher handhabbar machen und zugleich beschleunigen sollen.

Die dritte Überarbeitung von RHEL7 bringt zudem eine ganze Reihe neuer Funktionen, die als Technical Preview eingestuft und daher vorerst nicht vom kommerziellen Support abgedeckt sind. Darunter ist etwa Unterstützung für nichtflüchtige Arbeitsspeichermodule (NVDIMMs) und deren Einsatz über DAX-Funktionen von Ext4 und XFS. Neu dabei ist auch CephFS, um Ceph-Netzwerkspeicher wie ein normales POSIX-Dateisystem mounten zu können. Auch Dateifreigaben via Parallel NFS (pNFS) und eine Reihe von Verbesserungen bei der High-Availability-Software Pacemaker sind noch Technical Previews.

Ferner hat Red Hat Support für Bluetooth Low Energy (LE), Controller Area Networks (CAN) und Embedded MMC (eMMC) eingebaut. Damit will das Unternehmen sein Betriebssystem fit für den Einsatz in Geräten des Internet of Things (IoT) machen. (thl@ct.de)

## Teamfunktionen für die Cloud-Variante von LibreOffice

Version 2.0 der Cloud-Ausführung von LibreOffice bringt eine Teamfunktion, durch die mehrere Nutzer gleichzeitig Textdokumente, Tabellen und Präsentationen editieren können. Die Nutzer können dabei in ihrem Web-Browser sehen, wer die Datei gerade an welcher Stelle bearbeitet.

Die neue Ausgabe ist zunächst in der kostenlosen Collabora Online Development Edition (CODE) erhältlich, die sich an Entwickler und Privatanwender richtet. CODE gibt es aber nicht als Online-Dienst, sondern muss auf einem Linux-Server installiert werden. Mit Collabora Online 2.0 soll eine kommerzielle Variante des Cloud-Office folgen, die Zusatzfunktionen sowie Langzeit-Support bietet. (db@ct.de)

**CODE herunterladen:** [ct.de/yfx3](http://ct.de/yfx3)

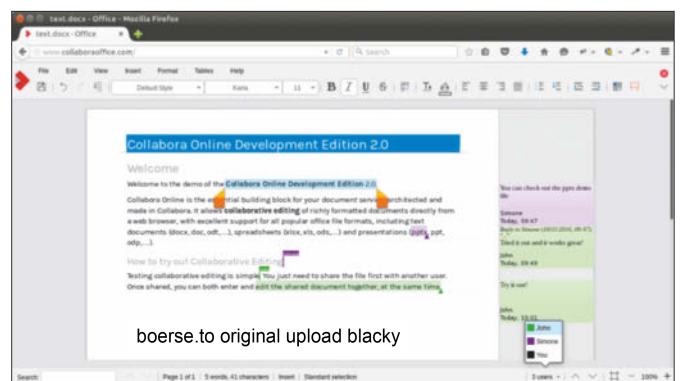


Bild: Collabora

In der Cloud-Variante von LibreOffice können nun mehrere Nutzer gleichzeitig Dokumente bearbeiten.

## Ubuntu Core 16: Betriebssystem für das IoT

Ubuntu-Sponsor Canonical hat die zweite Generation von Ubuntu Core vorgestellt, das es mehr denn je als „sicheres Betriebssystem für die Geräte des Internet of Things“ bewirbt. Ubuntu Core 16 ist keine universell einsetzbare Linux-Distribution wie Debian oder Ubuntu Desktop; vielmehr ist es ein simples Basissystem, mit dem man ein Betriebssystem für Basisteilen und kommerzielle Zwecke maßschneidern kann.

Ubuntu Core ist letztlich ein extrem abgespecktes Ubuntu 16.04, das als Snap-Paket ausgeliefert wird und weder grafische Bedienoberfläche noch Kernel enthält. Solche lassen sich genau wie Anwendungen nur via Snap nachinstallieren. Alle Snaps werden schreibgeschützt eingebunden, um sie vor Modifikationen durch Angreifer oder Schad-Software zu schützen. Falls nach dem Update eines Snaps etwas nicht mehr funktioniert, soll man leicht auf den alten Stand zurückwechseln können.

Ubuntu Core gibt es als 32- und 64-Bit-Version für x86 und ARM. Zum Ausprobieren hat Canonical das Basissystem mit passenden Kernen in Images kombiniert, die etwa auf Raspberry Pi 2 & 3, Intel Nuc und x86-KVM laufen. (thl@ct.de)

# VRMark: Benchmark für die Virtual Reality

Das Anfang November veröffentlichte Testprogramm VRMark ermittelt, ob ein PC-System schnell genug ist, um Virtual-Reality-Spiele flüssig darzustellen. Zum Ausführen des Benchmarks muss keine VR-Brille angeschlossen sein. Die Basic-Version ist kostenlos über Steam oder die Entwicklerseite [futuremark.com](http://futuremark.com) erhältlich.

VRMark enthält die zwei Testsequenzen „Orange Room“ und „Blue Room“, welche die Grafik-Hardware unterschiedlich stark belasten. Futuremark zufolge sollen PCs, die den Orange-Room-Test bestehen, schnell genug zum Spielen mit den VR-Brillen HTC Vive und Oculus Rift sein – also zu jedem Zeitpunkt mindestens 90 fps liefern. Nach einem Durchlauf zeigt das Programm eine ausführliche Auswertung, die auch Takt, Auslastung und Temperatur des Grafikchips über die Laufzeit darstellt. Überdies errechnet der VRMark eine Punktzahl, mit der sich das eigene System mit anderen vergleichen lässt. Die Punkte pflegt Futuremark in eine Online-Datenbank ein.

Extrem anspruchsvoll ist die Szene Blue Room: PCs, die diesen Test bestehen, eignen sich laut Futuremark womöglich sogar für die nächste Generation von VR-Brillen mit höher auflösenden Displays. Ebenfalls integriert ist ein „Experience Mode“, bei dem sich der Nutzer frei durch die Testszenen be-



**VRMark ermittelt, ob ein PC schnell genug für Virtual-Reality-Spiele ist.**

wegen darf. Blue Room steht erst ab der 20 US-Dollar teuren Advanced Edition zur Verfügung, ebenfalls die detaillierte Auswertung und die Möglichkeit, die Testparameter händisch anzupassen. Kommandozeilenbefehle lässt erst die Professional Edition zu. *(mfi@ct.de)*

# Staatsanwaltschaft ermittelt gegen Mark Zuckerberg

Die Staatsanwaltschaft München I hat gegen Facebook-Gründer Mark Zuckerberg ein Ermittlungsverfahren eingeleitet. Wie eine Sprecherin der Staatsanwaltschaft mitteilte, war eine Anzeige des Würzburger Anwalts Chan-jo Jun eingegangen. Er wirft Zuckerberg sowie seinen Managern laut „Spiegel“ vor, „Mordaufrufe, Gewaltandrohungen, Holocaustleugnung und andere Delikte zu dulden“. Jun hatte nach eigenen Angaben insgesamt „438 Inhalte mit strafrechtlicher Relevanz“ gesammelt.

In der Anzeige wurden auch Facebook-Geschäftsführerin (COO) Sheryl Sandberg, Facebooks europäischer Cheflobbyist Richard Allan und dessen Berliner Kollegin Eva-Maria Kirschsieper benannt. Die Staatsanwaltschaft München I werde nun prüfen, ob sie zuständig

ist und ob ein strafrechtlich relevantes Verhalten gegeben ist. „Es wird auch geprüft, ob deutsches Strafrecht Anwendung findet“, sagte die Sprecherin.

Bereits vor einem Jahr hatte Anwalt Jun eine Anzeige gegen die Facebook Germany GmbH sowie drei Führungskräfte in Hamburg eingereicht. Daraufhin hatte die Staatsanwaltschaft Hamburg zwar Ermittlungen eingeleitet, diese aber im Februar 2016 wieder eingestellt. Eine strafrechtliche Verantwortung der Beschuldigten für die umgehende Löschung der Hass-Postings im sozialen Netzwerk habe nicht festgestellt werden können.

Facebook steht seit Monaten in Deutschland in der Kritik, nicht effektiv gegen sogenannte „Hatespeech“ auf seiner Plattform vorzugehen. Sobald das Unternehmen Kenntnis von rechtswidrigen Inhalten erlangt, ist es zur Löschung verpflichtet. Bei Inhalten, deren rechtlicher Status nicht klar ist, beruft sich Facebook auf seine Community-Standards. (vbr@ct.de)

## Respektvollen Umgang fördern

### Hassbotschaften

Facebook entfernt sämtliche Hassbotschaften, d. h. Inhalte, die Personen aufgrund der folgenden Eigenschaften direkt angreifen:

- Rasse,
- Ethnizität,
- Nationale Herkunft,
- Religiöse Zugehörigkeit,
- Sexuelle Orientierung,
- Geschlecht bzw. geschlechtliche Identität oder
- Schwere Behinderungen oder Krankheiten.

Die Präsenz von Organisationen und

Zurück nach oben

Übersicht

Neuheit

Hassbotschaften

Gewalttätige und explizite Inhalte

Die Community-Standards von Facebook fordern die Mitglieder zu einem „respektvollen Umgang“ auf und verbieten Hassbotschaften. Doch Kritikern geht Facebook nicht konsequent genug gegen „Hatespeech“ vor.

## Internet-Notizen

Gut zwei Jahre nach der Finalisierung von HTML5 hat das W3C das erste kleine Update der Auszeichnungssprache freigegeben: **HTML 5.1** bringt neue Features und entrümpelt Sprachspezifikation. Weitere Aktualisierungen sollen künftig jährlich erscheinen.

Laut StatCounter haben im Oktober erstmals mehr Menschen das **Internet mit Mobilgeräten** besucht als vom Desktop aus. StatCounter sammelt Daten von 3 Millionen Seiten, die zu 51,3 Prozent mit Mobilgeräten aufgerufen wurden.

Der populäre Lesedienst **Instapaper** ist nach der Übernahme durch Pinterest künftig komplett kostenlos. Die Premium-Funktionen sind

für alle gratis verfügbar. Bislang mussten Nutzer 30 US-Dollar pro Jahr zahlen; abgeschlossene Abo-Gebühren werden zurückgebucht.

**Instagram** will es Unternehmen einfacher machen, Produkte über die Foto-Community zu verkaufen: Hersteller können ihre Instagram-Beiträge künftig mit Shopping-Links ausstatten. Ein Testlauf mit 20 Marken hat in den USA bereits begonnen.

Der Automatisierungsdienst **IFTTT** (If This Then That) erhielt einen neuen Anstrich und kann nun komplexere Aufgaben übernehmen. Ausgesuchte Partnerunternehmen können Automatisierungen mit mehreren Triggern und Abläufen umsetzen.



# Musikrechte: Einigung zwischen YouTube und GEMA



Jahrelang ärgerten solche Sperrtafeln deutsche Nutzer. Damit ist jetzt Schluss.

„Dieses Video ist in Deutschland nicht verfügbar, da es Musik enthalten könnte, für die die GEMA die erforderlichen Musikrechte nicht eingeräumt hat“. Diese Sperrtafeln nervten jahrelang deutsche YouTube-Nutzer. Schuld daran waren YouTube und die deutsche Verwertungsgesellschaft GEMA, die sich nicht auf einen Vertrag über die Musikknutzungsrechte einigen konnten. Doch nach sieben Jahren zäher Verhandlungen haben beide endlich einen Lizenzvertrag geschlossen. Die Sperrtafeln werden ad acta gelegt – und Komponisten, Autoren sowie Musikverleger, die Mitglied der GEMA sind, können ihre Musik auf YouTube in Deutschland, Österreich und der Schweiz monetarisieren.

Finanzielle Details zur Einigung wurden nicht bekannt. Die GEMA betonte jedoch, dass der Vertrag mit YouTube nicht nur für die Zukunft gelte, sondern auch die vertragslosen Jahre seit 2009 berücksichtige. Der Lizenzvertrag deckt außer den werbefinanzierten Dienst auch den Abodienst YouTube Red ab, dessen baldigem Deutschlandstart demnach

nichts mehr im Weg stehen dürfte. Es bestehen jedoch weiterhin unterschiedliche Rechtsauffassungen darüber, ob YouTube oder die Uploader für die Lizenzierung der genutzten Musikwerke verantwortlich seien.

Im Jahr 2011 hatte die GEMA ihre Vorstellungen für Vergütungstarife für werbefinanziertes Musikstreaming veröffentlicht. Demnach sollten solche Musikdienste 10,25 Prozent der durch die Musikknutzung erzielten Einnahmen an die Verwertungsgesellschaft abführen, mindestens aber 0,025 Cent pro abgerufenem Stream bei „niedriger“ Interaktivität wie bei Internet-Radios. YouTube hätte aufgrund „hoher“ Interaktivität bei Vertragschluss hingegen mindestens 0,48 Cent/Stream zahlen müssen. Während andere zu diesen Konditionen Verträge abschlossen, blieb YouTube störrisch.

2014 eskalierte der Streit in Form einer Unterlassungsklage um irreführende Text auf den Sperrtafeln. Sie suggerierten, die GEMA habe die Sperrung der Videos in Deutschland veranlasst. (vza@ct.de)

## Intelligentes Wohnen mit c't Smart Home



Im Sonderheft c't Smart Home berichten wir über aktuelle Entwicklungen rund um das smarte Zuhause. Spannende Produkte, die clevere Steuerung von Licht und Heizung sowie Smart-Home-Lösungen Marke Eigenbau stehen im Fokus. Neben Insellösungen gibt es immer mehr kommerzielle oder offene Plattformen, die verschiedene Smart-Home-Komponenten miteinander vernetzen. Verbes-

serte Funktechnik erlaubt es, smarte Funktionen auch ohne das Aufstemmen von Wänden nachzurüsten.

Außerdem in c't Smart Home: Produktvorstellungen, die Heim-Assistenten Siri, Alexa und Co. – und natürlich das Thema Sicherheit: Welche Risiken holt man sich mit schlecht gemachter Smart-Home-Technik ins Haus und wie verbindet man seine Haustechnik sicher mit dem Internet?

c't Smart Home gibt es im heise-Shop und im Handel für 9,90 Euro, als E-Paper (PDF) für 8,99 Euro. (sha@ct.de)

**c't Smart Home im heise-Shop: [ct.de/y4vq](http://ct.de/y4vq)**

## Spitzen-Handy mit Doppelkamera von Leica

Das neue Spitzenmodell des chinesischen Herstellers Huawei soll der Smartphone-Konkurrenz mit 5,9 Zoll großem Display, schnellem Prozessor und einer Dual-Kamera von Leica den Rang ablaufen. Die Kamera des Mate 9 hat zwei Sensoren, einen normalen Farbsensor mit 12 MP und einen monochromen mit 20 MP. Die Kombination beider soll einen verlustfreien Vierfach-Zoom und einen nachträglich veränderten Fokuspunkt ermöglichen. Ein verbesserter Autofokus soll für schärfere Bilder und kürzere Auslösezeiten sorgen.

Das Display zeigt 1920 × 1080 Pixel, was eine im Vergleich zur High-End-Konkurrenz eher niedrige Auflösung von 373 dpi ergibt. Der Prozessor, Huawei's eigener Kirin 960 (4 × Cortex A73 mit 2,4 GHz, 4 × Cortex A53 mit 1,8 GHz), soll mit den schnellsten Snapdragon-CPUs von Qualcomm mithalten. Auch die Grafikleistung hat kräftig zugelegt, bisher ein Schwachpunkt der Kirin-SoCs: Erstmals kommt ARM's Mali-G71-GPU mit neuer Bifrost-Architektur zum Einsatz. Die übrige Ausstattung ist ordentlich: 4 GByte RAM, 64 GByte Flash, MicroSDXC-Slot, LTE (CA mit 600 MBit/s), 11ac-WLAN, NFC, 4000-mAh-Akku,

USB-C-Buchse. Das Phablet wiegt 190 Gramm und misst 157 × 79 × 8 Millimeter. Wasserdicht wird das Mate 9 nicht sein. Es soll aber mit einer wasserabweisend beschichteten Platine weniger empfindlich auf eindringende Flüssigkeit reagieren. Auf der Rückseite befindet sich ein Fingerabdruckscanner. Installiert ist Android 7.0 mit stark veränderter, eher aufgeblähter Oberfläche. Das Huawei Mate 9 soll ab 700 Euro in Grau und Silber erhältlich sein. (asp@ct.de)



**Das Huawei Mate 9 soll einen verlustfreien Vierfach-Zoom haben.**

## 6,4-Zoll-Display nahezu ohne Rand



**Xiaomi Mi Mix: futuristisch dünner Rand, aber hierzulande wohl nur als Import mit eingeschränktem LTE erhältlich.**

Das High-End-Smartphone Mi Mix des chinesischen Herstellers Xiaomi hat nur noch an der unteren Seite einen deutlichen Display-Rand, den übrigen Teil nimmt der riesige Bildschirm mit 6,4 Zoll Diagonale ein. So halten sich die Ausmaße noch in Grenzen, mit 159 mm × 82 mm ist es kaum größer als ein iPhone 7 Plus mit 5,5-Zoll-Display.

Es hat ein Keramikgehäuse und auch sonst jede Menge interessante Lösungen: Weil das Display den Lautsprechern keinen Platz lässt, versetzen stattdessen piezoelektrische Elemente den Metallrahmen in Schwingungen. Der Näherungssensor arbeitet per Ultraschall statt wie üblich mit Infrarot, was eine extra Linse spart. So sitzt im schmalen Bereich unter dem Display nur die Frontkamera. Das Display zeigt nur Full HD beziehungsweise 2048 × 1080 Punkte, sodass neben den üblichen Bildschirmstasten ein Full-HD-Arbeitsbereich in 16:9 bleibt. Die übrige Ausstattung ist top: 16-MP-Kamera, Snapdragon 821, 4 GByte RAM, 128 GByte Speicher, LTE, Dual-SIM, USB-C.

Xiaomi bezeichnet das Mi Mix als Konzept, bietet es aber im Online-Store für 849 US-Dollar an. Eine Variante mit 6 GByte RAM, 256 GByte Flash und goldverzierten Knöpfen kostet 999 US-Dollar; beide waren zum Redaktionsschluss noch nicht lieferbar. Achtung beim Import: Das LTE-Modul versteht nicht das hierzulande wichtige Band 20 (800 MHz), sodass es vor allem außerhalb der Städte nur per HSPA funkt. (asp@ct.de)

## Blackberry DTEK60: sicher und High-End

Zwar will Blackberry keine neuen Smartphones mehr entwickeln, aber die laufenden Projekte werden noch fertiggestellt – darunter das Top-Gerät DTEK60: Vorder- und Rückseite sind aus Glas, der Rahmen ist aus Aluminium gefräst. Das Glas ist am Rand leicht gebogen, nicht jedoch das 5,5-Zoll-Display (2560 × 1440 Pixel, AMOLED). Auf der Rückseite liegt ein Fingerabdruckleser, darüber steht die 21-MP-Kamera deutlich aus dem etwa 7 Millimeter dicken Gehäuse hervor. Die inneren Werte sind Oberklasse: Snapdragon 820 mit 4 GByte RAM, 32 GByte Speicher, MicroSD-Slot, LTE mit Trägerbündelung

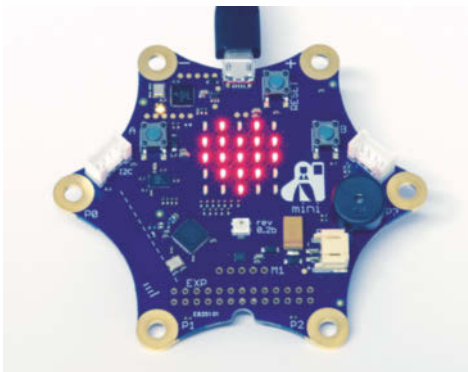
(300 MBit/s), 11ac-WLAN; geladen wird über USB C. Das DTEK60 wird mit Android 6.0 Marshmallow ausgeliefert und soll ein Update auf 7.0 Nougat bekommen. Googles Sicherheits-Patches liefert Blackberry bisher weitgehend verzögerungsfrei aus. Die Sicherheitsarchitektur und die Software entsprechen denen von PRIV und DTEK50, den anderen beiden Blackberry-Smartphones mit Android: Hardware Root of Trust, sichere Bootchain, Schutz gegen Rooting, DTEK-App zur Überwachung von Zugriffsrechten sowie die Blackberry Hub Suite. Das DTEK60 ist für 580 Euro erhältlich. (vowe@ct.de)

## Bastelcomputer für Grundschüler

Genau wie die Experimentierplatine BBC micro:bit besitzt der Calliope mini ein Cortex-M0-SoC mit Bluetooth-Funk, einige Sensoren, eine 5x5-LED-Matrix und einige Schnittstellen. Der mit Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie entwickelte Calliope mini zielt aber auf jüngere Kinder: Grundschülerinnen und -schüler der dritten Klasse sollen mit ihm Programmiererfahrungen sammeln. Nach den Vorstellungen der Calliope-Initiatoren sorgen unter anderem Sponsoren dafür, dass Grundschulen genügend Geräte bekommen.

Genau wie beim micro:bit erstellt man Programme für den Calliope mini im Browserfenster. Der Server erzeugt daraus eine Datei, die man herunterlädt und via Micro-USB auf das Platinchen überträgt. Programme für den micro:bit laufen auch auf dem Calliope mini, der denselben Haupt-Chip Nordic Semiconductor NRF51822 besitzt.

Passend zu den Fähigkeiten 9-jähriger Kinder liegen die Kontakte für 4-Millimeter-Bananenstecker beim Calliope mini weiter auseinander als beim BBC micro:bit. Das deutsche Platinchen besitzt außerdem ein Mikrofon, einen Lautsprecher, eine RGB-LED sowie zwei Buchsen zum direkten Anschluss von Gleichstrommotoren. Auch zwei Anschlüsse für das modulare „Grove“-System von Seeed Studio sind an Bord. Preis und Starttermin für den Calliope mini sind noch unbekannt, derzeit wird eine erste Charge von Prototypen gefertigt. (ciw@ct.de)



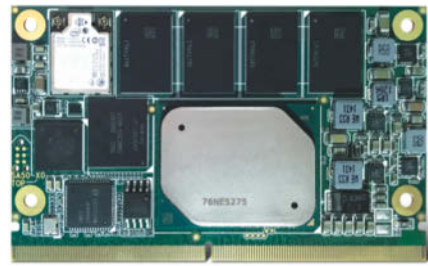
Schülerinnen und Schüler sollen in der dritten Klasse kostenlose Calliope mini bekommen.

## ReRAM mit 4 MBit

Als vermutlich erstes diskretes ReRAM mit 4 MBit (512 KByte) Kapazität schickt Fujitsu den gemeinsam mit Panasonic entwickelten Chip MB85AS4MT ins Rennen. Er ist unter anderem für sparsame Internet-of-Things-Geräte oder auch Medizinelektronik gedacht: Zum Lesen sollen 0,2 mA genügen, beim Schreiben 1,3 mA, die Betriebsspannung liegt zwischen 1,65 und 3,6 Volt. Fujitsu verspricht sichere Speicherung geschriebener Daten für 10 Jahre und mindestens 1,2 Millionen Schreibzyklen. Die SPI-Schnittstelle läuft mit bis zu 5 MHz.

Adesto hat bereits ReRAMs im Angebot, kommt mit dem hauseigenen Conductive Bridging RAM (CBRAM) aber auf maximal 512 KBit (64 KByte). Außer SPI- stehen hier auch I<sup>2</sup>C-Versionen zur Wahl. (ciw@ct.de)

## Industrie-PC-Module mit Apollo Lake



Auf dem Congatec Conga-SA5 im SMARC-2.0-Format sitzt Intels Atom x7-E3950.

Die Firmen Congatec und Kontron setzen Intels jüngst vorgestellte „Apollo Lake“-SoCs namens Atom x7-E3950, x5-E3940 und x5-E3930 ein. Congatec bestückt damit den Einplatinencomputer Conga-SA5 nach dem SMARC-2.0-Standard. Alternativ zu den Embedded-SoCs verwendet Congatec die Notebook-Chips Celeron N3350 oder Pentium N4200.

Auf das Kärtchen mit 8,2 und 5 Zentimeter langen Kanten lötet Congatec noch bis zu 8 GByte LPDDR4-SDRAM, einen eMMC-Chip mit bis zu 64 GByte Flash-Speicher und einen oder zwei Gigabit-Ethernet-Adapter. Alle Schnittstellen sind über die 314 Kontakte des SMARC-2.0-Kärtchens zugänglich, also auch DisplayPort 1.2 für 4K-Auflösung mit 60 Hz, eDP oder LVDS, mehrere PCIe-2.0- und USB-2.0/3.0-Ports, 1 x SATA 6G, SDIO, SPI, I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S sowie MIPI CSI; Letzteres dient zum Anschluss von Kameras.

Kontron hat zwar noch keine konkreten Produkte angekündigt, verspricht aber welche mit ECC-geschütztem Hauptspeicher. (ciw@ct.de)

## ARM Cortex-M23 und -M33 für IoT-Chips mit Funk

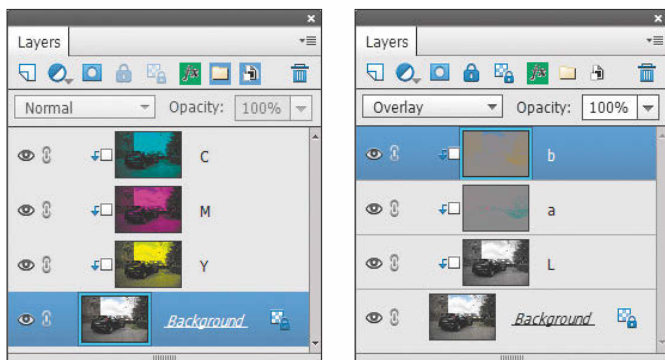
Die Mikrocontroller-Kerne ARM Cortex-M23 und Cortex-M33 sind die ersten Cortex-M-Versionen mit ARMv8-M-Mikroarchitektur und TrustZone-Technik. Letztere können Programmierer verwenden, um IoT-Geräte gegen Angriffe und Manipulationen abzuwehren.

Der Cortex-M23 ist laut ARM der bisher kleinste und effizienteste Mikrocontroller-Kern mit TrustZone und implementiert den Befehlsumfang von ARMv8-M Baseline. Das ist eine 32-Bit-Mikroarchitektur, die auch Thumb-2 umfasst und sich laut ARM gut für Echtzeit-Betriebssysteme eignet. Der Cortex-M33 ist dank DSP- und Gleitkommaeinheiten (FPU) leistungsfähiger.

Ebenfalls für IoT-SoCs hat ARM weitere Funktionsblöcke vorgestellt, darunter TrustZone CryptoCell-312. Er bringt Verschlüsselung, Zufallszahlengenerator und sicheren Speicher für Zertifikate. ARM Cordio radio IP ist hingegen für Funkstandards wie Bluetooth 5, ZigBee und Thread (802.15.4) gedacht. (ciw@ct.de)



## Mehr Spielraum für Photoshop Elements



Das Plug-in ElementsXXL bringt Features des Profi-Photoshop an die Elements-Oberfläche.

Das Plug-in ElementsXXL 4 für Photoshop Elements 15 schürft in den Tiefen des Programmcodes nach lediglich stillgelegten Profi-Photoshop-Funktionen. Die Fundstücke präsentiert die PSE-Erweiterung nicht als simples Effekte-Sammelsurium, sondern integriert sie an passender Stelle in die Oberfläche, also als Menüpunkte, Symbole, Tastenkürzel oder Dialogfenster.

ElementsXXL 4 widmet sich den interaktiven Mal- und Retuschewerkzeugen sowie dem nicht-destruktiven Workflow: Ein neues Pinselbedienfeld soll für 22 verschiedene Werkzeuge bis zu 80 Optionen bereitstellen – unter anderem inhaltsensitives Beschneiden und inhaltsensitives Verhalten für verschiedene Werkzeuge – „bis zu“ deshalb, weil ElementsXXL aus älteren PSE-Versionen nicht alle beschriebenen Funktionen herausholen kann. Farben darf man jetzt nicht-destruktiv per Einstellungsebene ersetzen. Color Lookup Tables erzeugen 48 charakteristische Filmlooks: Sie lassen sich als Filter oder Einstellungsebene anwenden. Darüber hinaus ermöglicht das Plug-in die Arbeit mit verknüpften Smartobjekten, 16-Bit-Ebenen sowie mehreren Monitoren. Insgesamt soll ElementsXXL 4 über 600 Funktionen und Optionen freischalten. Die Software für Windows ab XP und macOS ab 10.6 kostet knapp 45 Euro. (atr@ct.de)

## Notensatz mit Sibelius First

Sibelius First 8 ist die abgespeckte Version der Notationssoftware Sibelius von Avid. Einsteiger und Hobby-Komponisten sollen mit ihr besonders einfach Partituren erstellen können. Es stehen maximal 16 Notenzeilen zur Verfügung. Zahlreiche neue Tastenkürzel und das verbesserte Layout sollen die Arbeit erleichtern. Auf Notebooks und dem Microsoft Surface Pro 3 soll man in Partituren mittels Multitouch einfacher zoomen und scrollen; auf dem Surface lassen sich Noten zudem mit dem Stift schreiben. Sibelius First 8 kostet 6 Euro monatlich im Abo oder 130 Euro als Dauerlizenz. Für Nutzer einer älteren Version von Sibelius (First, Student, Lehrer oder G7) bietet Avid bis zum Jahresende ein Upgrade zum Preis von 47 Euro an. (apoi@ct.de)

## WinZip: verschlüsselt in die Cloud

Mit WinZip 21 soll man direkt im Zip-Archiv Dateien durchsuchen, Dokumente formatieren und Bildgrößen ändern können. Außerdem lassen sich aus Archiven heraus Dateien per E-Mail oder Messenger versenden oder in sozialen Medien teilen. Zur Auswahl stehen derzeit Facebook, Twitter und LinkedIn. Das Tool verwaltet darüber hinaus bis zu 16 Konten von Cloud-Diensten wie Dropbox, Google Drive und OneDrive. So können Nutzer ihre Daten als verschlüsselte Archive in unterschiedlichen Dropbox-Accounts ablegen. Bei komprimierten JPEGs zeigt WinZip im Vorschaufenster Höhe, Breite, Auflösung und Dateigröße an. MP3-Dateien soll das Programm bei der Kompression im verbesserten Zipx-Format um durchschnittlich 15 bis 20 Prozent der Originalgröße reduzieren. Dabei soll es laut den Entwicklern zu keinem Qualitätsverlust kommen.

Touch-Funktionen von WinZip können auf Tablets oder 2-in-1-PCs genutzt werden, die Oberfläche passt sich automatisch an. In Version 21 ist es jetzt möglich, das Dateipanel durch Wischen ein- und auszublenden. WinZip Pro läuft unter Windows ab 7 und kostet 60 Euro; die Standardversion ohne Backup- und Automatisierungsfunktionen gibt es für 36 Euro.

(akr@ct.de)

## Landkarten und Stadtpläne in Bildern

Die kostenlose iOS-App Streetography macht Landkarten und Stadtpläne erlebbar – und zwar mit den Fotos ihrer Nutzer. Die Idee ist nicht gerade neu, die Umsetzung schon: Anstatt Karten mit Pins und rechteckigen Bilderstapeln zu übersäen,



Die iOS-App Streetography verwandelt Landkarten und Stadtpläne in Fotocollagen.

wandelt die App das Informationsmaterial zur schicken Fotocollage. So soll man auf den ersten Blick erkennen, was eine Gegend oder ein bestimmtes Stadtviertel ausmacht. Momentan beschränkt sich die Auswahl auf Orte im englischen Sprachraum. Sie speist sich aus 500px-Communitybildern. Die App soll Reisenden dabei helfen, die Gegend zu erkunden und ihren Trip zu planen oder Fotografen bei der Suche nach interessanten Spots unterstützen. Wie die Entwickler Geld verdienen wollen, ist noch nicht ganz klar. Eine Möglichkeit sehen sie darin, ortsspezifische Werbung zu schalten. (atr@ct.de)



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

## Update: OrCAD & Allegro 17.2-2016 QIR 1

Mit neuen Möglichkeiten für starr-flexible Platinenentwürfe wartet das Quartalsupdate QIR 1 für die ECAD-Pakete OrCAD und Allegro 17.2 von Cadence auf. Ein Cross-Section-Editor ermöglicht die Aufteilung der physikalischen Anordnung in verschiedene Zonen, in denen die flexiblen und starren Bereiche mit unterschiedlichen Entwurfsregeln bearbeitbar sind. Ein besonderes Problem von flexiblen Leiterplatten ist, dass bestimmte Bereiche, etwa die Anschlussflächen für Bauteile (Pads), nicht gebogen werden dürfen. Hier hilft ein spezieller Inter-Layer-Check beim Aufspüren von Fehlerquellen. Die Funktion Enhanced Contour hilft dabei, Leiterbahnen in gebogenen Bereichen akkurat zu verlegen.

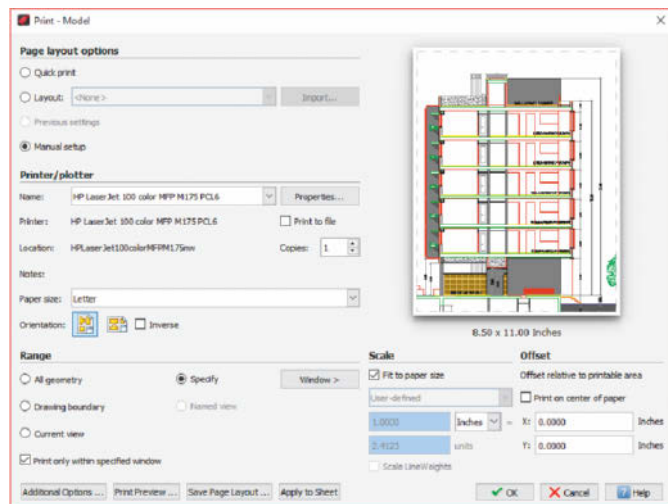
(Mathias Poets/hps@ct.de)

## CAD auf allen Plattformen

Graeberts ARES-Anwendungen haben Zuwachs durch die Mobil-App Touch für iOS sowie den Web-Dienst Kudo erhalten. Alles zusammen vermarktet der Hersteller jetzt unter dem Namen ARES Trinity. Inhaber der „Licence to go“ dürfen ein Desktop-Programm und eine Mobil-Anwendung nutzen. Zusammen mit einem Jahres-Abonnement für den Webdienst Kudo kann man die umfassende Lizenz für 800 Euro kaufen oder für jährlich 250 Euro mieten.

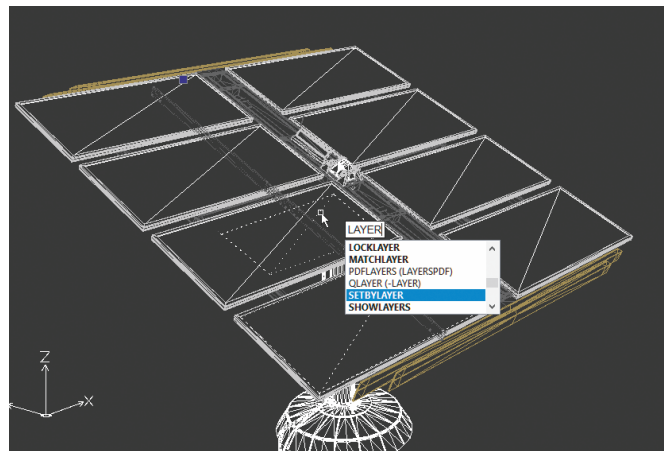
Die Desktop-Pakete ARES Commander 2017 für Windows, Linux und macOS sollen etwa beim Pannen und Zoomen um 40 Prozent schneller arbeiten und Druckvorschauen automatisch skalieren können. Außerdem lassen sich Dokumente jetzt in der Cloud speichern und teilen. Die Mobil-Anwendungen Touch für Android und iOS kennen einen „Full mode“ zur Konstruktion von DWG-Dokumenten, einen eingeschränkten „Simple mode“ und einen Viewer-Modus. Die beiden Letzteren kann man nach dem Ablauf der kostenlosen Testphase auch ohne Lizenzkauf dauerhaft nutzen.

(hps@ct.de)



ARES Commander 2017 zeigt im Druck-Dialog automatisch eine fürs Ausgabeformat angepasste Vorschau an.

## Selbstständigeres CAD-Programm



CorelCAD 2017 vervollständigt Befehle, sobald der Anwender die ersten Buchstaben eingetippt hat.

Corel hat seinen technischen Zeichner CorelCAD 2017 mit erweiterten Trimming-Optionen ausgestattet: „Trimmen“ und „Intelligentes Trimmen“ beschneiden Schraffuren und Farbfüllungen, ohne dass die Objektabhängigkeit verloren geht. Die neuen Muster-Befehle erstellen Serien kopierter Objekte entlang vorgegebener Pfade wie Polylinien oder Bögen. CorelCAD 2017 bringt jetzt eine neue Funktion zum Konstruieren von Mittellinien mit. Sie platziert diese zwischen Linien-, Bogen- und Polylinien-Paaren.

In der neuen Version reicht es, die Anfangsbuchstaben von Befehlen einzutippen. Dazu listet die Software alternative Befehle und Variablenamen auf, welche die eingetippten Buchstaben enthalten. CorelCAD 2017 läuft ab Windows 7 und macOS Mavericks. Ein Upgrade auf die aktuelle Version kostet rund 240 Euro, die Vollversion 830 Euro. Im Preis inbegriffen ist eine einjährige Lizenz für CorelCAD Mobile. Die Android-App zeigt technische Zeichnungen an und bearbeitet CAD-Dateien.

(mre@ct.de)

**30-Tage-Testversion:** [ct.de/yfxc](http://ct.de/yfxc)

## EAGLE 7.7 angepasst

Nach der Übernahme durch Autodesk hat Cadsoft mit der Version 7.7 der Layout-Software EAGLE neue Lizenzmodelle eingeführt. Interessant für Schüler und Studenten: Die kostenlose Education-Version ist mit Autorouter, Schaltplan- und Layout-Editor voll ausgestattet und erlaubt den Entwurf von Leiterplatten im Europaformat (160 × 100 mm) mit bis zu 6 Signallagen. Dafür stehen 99 auch hierarchisch nutzbare Schaltplanseiten zur Verfügung. Zusätzlich erweitern zwei neue Programmmodule (ULP) den Funktionsumfang. Dabei können über Autodesk-eigene Webseiten Fertigungsdaten aus der Layout-Datei generiert werden, um sie in MCAD-Systemen etwa zur passgenauen Gehäusekonstruktion weiterzuverwenden.

(Mathias Poets/hps@ct.de)

# Projectplace mit umgestellter Projekt-Planung

Der Webdienst Projectplace für die agile Projektverwaltung präsentiert sich seit Anfang November mit neuer Bedienoberfläche und neuen Abläufen. Auf der renovierten Übersichtsseite finden sich Aufstellungen aller offenen Aufgaben und bevorstehenden Meilensteine sowie das Dashboard mit den Angaben zum gerade verfolgten Projekt einschließlich der Chats mit Team-Kollegen.

Wie bisher baut Projectplace auf sogenannte Kanban-Boards, in denen sich Mitarbeiter selbst für die dort ausgeschriebenen Aufgaben einteilen. Diese lassen sich mit Terminen versehen und zusammen mit anderen Aufgaben in einem Gantt-Diagramm visualisieren. Neuerdings funktioniert diese Zuordnung auch in umgekehrter Richtung, indem

man einen Aufgaben-Balken aus dem Gantt-Diagramm mit einem neuen Kanban-Board verknüpft, um dort Aufgabendetails zur Erledigung auszuschreiben. Außerdem können Anwender jetzt persönliche Boards einrichten, um ihre Aufgaben darauf übersichtlich darzustellen. Projectplace ist als kostenloser Dienst mit maximal zwei Kanban-Boards nutzbar oder ohne diese Beschränkung für monatlich 49 US-Dollar je Projektteam. *(hps@ct.de)*

---

## Zuwachs für die HaBu-Reihe

Manfred Richter hat seine Buchhaltungsprogramme Win-, Mac- und Lin-HaBu für Windows, macOS und Linux in der Version 16.2 herausgebracht. Zur Gliederung von Bilanzen orientiert sich die Software jetzt an der ab 2017 vorgeschriebenen Taxonomie 6.0, außerdem lassen sich Buchungen von einem Mandanten auf einen anderen übertragen.

Als Neuzugang umfasst die Programmserie die iOS-App iHaBu. Diese ist zwar als Beta-Version noch nicht über Apples App-Store zugänglich, Richter will sie aber auf Anfrage kurzfristig für Anwender freigeben. Nach seiner Aussage ist die App eigenständig, aber auch zur mobilen Datenerfassung und zum anschließendem Abgleich mit einem Desktop-HaBu nutzbar. Die Anwendungen sind 60 Tage lang kostenlos testbar und kosten danach je nach Ausstattung ab 40 Euro brutto. Turnusmäßige Updates sind seit Jahren kostenlos. *(hps@ct.de)*

## MagSafe-Ersatz für USB-C



Magnetische Kupplung für den USB-C-Port: Apple baut sie bei den neuen Macs nicht mehr ein, man kann sie aber mittels Adaptern nachrüsten.

Matt Cereno hat mit Snapnator einen Adapter entwickelt, der Macs mit USB-C-Port im Stile von Apples MagSafe-Stecker vor Beschädigungen durch Zerren am Ladekabel schützen soll. Der Adapter besteht aus zwei Elementen, die magnetisch aneinanderhaften; bei plötzlichem Zug löst sich diese Verbindung. Ein Element wird in den USB-C-Port gesteckt, am anderen hängt normalerweise das Ladekabel des Laptops. Laut Hersteller lässt sich aber auch anderes USB-C-Zubehör anknoppeln.

Snapnator ist ein Kickstarter-Projekt und soll laut Cereno bis zu 87 Watt liefern. Damit sollte er sich für MacBook-Pro-Modelle mit 15"-, 13"- und 12"-Display eignen. Griffins schon länger erhältlicher BreakSafe-Adapter liefert nur bis zu 60 Watt, sodass er den Akku des neuen 15-zölligen MacBook Pro nicht vollständig füllt. Snapnator wird auf Kickstarter zur Vorbestellung angeboten; die Auslieferung soll im Januar 2017 beginnen. Er kostet inklusive weltweitem Versand 29 US-Dollar. (dz@ct.de)

## Geheimnummern landen auf fremden iPhones

Mitarbeitern von Apples Support-Dienst Apple Care sind offenbar Fehlbedienungen der für Apples Administratoren ausgelegten iCloud-Synchronisation unterlaufen, in deren Folge Rufnummern von iCloud-Nutzern auf fremde Geräte übertragen worden sind. Das berichtet das Magazin Stern unter Berufung auf E-Mail-Verkehr zwischen einem Handybesitzer und Apple sowie zwischen der bayerischen Datenschutzaufsicht und Apple.

Das Bayerische Landesamt für Datenschutzaufsicht hat Apples Europa-Zentrale in Irland kontaktiert und von Hinweisen weiterer betroffener Apple-Kunden berichtet. In einem Fall fand ein Nutzer aus dem brandenburgischen Lübben 400 neue, ihm unbekannte Einträge in seinem iPhone-Adressbuch. Darunter befanden sich Einträge von hochrangigen Polizeibeamten, Mitarbeitern des Innenministeriums Österreichs, SPÖ-Politikern und der österreichischen Nationalratspräsidentin Doris Bures. (dz@ct.de)

## Bewegungsmelder für HomeKit

Elgato hat mit Eve Motion einen HomeKit-kompatiblen Bewegungsmelder entwickelt. Dessen Infrarot-Sensor registriert Bewegungen in einem Winkel von 120 Grad auf bis zu 9 Meter Distanz. Bei Bewegungen oder Bewegungsende löst das Gerät Aktionen in anderen HomeKit-Geräten aus, schaltet also mittelbar Verbraucher wie Lampen ein oder aus. Als typische Schaltzeit nennt Elgato 2 Sekunden.

Eve Motion ist 80 mm × 80 mm × 32 mm groß, wasserresistent gemäß Schutzklasse IPX3 und für Betriebstemperaturen von -18°C bis +55°C ausgelegt. Mit iOS-Geräten und Elgatos Home-Hub kommuniziert es drahtlos per Bluetooth Low Energy, Strom liefern zwei Batterien im AA-Format. Eve Motion kostet 50 Euro und ist ab sofort beim Hersteller erhältlich. (dz@ct.de)

### c't special Mac

Mac-Neueinsteiger und erfahrene Nutzer bekommen mit der neuen Ausgabe des Magazins „c't special Mac“ aktuelles Handwerkszeug für die effiziente Mac-Bedienung. Mit ausgewählten Software-Vollversionen und Praxis-Artikeln rund um die Mac-Optimierung, das Ausschöpfen versteckter Funktionen und Problemlösungen richtet sich das Heft auch an Mac-Veteranen. Eine 22-seitige Einführung erklärt den Mac Neueinsteigern und Wechslern. Auf 10 Seiten stellt die Redaktion Programme vor, die auf keinem Mac fehlen sollten und widmet sich den zum Mac mitgelieferten Programmen. Käufer des Heftes können acht Vollversionen im Wert von 297 Euro gratis herunterladen: FotoMagico, BeaTunes, Little Snitch, GraphicConverter, PhotoSweeper, StarMoney, Boxcryptor und Xoj. Die Mehrzahl der Artikel stammt aus Mac & i, dem Apple-Magazin der c't; sie wurden für macOS Sierra aktualisiert. 44 Seiten sind komplett neu. Das 172-seitige c't special Mac kostet 9,90 Euro und ist auch als digitale Ausgabe für die iPad- und iPhone-Apps des Verlags erhältlich. (jes)

Mac-Praxis und -Software sind die Themen auf den 172 Seiten des c't special Mac.



# Mein Chef: ein Roboter

In der Industrie gehören Roboter längst zum Alltag. Künftig sollen insbesondere humanoide (menschenähnliche) Roboter aber noch viel mehr Aufgaben übernehmen. Wissenschaftler gehen davon aus, dass bis zu 50 Prozent der heute von Menschen ausgeübten Berufe in den nächsten Jahrzehnten durch Maschinen ersetzt werden, viele davon im Büro- und Servicebereich.

„Es besteht jedoch die Gefahr, dass Unternehmen Roboter einsetzen, ohne zu wissen, wie sich diese Veränderungen auswirken“, warnt Professorin Ruth Stock-Homburg von der Technischen Universität Darmstadt. Im Rahmen der Studienreihe „Robots@work4.0“ hat die TU Darmstadt deshalb mehr als 700 Führungskräfte und Mitarbeiter aus Deutschland und den USA befragt, wie aufgeschlossen sie Robotern gegenüber sind.

Die Ergebnisse überraschen. So können sich mehr als 60 Prozent der Befragten aus dem Büro- und Dienstleistungssektor durchaus vorstellen, bei der täglichen Arbeit von einem Roboterassistenten unterstützt zu werden. Allerdings sollte dieser eher unliebsame Aufgaben wie Ablage und Dokumentation, Terminbuchungen sowie Boten- oder Recherchedienste erledigen. Als Kollegen auf Augenhöhe würde hingegen nur jeder Dritte einen humanoiden Roboter akzeptieren.

Immerhin 21 Prozent der Befragten gaben jedoch an, einem Roboter mehr zu vertrauen als einem menschlichen Kollegen.



**Humanoide Roboter werden künftig immer häufiger anzutreffen sein – etwa als Firmenboten.**

Gründe dafür werden in geringerer Fehlerhäufigkeit, höherer Berechenbarkeit und Kontinuität im Verhalten gesehen.

Und 15 Prozent der befragten US-Amerikaner sowie 8 Prozent der deutschen Befragten erklärten sogar, sie könnten sich humanoide Roboter als Führungskräfte vorstellen. Roboter seien „gerechter und weniger launisch“, formulierte ein Befragter.

Die Darmstädter Forscher ermittelten zudem, dass die Akzeptanz von Robotern (etwa als Rezeptionisten) auf Kundenseite recht hoch ist. Für sensible Dienstleistungen wie psychologische oder ärztliche Betreuung sowie komplexe Finanzberatungen würden die meisten Befragten jedoch weiterhin den Kontakt mit Menschen bevorzugen.

(pmz@ct.de)

**Studienreihe Robots@work4.0: [ct.de/ywn8](https://ct.de/ywn8)**

## Rundenstrategie rückwärts

Auf den ersten Blick ist **Farabel** (Windows, macOS, 10 €) von Frogames ein Strategiespiel wie jedes andere. Die Bösen bedrohen das Königreich und der Spieler muss es wacker verteidigen. Wie üblich bekämpfen sich die einzelnen Parteien auf den genretypischen Hexfeldern. Doch diesmal ist alles ein wenig anders, denn die Guten werden gleich zu Anfang besiegt. Die Hohepriesterin kann aber die Zeit manipulieren und fasst einen gewagten Plan: Zum Anfang der Invasion reisen, um sie im Keim zu unterdrücken. Der Spieler startet deshalb auf der höchsten Erfahrungsstufe und levelt sich mit jeder erfolgreichen Mission herunter. Zum Start der 24 Missionen muss er entscheiden, welche Fähigkeiten er jeweils verlieren will. Dadurch entsteht eine originelle Genre-Variante, bei der am Ende die richtige Taktik entscheidet und nicht der mächtigste Zauberspruch. Farabel ist ein kleiner, aber harter Brocken für Genrefans.

(Andreas Müller/hag@ct.de)



Ein Schritt vor, zwei zurück. Farabel zwingt die Spieler zum Umdenken.

## Big Brother



Orwell macht den Spieler selbst zum Spitzel.

Als aufmerksamer Staatsbeamter bespitzelt der Spieler in **Orwell** (Windows, 10 €) die Bürger, um Terroristen oder Verbrecher zu fangen. Dazu nutzt er Beobachtungsmonitore, scannt private E-Mails oder sammelt Zeitungsschnipsel. Das gesamte Geschehen spielt sich auf der Bedienoberfläche eines Computers ab. Bei seinen Handlungen lassen die Entwickler von Osmotic Games dem Spieler einen moralischen Spielraum. Er entscheidet nämlich allein, ob die Daten für immer im System gespeichert werden oder nicht. Aus einem unschuldigen Passanten kann so schnell ein Staatsfeind werden. Ähnlich wie „Papers, please!“ ist Orwell kein reines Unterhaltungsprodukt und schwer einem Genre zuzuordnen. Die Grenzen zum Serious Game sind fließend. Orwell ist auf fünf Episoden angelegt, die wöchentlich erscheinen sollen – ein kritisches Experiment für Bildschirmdetektive.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

## Skurriile Stammbaumpflege



Das Adventure Roots lockt mit schrägen Rätseln und absurdem Szenario.

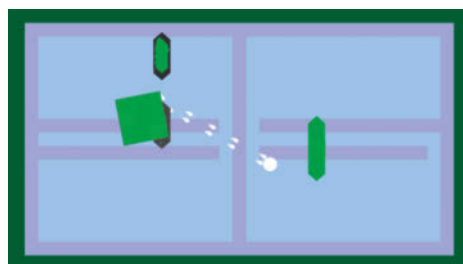
In **Rusty Lake: Roots** (Windows, macOS, iOS, Android, 3 €) erwartet den Spieler ein Point-and-Click-Abenteuer mit morbide Touch. Er lenkt die Geschicke des jungen James Vanderboom, der im Amerika des 19. Jahrhunderts die Farm seines Onkels erbt. Schnell wird klar, dass es im Haus nicht mit rechten Dingen zugeht. Offensichtlich lastet ein Fluch auf der Familie und so sammelt James fleißig Opfergaben. Die Rätsel des Entwicklers Rusty Lake sind nicht immer logisch, aber skurril. Wer würde denn auch auf die Idee kommen, Liebesbriefe mit Blut zu schreiben oder den toten Onkel aus der Standuhr zu befreien? James' schräge Abenteuer sind sicherlich nicht jedermanns Sache. Wer aber die Filme von Tim Burton mag, kommt hier auf seine Kosten.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

## Minimalistische Twin-Stick-Action

Wer glaubt, dass er alle Twin-Stick-Shooter kennt, sollte sich unbedingt **Thoth** (Windows, macOS, 10 €) von Carlsengames anschauen. In dem Action-Spiel steuert der Spieler eine kleine Kugel, die geometrische Formen beschießt. Der Kniff: Jeder Schuss macht die Gegner aggressiver und die Kugel langsamer. Die Formationen und Verhaltensmuster der Gegner werden zunehmend komplexer: Große Quadrate lösen sich in kleine auf, schwarze Löcher und Barrieren lassen kaum mehr Platz zum Ausweichen. Die Grafik in den 64 Abschnitten ist minimalistisch und die düstere Musik erinnert an ein Horror-Spiel. Trotzdem ist Thoth ein Zeitfresser. Die Abschnitte sind kurz und die Herausforderung groß. Glück gibt es nicht, es zählen nur Präzision und die richtige Taktik.

Downloads und Video:  
[ct.de/ykx2](http://ct.de/ykx2)



Im abstrakten Thoth macht jeder Schuss die Gegner aggressiver.

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky



## Seltenheitswert

**Das Huawei MediaPad M3 8.0 ist nicht nur ein schnelles Tablet mit knackig-scharfem Display, es sieht auch edel aus.**

Bei der Ausstattung des MediaPad M3 geht Huawei wenige Kompromisse ein und bietet ab 330 Euro eines der seltenen High-End-Tablets mit Android an. Die hervorragend verarbeitete Metallrückseite kommt wahlweise in mattem Silber- oder Goldton daher, die Tablet-Vorderseite ist weiß. Das Tablet gehört nicht zu den schlanksten Vertretern, liegt aber gut in der Hand und wird auch bei längerer Benutzung nicht unbequem.

Das IPS-Display bietet ein wenig mehr Displayfläche als die direkten Konkurrenten Samsung Galaxy Tab S2 und iPad mini 4. Zudem ist es durch die höhere Auflösung einen Tick schärfer. Die Farben sind kräftig und der Kontrast hoch, nur die maximale Helligkeit müsste für den ungestörten Einsatz im Freien ein wenig höher liegen. Dank 16:10-Format

und schmaler Displayränder gelingt es gerade so, die Rückseite im Hochformat mit einer Hand zu umfassen. Eine Handballenerkennung fehlt, sodass sich das Tablet anders als das iPad nicht bequem am Rand anfassen lässt, ohne Touch-Gesten auszulösen.

Das System-on-a-Chip (SoC) kann in den CPU-Benchmarks überzeugen. Dürfen alle acht Kerne ran, hängt das MediaPad im Coremark die Konkurrenz deutlich ab; doch auch mit einem Kern gehört es zu den schnellsten Android-Tablets. Bei Dauerlast drosselt der Chip die Leistung geringfügig, das Gehäuse wird lediglich handwarm. In den Grafik-Benchmarks schneidet das M3 dagegen klar schwächer ab als etwa das Nvidia Shield. Für spieletaugliche Frame-Raten und Leistung auf dem Niveau des iPad mini 4 reicht es aber.

Huawei bietet das Tablet für 40 Euro mehr auch mit LTE-Mobilfunk (bis zu 150 MBit/s) an. Mit dieser Variante kann man dann sogar telefonieren. Die restliche Ausstattung ist identisch, die 32 GByte interner Flash-Speicher können durch eine MicroSDXC-Karte ergänzt werden. Die 8-Megapixel-Kamera auf der Rückseite macht brauchbare Schnappschüsse, denen aber etwas die Details fehlen und die sichtbar rauschen. Unter dem Display befindet sich ein zuverlässig reagierender Fingerabdruckscanner.

Auf dem Gerät läuft Android 6.0 mit drei Monate altem Patch-Level. Gewöhnungsbedürftig ist die veränderte Huawei-Oberfläche EMUI. Ihr fehlt die App-Übersicht, stattdessen landen alle Icons auf dem Startbildschirm. Die umständliche Zweiteilung des ausziehbaren Menüs in Benachrichtigungen und Schnelleinstellungen nervt, zumal das an iOS erinnernde Menü zögerlich reagiert.

In unseren Laufzeittest schlug sich das Tablet angesichts seines kleinen Akkus recht wacker: 8 Stunden hält es bei der Videowiedergabe durch und 9 Stunden im WLAN. Das entspricht dem Niveau des iPad mini 4, liegt allerdings jeweils 4 Stunden hinter den besten Tablets in dieser Größe.

Alternativen zum MediaPad M3 sind rar: Das ähnlich teure Galaxy Tab S2 hat einen schwächeren Prozessor, kann aber mit seinem farbkraftigen AMOLED-Bildschirm im 4:3-Format und längeren Laufzeiten punkten. Das gleich schnelle Apple iPad mini 4 kostet mit 32 GByte Speicher 100 Euro mehr und ist nicht erweiterbar. (asp@ct.de)



## Schlafbegleiter

**Der SleepExpert erfasst die Herz- und Atemfrequenz sowie Bewegungen des Nutzers. Leider ist die App neugierig und unstet.**

Den dünnen Sensor-Teller des SleepExpert SE 80 legt man einfach unter die Matratze, verbindet ihn mit der Steckdose und per Bluetooth mit der gleichnamigen App. Ärgerlicherweise muss man der App weitreichende Zugriffe einräumen: Sie will den Standort wissen, verlangt Zugriff auf Telefonspeicher, Fotos, Medien und Dateien und will Telefonanrufe tätigen und verwalten.

Hat man allem zugestimmt, wirft die App morgens eine Statistik über die Nacht aus: Wie lange hat es gedauert bis zum Einschlafen, wie viel Prozent des Schlafs war leicht, welchen Anteil hatten Tiefschlaf und REM-Phasen. Das Ganze wird hübsch in Diagrammen aufbereitet und mit einem Bewertungssystem, dem SleepScore, versehen.

Insgesamt schienen die Daten in sich schlüssig und hilfreich – wären da nicht die Bugs. So zeigte die App in unserem Test morgens häufig den Verlauf der ersten Nachtstunden an, sicherte dann aber nur die zweite Nachthälfte. Schlag das Hochladen fehl, ließen sich die Daten nicht wiederherstellen.

Als die App nach dem letzten Update streikte, haben wir sie deinstalliert. Nach einer neuerlichen Installation lief sie zwar wieder, hatte jedoch alle jemals erfassten Daten verworfen – ärgerlich.

Mit 140 Euro kostet Beurers SE 80 ähnlich viel wie vergleichbare Tracker, in der aktuellen Form der App ist das aber rausgeworfenes Geld. (uk@ct.de)

### Huawei MediaPad M3 8.0

#### Android-Tablet

Hersteller	Huawei, <a href="http://www.huaweidevices.de">www.huaweidevices.de</a>
Display	8,4 Zoll, LCD (IPS), 1600 × 2560 Pixel (360 dpi), 355 cd/m <sup>2</sup>
Ausstattung	HiSilicon Kirin 950 (4 × 2,3 GHz + 4 × 1,8 GHz), 4 GByte RAM, 32 GByte Flash-Speicher, 801.11ac-WLAN
Betriebssystem	Android 6.0 / EMUI 4.1
Maße / Gewicht	21,5 cm × 12,4 cm × 0,77 cm / 324 g
Preis	330 € / 370 € mit LTE

### Beurer SleepExpert SE 80

#### Schlaftracker mit App-Anbindung

Systemanf.	iOS ab 8.0, Android ab 4.3 mit Bluetooth Smart
Abmessungen	17 cm Durchmesser, 1 cm Dicke
Lieferumfang	Sensor-Platte, Steckernetzteil
Preis	ab 140 €





## Linux-Chaos

**Der ChaosKey ist ein Open-Hardware-Zufallszahlengenerator für den USB-Port. Die nötigen Treiber bringt Linux seit Kernel 4.1 mit.**

Nur mit unvorhersagbaren Zufallszahlen kann Software sichere kryptografische Schlüssel generieren. Linux erzeugt Zufallszahlen unter anderem mit Entropie aus Netzwerk- und Interrupt-Timings, lässt sich dabei aber Zeit. Schneller geht es mit Intel-Prozessoren ab IvyBridge, die einen eigenen Maschinenbefehl zum Erzeugen von Zufall besitzen. Mit dem füllt Linux seinen Entropie-Pool ganz schnell wieder auf. Das Problem dabei: Nur Intel kennt das genaue Design der Rauschquelle und deswegen kann nur Intel sicher sein, wie zufällig die Zahlen wirklich sind.

Abhilfe schafft der ChaosKey, da sein Hardware-Design und die komplette Software offen liegen. Wir haben einige Gigabyte wahlloser Bytes von `/dev/chaoskey0` gelesen und statistischen Tests (FIPS 140-2, Rabbit sowie die Tests von Donald Knuth) unterzogen: Was vom ChaosKey kam, war absolut zufällig.

Linux bringt einen Treiber für den ChaosKey seit 4.1 mit, sodass er sofort nach dem Einstecken funktioniert und automatisch den Entropie-Pool befüllt. Unter Windows funktioniert er mangels Treiber nicht. Je nach USB-Port liefert er bis zu 850 Kilobyte an Zufall pro Sekunde – mehr als genug. Im Betrieb verbraucht er nur 250 Milliwatt, im Standby lediglich 54. Leider versendet AltusMetrum ihn nur zu absurd hohen Versandkosten nach Deutschland. (*jme@ct.de*)

ChaosKey	
Zufallszahlengenerator für Linux	
Hersteller	AltusMetrum, altusmetrum.org
Schaltplan	www.chaoskey.org
Geschwindigkeit	0,85 MB/s (an USB 3.0)
Preis/Versandkosten	40 US-\$/63 US-\$



## Völlig losgelöst

**Der Bluetooth-Kopfhörer Erato Apollo 7 funktioniert komplett ohne Kabel und besteht nur aus zwei winzigen Ohrstöpseln.**

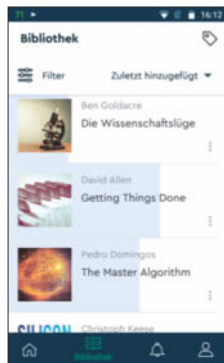
Die zwei Ohrhörer des Erato Apollo 7 fallen kaum größer aus als die kabelgebundener In-Ear-Kopfhörer. Sie verbinden sich per Bluetooth erst untereinander und dann mit dem Smartphone, Tablet oder was auch immer. Einmal mit dem Abspielgerät gekoppelt, nimmt der Apollo 7 wie jeder andere Bluetooth-Kopfhörer Kontakt auf. Nur mit korrekt ausgerichteten Bluetooth-Antennen ist die Verbindung stabil und wird die Musik unterbrechungsfrei wiedergegeben. Dazu müssen die In-Ears mit dem Knopf nach oben im Ohr sitzen.

Rund drei Stunden halten die winzigen Akkus mit 50 mAh durch. Die mitgelieferte metallene Aufbewahrungsbox dient als Ladegerät mit Micro-USB-Buchse und hat einen eigenen Akku, der die Hörer knapp zweimal volllädt.

Unterwegs völlig kabellos Musik zu hören, grenzt an ein neues Gefühl der Freiheit, da man von den Kopfhörern so gut wie nichts mitbekommt. Zur Steuerung hat jeder Ohrstöpsel einen Knopf. Um Lieder zu überspringen oder beispielsweise die Lautstärke zu ändern, drückt man lang, kurz oder doppelt. Die Klangqualität liegt auf dem hohen Niveau guter In-Ear-Kopfhörer mit Kabel.

Doch auch nach vielem Ausprobieren unterbrach die Wiedergabe unseres linken Ohrhörers immer wieder, sobald wir den Kopf drehten. Was trotz der vielen Vorteile letztendlich gegen den Kauf der Erato Apollo 7 spricht. (*hcz@ct.de*)

Erato Apollo 7	
Bluetooth-Kopfhörer	
Bluetooth-Codecs	aptX, AAC, SBC
Gewicht	8 g (mit Aufbewahrungsbox 58 g)
Preis	300 €



## Bildung to go

**Die App Blinkist fasst Sachbücher knackig zusammen, doch der zeitsparende Service kostet eine Jahresgebühr.**

Der Kollege prahlt mit Weisheiten aus *Getting Things Done*? Auf Twitter drehen alle durch wegen *Regretting Motherhood*? Wenn man mitdiskutieren will, aber keine Zeit hat, die Originaltexte durchzuackern, bietet Blinkist eine Abkürzung. Die App bringt die Kernaussagen beliebter Sachbücher auf Android- und iOS-Geräte – zum Lesen und Hören.

Da es die App schon länger gibt, bietet sie mittlerweile über 1800 Zusammenfassungen. Mehr als die Hälfte ist auf Englisch, aber das deutsche Angebot bietet Stoff für mindestens ein paar Monate. Insgesamt wirkt das Portfolio recht Ratgeber-lastig (*Das Anti-Allergie-Buch*, *The 4-Hour Workweek*), aber es gibt auch genügend Theoretischeres wie *Schulden* oder *Die Schlafwandler*. Seltsamerweise fehlt der Super-Bestseller *Das Kapital im 21. Jahrhundert*.

Die gut strukturierten Zusammenfassungen hat man spätestens nach 15 Minuten durchgelesen. Danach weiß man in der Regel genug für eine Mittagspausen-Diskussion – und hat vielleicht noch Appetit auf die Hintergründe und Herleitungen im Buch. Insgesamt kauft man aber wahrscheinlich weniger Wälzer als vorher. So gesehen wirken die 50 Euro Jahresgebühr gar nicht mehr so teuer. (cwo@ct.de)

Blinkist	
Sachbuch-App	
Entwickler	Blinks Labs, www.blinkist.com
Systemanf.	iOS 9, Android 4.1
kostenlose Version	1 von Blinkist ausgewähltes Buch pro Tag
Plus-Abo (49,99 €/Jahr)	Zugriff auf 1800 Zusammenfassungen, 40 neue pro Monat
Premium-Abo (79,99 €/Jahr)	plus Audio, Evernote-Sync, auf dem Kindle lesen



## Canal Grande

**Ob als Audio-Interface oder Standalone-Mixer: Das RME Fireface UFX+ kombiniert auf kleinstem Raum extrem viele Anschlüsse mit tollem Sound und kurzer Latenz.**

Den rund sechs Jahre alten Vorgänger UFX hat RME im Fireface UFX+ deutlich aufgeböhrt: Zu den bislang 30 Kanälen (12 analog, 2 ADAT und 1 AES/EBU) des Audio-Interfaces kommen nun 64 weitere Ein- und Ausgänge per MADI hinzu. Zur Übertragung hat RME dem UFX+ darüber hinaus USB 3.0 und Thunderbolt spendiert. Das alles belegt im 19-Zoll-Rack nur eine Höheneinheit (eine weitere sollte man zur besseren Wärmeabfuhr freilassen). Derart kompakt bekommt man derzeit sonst nirgends so viele Kanäle unter.

Bei den Messwerten der Analoganschlüsse legt das UFX+ gegenüber dem bisherigen UFX noch eine Schippe drauf und liegt mit dem UAD Apollo 8 und Lynx Hilo auf Augenhöhe – mehr geht derzeit nicht. Die nochmals verstärkten vier Mikrofon-Preamps pöppeln selbst schwächste Signale von Dynamik-Mikrofonen auf. Nicht zuletzt wurden die Impedanzen optimiert, sodass man am Kopfhörerausgang nun auch niederohmige Modelle anschließen kann. Frequenzgangabweichungen und Klirr lagen unterhalb unserer Messgrenzen.

Auf dem Papier ist Thunderbolt zur Audio-Übertragung besser geeignet als USB, weil es strengerer Vorgaben gehorcht. Allerdings sahen wir bei der Roundtrip-Latenz kaum Unterschiede: Sowohl Thunderbolt als auch USB erreichten exzellente Werte von drei bis sechs Millisekunden (siehe Tabelle). Unter macOS 10.12 war die USB-Latenz dank optimiertem Stack mit dem RME-Treiber 2.19 sogar um eine halbe Millisekunde niedriger.

Das UFX+ lässt sich auch standalone betreiben. Im internen Mixer kann man alle Eingänge beliebig auf alle Ausgänge

routen und für jeden Kanal Lautstärke, Panning, Solo, Mute, EQ, Kompressor sowie Send-Anteile für den internen Reverb- und Delay-Kanal einstellen. Wer das nicht am winzigen Front-Display machen will, kann entweder einen Laptop oder ein iPad mit zugehöriger Totalmix-App per USB anschließen.

Steckt man an der Front noch einen USB-Stick ein, kann man bei 48 kHz bis zu 76 Kanäle (10,7 MByte/s) parallel aufzeichnen und auch wieder abspielen – das reicht selbst für große Konzerte. Zum Betrieb als Live-Mixer würde man sich allenfalls noch eine (W)LAN-Schnittstelle zur kabellosen Mixer-Kontrolle sowie Justiermöglichkeiten von Signalverzögerungen an den Einzelkanälen wünschen.

Die Kombination aus Kanal-Anzahl und -Routing, Signalqualität, Latenz, Kompaktheit und ausführlicher Dokumentation ist beim UFX+ einzigartig und relativiert seinen hohen Preis. Wer hingegen mit 30 Kanälen auskommt und nicht auf das letzte Dezibel bei der Dynamik hört, findet mit dem UFX (beispielsweise in Kombination mit einem Ferrofish A16 ADAT) eine günstigere Alternative. (hag@ct.de)

### RME Fireface UFX+

#### Audio-Interface und Stand-alone-Digital-Mixer

Hersteller	RME, www.rme-audio.com
Anschlüsse	Thunderbolt, USB 3.0 (Class-Compliant-Modus), USB-A-Buchse für direkt Recording
Eingänge	4 Mic/Line, 8 Line (Klinke), 2 ADAT, 1 MADI, 1 AES/EBU, 2 MIDI, 1 Wordclock
Ausgänge	2 Kopfhörer, 6 Line (Klinke), 2 Line (XLR), 2 ADAT, 1 MADI, 1 AES/EBU, 2 MIDI, 1 Wordclock

#### Roundtrip-Latenzen (48 / 96 kHz, Ableton Live 9.7, 80 % CPU-Last)

Windows 10 USB	3,5 ms / 6,2 ms (32 / 256 Samples)
macOS 10.12 USB	3,4 ms / 3,8 ms (32 / 128 Samples)
macOS 10.12 TB	3,9 ms / 4,3 ms (32 / 128 Samples)
Ausgangs-Dynamik	119,1 dB(A) (24 dBu)
Eingangs-Dynamik	116,1 dB(A) (Line, 0 dB Verstärkung)
Eingangs-Dynamik	76,6 dB(A) (Mic, 75 dB Verstärkung)
Software	Totalmix FX (Windows, macOS, iOS), Digicheck (Windows, macOS)
Preis	2700 €

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky



## Hörspiele aus der Cloud

**Tonies sind kleine Spielfiguren, die im Zusammenspiel mit einer Toniebox Hörspiele wiedergeben. Zur Auswahl stehen unter anderem Geschichten von den Olchis, Benjamin Blümchen und dem Sams. Bestimmte Figuren kann man über die Cloud sogar mit eigenen Inhalten füttern.**

Stellt man die Tonie-Figuren auf die würfelförmige Box, erkennt diese sie dank integriertem NFC-Chip. Die Toniebox ist weich und robust. Sie wird über einen Standfuß aufgeladen; ohne Strom soll sie laut Hersteller Boxine sieben Stunden lang auskommen, im Test hielt sie sogar noch deutlich länger durch. Ein Magnet hält die Figur auf ihrem Platz.

Die mit den Hörspielfiguren verknüpften Inhalte lädt sich die Toniebox per WLAN aus der Cloud und speichert sie dann lokal. Die Einrichtung ist recht simpel gehalten, Video-Tutorials und klare Hinweis-Felder erleichtern die Verbindung mit dem WLAN. Schön: Die Toniebox gibt über den Lautsprecher Rückmeldung über den Fortschritt. So weiß man direkt, ob das Setup geklappt hat. Laut Hersteller reicht der interne Speicherplatz für 400 Stunden Audiomaterial. Die Hörspiele können ausschließlich über die Box abgespielt werden, eine zusätzliche MP3-Datei erhält der Käufer nicht.

Ein integrierter Lautsprecher gibt die Hörspiele wieder; alternativ kann man auch eigenes Equipment in eine

3,5-mm-Buchse stöpseln. Mithilfe zweier ohrförmiger Buttons lässt sich die Lautstärke regeln, die übrige Steuerung funktioniert über einen eingebauten Bewegungssensor: Kippt man die Box nach links oder rechts, spult sie vor beziehungsweise zurück. Zwischen verschiedenen Hörspielen wechselt man, indem man einfach die Figur austauscht. Ein kindgerechtes und intuitives Steuerungskonzept, auch wenn Knöpfe stattdessen etwas komfortabler gewesen wären. Zufallswiedergabe oder die automatische Wiederholung eines Hörspiels gibt die Toniebox nicht her.

Interessant sind die „Kreativ-Tonies“. Es handelt sich dabei um Spielfiguren, die mit eigenem Ton-Material bespielt werden können. Das geht nicht direkt an der Toniebox, die selbst kein Mikrofon hat, sondern in der Tonie-App für Android und iOS. Man kann darüber selbst Texte einsprechen, die dann über die Tonie-Cloud (anmeldungspflichtig) auf die Figur übertragen werden. Anschließend kann die Toniebox sie ganz normal abspielen. Länger verreiste Elternteile können ihren Kindern so Sprachnachrichten über die Cloud an den Kreativ-Tonie schicken. Man kann auch bereits vorhandene Audio-Dateien auf die Figur laden, akzeptiert werden MP3, M4A, WAV, OGG und WMA. Eine Möglichkeit, diese Dateien direkt vom Tonie zu kopieren, gibt es nicht. In einem Web-Interface oder per App lassen sich die Dateien hochladen, löschen und verschieben.

Die Toniebox kostet mitsamt einem Tonie 80 Euro, weitere Hörspiel-Figuren bekommt man für jeweils 15 Euro. Zur Auswahl stehen derzeit 15 Varianten von Hörspielreihen wie Benjamin Blümchen, Bobo Siebenschläfer und Bibi Blocksberg. Sieben weitere Hörspiele sind angekündigt. Zu Weihnachten 2016 sollen es laut Hersteller insgesamt 30 sein, die Verhandlungen laufen bereits. Kreativ-Tonies kann man für 12 Euro kaufen.

Obwohl die Anzahl der Hörspiele derzeit noch recht klein ist und die Tonies nicht mit anderen Wiedergabegeräten kompatibel sind, hinterlässt die Toniebox einen sympathischen Eindruck.

(dahe@ct.de)

### Toniebox

#### Digitales Audio-System für Kinder

Hersteller	Boxine GmbH, <a href="http://www.boxine.de">www.boxine.de</a>
Preis	80 € für Box + ein Tonie, 15 € für weitere Hörspiele





## Bildpaket

**Der Umbau von ACDSee geht weiter: Mit den Versionen Ultimate und Pro 10 soll die integrierte Bildbearbeitung von der Effektmaschine zum ernsthaften Montage- und Retuschewerkzeug heranwachsen.**

ACDSee Pro vereint Bilddatenbank, nicht destruktiven Raw-Entwickler und klassische Bildbearbeitung. Das erweiterte ACDSee Ultimate 10 soll eine professionelle Klientel ansprechen und besitzt Ebenen- und Maskenfunktionen; ansonsten ist der Funktionsumfang identisch zur Pro-Version. Unter dem Namen ACDSee 20 führt der Hersteller die reine Verwalter-Betrachter-Kombination fort. Eine Feature-Vergleichstabelle und eine Liste der unterstützten Raw-Formate finden Sie auf der Website des Herstellers (siehe c't-Link am Ende des Artikels). Die Neuerungen betreffen den nicht destruktiven Foto-Entwickler und den klassischen Editor, weshalb wir uns die Pro- und die Ultimate-Version näher angesehen haben.

Das Filtersortiment des Foto-Entwicklers für Raw- und RGB-Dateien ist gut bestückt: Optische Fehler lassen sich mit vorberechneten Objektivprofilen beseitigen. Die neue Hutton-Optimierung nivelliert Helligkeitsunterschiede sanft, ohne feine Härchen und Poren glattzubügeln. Der verfeinerte Entrauschen-Filter schützt Details vor Glättung, mit Adobe Lightroom behandelte High-ISO-Aufnahmen wirken jedoch schärfer und natürlicher. Zur globalen Farb-, Kontrast- und Belichtungssteuerung findet man reichlich Regler. Tonwerte und Schärfe kann man auch lokal mit einem Pinsel verbessern. Dessen farb- oder helligkeitssensitive Modi helfen, nicht über Objektgrenzen hinaus zu malen – was im Test bei klar abgegrenzten Objekten rasch und gut funktionierte. Die neuen Foto-Effekte wecken Lust am Experimentieren: Man kann

fertige Looks anwenden, das komplette Bild einfärben oder einen Verlauf über das Foto legen, der dunkle Bereiche anders färbt als helle. Diese Effekte lassen sich per Transparenzregler abschwächen und auf verschiedene Arten überlagern – etwa über die Modi „Multiplizieren“,

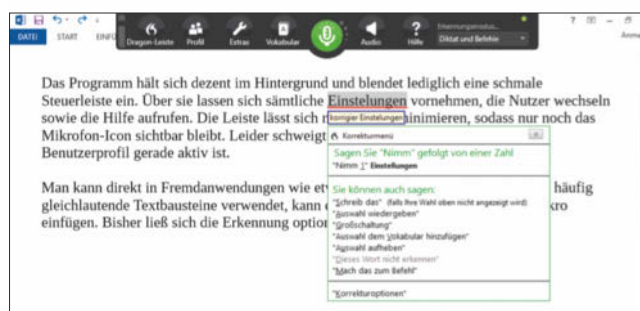
„Weiches Licht“ oder „Nachbelichten“. Punktabzüge gibt es für die Kontrast- und Sättigungsregler, inklusive des moderneren Lebendigkeit-Filters. Sie übersteuern zu schnell und schonen sensible Bereiche wie Hauttöne nicht ausreichend.

Im klassischen Editor kann der Nutzer einfache Fotomontagen gestalten und noch gezielter retuschieren – dabei helfen Ebenen, Anpassungsebenen, Überblendmodi und Masken. Auch hier hat der Hersteller den oben beschriebenen farb- und helligkeitssensitiven Pinsel integriert, um Auswahlen zu erstellen. Die anvisierte Profi-Klientel benötigt allerdings effizientere Werkzeuge: Die Schnellauswahlpinsel von Photoshop und Affinity Photo etwa erkennen anhand der Pinselstriche Vorder- und Hintergrund sowie halbtransparente Übergänge und assistieren beim Verfeinern der Ränder. Ein weiteres Manko: Interaktive Werkzeuge berücksichtigen nur die aktuelle Ebene, sodass die Pipette etwa keine Mischfarben aus mehreren überlagerten Schichten erkennt und der Reparaturpinsel störende Pixel bloß ersetzt, anstatt sie mit einer separaten Schicht abzudecken. Wünschenswert wären auch eine nahtlose Zusammenarbeit zwischen Raw-Konverter und Editor, ein paar zusätzliche Tastaturkürzel sowie echte Textebenen.

Die etablierte Bildverwaltung bildet zusammen mit dem nicht destruktiven Foto-Entwickler ein gutes Gespann. Wer professionell montieren und aufwendig retuschieren möchte, ist mit günstigen Photoshop-Alternativen wie PhotoLine, Affinity Photo oder dem kostenlosen Gimp besser bedient. (atr@ct.de)

**Spezifikationen, Download:** [ct.de/y3qx](http://ct.de/y3qx)

ACDSee Ultimate 10	
Foto-Workflow-Paket	
Hersteller	ACD Systems, <a href="http://www.acdsee.com/de">www.acdsee.com/de</a>
Systemanf.	Windows 7 bis 10
Preis	164 € (Pro: 110 €)



ren Versionen von Dragon Naturally Speaking, lässt sich eine Verbesserung erkennen. Beispielsweise schrieben sowohl Version 14 als auch 15 „das Denken und Sprechen“ korrekt. Version 12 (Dragon Naturally Speaking) machte

daraus noch „Das Denken und sprechen“.

Die Software setzt auch zuvor aufgezeichnete Diktate in Text um. Dragon Professional Individual fügt dabei auf Wunsch Punkte und Kommas automatisch ein: Sind die Texte sehr deutlich gesprochen, keine Störgeräusche vorhanden und Pausen nach einem Satz eingehalten, klappt das bemerkenswert zuverlässig.

Wer viel unterwegs ist, kann mit Dragon Anywhere auf dem Smartphone diktieren. Fertige Texte lassen sich per E-Mail verschicken, in Evernote speichern oder im Cloud-Speicher ablegen. Um die App nutzen zu können, benötigt man eine Internetverbindung und ein kostenpflichtiges Abo, das 12 Euro pro Monat beziehungsweise 127 Euro pro Jahr kostet. Im Test mit einem Android-Smartphone (Nexus 5X) stürzte die App jedoch wiederholt beim Deaktivieren des Mikrofons ab.

Zusätzlich bietet das Programm eine sprachgesteuerte PC-Bedienung an und bringt dazu eigene Befehle mit. Das funktioniert, ist aber oft umständlicher, als zur Maus zu greifen.

Dragon Professional Individual 15 eignet sich für alle, die viel dokumentieren oder Berichte verfassen müssen. Das Programm erkennt Sprache im Diktat gewohnt zuverlässig und ohne langes Training. Zusätzlich punktet es mit der Funktion zum automatischen Einfügen von Kommas und Punkten. Wer mit Version 14 gut zurechtkommt, hat wenig Anlass zu einem Upgrade. Die verbesserte Texterkennung könnte aber für Anwender älterer Dragon-Naturally-Speaking-Versionen durchaus ein Wechselgrund sein.

(apoi@ct.de)

# Diktat-Drachen

## Die Diktiersoftware Dragon Individual Professional von Nuance beherrscht in der aktuellen Version 15 auch Kommasetzung – allerdings nur beim Umsetzen von Audio-Dateien.

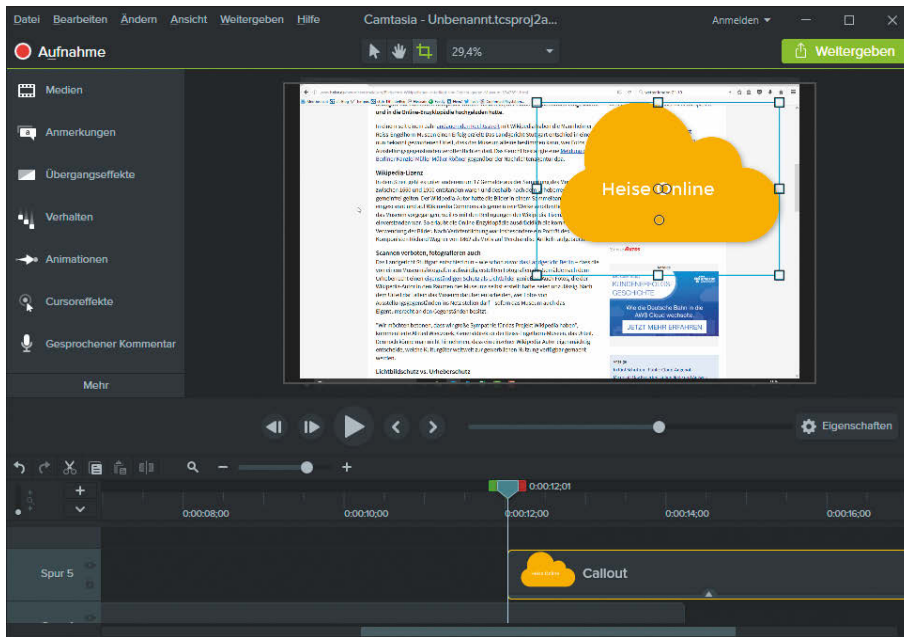
Sowohl die Installation von Dragon Individual Professional als auch das Upgrade von Version 14 auf 15 verliefen im Test problemlos. Bevor man mit dem Diktieren beginnen kann, muss die Software das Mikrofon kalibrieren und gibt dazu einen einzusprechenden Text vor. Ein anschließendes Tutorial stellt die grundlegende Bedienung vor. Wer neu ist in der Welt der Diktierprogramme, erhält eine kompakte Einführung – alle anderen klicken sie weg.

Das Programm hält sich dezent im Hintergrund und blendet lediglich eine schmale Steuerleiste ein. Über sie lassen sich verschiedene Einstellungen vornehmen, die Benutzerprofile wechseln sowie die Hilfe aufrufen. Die Leiste lässt sich noch weiter minimieren, sodass nur noch das Mikrofon-Icon sichtbar bleibt. Leider schweigt sich das Menü darüber aus, welches Profil gerade aktiv ist.

Man kann direkt in Fremdanwendungen wie etwa Word oder Outlook diktieren. Wer häufig gleichlautende Textbausteine verwendet, kann diese per selbst programmiertem Makro einfügen. Bisher ließ sich die Erkennung optional mittels separater Trainingseinheiten weiter optimieren. Diese Möglichkeit fehlt in Version 15, stattdessen soll die Methode zur Mustererkennung (Deep Learning) so weit optimiert sein, dass sie das Sprecherprofil selbstständig ausreichend präzise einstellt.

Nach wie vor hat das Programm gelegentlich Probleme, Getrennt- und Zusammenschreibung sowie Substantivierungen korrekt umzusetzen. Sie liegen auf dem Niveau der vorherigen Version. Vergleicht man das Ergebnis jedoch mit älteren

Dragon Professional Individual	
Diktierprogramm	
Hersteller	Nuance, <a href="http://www.nuance.de/dragon">www.nuance.de/dragon</a>
Betriebssystem	Windows ab 7
Systemanf.	4 GByte RAM (min.), 4 GByte freier Festplattenspeicher (Downloadversion: 8 GByte), von Nuance zertifiziertes Mikrofon
Preis	399 € (Upgrade: 199 €)



## ScreenCast-Multitalent

**Camtasia verwandelt Screenshots in nützliche Tutorial- oder Marketing-Videos. Lizenzfreie Hintergrundbilder und Animationen lassen selbst Anfänger professionell anmutende Clips basteln.**

Camtasia bietet zahlreiche Effekte und Animationen, mit denen man aufgenommene Videos auch ohne Editing-Kenntnisse schnell zu ansehnlichen Screenshots und Videoclips verarbeiten kann.

Es zeichnet entweder den ganzen Bildschirm oder einen bestimmten Bereich auf – das bietet sich beispielsweise bei Spielen an, die im Fenstermodus laufen. Der Bildschirm wird mit standardmäßig 30 Bildern pro Sekunde abgefilmt, optional kann man auch die Audio-Wiedergabe aufnehmen. Laut Hersteller TechSmith eignet sich Camtasia vor allem für Video-Tutorials oder Marketing-Clips.

Die Vorzüge von Camtasia zeigen sich, wenn es an die Bearbeitung der aufgenommenen Videos geht. Der umfangreiche Editor glänzt mit zahlreichen Effekten und Animationen, lizenzfreien Hintergrundbildern und Musikstücken. Sehr praktisch ist, dass sich Grafikelemente direkt auf der Vorschauwand bearbeiten lassen. Sprechblasen beispielsweise kann man einfach per

Drag and Drop auf der Leinwand ablegen, anschließend dort direkt einen Text eingeben und dessen Größe ändern. Übergangseffekte wie Kreuz- und Schwarzblende zieht man hingegen einfach auf das gewünschte Element in der Timeline. Selbst Laien können mit Camtasia so Videos auf die Beine stellen, die einen professionellen Eindruck hinterlassen.

Wer sich richtig austoben will, kann das ganze Video oder einzelne Elemente hüpfen, schrumpfen und wackeln lassen. Für seriösere Anwendungszwecke kann man etwa Anmerkungen einfügen, den Mauszeiger färben oder bei Mausklick einen bestimmten Ton abspielen lassen. Außerdem bietet Camtasia die Möglichkeit, separat einen Kommentar einzusprechen. Fertige Videos lassen sich entweder lokal als MP4 speichern oder direkt in Dienste wie Google Drive oder YouTube exportieren. In der aktuellen Version sind die Fassungen für Windows und macOS erstmals komplett kompatibel.

Die Arbeit mit Camtasia geht intuitiv von der Hand. Ob man nun ein nüchternes Video-Tutorial produziert oder kreative Clips basteln will – für beides sind reichlich Funktionen vorhanden.

(dahe@ct.de)

Camtasia	
boerse.to original upload blacky	
ScreenCast-Software	
Hersteller	TechSmith, <a href="http://www.techsmith.de">www.techsmith.de</a>
Systemanf.	Windows ab 7 (64 bit), macOS ab 10.10
Preis	221 €

# Akten-Leser im LAN

## Dokumenten-Scanner Kodak ScanMate i1150WN mit Netzwerkfunktion

**Der Dokumenten-Einzugsscanner ScanMate i1150WN lässt sich per WLAN oder Ethernet-Kabel ins LAN integrieren und verbindet sich über WiFi Direct mit dem Smartphone.**

Von Rudolf Opitz

**E**inzugsscanner brauchen wenig Stellfläche und digitalisieren Post, Aktenstapel und Quittungen auf Knopfdruck. Der ScanMate i1150WN von Kodak ist bei der Vorlagenart nicht wählerisch: Vom dünnen Beleg bis zur Kreditkarte zieht er alles ein. Zwei CIS-Scanzeilen lesen beide Seiten der Vorlage in einem Durchzug; ein Ultraschallsensor meldet Doppelseiten.

Im Test arbeitete der Einzug des ScanMate schnell und sehr zuverlässig. Die Stromversorgung übernimmt ein dickes Steckernetzteil, einen Netzschalter gibt es nicht, nur eine Sensortaste. Über weitere Sensorflächen löst man den Scanvorgang aus, stoppt ihn oder scrollt durch das Menü, das auf einem kleinen LC-Farbdisplay angezeigt wird.

Die Verbindung zum Netz stellt man per WLAN oder Ethernet her. Über das Web-Frontend lassen sich der Energiespar-Timer konfigurieren und Firmware-

Updates einspielen. Smartphones koppeln sich per WiFi Direct mit dem Scanner. Dessen eigenes Funknetz ist von Haus aus ungeschützt – im Web-Frontend sollte man das sicherheitshalber ändern. Zum Scannen an Android- und iOS-Geräte gibt es die kostenlose App ScanMate+.

Kodak liefert das Programm Smart Touch zum Einrichten von Scan-Profilen mit, die auf dem per (W)LAN angebundenen Scanner aber nicht auftauchen. Nach Start eines Scan-Auftrags am PC meldet das Display des ScanMate nur den Anwendernamen und fordert zum Druck auf die Start-Schaltfläche auf – für Mehrplatzbetrieb unpraktisch. Erst wenn man den Scanner per USB-Kabel direkt an einen Windows-PC anschließt – für andere Betriebssysteme liefert Kodak keine Software mit –, erscheinen die Profile auf dem Scanner-Display und lassen sich direkt auswählen.

Das Scan-Programm, das als Twain-Modul auch direkt in Anwendungen scannt, bietet viele Automaten und Filter für Streifen und Hintergrundfarben, bremst den Scan-Vorgang aber aus; der Scanner selbst arbeitet zügig. Textseiten gab er in erstklassiger Qualität wieder, auch Grafiken mit Graufächern und feinen Details sahen sehr gut aus. Farbhintergründe filterte das Scan-Programm vor-

Kodak ScanMate i1150WN	
Dokumenten-Einzugsscanner mit WLAN und Ethernet	
Hersteller	Kodak alaris, www.kodakalaris.de
Betriebsabmess. (B × T × H)	32 cm × 56 cm × 30 cm
Gewicht <sup>1</sup>	3,2 kg
maximale optische Auflösung <sup>1</sup>	600 dpi
Scan-Bereich maximal <sup>1</sup>	215 mm × 280 mm
Scan-Bereich minimal <sup>1</sup>	64 mm × 50 mm
Vorlagengewicht <sup>1</sup>	34 g/m² ... 413 g/m², max. Dicke 1,25 mm
Scan-Geschwindigkeit 300 dpi <sup>1</sup>	30 Blatt/min / 60 Seiten/min
Vorlageneinzug	75 Blatt
Schnittstelle / Stromversorgung	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE 802.11n, 2,4 GHz) / ext. Netzteil
empf. Tagesmaximum <sup>1</sup>	3000 Blatt
Treiber für Mobil-App	Windows ab Vista SP1 ScanMate+ (Android ab 4.2, iOS ab 7.1)
TWAIN / WIA / ISIS	✓ / ✓ (nur USB) / ✓
OCR / durchsuchbare PDFs	✓ (integriert) / ✓
Software	Kodak Smart Touch, Kodak Capture Pro Limited Edition, EMC Captiva Cloud Toolkit
Blindfarbe / Schwellen-Regler	✓ / –
Messergebnisse	
Scannen	Vorschau: 9 s, 300dpi: 9 s, 10 Blatt Duplex: 60 s, mit OCR: 140 s, Foto 600 dpi: 20 s
Leistungsaufnahme	Scan: 24 W, Bereit: 13 W, Ruhemodus: 2,4 W Aus: 0,18 W
Bewertung	
Konfigurierbarkeit	○
Softwareausstattung	⊕
Geschwindigkeit	○
Scanqualität Text / Grafik / Foto	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕
OCR-Qualität	⊕
Hersteller-Garantie	1 Jahr, Vor-Ort
Preis (Straße)	570 €
<sup>1</sup> Herstellerangabe	
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden	



**Der Einzugs-Scanner Kodak ScanMate i1150WN zieht verschieden dicke Medien sicher ein und scannt in guter Qualität; die Netzwerkfunktionen sind aber umständlich.**

bildlich. Sogar stark verknickte Blätter scannte das Kodak-Gerät ohne Artefakte von Knicken oder Schrägeinzügen.

Foto-Scans zeigten viele Details und gute Durchzeichnung; nur sehr feine Streifen und ein leichter Blaustich störten etwas. Die Texterkennung kam auch mit Initialen, großen und kleinen Schriften gut klar. Fehler traten bei weißer Schrift auf Farbhintergrund auf.

### Fazit

Der Kodak ScanMate i1150WN scannt zuverlässig und in hoher Qualität. Wer einen netzwerkfähigen Dokumenten-Scanner für den Mehrplatzbetrieb sucht, wird mit ihm aber nicht glücklich: Scan-Profilen lassen sich nicht am Scanner auswählen und jeden Auftrag muss man zusätzlich am i1150WN starten – Stand der Technik ist das nicht.

(rop@ct.de) **ct**



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

# Hallo, Echo?

## Sprachgesteuerte Lautsprecher Amazon Echo und Echo Dot



**Ab sofort gibt es Amazons digitale Sprachassistentin Alexa auch in Deutsch. Sie steuert das Smart Home, beantwortet Fragen, spielt Musik, shoppt bei Amazon, kennt den Wetterbericht, stellt den Wecker, rezitiert Wikipedia-Einträge ...**

**Von Sven Hansen und Dr. Volker Zota**

**K**napp zwei Jahre nach dem US-Start hat Amazon seine sprachgesteuerten Netzwerklautsprecher auch nach Deutschland gebracht. Zum Europastart bietet Amazon den 180 Euro teuren Echo nicht nur Schwarz, sondern auch in Weiß an. Außerdem gibt es in den USA, Großbritannien und Deutschland für 60 Euro eine überarbeitete Version des kleinen Bruders Echo Dot. Anders als beim Echo verstellt man die Lautstärke nicht mittels eines Rings am Rand der Oberseite, sondern über zwei Taster.

In der Echo-Röhre steckt eine Kombination aus 15-Watt-Verstärker (TI TPA3110D2 Class D) und Zwei-Wege-Lautsprecher mit Downfire-Subwoofer, die einen ordentlichen Eindruck hinterlässt: Der volle Klang liegt auf dem Niveau besserer Bluetooth-Lautsprecher, solange man Echo nicht bis zum Anschlag aufdreht. Doch auch der kleine Bruder ist nicht stumm: Dessen winziger Lautsprecher taugt zur Sprachausgabe und gibt auch Musik wieder. Wem der Mager-Sound des Echo-Pucks nicht reicht, kann ihn per 3,5-mm-Klinkenbuchse an ein Audiosystem anschließen oder digital über Bluetooth (A2DP) einen Aktivlautsprecher ankoppeln; zur Übertragung nutzt er den betagten SBC-Codec. Der große Echo kann Bluetooth-Signale nur empfangen – etwa Musik vom Smartphone. Weder Echo noch Dot unterstützen das Hands Free Profile (HFP), taugen also nicht als Freisprechanlage fürs Telefonieren.

Beide Geräte werden über mitgelieferte Netzteile mit Strom versorgt – der in

den USA angebotene mobile Amazon Tap ist hierzulande nicht erhältlich. Wer ein US-Gerät importiert, kann es jedoch auf Deutsch umschalten.

Die zur Konfiguration benötigte Alexa-App gibt es für Android und iOS. Die Ersteinrichtung der Echos ist schnell erledigt: Netzteil anschließen, den Anweisungen der App folgen, um Echo den mit dem persönlichen Amazon-Konto und übers WLAN mit dem Internet zu verbinden – schon kann man mit Alexa sprechen.

### Dauerlauscher

In der Voreinstellung lauschen Echo und Dot permanent auf das eingestellte Wakeword („Alexa“, „Amazon“ oder „Echo“). Erkennen die Geräte das Wake-word, wird das folgende Sprachkommando zur Auswertung in die Amazon Cloud übertragen – und dort gespeichert; das gilt übrigens auch für die Sprachbefehle des Fire TV (Stick). In der Alexa-App kann man die gespeicherten Clips anhören und außerdem sehen, wie Alexa die Eingabe interpretiert hat. An dieser Stelle hat Amazon eine Feedback-Option vorgesehen, über die man eine Fehlerkennung melden kann. Die Sprachdaten lassen sich im Nutzerprofil über Einstellungen/Alexa-Geräte/Verlauf auch einzeln löschen. Laut Amazon kann das Löschen jedoch das „Alexa-Erlebnis abwerten“.

Dass Alexa aktiv ist, signalisieren beide Geräte mit einem leuchtenden LED-Kreis aus 12 RGB-Segmenten am Rand der Gehäuseoberseite. Ein farblich hervorgehobenes Kreiselement zeigt an, aus welcher Richtung das eingebaute Array aus sieben Mikrofonen die Stimme registriert hat – der Echo (Dot) wendet sich so seinem

### Verfügbarkeit

Beide Echo-Geräte sind hierzulande momentan nur „per Einladung verfügbar“. Inzwischen hat Amazon bekanntgegeben, dass allein die Bearbeitung der Einladung mehrere Monate dauern kann. Ein konkreter Auslieferungstermin ist nicht in Sicht. Die in den USA oder Großbritannien verkauften Echos lassen sich auch mit deutschen Amazon-Konten koppeln. Importgeräte werden über eBay mit deutlichem Preisaufschlag angeboten, eine Bestellung über die jeweiligen Amazon-Landesportale ist nicht möglich.

Gegenüber zu; besitzt man mehrere Echos, hören für einen kurzen Moment alle Geräte in Hörweite zu, dann wird die Anfrage an das nächstliegenden übergeben. Wenn man das Mikrofon-Array stummschaltet, ist es laut Amazon hart deaktiviert. Das dürfte jedoch die Bedenken von Datenschützern kaum zerstreuen, die den Cloud-gestützten Assistenten wie Alexa & Co. skeptisch gegenüberstehen.

## Alexa, sprich Deutsch!

Die deutsche Stimme von Alexa klingt nicht ganz so rund wie die des US-Originals – mitunter spricht sie falsch betont und abgehakt. Die Stimme wird halbsynthetisch erzeugt, von einer realen Person eingesprochene Fragmente dienen als Grundlage für die Sprachausgabe. Viele Fragen, die die US-Alexa beantworten kann, laufen bei der deutschen Schwester noch ins Leere. Ein deutsch/englischer Mischbetrieb ist nicht möglich. Man kann die Sprache jedoch zwischen US-Englisch, britischem Englisch und Deutsch umschalten.

Die Spracherkennung klappt erstaunlich gut. Umgebungsgeräusche und von Echo selbst abgegebene Klänge – wie etwa parallel laufender Musikwiedergabe – werden effektiv herausgefiltert. Das klappt sogar, wenn der große Echo bei voller Lautstärke dröhnt.

Von „Erkennen“ zu „Verstehen“ ist es jedoch ein großer Schritt. „Ich will mich umbringen“ entlockt Alexa nur ein verbales Schulterzucken. Bei „Ich will mich töten“ rappelt sie die Nummer der Telefonseelsorge herunter. Im Hintergrund liegt ein festes Set von Sprachbefehlen, das derzeit die Grenzen der „künstlichen Intelligenz“ markiert. Alexa „versteh“ also nur dann gut, wenn man die korrekten Sprachbefehle und Keywords nutzt: „Alexa, wird es morgen regnen?“, „... stell den Wecker auf 7 Uhr 30“, „... spiel NDR2 auf TuneIn“, „... was steht heute in den Nachrichten“ sind mögliche Formulierungen. Spätestens bei der Eingabe eines Termins muss dann wieder alles hübsch in der richtigen Reihenfolge ausgesprochen werden, damit Alexa in einem Rutsch alles begreift.

## Smart Home

Anfangs konnten die Echos lediglich funkgesteuerte Lampen (Philips Hue) und Steckdosen ansteuern, die einzeln oder in Gruppen geschaltet respektive gedimmt werden konnten. Beispielhafte Sprachbefehle zur Lichtsteuerung sind: „Alexa, schalte das Küchenlicht an“ oder „Dimme Esszimmer auf 20 Prozent“. Die Geräte-

namen („Esszimmerlampe“) und gemeinsam zu schaltende Gruppen (etwa „Wohnzimmer“) legt man für die unterstützten Geräte im Smart-Home-Bereich der Alexa-App oder nach Anmeldung über die Webseite alexa.amazon.de fest.

Sehr praktisch ist die „Tägliche Zusammenfassung“, über die Alexa auf Zuruf einen personalisierten Nachrichtenüberblick gibt. Zur Wahl stehen Infos von Tagesschau in 100 Sekunden, Spiegel online (von Alexa vorgelesen), Bild, Nachrichten und Presseschau vom DLF, ntv, Kicker, Sky Sports und anderen. Die Channels lassen sich einzeln aktivieren und mit einem Wetterbericht „krönen“. Die Reihenfolge des Briefings lässt sich derzeit nicht beeinflussen.

## Begrenzter Funktionsumfang

Damit Alexas Funktionsumfang wächst, hat Amazon die Alexa Voice Services (AVS) für Dritte geöffnet, das passenderweise ASK genannte Alexa Skills Kit bereitgestellt und die Entwicklung der sogenannten „Alexa Skills“ mit 100 Millionen US-Dollar angeschoben. Über ASK lassen sich übers Web relativ einfach Dienste mit Alexa anzapfen. Die Skills lassen sich vom Nutzer einzeln über die Alexa-App oder die Webseite aktivieren.

Inzwischen haben viele Hersteller das Potenzial von Amazons Sprechdose erkannt und entsprechende Skills bereitgestellt. Zum Start gibt es hierzulande Skills von Philips Hue, Magenta Smart Home, Netatmo, Innogy, Honeywell evohome, Digitalstrom, Venstar, Tado, TP-Link und Lix. Philips' Hue-System wird auch ohne Skill erkannt, eine Basisunterstützung ist



**Gespitzte Ohren:** Ein aus sieben Mikrofonen bestehendes Array sorgt dafür, dass Echo (Dot) auch leise Sprachbefehle erlauscht.

Amazon Echo / Echo Dot	
Sprachgesteuerter Netzwerk-Lautsprecher	
Hersteller	Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>
WLAN	IEEE 802.11 a/b/g/n (2,4 und 5 GHz)
Bluetooth	A2DP (Empfangen) / A2DP (Empfangen / Senden)
Abmessungen	235 mm × 83,5 mm × 83,5 mm / 32 mm × 83,5 mm × 83,5 mm
Anschlüsse	– / 3,5 mm Klinke
Leistungsaufnahme Standby	3,2 W / 1,1 W
Preis	180 € / 60 €

in der Firmware verankert. Erst eine Hue Bridge Gen2 mit aktivierter Skill ermöglicht auch das Ansteuern von Lichtszenen.

If This Then That (IFTTT), eine der beliebtesten Spielwiesen für Smart-Home-Enthusiasten, wird derzeit nur in den USA unterstützt. Yonomi ist bisher der einzige „Meta-Dienst“, der verschiedene Plattformen verknüpft und auch hierzulande verfügbar ist.

Einige Skills werden über zusätzliche Rufnummern aktiviert. Anfragen zu Zugverbindungen muss man über „Deutsche Bahn“ aktivieren, den BMW-Connected-Skill über „BMW“ oder eine Telefonbuchanfrage über „Das Örtliche“. Die zusätzlichen Rufnummern machen die Eingabe korrekter Sprachbefehle umständlich: „Alexa, sage Magenta Smart Home, dass es die Situation TV-Abend ausschaltet“. In den USA beherrscht Alexa inzwischen rund 3000 solche „Skills“, in Deutschland sind es sprachbedingt momentan nur 33. Umschalten der Sprache ändert nichts daran, dass man bei einem deutschen Gerät aktuell nur auf den Katalog der deutschsprachigen Skills zugreifen kann.

## Fazit

Wer sich auf die dauerhaft lauschende Wanze im Wohnzimmer einlässt, hat viel Spaß mit Alexa. Die Spracherkennung funktioniert zuverlässig, man muss sich jedoch derzeit noch viel „Alexa-Sprech“ angewöhnen, obwohl sich viele eine natürliche Ansprache wie beim Computer der Enterprise wünschen. Wie sich das System weiterentwickelt, ist ungewiss: Einerseits hat Amazon den „Alexa Prize“ ausgeschrieben, von dem sich das Unternehmen Fortschritte für die Konversationstechnik seiner künstlichen Intelligenz erhofft. Andererseits arbeitet Amazon angeblich an deutlich formelhafteren Sprachbefehlen, um Anforderungen des Datenschutzes zu genügen – denn je klarer die Befehle, desto weniger muss in die Cloud übertragen und analysiert werden.

(sha@ct.de/vza@ct.de) **ct**

# Keine Infos unter dieser Nummer

## Ein Smartphone verschwindet im Support-Chaos des Herstellers Wileyfox

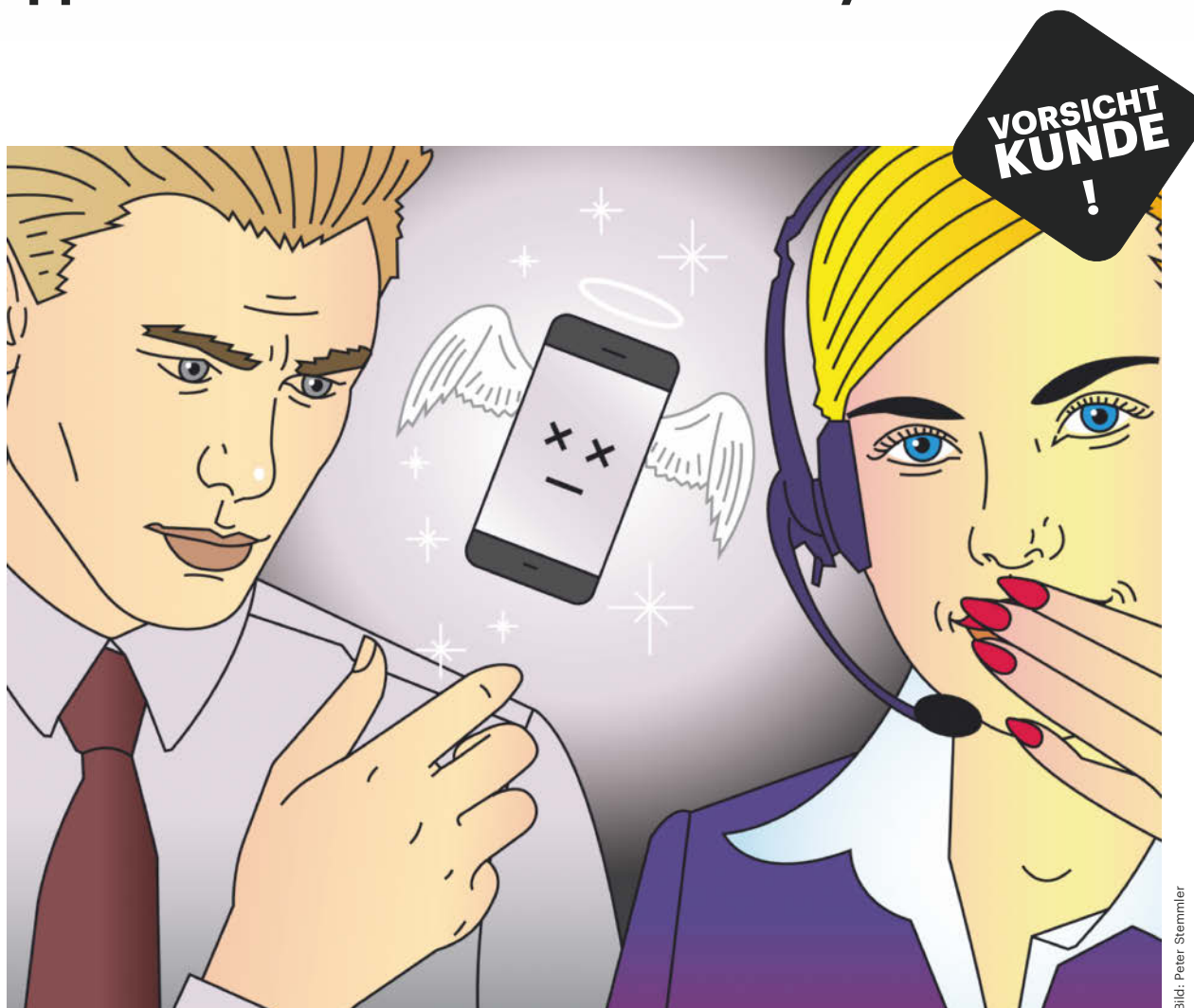


Bild: Peter Stemmler

**Smartphone-Reparaturen machen häufig Ärger. Doch wenn der Kunde binnen drei Monaten noch nicht einmal einen Kostenvoranschlag erhält, ist das die komplette Service-Katastrophe.**

**Von Christian Wölbert**

**M**itte Juli passiert Alexander G. genau das, was jeder Smartphone-Besitzer befürchtet: Das Gerät rutscht ihm aus der Hand und knallt auf einen Fliesenboden. Das Display splittert, der Touchscreen ist hinüber.

Der 45-jähriger Lehrer aus Eschborn entscheidet sich für eine Reparatur. Es handelt sich zwar nicht um ein High-End-Gerät, aber für sein „Wileyfox Storm“ hat er immerhin knapp 300 Euro ausgegeben.

Und er betrachtet Smartphones grundsätzlich nicht als Produkte, die man bei Defekten einfach wegwirft und ersetzt.

Der Hersteller Wileyfox ist in Deutschland kaum bekannt, gilt aber als Vorzeige-Start-up. Viele Medien, auch c't, berichten über die Geräte, weil sie mit dem beliebten Android-Ableger Cyanogen OS laufen. Außerdem sitzt Wileyfox in England, weswegen G. mit einer halbwegs reibungslosen Reparatur rechnet.



Am Anfang macht der Service tatsächlich einen professionellen Eindruck. G. findet auf der Wileyfox-Webseite eine deutsche Support-Telefonnummer. Nach einem kurzen Telefonat erhält er per Mail einen Link zu einem Formular, in das er seine Kontaktdaten einträgt und den Schaden beschreibt („Displaybruch“). Ein paar Tage danach mailt Wileyfox ihm einen Paketaufkleber zum Ausdrucken und bittet ihn, das Handy einzusenden. Die kuriose Adresse: „Wileyfox Service Centre, Telrepair c/o Spring, BRT/EIN/1000003038/De1Postfach 92010951151 Köln“. Am 22. 7. schickt G. das Handy ab, nicht ahnend, dass ihm drei Monate voller Irrungen und Wirrungen bevorstehen.

### Ominöse Werkstatt

Los geht der Ärger Anfang August: G. will langsam mal wissen, wie lang die Reparatur dauern wird und was sie kostet. Er ruft die deutsche Support-Nummer an, bekommt dort aber nur eine Bandsage auf Spanisch zu hören. Also fragt er per Mail nach. Ein paar Tage später erhält er eine Antwort auf Englisch: Man könne ihm momentan leider nicht auf Deutsch schreiben. Der Kostenvoranschlag werde gerade erstellt.

Mitte und Ende August hakt G. erneut nach, kommt aber nicht weiter. Wileyfox schreibt ihm: „Unglücklicherweise können wir Ihnen die Reparaturkosten nicht nennen, nur das Reparatur-Center ist in der Lage dazu.“ Dieses werde sich bei ihm melden, sobald der Kostenvoranschlag fertig sei. G. fragt nach den Kontaktdaten des Reparatur-Centers. Doch Wileyfox schickt ihm diese nicht.

G. versucht, die ominöse Werkstatt selbst ausfindig zu machen. Die Sendungsverfolgung von DHL verrät ihm jedoch nur, dass sein Paket von einem Logistikdienstleister namens „Spring G3 Worldwide Mail“ entgegengenommen wurde. Auch der auf dem Paketaufkleber genannte Name „Telrepair“ führt ihn nicht weiter.

### Nachrichtensperre

Das frustrierende Pingpong-Spiel zieht sich bis Oktober. Immer wieder fragt G. nach Informationen, immer wieder vertröstet Wileyfox ihn. Am 2. Oktober fordert G. den Hersteller auf, ihm das Handy bis zum 18. Oktober zurückzuschicken – repariert oder unrepariert. Nun gibt es plötzlich etwas Neues: Wileyfox schreibt, dass G. vom Reparatur-Center schon einen Kostenvoranschlag erhalten habe.

Und dass G. darauf angeblich sogar geantwortet habe, nämlich, dass er keine Reparatur wünsche. Nun solle er bitte dem Reparaturcenter bestätigen, dass er gewillt sei, „die Diagnose-Gebühr für Nicht-Reparatur“ zu zahlen.

G. durchsucht seinen E-Mail-Account, auch den Spam-Ordner, aber er findet keine Mail eines Reparatur-Centers. Und er ist sich hundertprozentig sicher, dass er keinen Kostenvoranschlag abgelehnt hat. Er weiß ja nach über zwei Monaten noch nicht einmal, wie teuer die Reparatur werden soll. All das teilt er Wileyfox unmissverständlich mit. Doch wiederum verspricht Wileyfox nur, bei der Werkstatt nachzufragen. Den Reparaturpreis verrät der Hersteller nach wie vor nicht.

Nun bittet G. die c't-Redaktion um Hilfe. Ihn wundere vor allem, warum Wileyfox es nicht schaffe, die Informationen bei der Werkstatt zu besorgen und weiterzuleiten, schreibt er. „Dann hätte sich das Problem ruckzuck erledigt. Ich hätte wahrscheinlich die Reparatur bezahlt. Jetzt habe ich einfach die Nase voll.“

### Umstellungschaos

Wir baten Wileyfox um Stellungnahme. Jason Coppin, der „eCommerce Director“ der Firma, schickte uns ein wortreiches Statement mit geringem Informationsgehalt: Man habe im August und Septem-

ber den Service-Partner gewechselt und die Service-Software umgestellt. „Der Großteil der Probleme, die Herr G. erlebte, passierte während dieser Umstellung.“

Auf unsere Detailfragen ging Coppin auch auf erneute Nachfrage nicht ein. Deshalb erfahren wir weder, welche Firma als Reparaturpartner fungierte, noch warum der Kostenvoranschlag nicht bei G. ankam oder warum Wileyfox diesen nicht einfach besorgte und an G. weiterleitete.

Kurz danach meldete sich Wileyfox bei G. und bot ihm als Wiedergutmachung eine kostenlose Reparatur seines Handys oder ein neues Smartphone vom Typ Spark X. G. entschied sich für die kostenlose Reparatur, weil sein Storm besser ausgestattet ist als das Spark X. „Ich hoffe, dass ich jetzt nicht noch einmal so lange warten muss“, schrieb er an c't.

Bleibt die Frage, was man als Verbraucher aus dem Fall lernen kann. Generell empfehlen wir, Herstellern schriftlich klare Fristen zu setzen, sobald sich Probleme abzeichnen – nicht erst nach wochenlanger Wartezeit. Oft lohnt es sich auch, öffentlichkeitswirksam über Social Media beim Hersteller nachzufragen, zum Beispiel auf dessen Facebook-Seite. Das erhöht den Druck auf die Support-Mitarbeiter, das Problem zu lösen.

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

### Service im Visier

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

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

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

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

# Gefährliches Schnäppchen-Fieber

Amazon bekommt eine Abzock-Masche nicht in den Griff

**Betrüger überschwemmen den Amazon-Marktplatz mit Fake-Angeboten, locken Nutzer von der Plattform weg und zocken sie ab. Sie haben leichtes Spiel, weil Amazon seine Kunden nicht ausreichend warnt und Händler kaum prüft.**

Von Christian Wölbart

Der langjährige c't-Leser Peter M. bestellt normalerweise alle Elektrogeräte für seine Familie selbst. Im Oktober bat er ausnahmsweise seine Lebensgefährtin Anna W., eine Waschmaschine zu kaufen. Diese entdeckte auf Amazon.de ein gutes Angebot: ein LG-Modell der Energieklasse A+++ für nur 280 Euro.

Seltsam war, dass der Verkäufer darum bat, ihn vor der Bestellung per Mail zu kontaktieren. Die im Online-Shopping wenig erfahrene Anna W. ließ sich davon jedoch nicht irritieren. Sie erkundigte sich nach der Maschine und erhielt daraufhin eine angebliche Amazon-Bestellbestätigung mit einer IBAN mit den Anfangsbuchstaben „RO“. Auch das machte sie nicht stutzig – sie überwies die 280 Euro. „Die Kohle wanderte auf Nimmerwiedersehen nach Rumänien“, musste Peter M. danach entsetzt feststellen.

## Abzocke läuft seit vier Jahren

Wer oft online einkauft, würde vermutlich nicht auf diesen Trick hereinfallen. Doch Anna W. ist bei Weitem nicht das einzige Opfer. Die Amazon-Masche funktioniert so gut, dass eine oder mehrere Banden sie seit ungefähr vier Jahren mit hohem Aufwand durchziehen. Sie kapern wie am Fließband Konten von Amazon-Verkäufern und stellen in deren Namen Zehntausende Fake-Angebote online oder eröff-

nen eigene Konten. Dann überreden sie Kaufinteressenten einzeln per Mail, das Geld zu überweisen. Außerdem rekrutieren sie Privatleute, die ihre Bankkonten zur Verfügung stellen und das empfangene Geld weiterleiten. Man findet kaum noch ein hochpreisiges Produkt auf Amazon.de, das nicht von den Betrügern zum Schein angeboten wird: Laptops von Apple, Boxen von Sonos, Kaffee-Vollautomaten von Siemens.

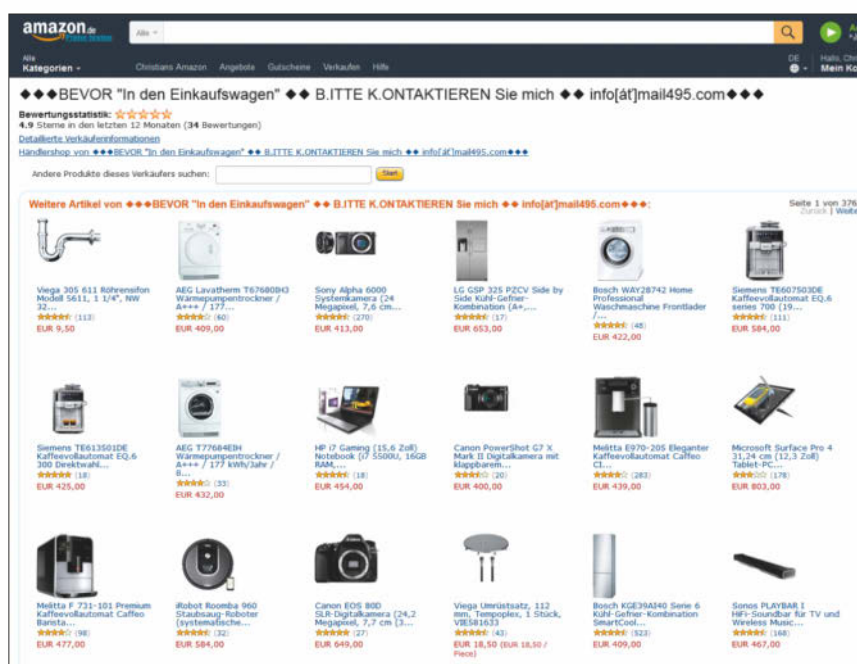
Mit welchen Tricks die Betrüger die Konten von Verkäufern kapern, musste im Oktober ein PC-Händler aus Nordrhein-Westfalen leidvoll erfahren. Unter der Bedingung, anonym zu bleiben, berichtet er: An einem Sonntagnachmittag erhielt er eine gut gemachte Phishing-Mail mit einem Link, angeblich zu seiner Monats-

abrechnung auf Amazons Seller-Central-Portal. Die Webseite sah so echt aus, dass er seine Zugangsdaten eintippte.

## 60.000 Produkte hochgeladen

Eine Stunde später erhielt er eine – nicht gefälschte – Mail von Amazon: er sei erfolgreich zum „Verkaufstarif Power-Anbieter“ gewechselt. Der Versuch, sich bei Amazon einzuloggen, scheiterte, denn die Betrüger hatten sein Passwort geändert. Er setzte es zurück und loggte sich ein, konnte aber nichts mehr ausrichten. Die Angreifer hatten per Datei-Upload schon über 60.000 Produkte inseriert.

Panisch versuchte er, die Angebote zu löschen, doch er konnte nicht mehr als 250 in einem Rutsch entfernen, und die



Über 66.000 Fake-Angebote wurden in diesen gekaperten Händler-Account eingestellt.

Betrüger legten ständig nach. Er rief bei einer Amazon-Hotline an, wurde jedoch abgewimmelt. Also informierte er den Händler-Support per Mail. Am nächsten Tag sperrte das Unternehmen sein Konto.

Nach einer solchen Konten-Übernahme geben die Betrüger stets im Feld für den Artikelzustand oder für den Verkäufernamen eine Mail-Adresse an. Wer im Schnäppchen-Fieber schreibt, wird nach einer Lieferanschrift gefragt. Dann folgt eine gefälschte Amazon-Bestellbestätigung mit „Zahlungsanweisungen“ und einer Bankverbindung, meist in einem osteuropäischen Land oder in Italien.

Legt ein Interessent hingegen das Produkt auf Amazon.de in den Einkaufswagen und bestellt es, erscheint oft die Meldung, dass es nicht mehr verfügbar sei. Falls die Bestellung durchgeht, wird sie in der Regel nie als „versendet“ markiert, und Amazon zieht kein Geld vom Kunden ein.

### Nutzer werden nicht gewarnt

Georg Tryba von der Verbraucherzentrale NRW beobachtet die „massiven Dauerattacken“ seit Anfang 2013. Er verlangt von Amazon, Nutzer an prominenter Stelle zu warnen – zum Beispiel wie Banken auf ihren Login-Seiten. Doch seine Anfragen dazu „wollte Amazon partout nicht beantworten“, sagt Tryba.

Auch beim Landeskriminalamt Baden-Württemberg ist die Methode „natürlich bekannt“, sagt Sprecher Ulrich Heffner. Täter habe man nie ermittelt, weil die Spur immer ins Ausland führte. Auch die Zahl der Fälle ist unbekannt, weil die Polizei in ihrer Statistik zu „Warenbetrug mit Tatmittel Internet“ nicht nach Plattformen wie Amazon oder Ebay unterscheidet.

Amazon erklärte gegenüber c't, dass „eine sichere Einkaufsumgebung oberste Priorität“ habe. Man lösche unverzüglich unzulässige Angebote, von denen man erfahre. Unsere Rückfragen zu konkreten Schutzmaßnahmen ignorierte Amazon.

Sowohl das Betrugsopfer Peter M. als auch der Händler, dessen Konto gehackt wurde, machen dem Unternehmen Vorwürfe. „Amazon nimmt billigend in Kauf, dass Kunden geprellt werden“, meint Peter M. Der Händler ärgert sich darüber, dass Amazon zwar Kunden-Hotlines anbietet, er aber als Händler niemanden persönlich erreichen konnte, als er schnell Hilfe brauchte. (cwo@ct.de) **ct**



Christian Wölbert, c't-Redakteur

## Typisch Amazon

Amazon wird niemals alle Verkäufer so durchleuchten können, dass kein einziges schwarzes Schaf übrig bleibt. Und man muss auch nicht verlangen, dass Amazon den Schaden erstattet, wenn Nutzer auf gefälschte Mails hereinfliegen und abseits der Plattform Geld nach Rumänien überweisen.

Doch der Konzern macht es Abzockern viel zu leicht, Opfer anzulocken. Mit ein paar Klicks können sie Power-Seller-Konten eröffnen und per Datei-Upload Zehntausende Fake-Angebote auf einen Schlag einstellen. Ein simpler ID-Check wie beim Eröffnen eines Bankkontos würde dem einen Riegel vorschieben. Das wäre nicht einmal für alle Händler nötig, denn mit Hobby-Accounts ohne Upload-Funktion kann niemand viel Schaden anrichten.

Konten bestehender Verkäufer könnte Amazon mit simplen Maßnahmen besser schützen. Zum Beispiel durch zwingende Zwei-Faktor-Authentifizierung oder bessere Checks bei Logins mit neuen Rechnern aus dem Ausland.

Doch zu befürchten ist, dass Amazon sich jegliche Präventivmaßnahme, die minimalen Aufwand bedeutet, einfach spart. Egal ob es um gefälschte Markenware, um lebensgefährliche Elektrogeräte oder um Abzocke geht – Amazon reagiert immer erst dann, wenn der Kunde längst reingefallen ist.

# Elefantenrennen

## Wie Mobilfunker das Internet der Dinge aufrollen

**Das Internet der Dinge verspricht ein gewinnträchtiger Markt zu werden. Die Mobilfunkbranche springt zwar spät auf den Zug auf, entwickelt aber viel Dampf, um die Entwicklung an sich zu reißen.**

boerse.to original upload blacky

Von Dušan Živadinović

Noch steckt das Internet der Dinge in den Kinderschuhen, aber Schätzungen zufolge wird die Branche Ende 2016 schon rund 160 Milliarden US-Dollar umgesetzt haben. Bis 2021 erwarten Analysten des Forschungsinstituts Research and Markets ein jährliches Wachstum von 33 Prozent auf schließlich 660 Milliarden US-Dollar. Die Mobilfunknetzbetreiber haben daran bisher wenig Anteil, wollen aber um so mehr von diesem Kuchen abschneiden. Sollte das gelingen, werden Telefónica, Telekom und Vodafone das Internet der Dinge maßgeblich prägen.

Beim Internet of Things, IoT, geht es schlicht darum, Dinge ins Internet zu bringen, deren Vernetzung bisher zu teuer war. Kandidaten sind Geräte mit Sensoren, etwa Wasserzähler, Maschinen, die sich steuern lassen oder auch Fahrzeuge. Auch neue Produktgruppen sind bereits erdacht, etwa Mülleimer, die den Füllstand melden, oder öffentliche Defibrillatoren, die Rettungsdienste alarmieren, wenn sie eingeschaltet werden. Die Ausgangslage ist einfach: Weil sich Kabel schlecht für so umfassende Vernetzungen eignen, setzt man auf Funk.

Doch die bisher erhältlichen Mobilfunk-Modems eignen sich kaum dafür. Sie gründen entweder auf GSM oder UMTS, die ursprünglich nur für die

Sprachübertragung und den Internet-Zugang gedacht waren. Für die Maschinen-Kommunikation sind sie zu aufwendig, zu teuer und zu energiehungrig. Zudem genügt die Reichweite aktueller Mobilfunknetze für viele Zwecke nicht. Daher ist die Mobilfunktechnik gegenüber eigens für IoT entwickelten Verfahren ins Hintertreffen geraten.

Die erfolgreichen IoT-Pioniere kann man grob in zwei Gruppen einteilen: Kurzstrecken- und Langstreckenfunk. Zu den Kurzstreckenfunkern gehören Bluetooth Low Energy, DECT oder ZigBee. Sie schlagen eine Funkbrücke vom DSL-Anschluss zu vernetzbaren Dingen in einigen Dutzend Meter Entfernung, etwa fernschaltbare Lampen, Jalousien und Garagen.

Langstreckenfunk bilden bei GSM, UMTS und LTE zelluläre Netze. Aber aktuell prägen die IoT-Welt genügsame Vertreter wie Randon Phase Multiple Access (RPMA, im Besitz der US-Firma Ingenu, ehemals On-Ramp Wireless), Long Range Wide Area Network (LoRaWAN, offene Spezifikation der gleichnamigen Alliance) oder UNB, die Ultra-Narrow-Band Modulation des französischen Unternehmens Sigfox. Man fasst sie unter dem Begriff Low Power Wide Area Networks zusammen (LP-WAN).

Sie nutzen unlizenzierte Funkbänder, wegen guter Reichweite gerne solche unter 1 GHz, und überbrücken einige bis viele Kilometer. Beispielsweise erreicht Sigfox in ländlichen Gebieten 30 bis 50 km. So liefert es auch Telemetrie-Werte von abgelegenen Geräten, etwa von Bohrtürmen auf Ölfeldern.

Unlizenzierte Bänder begünstigen IoT-Start-ups: Investitionen in teure Nutzungsrechte für lizenzierte Funkbänder

entfallen ebenso wie lange Wartezeiten bis zur Zuteilung. Das zieht wiederum manche große Netzbetreiber an: Die japanische Softbank und die US-amerikanische Comcast planen LoRa-Netze und andere, die bereits LoRa-Netze betreiben, intensivieren den Ausbau – zum Beispiel Orange in Frankreich, Tata Communications in Indien.

Nachteilig ist, dass die lizenzfreien Bänder beliebigen Techniken offen stehen, sodass gegenseitige Störungen kaum vermeidbar sind. Beispielsweise tummeln sich Bluetooth Low Energy, WLAN oder auch ZigBee allesamt unkoordiniert im 2,4-GHz-Band. LoRa und Sigfox hingegen sind beide auf das 868-MHz-Band angewiesen. Zudem sind die Konzepte, die einzelne Firmen oder auch Konsortien entwickeln, zueinander inkompatibel. Die vernetzte Firma kann daher nicht mit ihren vernetzten Autos reden, um etwa die Kilometerstände abzufragen.

### Lücke zur Chance

Im fragmentierten Markt wittert die Mobilfunk-Branche ihre Chance. Sie nutzt überwiegend lizenzierte Bänder. Zudem sind Mobilfunknetze längst sehr gut ausgebaut, und mit dem Pfund lässt sich wuchern: Während LoRa, Sigfox & Co ihre Netze Schritt für Schritt ausbauen und dafür gern mit Mobilfunkern kooperieren würden, braucht die Mobilfunkbranche lediglich Erweiterungen für IoT.

Und inzwischen haben die Mobilfunk-er eigene IoT-Konzepte ausgearbeitet. Sie fußen auf LTE und sind so vielseitig, dass sich so nicht nur Sensoren und datensparsame Maschinen schmalbandig vernetzen lassen, sondern auch Busse, Pkw und Lkw, die sehr viele Daten sehr schnell liefern. Weitere Spielarten sollen Maschinensteuerungen mit hohen Sicherheitsanforderungen oder die Kommunikation von Rettungskräften berücksichtigen.

Die Spezifikationen sind unter dem Dach des Third Generation Partnership Project (3GPP) im Laufe des letzten Jahres entstanden [1]. Nun stehen die IoT-Verfahren der 3GPP an der Schwelle zum Praxiseinsatz. Den Start macht eine LP-WAN-Spielart: Narrow-Band IoT (NB-IoT). NB-IoT spezifiziert wie Sigfox und LoRa einfache Funk-Modems für geringe Datenraten. Die Modems sollen billig werden, lange unbeaufsichtigt laufen und je nach Anwendung mit einer Knopfzelle mehrere Jahre lang auskommen.

Netzseitig genügen oft Software-Updates, weil NB-IoT auf die Rahmenbedin-



gungen der Mobilfunker zugeschnitten ist: Mit 180 kHz Kanalbreite passt es exakt dort ins Spektrum, wo GSM zurückgefahren wird, wahlweise in Schutzabstände zwischen LTE-Bändern und aufgrund des gleichartigen OFDM-Multiplexverfahrens sogar mittendrin in ein LTE-Band. Daher setzt NB-IoT Multistandard-fähige Basisstationen voraus (Single-RAN). Vodafone zufolge eignen sich mehr als 85 Prozent der europäischen Basisstationen des Unternehmens für NB-IoT-Upgrades.

Im September haben der Netzwerkzulieferer Huawei und die spanische Vodafone-Tochter in Madrid den weltweit ersten Feldversuch gestartet, der auf der NB-IoT-Spezifikation gründet. Dabei koppelt ein Wasserzähler aus einem Kanalisations-schacht heraus über das 800-MHz-LTE-Band an das kommerzielle Netz von Vodafone an und liefert Wasserwerken der Spanier Messwerte zur Überwachung.

Die Anwendung ist natürlich maßgeschneidert für eine NB-IoT-Demo: Der Wasserzähler ist schlecht erreichbar, normale Funksignale kommen dort kaum heraus. Doch NB-IoT dringt zuverlässig durch: Das geht, weil es robustere Modulationen (etwa QPSK) und erhöhte Redundanz der übertragenen Daten verwendet. Zum Beispiel lässt sich eine Nachricht aus bis zu 2000 Einzelübertragungen zusammensetzen. Rechnerisch entspricht das einem 100-fach besseren Signalpegel als bei üblichem LTE. Das reicht für zuverlässige Telemetrie zu Geräten hinter einer zusätzlichen Stahlbeton-Kellerdecke von heute üblichen LTE-Standorten aus. Alternativ nimmt die Versorgungsfläche etwa um den Faktor 12 zu.

Den IoT-Part gibt eine für den Batteriebetrieb ausgelegte Telematik-Box mit integrierter SIM-Karte. Vodafone veranschlagt bei stündlicher Zählerstanderfassung eine Laufzeit von sechs Jahren. Damit der Techniker die Batterie rechtzeitig erneuert, funkt die Box auch den Ladezustand der Batterie an den Leitstand.

Die SIM-Karten sind für nationales Roaming ausgelegt, sodass die Geräte bei schlechtem Empfang auf Netze der Mitbewerber ausweichen. Ist die Verbindung für den IP-Verkehr dennoch zu schwach, lassen sich die Zählerwerte auch als SMS verschicken.

Um Entwickler für sich und NB-IoT zu gewinnen, richten Netzbetreiber wie auch Zulieferer Labore ein. Vodafone lockt mit „Software Development Kits zum Einsatz unter Live-Bedingungen“. Mit ersten praxistauglichen NB-IoT-Ge-



**Für das Internet der Dinge sind Merkmale wie hohe Reichweite oder lange Laufzeiten wichtiger als hohe Geschwindigkeit.**

räten rechnen Experten bereits Ende 2016 oder Anfang 2017.

Vodafone will seine Netze in Deutschland, Irland, den Niederlanden und Spanien bis Anfang 2017 weitgehend für NB-IoT gerüstet haben. Bis 2020 sollen dann alle übrigen Länder des Konzerns folgen. Das sind deutliche Signale an Chip-Hersteller, die Massenproduktionen hochzufahren.

Telefónica ist inzwischen von Sigfox auf NB-IoT umgeschwenkt. Als eines von mehreren Beispielen führt der Netzbetreiber die Vernetzung von Mietwagen in Kooperation mit Sixt auf. Damit sind Auto-Ferndiagnose, Fernablesen des Tankfüllstands bei Übergabe und bei Rücknahme, Geofencing oder auch Ortung möglich.

Die Deutsche Telekom rüstet ihr Netz seit Oktober mit NB-IoT-Software auf. Zur Datenübertragung nutzt das Unternehmen 900-MHz-Frequenzen, erklärte Christian Fischer, ein Sprecher der Deutschen Telekom im Gespräch mit c't. NB-IoT knappst also Teile des noch verbliebenen GSM-Bands für sich ab. Im nächsten Jahr sollen 800-MHz-Frequenzen hinzukommen.

In Berlin und Krakau hat die Telekom „Prototyping-Hubs“, also Labore für Entwickler eingerichtet (siehe c't-Link am Ende des Artikels). Das Starter-Kit stammt von der Huawei-Tochter Neul, das zugehörige SDK gründet auf Java. Interessenten können sich bei der Projektleiterin Pauline Ryba (Pauline.Ryba@t-systems.com) melden. Die Preise des Starter-Kits nannte Fischer nicht. Bisher nutze man unverkäufliche Vorserienprodukte.

## Ausblick

Auf den ersten Blick haben IoT-Spezialisten wie Sigfox und LoRa gute Chancen,

weil ihre Technik erprobt ist. LoRa stützen beispielsweise Netzbetreiber, die zusammen rund 200 Millionen Teilnehmer zählen. Doch die NB-IoT-Technik der 3GPP versammelt bereits 20 der weltweit größten Netzbetreiber hinter sich. Diese decken laut Vodafone 90 Prozent der IoT-Versorgungsfläche ab und versorgen mehr als 2,9 Milliarden Teilnehmer.

Wohl angesichts der Übermacht klingen Vertreter der LoRa Alliance und der Sigfox-Technik kleinlaut: Man sei mehr am Wachstum des gesamten LP-WAN-Ökosystems interessiert als an einer marktbeherrschenden Stellung.

Chancenlos sind die IoT-Pioniere aber nicht. Denn die Wahl der IoT-Technik entscheiden nicht nur technische Merkmale und Anschaffungskosten, sondern am Ende wohl die Betriebskosten. Wenn Telekom & Co von jahrelangem Batteriebetrieb sprechen, denken sie an langfristige Mobilfunkverträge.

Über die Preise für die Dienste dringt wenig an die Öffentlichkeit. Aber wenn zum Beispiel gewöhnliche Rauchmelder 5 US-Dollar kosten, können sie nicht plötzlich 20 US-Dollar kosten, bloß weil sie vernetzt sind. Eine grobe Orientierung geben immerhin die Tarife von Sigfox: Unternehmen, die mehr als 50.000 Einheiten vernetzen, zahlen 1 US-Dollar pro Jahr. Dieses Preisniveau dürften Mobilfunknetzbetreiber wohl locker erreichen, zumal deren Netze längst schon Gewinne abwerfen. (dz@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Dr. Christian Hoymann, Dr. Michael Meyer, Mobile Großbaustelle, LTE-Advanced Pro: Der Weg zu 25 GBit/s und zum Internet of Things, c't 21/16, S. 178

**Mobilfunk-Infos zu IoT:** [ct.de/yghq](http://ct.de/yghq)

# Hungriges Datenmonster

## Was Facebook mit Ihren Daten macht



<b>Datenkrake Facebook .....</b>	<b>Seite 72</b>
<b>Wie Facebook Informationen sammelt .....</b>	<b>Seite 76</b>
<b>Schutz gegen die Sammelwut .....</b>	<b>Seite 80</b>
<b>Facebooks Datengier – die rechtliche Seite ....</b>	<b>Seite 84</b>

## Der Begriff „Datenkrake“ wird hierzulande meist synonym zu Google verwendet. Facebook ist allerdings in vielerlei Hinsicht der größere Datensammler. Ein Blick in die Datenbanken des sozialen Netzwerks.

Von Jo Bager

**F**acebooks Hunger auf Daten lässt sich nicht stillen – daran wurden die Nutzer zuletzt Ende August erinnert. Hatte Facebook 2014 beim Kauf von WhatsApp noch hoch und heilig versprochen, die Nutzerdaten des beliebten Messengers nicht anzurühren, so streckt die Mutterfirma nun doch die Finger nach Telefonnummern und Aktivitätslogs der Anwender aus. Hierzulande wird sie dabei vom hamburgischen Datenschützer ausgebremst, der ihr die Datenübertragung bislang untersagt hat. Doch dagegen geht Facebook vor Gericht.

Die Ankündigung der Datenübertragung hat für reichlich Verunsicherung unter den 35 Millionen deutschen WhatsApp-Nutzern gesorgt. Viele fragen sich, ob man die App überhaupt noch verwenden soll. Doch das Aufheben um WhatsApp vernebelt den Blick auf das große Ganze: Auf die Tatsache nämlich, dass Facebook der ganz große Datensammler ist und an vielen Stellen im Netz Informationen absaugt.

Dieser und die folgenden Artikel nehmen Facebooks Datensammelei daher genau unter die Lupe: Warum sich Facebook eigentlich so viele Daten einverleibt, was damit passiert und was das für den Einzelnen bedeutet, erklärt dieser Beitrag. Der Artikel auf Seite 76 dröselst auf, aus welchen Quellen die Daten stammen und wie die Sammelei technisch vonstatten geht.

Ab Seite 80 zeigen wir, wie Sie herausfinden, was Facebook über Sie weiß oder zu wissen glaubt und wie Sie unerwünschte oder falsche Informationen löschen oder berichtigen. Der Beitrag ab



Seite 84 schließlich beleuchtet die juristische Seite der Facebook'schen Datenerhebung und die Bemühungen des Österreichers Max Schrems um mehr Datenschutz bei Facebook.

### Im Maschinenraum

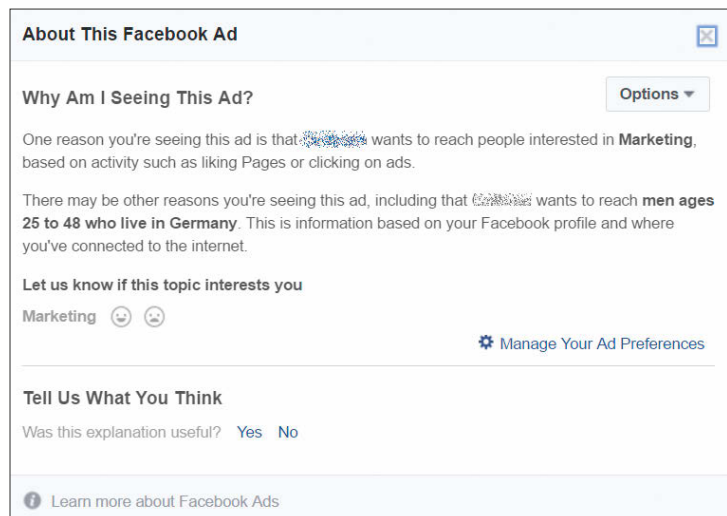
Wann immer ein Nutzer einen Link oder Kommentar postet, jemanden auf einem Foto markiert oder seine Lieblingsband mit einem „Like“ versieht, gibt er Face-

book Informationen über sich preis. Werfen Sie einmal einen Blick in Ihr Aktivitätsprotokoll (siehe c't-Link). Dort hält Facebook minutiös fest, was Sie alles auf der Plattform gemacht haben.

Facebook kennt aber in der Regel auch wesentliche Teile Ihres sozialen Netzwerks und weiß, wann Sie bestimmte Websites aufrufen. Bei etlichen Apps kriegt Facebook mit, wann Sie sie einsetzen – und zwar bei weitem nicht nur bei

26. OKTOBER	Jo Bager ist jetzt mit Iulian Mardarie befreundet.	
24. OKTOBER	Jo Bager wurde in einem Beitrag erwähnt.	 <p>Kollege Bager experimentiert für einen Artikel mit Facebooks Ad-Targeting und hat mich mit seiner kruden Kampagne tatsächlich erwischt. Jo, Du Reklame-Stalker!</p>
19. OKTOBER	Jo Bager hat Leafs Video geteilt.	 <p>First batch is sold out. Sign up here for priority access to the limited second batch. <a href="http://bit.ly/2aKF3Xe">http://bit.ly/2aKF3Xe</a></p>
18. OKTOBER	Jo Bager gefällt Hannovers Beitrag.	😊
17. OKTOBER	Jo Bager hat Das alte Hannovers Beitrag geteilt.	In der chinesischen Stadt Changde ist so eine Art Mini-Hannover gebaut worden.
12. OKTOBER		

Facebook merkt sich genau, was man wann auf der Plattform macht.



denen der Töchter WhatsApp und Instagram. Facebook zapft sogar Quellen an, die Ihr analoges Leben jenseits des Internet kennen (siehe S. 76).

All diese Informationen bündelt Facebook, um Werbung zu verkaufen, denn das ist das Geschäftsmodell des Unternehmens – und zwar ein sehr einträgliches. Werbung trug im zweiten Quartal 2016 6,2 Milliarden zu den Gesamtsätzen von 6,4 Milliarden US-Dollar bei, bei insgesamt 2,1 Milliarden Dollar Gewinn. Facebook punktet damit, seine Nutzer sehr zielgenau mit sogenanntem Targeting ansprechen zu können, also mit speziell auf die Interessen der Benutzer zugeschnittenen Anzeigen.

Und welches Bild hat Facebook über Sie? Wer nicht wie Max Schrems unter einigen Mühen das komplette Dossier per Auskunftersuchen anfordern will (siehe S. 84), kann in den „Einstellungen für Werbeanzeigen“ zumindest einen Einblick erhalten. Aufrufen lassen sich diese über die persönlichen Einstellungen oder das zu jeder Facebook-Werbung gehörende Menü.

Dann erscheint eine Liste mit Themen, Unternehmen, Produkten und Dienstleistungen, von denen Facebook glaubt, dass sie Sie interessieren könnten. Wenn Sie mit Ihrem Mauszeiger über die angezeigten Themen fahren, bekommen Sie sogar angezeigt, warum Facebook das relevant für Sie hält. Falls momentan passende Anzeigen auf Facebooks Werbepattform geschaltet werden, erscheinen diese ebenfalls.

**Bei jeder Werbeanzeige auf der eigenen Plattform legt Facebook Rechenschaft darüber ab, aufgrund welcher Zielgruppendaten sie ausgewählt wurde.**

Im Falle des Autors dieses Artikels kommt dabei eine Mischung aus gut trefenden, aber auch einigen merkwürdigen Einschätzungen zusammen: „Info über Facebook for Android – Du hast diese Einstellung, weil du die App Facebook for Android installiert hast“ – stimmt. „(13–18 Jahre) Eltern mit Teenagern“ – passt. Aber wie kommt Facebook darauf, dass ich mich für die Bibel interessieren könnte, oder für „Lehnswesen“? „Du hast diese Einstellung, weil du eine Werbeanzeige im Zusammenhang mit Lehnswesen angeklickt hast“ – muss länger her sein, ich kann mich nicht daran erinnern.

Facebook gewährt seinen Nutzern diese Einblicke natürlich nicht selbstlos, eher im Gegenteil. Vielmehr soll der Anwender hier unzutreffende Interessen löschen, also: Sein Profil für Facebook zusätzlich schärfen.

### Rasterfahndung

Beim Targeting geht es nicht darum, den einzelnen Kunden zu adressieren, also zum Beispiel mich, Jo Bager, persönlich. Auch handelt Facebook nicht mit den Daten; diesen Informationsschatz gibt das Unternehmen nicht aus den Händen. Vielmehr schalten Werbetreibende Anzeigen, die bestimmte Zielgruppen erreichen sollen.

Aus 1300 Kategorien kann jeder Werbetreibende sein Zielpublikum herauspicken. Nach der Auswahl der Basisdaten – Ort, Alter, Geschlecht, Sprache – gehts ans Eingemachte: Schulabschluss, Arbeitsbranche, Monatseinkommen und Be-

ziehungsstatus lassen sich einfach an- und abwählen. Soll die Zielgruppe eine Fernbeziehung, einen neuen Job oder bald Geburtstag haben? Interessiert sie sich für Festplatten, Freizeitparks, Golf, Landwirtschaft, Mangas, Militär, Motorroller, Reptilien, Schlagzeug, Schokolade, Talkshows, Tattoos, Yoga? Führt sie BMW, benutzt sie Linux, besitzt sie Aktien, zieht sie häufig um? 12 Millionen Facebooker leben in einer komplizierten Beziehung, 33 Millionen interessieren sich für Nagelpflege, 155 Millionen hören gerne Funk.

Einen guten Eindruck von Facebooks Möglichkeiten erhält man mit einem kleinen Perspektivwechsel, nämlich indem man eine eigene Werbung platziert. Das haben wir ausprobiert und eine Kampagne gestartet, die auf c't-Kollegen ausgerichtet war: Über 18, im Umkreis von Hannover wohnend, an Computern interessiert und bei Heise angestellt. Die Werbung lief zwei Tage; von einem halben Dutzend Kollegen kam die Rückmeldung, dass sie sie gesehen haben.

### Blasen-Forschung

Facebook benutzt die Kenntnisse über seine Nutzer auch, um die in deren Timelines angezeigten Informationen einzuschränken. Kein Mitglied des sozialen Netzwerks bekommt alle abonnierten Inhalte zu Gesicht; das wären in aller Regel zu viele. Daher filtert Facebook vor und versucht nur diejenigen Posts anzuzeigen, die die Benutzer besonders interessieren. Das erzeugt den sogenannten Filterblasen-Effekt: Nutzer bekommen eher solche Posts zu sehen, die ihre Meinungen bestätigen, andere Ansichten werden ausgeblendet.

Facebook ist längst nicht mehr nur ein Kommunikationswerkzeug, sondern für viele Menschen auch eine wichtige Nachrichtenquelle. Die Plattform wird mehr und mehr zu einem Massenmedium, die mit ihren Filtern bestimmt, was seine 1,7 Milliarden Nutzer zu sehen bekommen – ein riesiges Machtinstrument. Das bestätigen auch Facebooks eigene Forscher, die gerne einmal die Plattform als sozialwissenschaftliches Experimentierfeld nutzen.

So haben sie im Jahr 2012 mit den Stimmungen der Mitglieder herumgespielt. Zwei Gruppen wurden jeweils eher optimistische oder pessimistische Postings



ihrer Freunde gezeigt. Das hatte den Effekt, dass die Gruppen in der Folge auch eher positive oder negative Posts veröffentlicht haben. Mit einem Experiment während der US-Wahlen 2010 und 2012 könnten Facebooks Forscher zudem den Beweis erbracht haben, dass das Netzwerk durch kleine Modifikationen in den Timelines sogar eine Wahl entscheiden kann, die auf der Kippe steht (siehe c't-Link).

Nicht jede Information, die sich aus Facebooks Datenschatz herauslesen lässt, liegt dort mit der Zustimmung der Betroffenen. Das zeigen immer wieder Beobachtungen im Zusammenhang mit dem Freundefinder. Dieser empfiehlt Mitgliedern Menschen, zu denen sie tatsächlich eine irgendwie geartete Verbindung haben – von der sie sich aber nicht vorstellen konnten, dass Facebook sie kennen kann. Der amerikanische Webdienst Fusion berichtete im Juni von einer Psychaterin, die so eine Erfahrung gemacht hat. Obwohl sie, wie sie beteuert, ihr Adressbuch nicht hochgeladen hatte, begann Facebook plötzlich, ihr ihre Patienten als Freunde vorzuschlagen. Schlimmer noch: Mehreren ihrer Patienten sind andere Patienten als Freunde vorgeschlagen worden – ein unter Umständen schon gefährliches Outing.

## Fatale Verknüpfungen

Bei den Freundefinder-Empfehlungen bleiben die Informationen zumindest innerhalb des Netzwerks, Facebook gibt sie ja nur an die betroffenen Mitglieder weiter. Aber externe Parteien zeigen natürlich ein großes Interesse an den bei Facebook lagernden Daten. Zum Beispiel für das Scoring: Das Hamburger Unternehmen Kreditech zieht bei seinen Bewertungen für die Kreditvergabe auch Social-Media-Daten mit heran: Mit wem ist der potenzielle Kreditnehmer befreundet? In welcher Lebenslage befindet er sich? Und wie kommuniziert er? Wohl dem, der den richtigen Freundeskreis hat und diejenigen Dinge liked, die Kreditechs Algorithmen als positiv ansehen. Insgesamt will das Unternehmen 20.000 Datenpunkte innerhalb von Sekunden auswerten. Dazu gehören nach Präsentationen von Kreditech auch Informationen, die aus Facebook stammen. Woher es diese Daten bezieht und was es mit ihnen macht, verrät das Unternehmen nicht.

Das britische Unternehmen Score Asured will Vermietern auf ähnliche Weise generierte Auswertungen aus den Social-Media-Aktivitäten von potenziellen Mietern verschaffen. Bereits fast die Hälfte der Personalverantwortlichen recherchiert nach einer Statistik des Portals Statista in den Online-Profilen von Bewerbern, um mehr über sie zu erfahren. Fünfzehn Prozent hätten aufgrund von dort gefundenen Informationen sogar schon Bewerber nicht eingeladen oder nicht eingestellt.

Behörden interessieren sich ebenfalls für Facebooks Daten – das ist spätestens seit den Veröffentlichungen von Edward Snowden bekannt. Das Unternehmen ist zur Kooperation mit US-Geheimdiensten gezwungen, darf aber nicht darüber berichten.

Aus Snowdens Veröffentlichungen wurde bekannt, dass Facebook zudem in der Vergangenheit im Auftrag der US-Regierung regierungskritische Veranstaltungsinfos und Direktnachrichten zwischen teilnehmenden Nutzern manipuliert hat, um Demonstrationen zu verhindern. Egal ob Scoring oder staatlicher Eingriff: Oft hat man nicht einmal die Chance, von den Zugriffen und Manipulationen zu erfahren.

## Daten machen Leute

Man mag Facebooks Datenhunger damit abtun, dass der Deal nun mal auf diese Weise funktioniert: Das Unternehmen hält eine Plattform bereit, auf der man sich mit Freunden und Kollegen trifft und austauscht. Facebook erhält dafür die Daten und schneidet damit Werbung zielgenau auf seine Nutzer zu.

In einer digitalisierten Welt sind die Daten über einen Menschen allerdings mehr als nur ein paar Informationsfetzen oder ein Abbild. Die Daten über Sie machen vielmehr ein gutes Stück weit aus, wer Sie *sind*: Die Daten beeinflussen, mit wem Sie in Kontakt kommen, wie andere Sie sehen und welche Inhalte Sie zu sehen bekommen; mitunter wirken sie sich auf wichtige Lebensentscheidungen aus, etwa bei der Wohnungs- und Jobsuche.

Facebook weiß sehr viel über seine Mitglieder, und auch über Menschen, die gar keinen Account bei der Plattform haben. Daher sollte sich jeder die Zeit nehmen und genau kontrollieren, welche Daten das Netzwerk über ihn speichert und sie gegebenenfalls korrigieren. Die folgenden Artikel helfen dabei. (jo@ct.de) **ct**

**Weiterführende Informationen:**  
[ct.de/ybn2](http://ct.de/ybn2)

The screenshot shows the Facebook targeting interface. On the left, under 'Standorte', 'Alter', 'Geschlecht', and 'Sprachen', there are dropdown menus and checkboxes. The 'Zielgruppenauswahl' section on the right shows a 'Detaillierte' view with 'Interessen > Einkaufen und Mode > Bekleidung' selected. Below this, a list of interests is shown with checkboxes: 'Bekleidung' (checked), 'Damenbekleidung' (checked), 'Herrenbekleidung', 'Kinderbekleidung', 'Schuhe', and 'Einkaufen'. On the far right, a 'Zielgruppendefinition' section shows a gauge indicating the target group size is 'ziemlich groß' (quite large). Below this, 'Zielgruppendetails' lists various attributes like 'Ort', 'Alter', 'Platzierungen', and 'Placements'. At the bottom right, a box displays '572.963.880 Personen' and 'Interessen > Einkaufen und Mode > Bekleidung > Damenbekleidung'.

Unternehmen können Werbung auf Facebook genau für spezifische Zielgruppen zuschneiden.



# Sammelleidenschaft

## Wie und wo Facebook seine Daten zusammenträgt

**Klar ist: Facebook sammelt sehr viele Daten über seine knapp zwei Milliarden Mitglieder, und auch der Rest der Menschheit gerät in den Gravitationsstrudel dieses schwarzen Datenlochs. Aber wie genau kommt Facebook an die Informationen?**

**Von Herbert Braun**

**F**acebook erfährt innerhalb der eigenen Plattformen auf fünf Weisen Neues: Indem es erstens auswertet, was Nutzer aktiv über sich angeben, was sie zweitens indirekt durch ihre Aktionen wie liken oder posten hinterlassen und

was drittens Nutzer über andere verraten, etwa durch Taggen von Fotos. Außerhalb seiner Plattformen sammelt Facebook viertens fleißig jene Spuren, die Nutzer beim Surfen oder beim Einsatz von Apps hinterlassen – und zwar mithilfe von Codeschnipseln in Websites und Apps. Als Fünftes kommen noch aufgekaufte externe Datenbanken hinzu.

Die meisten aktiv eingegebenen Inhalte finden sich auf der „Info“-Seite jedes Profils: Ausbildung, Beruf, Lebensstationen, Adresse, Kontaktdaten, Familienmitglieder, Profilfoto. Hier hat der Nutzer die Kontrolle, was er preisgibt. Der Übergang zur zweiten Kategorie, den impliziten Daten, ist fließend. Ein hochgeladenes Foto enthält nicht nur Pixel, sondern in

der Regel auch Metadaten über Kamera sowie Zeit und Ort der Aufnahme.

Durch Bilderkennungsalgorithmen lassen sich auch die Inhalte maschinell auswerten. Dass Facebook routinemäßig solche Techniken einsetzt, zeigt sich schon an der Bitte, den meist korrekt ermittelten Gesichtern auf dem Foto Namen zuzuweisen. Facebook versucht bereits seit Längerem, die Gesichter auf Fotos automatisch zu erkennen und zu kennzeichnen („photos that look like you“). Dies passiert bislang nach unserer Kenntnis nur in den USA.

Bei Status-Updates, geposteten Links und den standardmäßig nicht Ende-zu-Ende-verschlüsselten Chats im Messenger analysiert Facebook vermutlich die

Schlagworte – und sei es auch, indem es sie für allgemeine Auswertungen à la Google Trends aggregiert. Der mobile Client fügt jedem Posting Standortinformationen hinzu, solange man das nicht abstellt.

Unabhängig von Beiträgen jeder Art kann Facebook die Aktivitäten seiner Nutzer umfassend nachverfolgen, zum Beispiel das reine Leseverhalten. Beim Herumsurfen auf der Seite lassen bereits die Standard-HTTP-Header erkennen, wann und wie lange ein Benutzer Zeit für den Newsfeed hat, welche Beiträge er öffnet und ob er das vom stationären Rechner oder vom Mobilgerät aus tut.

Eine grobe Ortung lässt die IP-Adresse zu. Auf dem Mobilgerät haben Facebook- und Messenger-App in der Regel Zugriff auf die Ortungsfunktion. Damit könnten die Apps zu jeder Zeit den Standort des Nutzers nach Hause funken, auch wenn die App nur im Hintergrund läuft. Den Standort soll zumindest der Messenger nach Angaben von Facebook allerdings nicht verraten. Andererseits erklärt Facebook in seiner Data Policy explizit, Standortdaten zusammen mit Geräte-, Browser- und Verbindungsinformationen aufzuzeichnen.

Likes, Shares und Kommentare verbinden einen Nutzer sowohl mit anderen Profilen oder Seiten als auch mit bestimmten Themen – äußerst wichtig für Facebooks Werbekunden. Wenn ich ständig die Katzenfotos einer Freundin like, kann Facebook daraus sowohl mein Interesse an Katzen wie an der Posterin erschließen. Indizien dafür liefert aber be-

reits das Ausklappen abgekürzter oder zusätzlicher Beiträge, das Öffnen von Links beziehungsweise Fotos in der Einzelsicht oder das Einblenden verborgener Kommentare.

Im Zentrum jedes sozialen Netzwerks stehen die Verbindungen zu anderen Mitgliedern. Kein Wunder also, dass sich Facebook alle Mühe gibt, bestehende Kontakte auf seiner Plattform abzubilden. So erklären sich die teilweise penetranten Versuche, Nutzer zum Upload ihres Adressbuchs zu nötigen. Auf diese Weise gelangen auch Daten über Nichtmitglieder zu Facebook. Melden diese sich irgendwann einmal an, finden sie sich sofort in ihr soziales Umfeld eingebettet.

### Daten-Zuträger

Nicht alle Informationen, die Facebook über eine Person besitzt, stammen von dieser selbst. Ein bekanntes Beispiel dafür ist das Taggen von Fotos – auf diese Weise kann das Netzwerk auch manche Personen erkennen und mit anderen in Verbindung bringen, die kein eigenes Facebook-Profil haben.

Mitunter scheint es zu genügen, dass sich zwei Mitglieder am selben Ort ungefähr zur selben Zeit aufhalten, damit sie einander als Freunde vorgeschlagen werden. Dass sich Facebook für das Freundschaften mit der räumlichen Nähe auseinan-

dergesetzt hat, geht zumindest aus einem Patent des Unternehmens aus dem Jahr 2012 hervor. Und es würde auch die mysteriösen Freunde-Empfehlungen aus dem Artikel auf Seite 72 erklären.

Such- und Freundschaftsanfragen können als Indiz gelten, dass zwischen zwei Personen Kontakt besteht. Das gleiche gilt für Erwähnungen von Nutzern, Beiträge in der Timeline eines Profils oder wiederholtem Austausch, etwa in den Kommentaren oder im Messenger. Viele Lebensereignisse bieten die Möglichkeit, eine Person einzubeziehen, etwa „in Beziehung mit“; der

oder die Betreffende kann dieses Ereignis dann der eigenen Timeline hinzufügen. Ein gegenteiliges Signal sendet das Stummschalten von Freunden, das Entfreunden oder Blockieren. Einladungen zu Veranstaltungen, geschlossenen Gruppen, Apps oder Spielen bringen ein Profil mit dem jeweiligen Thema in Verbindung.

Auch von Firmen erhobene Daten können bei Facebook landen. Angenommen, ein Unternehmen möchte bereits bestehenden Kunden auf Facebook Werbung für ein neues Produkt zeigen. Dazu speist es seine Kundendatenbank oder die Teilnehmer eines Preisausschreibens mit Namen, Mail-Adressen und Telefonnummern in eine sogenannte „Custom Audience“-Liste ein. Diese gleicht Facebook mit bestehenden Profilen ab, um ihnen gezielt die Werbung zu zeigen. Nach Facebooks Angaben läuft dieser Abgleich jedoch nur über Hash-Werte ab, die anschließend gelöscht werden.

### Wachsendes Imperium

Facebook sammelt nicht nur in den eigenen Mauern Daten, auch die Tochterunternehmen steuern viele Informationen bei. WhatsApp zum Beispiel überträgt die Telefonnummern und die Nutzungszeiten seiner Anwender. Und das 2012 aufgekaufte Instagram – mit zirka 500 Millionen aktiven Benutzern ein weiterer Web-Gigant – liefert ebenfalls fleißig Daten an den Mutterkonzern. Instagram räumt sich mit seinen Datenschutzbedingungen das Recht ein, „Cookies, Protokolldateien, Gerätekennungen, Or-

## Weniger bekannt ist, dass Facebook als Internet-Provider agiert.

Facebook erhebt nicht nur selbst Daten, sondern ermöglicht es auch Drittunternehmen, Kontaktlisten hochzuladen.



tungsdaten und Nutzungsdaten“ an Facebook zu übertragen.

Weniger bekannt ist, dass Facebook in zunehmendem Umfang auch als Internet-Zugangsprovider agiert. In derzeit 53 Entwicklungsländern in Afrika, Ostasien und Lateinamerika bietet es im Rahmen von internet.org sein „Free Basics“-Paket fürs mobile Surfen an. Aktuell nutzen 40 Millionen Menschen diesen kostenlosen Internetzugang.

Ein Auszug aus den Datenschutzbedingungen von Free Basics: „Wir sammeln beschränkte Geräte-, Browser- und Nutzungsinformationen, wenn du Free Basics verwendest. Insbesondere sammeln wir die Art des von dir verwendeten Geräts bzw. Browsers und Betriebssystems, deine App-Version, App-ID und Geräte-ID, die Zeit und das Datum deiner Verbindung, deinen Mobilfunkanbieter, deine IP-Adresse, deine Telefonnummer, deine Batterie- und Signalstärke, dein Land, deine Spracheinstellung und die Dienste Dritter, nach denen du in Free Basics suchst bzw. die du dort nutzt.“ Ähnlich dacht an der Quelle sitzt die Facebook-Tochter Onavo, die für Android und iOS kostenloses VPN anbietet und deren Datenschutzbedingungen ganz ähnliche Klauseln enthalten.

Die anderen Facebook-Akquisitionen spielen in Sachen Datenaufkommen nicht in der gleichen Liga, sollten aber dennoch

nicht übersehen werden. Bekannt ist vor allem das VR-Unternehmen Oculus. Die Fitness-App Moves begleitet die Nutzer beim Joggen und Radeln. Dazu kommen noch diverse Apps, die Facebook unter eigenem oder unter Instagrams Namen herausgibt. Bei den meisten ist der Bezug zum Netzwerk offensichtlich, aber etwa bei der beliebten Spaß-Video-App MSQRD („Masquerade“) oder dem Animationsgenerator Boomerang nicht unbedingt.

## Überall mitgeloggt

Bei der Datensammlung Facebooks außerhalb der eigenen Plattform und der Töchter wird jeder als Erstes an den allgegenwärtigen Like-Button denken. Daneben gibt es aber noch diverse andere solcher sogenannter Social Plug-ins, die Website-Betreiber gerne einbinden. Mit den Share- und Quote-Plug-ins etwa teilt man Links oder Textauszüge; über das Send-Plug-in geht das auch via Messenger. Mit „Save“ speichert man Inhalte in einem privaten Bereich auf Facebook, mit dem Follow-Plug-in abonniert man die Updates eines bestimmten Accounts.

Mit weiteren Social Plug-ins lassen sich Facebook-Inhalte in externe Seiten einbinden – Videos, einzelne Beiträge, Kommentare oder eine Übersicht über eine Facebook-Seite (Page-Plug-in). Das

Comments-Plug-in schließlich nutzt Facebooks Infrastruktur, um Leser für Kommentare zu authentifizieren und diese mit deren Accounts zu verbinden.

Bei allen seinen Social Plug-ins schlägt Facebook vor, diese über ein JavaScript einzubinden, das direkt vom Facebook-Server kommt. Auf diese Weise erfahren die Server in Menlo Park von jedem Aufruf der betreffenden Seite. Die meisten Menschen dürften nicht wissen, dass Facebook so ihre Klicks auf vielen Sites verfolgen kann. Auf größeren deutschen Websites trifft man den Like-Button in seiner ursprünglichen Form nicht mehr überall an – möglicherweise hat das „Shariff“-Projekt der c't hier etwas bewegt (siehe Seite 80). Dieses sorgt dafür, dass die Facebook-Server erst kontaktiert werden, wenn der Nutzer den Button anklickt.

Das heißt aber nicht, dass alles gut wäre. Unter Webmastern mangelt es bei der Einbindung von Fremdservern an Datenschutzsensibilität – es gibt populäre Websites, die Inhalte von mehr als einhundert Domains einbinden. Da überrascht es nicht, dass gerade facebook.com beim Aufruf der meisten größeren Websites angefunkt wird. Weniger bekannt ist, dass auch viele Apps Inhalte von Facebook einbetten, zum Beispiel Spotify, Shazam, Tinder und Blendle.

Facebook Login ist eine praktische Authentifizierungslösung. Facebook-Mitglieder können damit ihren Account nutzen, um sich auf Drittanbieter-Webdiensten oder in Apps einzuloggen. Sie müssen sich also ein Passwort weniger merken. Mehrwert für Facebook: Das Unternehmen erfährt, welche Dienste und Apps seine Mitglieder nutzen, und wann. Mit dem „Account Kit“ eröffnet Facebook auch Menschen, die keinen Facebook-Account haben, diese Möglichkeit. Zur Registrierung benötigt Facebook deren Mobilfunknummer oder E-Mail-Adresse.

## Kekspackung

Weitere Informationen kommen durch Facebooks Werbebanner außerhalb des Netzwerks zusammen. Das „Audience Network“ ist für Mobilgeräte gedacht und kommt in Apps wie in Mobil-Websites zum Einsatz. Zur Erfolgskontrolle und Konversionssteigerung hält der Konzern das Zählpixel „Facebook Pixel“ und seine Analytics-Lösung für Apps bereit. Die



Bild: Facebook

Aus allen Daten das Maximum herausholen: Für Facebook sind Bilder längst mehr als Pixelhaufen. Es kann sie analysieren und per Text beschreiben.



technische Basis für die zielgruppen-gerechte Werbung über alle Geräte hinweg kaufte Facebook 2013 von Microsoft: Atlas Solutions, einen Adserver mit Reichweitenmessung und Facebooks Gegenstück zu Googles DoubleClick.

Seit Mai dieses Jahres sammelt Facebook explizit auch von Nichtmitgliedern Daten, um maßgeschneiderte Banner ausliefern zu können. Eine gerichtliche Auseinandersetzung mit der belgischen Datenschutzbehörde über diese Praxis gewannen die Kalifornier im Juni. Bei diesem Prozess ging es um Cookies, mit denen Facebook auch außerhalb der eigenen Plattform Werbung ausliefern und Nutzerdaten analysieren kann.

Auch in Deutschland sammelt Facebook so Daten ein, sowohl für Mitglieder der Plattform als auch für Nichtmitglieder. Nichtmitglieder erhalten allerdings viel weniger Cookies als Mitglieder: Bei einigen Stichproben mit Seiten, die Facebook-Widgets nutzen, schickte uns Facebook im ausgeloggten Zustand fast nirgends ein Cookie; nur bei bild.de fingen wir uns eines namens „fr“ ein – zusammen mit gut 200 Cookies von über 80 anderen Domains.

Wer eingeloggt ist, wird in seinem Browser ein Dutzend kleine facebook.com-Cookies mit überwiegend langer Laufzeit finden, deren genaue Funktionsweise unserem Wissen nach nicht öffentlich dokumentiert ist. Am häufigsten aktualisiert werden „presence“ und „fr“, die mit etwa 160 beziehungsweise 80 Zeichen auch die umfangreichsten sind. „c\_user“ enthält die Benutzer-ID und soll zusammen mit „datr“ und „xs“ eingeloggte Benutzer authentifizieren.

Nach eigenen Angaben verwendet Facebook die Cookies außerdem, um Identitätsdiebe oder Spammer zu erkennen, um (etwa in den Plug-ins) ortsbezogene Inhalte auszuliefern oder Einstellungen zu berücksichtigen sowie für die Verbesserung der Performance. Zusätzliche Einstellungen speichert Facebook im localStorage unter [www.facebook.com](http://www.facebook.com), offenbar aber nicht zum Zweck der Identifizierung.

## Datenkauf und -verschmelzung

Um Werbung noch gezielter auf seine Mitglieder zuzuschneiden, als das mit den eigenen Profilen ohnehin schon möglich ist,

arbeitet Facebook mit externen Datenhändlern zusammen. Deren Informationen stammen teils von Werbenetzwerken, teils aber auch aus Quellen außerhalb des Internet – Personendaten, Einkaufsgewohnheiten, Autoregistrierungen, Beruf, Familie, Finanzdaten, Urlaubswünsche und vieles mehr.

Facebook bezieht in Deutschland Daten von Acxiom und Datalogix, weltweit arbeitet es außerdem auch mit BlueKai, Epsilon und Quantum zusammen. Diese stellen auf Anfrage Zielgruppenlisten zur Verfügung, die Facebook mit seinen Nutzerprofilen abgleicht. Bei Acxiom und Datalogix geschieht das über eine gehashte Mail-Adresse. Facebook erhält also nur Daten über Menschen, die es bereits kennt. Und es gibt nach eigenen Angaben an seine Partner keine personenbezogene Informationen weiter.

Es ist kein Zufall, dass bei externen Daten immer wieder E-Mail-Adressen und Mobilfunknummern eine Rolle spielen. Sie sind die Schlüssel, mit denen Facebook Daten aus fremden Quellen mit seinen eigenen Informationen verknüpft: Die WhatsApp-Nutzungszeiten etwa kann Facebook über die Mobilfunknummer in aller Regel einem bestimmten Nutzer des sozialen Netzwerks zuordnen.

Facebook begnügt sich nicht damit, Daten aus verschiedenen Quellen zu sammeln und zu möglichst genauen Profilen zu aggregieren. Das Unternehmen betreibt vielmehr eine große Datenanalyse-Abteilung, die versucht, den vorhandenen Daten neue Informationen abzuringen. Ab und zu öffnen Facebooks Datenwissenschaftler die Tür zu ihrer Hexenküche einen Spalt und geben Einblick in ihre Forschungen.

Eine komplette semantische Analyse der Beiträge zum Beispiel ist mit dem

DeepText-Projekt auf dem Weg. Es soll Facebook-Posts, Kommentare und Nachrichten in über 20 Sprachen verstehen. Dabei soll es neben dem grundsätzlichen Thema auch die Stimmung eines Textes sowie die Ereignisse, Personen und Orte identifizieren, um die es darin geht.

## Im Zweifel aggressiv

Ihnen wird sicherlich aufgefallen sein, dass wir in diesem Artikel an etlichen Stellen defensiv formulieren. Die vorsichtigen Formulierungen haben den Grund, dass wir es einfach nicht genauer wissen. So groß das Interesse Facebooks an den Informationen über Dritte sein mag, so zurückhaltend ist es darin, Dinge über sich preiszugeben.

Wir haben Facebook eine Liste mit Fragen geschickt, um genauer zu erfahren, welche Daten das Unternehmen an welchen Stellen einsammelt und was es damit macht. Erhalten haben wir aber nur sehr vage allgemeine Informationen. Ein Stück weit kann man das auch nachvollziehen: Ein Werbekonzern wie Facebook will der Konkurrenz sicher nicht aufs Brot schmieren, wie man Datenberge über Menschen effektiv aufbereitet.

Für Sie bedeutet das, dass Sie unsere Erläuterungen interpretieren müssen. Und dabei sollten Sie eher davon ausgehen, dass Facebook aggressiv alles aufsaugt, was es kriegen kann und damit alle beschriebenen Methoden auf seine Daten loslässt – und womöglich noch ein paar mehr, von denen auch wir noch nichts gehört haben. Daten sind ein wertvoller Rohstoff in der Werbebranche und Facebook ist ein Meister darin, diesen Rohstoff zu raffinieren. (jo@ct.de) **ct**

**Weiterführende Informationen:**  
[ct.de/y29a](http://ct.de/y29a)



Gefällt mir: Nur ein kleiner Knopf, aber er ermöglicht es Facebook, mitzuschneiden, wer die Seite besucht.

# Außen vor

## Daten bei Facebook kontrollieren und löschen



**Facebook bietet eine Reihe von Funktionen, mit denen sich gespeicherte Informationen überprüfen und löschen lassen und mit denen man für seine Daten festlegt, wer sie zu sehen bekommt. Man muss die Einstellungen dafür nur finden.**

Von Jo Bager

**M**ache Facebook zu deinem Facebook – Ende Oktober hat Facebook eine millionenschwere Werbekampagne gestartet. Anzeigen in Tageszeitungen, Publikumszeitschriften

und Außenwerbung sollen Deutsche davon überzeugen, dass sie jederzeit die Kontrolle darüber haben, was von ihnen bei Facebook zu sehen ist.

In der Tat kann man viele der Dinge kontrollieren, die Facebook über einen weiß und die Dritte zu sehen bekommen. Leider ist es nicht so einfach, wie es die Anzeigen suggerieren. Dort steht zum Beispiel „Ich hab mal etwas gepostet, was ich nie, nie, nie hätte teilen sollen.“ Als Lösung bietet das Banner an: „Auf Facebook etwas zu löschen heißt: Es ist weg. Schnell und unkompliziert.“

Das ist allerdings grob irreführend. Denn wenn etwas erst einmal in einem digitalen Medium wie Facebook veröffent-

licht wurde, kann man nie mehr sicherstellen, dass es „weg“ ist. Man kann es zwar in seiner eigenen Timeline löschen. Aber andere können es bis dahin kopiert haben und jederzeit wieder veröffentlichen.

### Plattformfrage

Deshalb lautet eine gute Faustregel im Umgang nicht nur mit Facebook, sondern mit digitalen Medien generell: Alles, was man veröffentlicht, sollte man auch Fremden auf der Straße zeigen können. Nur wenn man diese Regel immer beherzigt, kann man sicher sein, dass zum Beispiel Fotos, die nur für die Augen enger Freunde bestimmt sind, nicht plötzlich in der Öffentlichkeit auftauchen.

Der Zugriff auf Posts lässt sich in der Facebook-Timeline auf bestimmte Adressaten einschränken. Zudem hält die Plattform auch geschlossene und geheime Gruppen bereit, in denen sich Gleichgesinnte austauschen können, ohne dass Dritte mitlesen. Selbsthilfegruppen zum Beispiel machen davon Gebrauch. Will man über intime oder vertrauliche Dinge kommunizieren, gibt es aber geeignetere Medien, denn Facebook liest immer mit.

Als Alternative bieten sich zum Beispiel Messenger an, die Nachrichten Ende-zu-Ende-verschlüsseln. Dazu gehören etwa Threema und WhatsApp. Denn durch die Verschlüsselung bekommen nur die Teilnehmer einer Konversation die Inhalte zu Gesicht, nicht aber der Plattform-Betreiber. Auch der Facebook Messenger beherrscht Ende-zu-Ende-Verschlüsselung, ist aber zu unflexibel. So lassen sich Chats dort nur von einem bestimmten Gerät zu einem bestimmten anderen verschlüsseln. Im Unterschied zu Threema und WhatsApp erlaubt er zudem keine verschlüsselten Gruppenchats.

### Inventur

Im Laufe der Nutzung fallen bei Facebook viele Informationen an, die insgesamt ein recht scharfes Profil Ihrer Persönlichkeit abgeben. Sie sollten sich daher von Zeit zu Zeit einen Überblick über die gespeicherten Daten verschaffen und gegebenenfalls aufräumen. Einen ersten Eindruck über die eigenen Aktivitäten gibt einem das Aktivitätenprotokoll, zu erreichen über den Link im Banner-Bereich des eigenen Profils. Hier listet Facebook

minutiös auf, was man wann gemacht hat. Jeder Eintrag lässt sich einzeln editieren oder löschen.

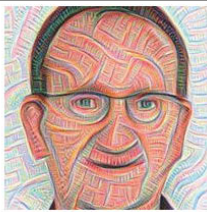
Mit dem Privatsphäre-Check können Sie sich Ihr Profil auch mit den Augen eines anderen Mitglieds ansehen, um zu kontrollieren, dass dieses wirklich nur zu Gesicht bekommt, was es sehen soll. Sie finden ihn über das Schloss-Icon in der Menüleiste. Dort können Sie auch mit „Wer kann meine zukünftigen Beiträge sehen?“ den Standard-Empfängerkreis für das Posten zukünftiger Beiträge vorgeben: „Öffentlich“, „Freunde“, „Nur ich“, oder – oft die beste Wahl – „Weitere Optionen“. Hier können Sie eigene Empfängerlisten definieren.

Sie können sich auch eine Kopie aller persönlicher Informationen, die Sie auf Facebook geteilt haben, erzeugen lassen (alle URLs unter dem c't-Link). Facebook stellt die Daten als Zip-Datei zum Herunterladen bereit. Das Paket zu schnüren dauert ein paar Minuten. Facebook weist Sie mit einer Mail darauf hin, wenn der Download bereitsteht.

Das Paket gibt Ihnen einen guten Eindruck davon, wie viel Facebook über Sie weiß. Beim Autoren dieses Artikels, wahrlich kein Facebook-Junkie, sind nur an Text-Inhalten 2 MByte zusammengekommen. Das entpackte Download-Paket stellt die Informationen übersichtlich in Form von HTML-Seiten dar, je eine für „Kontaktinformationen“, „Chronik“, „Fotos“, „Nachrichten“ und zehn weitere Kategorien.

Der Download umfasst aber nur Informationen, die Sie selber explizit auf Facebook hochgeladen haben. Facebook weiß aber noch mehr über Sie, zum Beispiel indem es Ihr Verhalten auswertet. Diese Rückschlüsse gehen in Ihr Werbeprofil ein, die Grundlage für Werbung, die Facebook Ihnen präsentiert.

In seinen Werbeeinstellungen zeigt Facebook Interessengebiete an, von denen es glaubt, dass sie Sie interessieren. Sie erreichen diese Einstellungen, wenn Sie den Menüeintrag „Warum wird mir das hier angezeigt“ des zu jeder Facebook-Anzeige gehörenden Menüs auswählen und im Pop-up, das dann erscheint, auf „Deine Einstellungen für Werbeanzeigen verwalten“ klicken. Dort können Sie dann Ihr Werbeprofil anpassen – zum Beispiel, indem Sie alle Interessen löschen. Face-



## Jo Bager

Mittwoch, 26. Oktober 2016 um 16:38 UTC+02  
Jo Bager und Iulian Mardarie sind jetzt Freunde.

Mittwoch, 19. Oktober 2016 um 11:44 UTC+02  
Jo Bager hat Leafs Video geteilt.

Montag, 17. Oktober 2016 um 12:44 UTC+02  
Jo Bager hat Das alte Hannovers Beitrag geteilt.

In der chinesischen Stadt Changde ist so eine Art Mini-Hannover gebaut worden.

Dienstag, 11. Oktober 2016 um 12:07 UTC+02

<http://www.heise.de/newsticker/meldung/Module-statt-Betriebssystem-Android-Anpasser-Cyanogen-aendert-Strategie-3344994.html> Der ambitionierte Versuch, ein alternatives Android zu entwickeln, ist gescheitert.

Donnerstag, 29. September 2016 um 10:03 UTC+02  
Jo Bager hat התיאור Video geteilt.

Donnerstag, 22. September 2016 um 07:59 UTC+02

Die Familienministerin spannt Dagmar Bee und andere A-YouTuber für eine Kampagne gegen Hate Speech ein. Grundsätzlich eine gute Idee, aber ...

Dienstag, 20. September 2016 um 08:59 UTC+02

Bisschen chillen mit Rammstein

boerse.to original upload blacky

Dienstag, 6. September 2016 um 11:04 UTC+02  
Jo Bager hat Meeboons Video geteilt.

Freitag, 26. August 2016 um 15:19 UTC+02  
Jo Bager gefällt Linux Inside.

- Profil
- Kontaktinformationen
- Chronik**
- Fotos
- Synchronisierte Fotos
- Videos
- Freunde
- Nachrichten
- Anstupsen
- Veranstaltungen
- Sicherheit
- Ads
- Handys
- Places Created
- Umfrageergebnisse

**Facebook stellt eine Kopie aller persönlichen Informationen, die man auf Facebook geteilt haben, als Paket zum Herunterladen bereit.**

book zeigt Ihnen dann weniger relevante Werbung, andere Konsequenzen hat dies nicht.

## Im Schaltraum

Weitere den Datenschutz betreffende Optionen finden sich in den Einstellungen. Unter „Privatsphäre“ etwa lässt sich festlegen, wer einen kontaktieren und wer nach einem suchen darf. Möchten Sie die Reichweite sämtlicher alter Beiträge komplett auf die Freunde einschränken, findet Sie dort ebenfalls den Schalter dafür.

Unter „Chronik und Markierungseinstellungen“ lässt sich feintunen, was für wen in der eigenen Chronik zu sehen sein soll, und wer dort posten darf. Dort legen Sie zum Beispiel fest, dass nur Ihre Freunde in Ihrer Chronik posten dürfen und dass auch nur Sie und Ihre Freunde diese Posts zu Gesicht bekommen – eine solche Einstellung ist immer ganz gut, wenn der Chef die privaten Partyfotos nicht sehen soll, die Freunde in der Timeline posten.

Facebook nutzt Informationen über seine Mitglieder nicht nur selbst, sondern fungiert auch als Plattform für Drittanbieter-Apps – denen es Informationen bereitstellt. Von Zeit zu Zeit sollte man auch in den App-Einstellungen mal nachsehen,

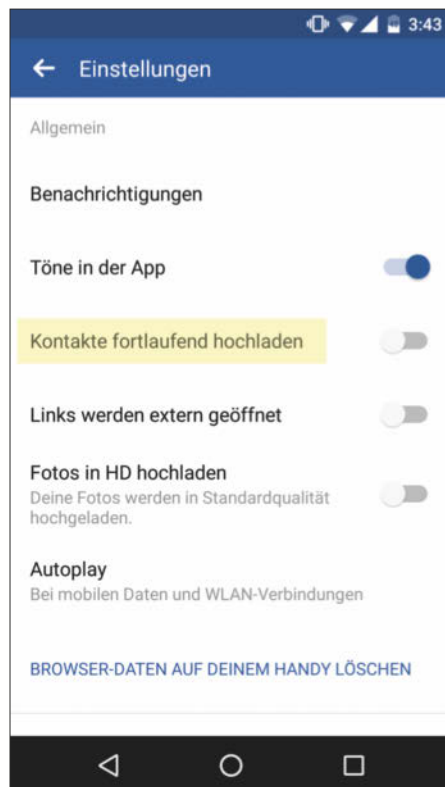
wer da eigentlich alles auf welche Daten zugreifen kann, und aufräumen. Unter „Werbeanzeigen“ kommen Sie zu den allgemeinen Werbeeinstellungen, legen fest, ob Sie überhaupt interessenbasierte Anzeigen sehen wollen und ob Facebook Banner mit Ihren sozialen Handlungen verknüpfen darf – ob sich also der Pizzabäcker mit seiner Kampagne für die neue Lasagne auf Ihr „Like“ für Nudelgerichte beziehen darf.

## Daten von Dritten

Man gibt Facebook nicht nur Daten über sich selbst. Insbesondere der Freundefinder lädt einen dazu ein, auch Daten über Dritte preiszugeben, indem man sein Adressbuch hochlädt. Die Facebook-Apps für Android und iOS zum Beispiel laden Adressbuchdaten hoch, wenn dort die sogenannte „laufende Synchronisierung“ aktiviert ist.

Unter Android deaktivieren Sie dies in den Optionen unter „App-Einstellungen“, unter iOS unter „Einstellungen\Allgemein“. Dort nennt sich der Schalter „Kontakte hochladen“. Haben Sie bereits Kontakte hochgeladen? Auf der Seite „Einladungen und importierte Kontakte verwalten“ können Sie es kontrollieren – und auch einzelne oder alle importierten Kontakte wieder entfernen.





„Kontakte fortlaufend hochladen“ bedeutet: Facebook schaufelt sich alle Adressbucheinträge rein – besser abschalten.

Nach der Lektüre der vorigen beiden Artikel wollen Sie nur noch weg von Facebook und alle Ihre dort gespeicherten Informationen löschen lassen? Das ist möglich, Facebook bietet auch dafür ein Formular. Der Dienst weist darauf hin, dass es nur die selbst geposteten Beiträge löscht. Insgesamt dauert es laut Facebook bis zu 90 Tage, bis alle Inhalte gelöscht sind.

## Draußen

Auch wenn Sie nicht bei Facebook sind, sieht das Unternehmen Sie auf jeder Webseite, welche den Like-Button, andere sogenannte Social Plugins oder Werbung von Facebook anzeigen. Mit einem Cookie kann das Unternehmen alle Seitenaufrufe auf einen Anwender zurückführen. Auch bei Nichtmitgliedern kommen so umfangreiche Profile zusammen.

Sie können dem Unternehmen aber verbieten, Nutzungsdaten für das Targeting zu erheben. Dazu lassen Sie auf [www.youronlinechoices.eu](http://www.youronlinechoices.eu) ein sogenanntes Opt-out-Cookie setzen. Die Plattform vereint übrigens so ziemlich alle Werbe-

vermarkter, die mit Targeting arbeiten, sodass sie diese Cookies auch für viele andere Werbeunternehmen setzen können.

Die Opt-out-Cookies bewahren Sie aber nicht davor, Werbung angezeigt zu bekommen: Ihre IP-Adresse landet also auf jeden Fall bei Facebook. Abgesehen davon birgt diese Methode das Risiko, dass man die Opt-out-Cookies mitlöscht, wenn man seinen Browser mal aufräumt. Dann muss man sie neu setzen lassen. Nachhaltiger schützen Browser-Add-ons gegen neugierige Anzeigenvermarkter wie Facebook, zum Beispiel Adblocker wie das für Chrome, Safari und Firefox verfügbare uBlock.

Für Android und iOS gibt es ebenfalls Werbeblocker, die neugierige Ausspäher ausperren. Soll Facebook per App den Aufenthaltsort mitloggen? Falls nicht, können Sie mit den Einstellungen des Mobilsystems der Facebook-App und der anderen Apps des Unternehmens das Recht entziehen, auf den Standort zuzugreifen.

Benutzt man Facebooks Login, um sich mit dem Facebook-Account woanders einzuloggen, bekommt das Unternehmen mit, welche Dienste man nutzt und wann. Wer das nicht möchte, muss wohl in den sauren Apfel beißen und sich für Drittanbieterdienste eigene Accounts anlegen beziehungsweise bestehende von Facebooks Login auf herkömmliche Logins umstellen. Mit einem Passwortmanager ist es aber gar nicht so schwierig, auch mit vielen Zugangsdaten zu hantieren.

Als Webmaster stehen Sie vor einem Dilemma: Der Like-Button von Facebook sowie andere Social-Media-Buttons helfen, Ihre Seiten bekannter zu machen. Gleichzeitig melden diese aber die IP-Adresse und gegebenenfalls weitere Nutzerdaten Ihrer Besucher bei jedem Seitenaufruf an Facebook und Co.

c't hat dafür eine Lösung entwickelt. Der c't Shariff ersetzt die Standard-Buttons für das Teilen von Inhalten durch eigene. Shariff-Buttons stellen den direkten Kontakt zwischen Social Network und Besucher erst dann her, wenn Letzterer aktiv auf den Share-Button klickt. Shariff hat sich auf tausenden Websites bewährt und steht als kostenlose Open-Source-Lösung für die verschiedensten Plattformen zum Herunterladen zur Verfügung.

Facebook stellt eine Reihe von Kontroll- und Steuermöglichkeiten für die von

seinen Nutzern hochgeladenen Informationen bereit: Wer Facebook verlässt, kann seine Daten wieder löschen lassen; Nichtmitglieder können das Datensammeln für Werbepreise unterbinden; Webmaster schützen ihre Besucher mit Shariff vor dem neugierigen Like-Button: Ist also alles bestens?

Eher nicht. Die vom Nutzer selbst hochgeladenen Informationen sind nur ein Bruchteil dessen, was Facebook über ihn weiß – siehe auch den Artikel ab Seite 76. Facebook hat also viel mehr Informationen über jeden einzelnen, als alle zur Verfügung stehenden Kontroll- und Löschmechanismen überhaupt erreichen können. Bei der Kontrollösung spricht Facebook explizit nur davon, die vom Nutzer selbst geposteten Beiträge zu löschen.

Und was heißt eigentlich Löschen bei Facebook: Endgültiges Entfernen aus den Datenbanken? Die Recherchen des Datenschützers Max Schrems deuten darauf hin, dass Facebook Inhalte möglicherweise gar nicht endgültig löscht, sondern nur mit einem Löschvermerk versieht.

Wir wissen nicht, wie genau Facebook mit Ihren Daten verfährt. Das Unternehmen ist bei solchen Informationen zu sich selbst sehr zurückhaltend. In den USA gibt es keine Aufsichtsbehörde, die die Datensammelerei effektiv kontrolliert und im Zaum hält.

## Nur Druck hilft

Wann immer deutsche Datenschützer mehr herausfinden oder die Datengier bremsen wollen, versucht Facebook, sich mit vielfältigen juristischen Winkelzügen zu entziehen. Dazu gehört das Argument, die irischen, nicht die deutschen Datenschützer seien in der EU für Facebook zuständig, weil Facebook seinen EU-Hauptsitz in Irland hat. Die irische Behörde wiederum hat sich in der Vergangenheit im Umgang mit Facebook als überforderter, zahnlöser Tiger erwiesen.

Es gibt wohl nur einen Weg, Facebook zu mehr Transparenz und Datenschutz zu bewegen: Man muss das Unternehmen vor Gericht dazu zwingen. Der folgende Artikel fasst die derzeit gegen Facebook angestrebten Verfahren zusammen.

(jo@ct.de) **ct**

**Weiterführende Informationen:**  
[ct.de/ym9z](http://ct.de/ym9z)



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky



# Brüchiges Recht

## Wie schwer es ist, Datenschutzverstöße von Facebook juristisch zu ahnden

**Es ist kein Geheimnis, dass Facebook in seiner Datenspeicherwut oft den rechtlich sauberen Bereich verlässt. Permanent liegt der US-Konzern im Clinch mit europäischen Datenschutzbehörden und Verbraucherschützern. Viel mehr als kleine Nadelstiche konnten die Gegner allerdings bislang nicht setzen – was auch an Facebooks Verteidigungstaktik liegt.**

Von Holger Bleich

**D**ie einen sehen in Prof. Johannes Caspar den Don Quijote, der einen aussichtslosen Kampf gegen die Datenkraken führt. Andere ver-

spotten ihn als Datenschutz-Taliban, der den digitalen Fortschritt behindert. Caspar hat es nicht leicht als Hamburgischer Beauftragter für den Datenschutz: Mit Facebook und Google haben die zwei größten Internet-Konzerne ihren deutschen Sitz in Hamburg – unterliegen also zuständigkeitshalber seiner Aufsicht.

Google gibt sich mittlerweile vergleichsweise transparent und kooperativ. Ganz anders dagegen Facebook – immer wieder beharrt Caspar den US-Konzern im Interesse der deutschen Verbraucher. Jüngstes Beispiel: Ende September hat er eine Verwaltungsanordnung erlassen, die es Facebook untersagt, Daten von deutschen Nutzern des Tochterunternehmens WhatsApp zu erheben und zu speichern. Außerdem soll Facebook bereits übermit-

telte Daten löschen. Eine solche Anordnung ist die Voraussetzung dafür, dass die Behörde gegen Facebook klagen kann.

Facebook beugt sich nach eigenen Angaben dieser Anordnung, hat aber bereits beim Verwaltungsgericht Hamburg einen „Antrag auf Aussetzung der sofortigen Vollziehbarkeit der Verwaltungsanordnung“ gestellt – mit dem üblichen Argument: Deutsches Datenschutzrecht gelte für Facebook nicht, weil sich der europäische Hauptsitz des Konzerns im Dublin befinde. Deshalb sei die irische Datenschutzaufsicht zuständig.

In Deutschland ist Facebook durch die Facebook Germany GmbH in Hamburg vertreten, die sich vornehmlich um deutsche Reklame auf der Plattform kümmert, nicht aber um die strittige Datenverarbei-

tung. Dafür sei die Facebook Ireland Ltd. zuständig, und deshalb sei deutsches Datenschutzrecht nicht anwendbar, urteilten sowohl das Oberverwaltungsgericht Schleswig (Az. 4 MB 10/13) als auch das Verwaltungsgericht Hamburg (Az. E 4482/15). Hierbei ging es ebenfalls um eine Verordnung Caspars. Er wollte Facebook verpflichten, in Deutschland Nutzer-Pseudonyme zuzulassen und dauerhaft auf die Klarnamenpflicht zu verzichten. Das Gericht ist der Ansicht, dass deutsches und irisches Datenschutzrecht miteinander konkurrieren. In einem solchen Fall sei das Recht desjenigen Landes anzuwenden, in dem sich die Niederlassung mit der engsten Verbindung zur streitigen Datenverarbeitung befindet – im Falle von Facebook eben Irland. Gegen den Beschluss ging Caspar in Berufung, eine Entscheidung des Oberverwaltungsgerichts Hamburg steht noch aus.

### Zuständigkeits-Wirrwarr

Unterdessen beschäftigt diese verzwickte deutsche Rechtslage sogar den Europäischen Gerichtshof (EuGH): Das Kieler Unabhängige Landeszentrum für Datenschutz (ULD) treibt seine Klage gegen die Betreiberin einer Facebook-Fanpage seit 2011 durch die Instanzen. Laut ULD erhebt Facebook auf den Fanpages über ein Cookie Nutzerstatistiken, ohne sich eine Einwilligung dafür geholt zu haben. Die Sache liegt derzeit beim Bundesverwaltungsgericht in Leipzig, das nicht entscheiden will, ohne zuvor die Meinung des EuGH zu europarechtlichen Aspekten erfahren zu haben.

Deshalb befragte es im Februar 2016 den EuGH, ob die deutsche Facebook-Niederlassung in die Pflicht genommen werden kann. Mit einer Entscheidung des obersten europäischen Gerichts in dieser so wichtigen Frage ist wohl erst 2017 zu rechnen. Sie könnte allerdings bereits 2018 wieder obsolet werden, wenn die neue EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) in Kraft tritt.

### Facebook-Spam

Nicht nur die Datenschutz-Aufseher, sondern auch deutsche Verbraucherschutz-Organisationen gehen immer wieder gegen die überbordende Sammelwut Facebooks juristisch vor.

Im Januar 2016 bestätigte der Bundesgerichtshof (BGH), dass Facebook für

eigene Rechtsverstöße auf der Plattform haftet (Az. I ZR 65/14). Allerdings ging es nur mittelbar um Fragen des Datenschutzes: Der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) ist 2011 gegen die Funktion „Freunde finden“ in ihrer Ausgestaltung vom Herbst 2010 vorgegangen. Hatte ein Facebook-Mitglied sie genutzt, übergab er oder sie seine Adressbuchdaten an Facebook. Das soziale Netzwerk durchsuchte die Daten dann aber nicht nur nach registrierten Mitgliedern, sondern verschickte auch Einladungen an nicht registrierte Bekannte.

Der BGH bestätigte in letzter Instanz ein Urteil des Kammergerichts (KG) Berlin, wonach Facebook seine Mitglieder nicht über die Auswertung der importierten Daten aufgeklärt und Einladungs-Mails auch an Nichtmitglieder verschickt hat. Im Klartext: Der BGH stellte fest, dass Facebook nach allen Regeln der Kunst massenhaft gespart hat. Zuvor hatte das KG Berlin in seinem Urteil zusätzlich angemerkt, dass die Datenverarbeitung bei Facebook faktisch nicht in Irland, sondern in den USA erfolgt (Az. 5 U 42/12). Die Daten habe der Konzern in Deutschland erhoben, weshalb hiesiges Datenschutzrecht anzuwenden sei.

### Like-Schnüffelei

Besonders aufsehenerregend war aber ein Urteil des Landgerichts (LG) Düsseldorf im März 2016 (Az. 12 O 151/15). Es dehnte die datenschutzrechtliche Haftung von Facebook sogar auf deutsche gewerbliche Kunden des sozialen Netzwerks aus. Die Verbraucherzentrale NRW hatte die Unternehmen HRS, Nivea (Beiersdorf), Payback, Eventim, Fashion ID und kik abgemahnt, weil sie per Social-Plug-in Facebooks Like-Button in ihre Websites eingebunden hatten (Page-Plug-in).

„Bei direkter Einbindung der Gefällt-mir-Schaltfläche liest der soziale Netzwerk-Gigant schon bei jedem bloßen Aufruf der jeweiligen Seiten automatisch mit“, monierte die Verbraucherzentrale. Das passiere „unabhängig davon, ob der Seitenbesucher Facebook-Mitglied ist oder nicht.“

## Das Safe-Harbor-Abkommen kippte aufgrund Facebooks Sammelwut.

Die Verbraucherzentrale verlangte von den Unternehmen, sich vor der Datenweitergabe an Facebook eine aktive Einwilligung einzuholen – wie es etwa

das quelloffene c't-Projekt „Shariff“ realisiert. Vier der abgemahnten Unternehmen hatten daraufhin eine Unterlassungserklärung abgegeben. Da sich Payback und die Peek&Cloppenburg-Tochter Fashion ID weigerten, reichte die Verbraucher-

zentrale NRW Klage gegen die beiden Unternehmen an den Landgerichten Düsseldorf und München ein.

Das LG Düsseldorf untersagte Fashion ID tatsächlich die Nutzung des Page-Plug-ins von Facebook. Laut Gericht sind IP-Adressen der Besucher von Webseiten, die ein Page-Plug-in enthalten, personenbezogene Daten und fallen deshalb unter die Einwilligungspflicht nach dem Bundesdatenschutzgesetz (BDSG). Die Richter hoben darauf ab, Facebook habe so viele andere personenbezogene Daten von Mitgliedern und Nicht-Mitgliedern, dass es schon deshalb fast jede hinterlassene IP-Adresse mit persönlichen Daten verknüpfen kann.

Das Urteil hat zu heftigen Kontroversen unter Datenschutzexperten geführt. Obwohl der Website-Betreiber die Daten nicht selbst erhebt, sondern lediglich für Facebook „beschafft“, gilt er für das LG Düsseldorf als „verantwortliche Stelle“ im Sinne des BDSG. „In vielerlei Hinsicht lässt einen die Begründung des Gerichts zumindest innehalten oder die Stirn runzeln“, konstatierte Datenschutzexperte Dr. Carlo Piltz. „Möchten Webseitenbetreiber die durch das Gericht aufgestellten Voraussetzungen erfüllen und dabei nicht auf Lösungen wie die 2-Klick-Lösung zurückgreifen, bleibt wohl nur ein Popup oder Banner, welcher eine Einwilligungserklärung mit Opt-in-Checkbox enthält.“

Das Urteil beschränke sich nicht alleine auf das Page-Plug-in, „sondern betrifft Like-Buttons, andere Social-Plug-ins und praktisch das ganze dynamische Internet“, kommentierte Dr. Thomas Schwenke, Anwalt und Experte für Social-Media-Recht. Denn die Einbindung fremder Inhalte, Skripte oder Dienste setze voraus,



Datenschutzler Max Schrems besucht den Hauptsitz der irischen Datenschutzaufsicht (hinten).

Bild: europe-v-facebook.org

dass deren Lieferanten die IP-Adresse der Website-Besucher kennen, um die Inhalte übermitteln zu können. Alternativ müssten diese Anbieter auf die Erfassung der Daten verzichten. „Dies klingt radikal, aber letztendlich ist es das, was die Datenschützer fordern“, resümierte Schwenke.

Noch ist das endgültige Urteil nicht gesprochen. Nach Informationen von c't hat Facebook gegen die LG-Entscheidung Berufung eingelegt. Sie ist also nicht rechtskräftig. Derzeit läuft das Verfahren am Oberlandesgericht Düsseldorf (Az. I/20 U 40/16).

## Das Ende von Safe Harbor

Die größten juristischen Schwierigkeiten bei der Datensammelerei bereitet Facebook derzeit der österreichische Datenschutz-Aktivist Max Schrems (europe-v-facebook.org). Im Oktober 2015 brachte er nach einer Auseinandersetzung mit der irischen Datenschutzbehörde zur Datentransfer-Praxis von Facebook mit einer daraus resultierenden Klage vor dem EuGH das Datentransfer-Abkommen Safe Harbor zwischen der EU und den USA zu Fall.

Das höchste europäische Gericht folgte seiner Argumentation: Der erlaubte Zugriff von Behörden auf Nutzerdaten in den USA verletze „den Wesensgehalt des Grundrechts auf Achtung des Privatlebens“. US-Unternehmen wie Facebook seien verpflichtet, in Europa geltende Schutzregeln außer Acht zu lassen, wenn US-Behörden aus Gründen der nationalen Sicherheit beziehungsweise des öffentlichen Interesses Zugriff auf persönliche Daten verlangen.

Ab diesem Zeitpunkt war es Facebook und anderen US-Konzernen de facto zwar untersagt, personenbezogene Daten eu-

ropäischer Nutzer in die USA zu transferieren und dort zu verarbeiten. Aber ändern mussten sie nichts, weil freilich zeitlich begrenzte Alternativ-Regelungen geschaffen wurden. Dennoch: Schrems hat die EU dazu gezwungen, sehr zügig ein Nachfolge-Abkommen mit den USA auszuhandeln. Herausgekommen ist das mittlerweile in Kraft getretene „EU-US Privacy Shield“.

Dieses Abkommen steht schon jetzt auf wackeligen Beinen, und zwar wieder aus den gleichen Gründen. Viele Experten halten es für angreifbar. Schrems hat bereits angekündigt, auch gegen diese Nachfolge-Regelung vorgehen zu wollen. Die Nichtregierungsorganisation Digital Rights Ireland hat derweil schon Nägel mit Köpfen gemacht und im Oktober Klage am EuGH gegen Privacy Shield eingereicht (Az. T-670/16). Ziel sei die Annullierung des Abkommens, teilte die Organisation mit. Derzeit überprüft der EuGH, ob die Klage zulässig ist.

US-Konzerne wie Google und Microsoft haben sich mittlerweile dem neuen Abkommen unterworfen. Ausgerechnet Facebook aber hat sich lange geziert. Mitte Oktober war es dann soweit, allerdings Facebook-typisch mit Einschränkungen: Facebook beugt sich dem Abkommen nur für das Produkt „Workplace by Facebook“ und für den Geschäftsbereich Werbeanzeigen. Ob der Konzern deshalb Ärger von europäischen Datenschutzbehörden bekommt, ist noch unklar.

## Datenschutz-Sammelklage

Längst hat Schrems eine zweite juristische Front gegen Facebook aufgemacht: Auf der Website fbclaim.com überzeugte er rund 25.000 Facebook-Nutzer, ihn zu

einer Sammelklage gegen Facebook zu ermächtigen. Mittlerweile liegt die Sache höchstinstanzlich beim österreichischen Obersten Gerichtshof (OGH). Schrems wirft Facebook unter anderem „die Verwendung ungültiger Datenschutzbestimmungen, die unrechtmäßige Verarbeitung und Weitergabe von Daten und die Teilnahme an US-Massenüberwachungsprogrammen“ vor. Er fordert in der Klage von Facebook pro Betroffenen einen symbolischen Schadenersatz von 500 Euro.

Facebook reagiert wie so oft nicht inhaltlich, sondern bringt bislang lediglich formelle Argumente in Stellung: Der US-Konzern bestreitet, dass der OGH für die Entscheidung in diesen Datenschutzfragen zuständig ist. Außerdem sei Schrems durch die mediale Berichterstattung und seine Vorträge zum Thema Datenschutz nicht mehr als „Verbraucher“ zu sehen und dürfe daher nicht mehr an seinem Heimatort Wien klagen.

Facebook bezweifelt, dass eine Sammelklage von Verbrauchern aus aller Herren Länder überhaupt zulässig ist, wenn diese ihre Ansprüche an einen anderen Verbraucher übertragen. Damit steht der Konzern nicht allein: Das Landesgericht für Zivilrechtssachen in Wien hatte die Klage in erster Instanz nicht zugelassen. Das Oberlandesgericht hat 20 der 22 Punkte als zulässig befunden, aber eine Sammelklage abgelehnt.

Der OGH ist sich in dieser Frage offenbar noch unschlüssig. Und deshalb landet „Schrems gegen Facebook“ wieder mal beim EuGH: Am 12. September reichte der OGH die Entscheidung nach Luxemburg weiter. Er möchte vom EuGH wissen, ob Schrems' Sammelklage gegen die Datensammelerei von Facebook mit Europarecht vereinbar ist.

Mit einer Entscheidung des obersten europäischen Gerichts ist frühestens 2017 zu rechnen. Sollte sich Schrems durchsetzen, würde er endgültig zum personifizierten Albtraum für Facebook – Datenschutz-Sammelklagen gegen den US-Konzern wären Tür und Tor geöffnet. Schrems sieht sich im Vorteil: „Der EuGH war bisher durchaus verbraucherfreundlich, wenn es um den Gerichtsstand ging. Wenn man es nüchtern betrachtet, gibt es wenig gute Gründe, die gegen uns sprechen – aber es wird jedenfalls spannend.“ (hob@ct.de) **ct**



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky



# Alles im Blick

## Smartwatches für jeden Geschmack

**So langsam verlassen die schlaun Uhren ihre Nerd-Nische: Die neuen Geräte bieten sinnvolle Smartphone-Ergänzungen. Viele Modelle zielen auf einen konkreten Anwendungsfall ab, etwa Trekking. Das klappt unterschiedlich gut.**

**Von Stefan Porteck  
und Alexander Spier**

**S**martwatches polarisieren: Die einen tun sie als nutzlose Spielzeuge ab, die anderen sehen sie als Chance für die Uhrenindustrie. Zur zweiten Gruppe gehört Jean-Claude Biver, seines Zeichens CEO bei Tag Heuer – der einzigen Schweizer Traditionsmarke, die derzeit eine Smart-

watch im Angebot hat. Schon im Herbst 2015 wagte er die Prognose, dass Apple bald zu den größten Uhrenherstellern gehören könnte. Allen Kritikern zum Trotz könnte er damit Recht behalten: Denn wie Schweizer Medien berichten, hat Apple mit nur einem Smartwatch-Modell schon jetzt die Marke Rolex beim Umsatz eingeholt.

Deutlich zeigt sich jedenfalls, dass Uhrenhersteller das Feld nicht kampflos Technikriesen wie Samsung, LG oder Apple überlassen wollen: Nach Tag Heuer sprangen auch Casio und mit der Fossil-Gruppe gleich die Marken Fossil, Diesel, DKNY, Skagen und Michael Kors auf den Zug auf.

Dieser neue Schwung sorgt zum einen für schickeres Design – was Uhren- und Modemarken offenbar besser beherrschen als IT-Größen – und zum anderen auch da-

für, dass sich die Hersteller in der nunmehr dritten Generation deutlicher voneinander abheben und Nischen besetzen.

Das haben wir zum Anlass genommen, sechs aktuelle Exemplare zum Test in die Redaktion zu holen. Klassisch, edel und unauffällig beschreibt die Nische der „Tag Heuer Connected“. Casio wagt mit der WSD-F10 eine Hommage an G-Shock-Modelle und hat ein robustes Paket für den Outdoor-Einsatz geschnürt. Asus und Fossil steuern Modelle bei, die den Charme klassischer Analog-Uhren versprühen und dabei preislich sehr attraktiv sind. Apple glänzt mit Funktionen wie Pulsmessung und guter Verzahnung in sein i-Ökosystem. Pebble hat den Smartwatch-Trend einst ins Rollen gebracht, somit darf auch die neue Pebble 2 HR nicht fehlen. Gerne

hätten wir auch die Gear S3 von Samsung im Test gehabt, sie erreichte uns aber nicht mehr zum Redaktionsschluss.

### Allzeit bereit?

Die wichtigste Aufgabe einer Uhr bleibt unbestritten die Anzeige der Zeit. Bei Analog-Uhren geht das jederzeit mit einem flüchtigen Blick aufs Handgelenk. Doch smarte Uhren haben Displays statt mechanischer Zeiger. Hier kommen OLEDs, klassische LC-Displays oder transreflektive LCDs zum Einsatz – mit jeweils eigenen Vor- und Nachteilen.

Fossil nutzt bei der Q Marshal und anderen Modellen herkömmliche LCDs mit LED-Backlight. Deren Vorteil: Die RGB-Pixel-Matrix sorgt für eine gestochen scharfe Darstellung und die Helligkeit reicht locker aus, um die Uhr auch im prallen Sonnenlicht abzulesen. Kaum ein rundes Smartwatch-LCD ist allerdings vollständig rund, sondern unten abgeflacht und von einem schwarzen Streifen bedeckt, der vermutlich die Steuerleitungen kaschiert. So haben die Q Marshal und die WSD-F10 von Casio eine Auflösung von  $320 \times 300$  Pixeln und zählen zu den Uhren, deren Display oft als Flat-Tire – also platter Reifen – verspottet wird.

Ist das Display immer an, reicht ein dezenter Blick aufs Handgelenk, um zu sehen, wer gerade anruft oder eine Nachricht geschrieben hat. Doch saugt die LED-Hintergrundbeleuchtung merklich am ohnehin stets knappen Akku. Wer eine Laufzeit von mehr als einem Tag wünscht, stellt im Einstellungsmenü besser ein, dass sich das Display nach wenigen Sekunden abschaltet.

Besonders dekorativ sieht ein schwarzes Display am Handgelenk allerdings nicht aus. Zudem muss man es stets per Fingertipp oder einer mehr oder weniger ausladenden Drehung des Handgelenks aufwecken. Im Alltag fanden wir das bald unpraktisch und lästig.

Grundsätzlich sieht die Situation bei Uhren mit OLEDs zwar genauso aus – etwa der Apple Watch und der Zenwatch 3. Aber immer eingeschaltet sind die organischen Displays leicht im Vorteil: Sie kommen nämlich dank der selbstleuchtenden Pixel ohne ganzflächige Hintergrundbeleuchtung aus. Somit benötigen nur die Pixel Energie, die tatsächlich leuchten. Mit einem schwarzen Zifferblatt

und dunklen Zeigern kann die Uhrenanzeige somit problemlos dauerhaft aktiv bleiben, ohne dass sich das massiv auf die Akkulaufzeit auswirkt. Bei großflächig hellen und bunten Zifferblättern ist der Vorteil aber dahin.

Zu den weiteren Vorteilen der OLEDs gehören ihre satten Farben und die knackige und kontrastreiche Darstellung. Ob man das bei den Mini-Displays wirklich braucht, sei dahingestellt – nett anzusehen ist es aber allemal.

### Im Sonnenlicht

Nachteil vieler OLEDs ist die geringere Helligkeit, weshalb sie in der Sommersonne schlecht ablesbar sind. Beim Display der Zenwatch 3 fiel uns zudem die Pen-Tile-Matrix des Displays störend auf, die für etwas unscharfe und an den Rändern leicht schillernde Buchstaben und Zeiger sorgt.

Tag Heuer hat sich bei der Connected für ein transreflektives LCD entschieden, wie man es von der Pebble und der Sony Smartwatch3 kennt. Solche Displays haben zwar auch ein LED-Backlight, aber mit einem wesentlichen Unterschied: Sie reflektieren einfallendes Licht, sodass man die Anzeige auch bei ausgeschalteter Hintergrundbeleuchtung erkennen kann. Je mehr Licht aufs Display fällt, desto besser die Lesbarkeit. Die Connected und die Pebble 2HR lassen sich damit unter allen Lichtverhältnissen gut ablesen, ohne dass dafür der Akku strapaziert wird.

Einziger Makel der Technik: Ohne Backlight wirkt das Display nahezu monochrom und auch bei aktiver Beleuchtung

sehen die Farben auf der Connected etwas blasser aus als bei den übrigen Testkandidaten. Das transreflektive LCD der Pebble 2 HR kann mit seiner Schwarz-Weiß-Darstellung mit keinem der anderen Testkandidaten mithalten.

Casio sucht einen sehr kreativen Ausweg aus dem Dilemma von Ablesbarkeit und Laufzeit: Die WSD-F10 hat in einer Sandwich-Bauweise zwei Displays. In der unteren Schicht steckt ein klassisches Farb-LCD. Darüber liegt ein monochromes Segment-Display ohne Backlight, wie man es von Taschenrechnern oder einfachen Digitaluhren kennt. Letzteres aktiviert sich automatisch, sobald das Farbdisplay ausgeht. So zeigt die Casio-Uhr jederzeit gut lesbar Uhrzeit, Datum und den Wochentag an.

Besonders praktisch: Aktiviert man den Timepiece-Modus, fährt die Uhr das Android-System herunter und nutzt nur die Digitaluhr-Anzeige. So soll der Akku bis zu einem Monat lang durchhalten. Auf die smarten Funktionen muss man dann aber verzichten.

### Helfer am Handgelenk

Wenn es um den Funktionsumfang geht, wird Smartwatches oft nachgesagt, dass ihnen das Killer-Feature fehlt. Sofern die Bezahl Dienste von Apple und Google irgendwann ihren Weg nach Deutschland finden, wäre drahtloses Bezahlen, bei dem man an der Kasse nur die Uhr kurz ans Terminal halten muss, beispielsweise eine wünschenswerte Funktion. Das klappt mit den getesteten Modellen aber noch nicht.



Die Tag Heuer Connected (links) und die WSD-F10 von Casio lassen sich auch bei ausgeschaltetem Backlight gut ablesen.



### Apple Watch 2 (42 mm)

Die zweite Apple Watch versucht gar nicht erst, als gewöhnliche Uhr durchzugehen und ist mit quadratischem Display und abgerundeten Kanten in der Masse eindeutig auszumachen. Mindestens 420 Euro muss man für die hochwertige Smartwatch auf den Tisch legen; je nach Gehäuse und Armband sind weit über 1000 Euro möglich. Sie ist bis 50 Meter wasserdicht und damit auch zum Schwimmen geeignet. Herzfrequenzmesser und GPS-Empfänger dienen zur Aufzeichnung sportlicher Aktivitäten.

Das OLED-Display sieht scharf und farbkraftig aus. Auch im Freien bleibt sie dank hoher maximaler Helligkeit und automatischer Helligkeitsanpassung sehr gut ablesbar. Die Uhr reagiert äußerst flott; die Handgelenkgeste zum Aktivieren des Displays funktioniert so zuverlässig, dass man eine Always-On-Funktion kaum vermisst. Angenehmer als bei allen anderen smarten Uhren arbeitet der Vibrationsmotor, der ein präzises und deutlich spürbares Feedback gibt. Die Laufzeit geht noch in Ordnung; beimäßigem Gebrauch schafft die Uhr volle 2 Tage.

Die Bedienung ist oft umständlich: Wann Wischgesten, Tasten oder ein kräftiger Druck aufs Display weiterführen, erscheint nicht immer logisch. Die Krone bleibt ebenso wie die unübersichtliche App-Wolke ein schickes, aber nerviges Gimmick. Die Programme für die Apple Watch nutzen den kleinen Bildschirm dagegen teils deutlich besser aus als Android Wear.

- 👆 umfangreiche Ausstattung
- 👆 lange Laufzeit
- 👇 teuer
- 👇 läuft nur mit iPhones



### Asus ZenWatch 3

Mit ihrem zweifarbigen Metallgehäuse strahlt die ZenWatch 3 von Asus eine gewisse Eleganz aus. Sie ist auffällig gestaltet, geht aber als normale Armbanduhr durch. Abgesehen von der Pebble ist sie die günstigste Uhr im Vergleich und ab 230 Euro erhältlich. Dafür muss man auf Zugaben wie GPS und Herzfrequenzmesser verzichten. Dank Lautsprecher und Mikrofon kann die ZenWatch zum Telefonieren benutzt werden, solange ein Smartphone verbunden ist.

Die Uhr reagiert flott auf Eingaben; die Oberfläche ruckelt jedoch häufig leicht. Von den drei Knöpfen startet einer eine beliebige App, der mittlere dient als Menükнопf und der dritte aktiviert den Energiesparmodus, der die Helligkeit dimmt und den Flugmodus startet. Der weit hervorstehende mittlere Knopf löst beim Anwinkeln des Handgelenks häufig ungewollt aus. Der Vibrationsmotor ist laut, aber nur schwach spürbar.

Das runde AMOLED-Display punktet mit kräftigen Farben, seine Pentile-Matrix lässt die Darstellung jedoch etwas krisselig erscheinen. Die Helligkeit reicht für die meisten Situationen; die Automatik regelt zuverlässig nach. Im prallen Sonnenlicht wird das Display schwer ablesbar und für die Nacht ist es selbst auf niedrigster Stufe zu hell. Mit einer Akkuladung hält die Uhr mit dunklem Ziffernblatt knapp bis zum Abend des Folgetages durch. Dank Schnellladetechnik sind nach 15 Minuten bereits 60 Prozent des Akkus wieder voll.

- 👆 günstig
- 👆 schickes und hochwertiges Gehäuse
- 👇 Menükнопf löst ungewollt aus
- 👇 weniger scharfes Display



### Casio WSD-F10

Die WSD-F10 von Casio kommt als Hommage an frühere G-Shock-Modelle: Mit rund sechs Zentimetern im Durchmesser ist sie riesig – und das gewollt. Die Uhr ist explizit als robuste Outdoor-Uhr gedacht. So erfüllt sie diverse Kriterien der US-Militär-Norm MIL-STD-810 für militärische Ausrüstung in Bezug auf Schock- und Vibrationsresistenz. Zudem ist sie bis zu 50 Meter wasserdicht und eignet sich zum Schwimmen und Tauchen.

Mittels Drucksensor, Kompass und Beschleunigungsmesser eignet sie sich besonders für Outdoor-Aktivitäten. Der obere der drei Buttons startet die Tool-App, die die Daten der eingebauten Sensoren grafisch schön aufbereitet aufs Display holt. Der untere Button startet eine benutzerdefinierte App.

Dank des cleveren zweischichtigen Displays hielt die WSD-F10 in unseren Tests stets zwei Tage durch. Im Kinomodus – bei dem das Farb-LCD nur auf Knopfdruck erwacht – war noch eine längere Laufzeit drin. Praktisch: Die vorinstallierte Outdoor-App stellt Daten wie Luftdruck, Höhenmeter oder den Kompass auch auf dem stromsparenden Monochrom-Display dar.

Im Vergleich zu Outdoor-Uhren von beispielsweise Garmin oder Suunto relativieren sich Preis und Größe der WSD-F10, doch viele Trekker würden sich sicher einen GPS-Sensor wünschen, um sie auch autark nutzen zu können und damit den Akku zu schonen.

- 👆 clevere Display-Technik
- 👆 robust und sehr funktional
- 👇 sehr groß
- 👇 unten abgeflachtes Runddisplay
- 👇 kein GPS





### Fossil Q Marshall

Die Q Marshal von Fossil erkennt man auf den ersten Blick kaum als Smartwatch: Sie ist schlanker als viele andere Android-Smartwatches und teilt sich ihr Gehäuse-Design mit anderen Uhren des Herstellers. Darüber hinaus installiert Fossil mehrere digitale Zifferblätter, die den Look eines analogen Chronographen überzeugend imitieren. Damit eignet sie sich vor allem für Interessenten, die eine günstige und unauffällige Uhr ohne viel Schnickschnack suchen.

Es gibt die Q Marshal in mehreren Farben und mit unterschiedlichen Armbändern. Dank des Standardmaßes von 22 Millimetern lassen sich auch alternative Armbänder aus dem Fachhandel anbringen.

Das runde, aber unten abgeflachte LCD lässt sich sehr gut ablesen und bietet genügend Helligkeitsreserven für Sonnentage. Es fehlt allerdings ein Umgebungslichtsensor, der die Display-Helligkeit automatisch anpasst. Im Test mussten wir die Helligkeit deshalb häufig manuell anpassen – insbesondere weil die Uhr sonst abends auf dem Sofa oder im Bett blendete.

Obgleich der Akku mit einer Kapazität von 360 mAh nicht überdurchschnittlich groß ist, hielt sie bei mäßiger Nutzung in unseren Tests locker zwei Tage und länger durch. Selbst wenn wir das Display häufig aufweckten, waren anderthalb Tage Laufzeit kein Problem. Danach mussten wir sie auf das magnetische Drahtlos-Ladepfättchen legen.

- ↑ schick und variantenreich
- ↑ lange Laufzeit
- ↓ unten abgeflachtes Runddisplay
- ↓ kein Helligkeitssensor



### Pebble 2HR

Am Aussehen der Pebble 2HR schieden sich in unserem Test die Geister: Viele fanden sie klein und hässlich, andere lobten ihren Nerd-Charme und die kompakte Bauweise. Ihr Display punktet zwar weder mit Größe noch feiner Auflösung, trotzdem bringt sie alle relevanten Information gut aufbereitet und angenehm lesbar rüber.

Traditionell funktioniert die Pebble mit Android-Geräten und iPhones. Das Pairing mit der zugehörigen Smartphones-App klappte im Test problemlos: App starten, Pebble-Account einrichten und das Pairing mit der Uhr bestätigen. Fertig. Fortan steht eine große Auswahl an nützlichen Apps zur Verfügung. Viele davon werden direkt auf der Uhr installiert und funktionieren auch ohne Smartphone.

Der optische Pulssensor lieferte bei unseren Tests zuverlässige Ergebnisse – zumindest, solange wir das Handgelenk ruhig hielten. Bei der Messung kommt der Pebble zugute, dass sie wegen ihrer geringen Größe und der weichen Armbänder sehr eng getragen werden kann, ohne zu drücken. Erfreulich: Schlaf-, Fitness- und Pulsdaten werden nicht zwingend bei Google oder anderen Portalen in die Cloud geladen.

Mangels Touchscreen werden alle smarten Funktionen über vier Tasten aufgerufen und gesteuert. Das klappt nach kurzer Eingewöhnung so gut, dass man die Pebble in Rekordzeit blind bedienen kann.

- ↑ Android- und iOS-kompatibel
- ↑ jederzeit gut ablesbar
- ↑ sehr lange Laufzeit
- ↑ günstig
- ↓ pixeliges Schwarz-Weiß-Display



### Tag Heuer Connected

Von unseren Testkandidaten ist die Tag Heuer Connected die eleganteste, hochwertigste und dezenteste Uhr. Hiermit wird man nicht darauf angesprochen, ob das eine dieser „Computer-Uhren“ ist, sondern ob es eine Tag Heuer ist. Sie kommt damit einer klassischen, mechanischen Herrenuhr optisch am nächsten. Mit Saphirglas und Titangehäuse bringt sie trotz ihrer Größe nur 82 Gramm auf die Waage.

Dank des transflektiven Displays lässt sie sich jederzeit sehr gut ablesen, ohne dass man das Display extra aufwecken müsste.

Für den authentischen und vor allem unauffälligen Look sind mehrere digitale Versionen originaler Tag-Heuer-Zifferblätter vorinstalliert. Sie unterdrücken die Android-Wear-typischen Einblendungen der Benachrichtigungskarten am unteren Displaybereich und blenden stattdessen einen kleinen Message-Counter mit der Anzahl der aktuellen Benachrichtigungen ein.

Neben dem hohen Preis ist die verwendete Intel-Technik ein Wermutstropfen: Die Connected ist zwar nicht unangenehm lahm, reagiert aber beim Starten von Apps nicht so flott wie die anderen Kandidaten mit Snapdragon-Chips. Zudem scheint die Intel-CPU stärker am Akku zu saugen – mehr als ein Tag ohne Aufladen ist nicht drin. Die mitgelieferte Ladeschale sollte man deshalb auch auf sehr kurzen Reisen dabei haben.

boerse.to original upload blacky

- ↑ sehr schick und dezent
- ↓ jederzeit gut ablesbar
- ↓ geringe Laufzeit
- ↓ sehr teuer



Das Schwarz-Weiß-Display der Pebble kann man unter Sonnenlicht sehr gut ablesen, es ist aber kein Touchscreen.

Dafür sorgen alle drei Smartwatch-Systeme zuverlässig dafür, dass man das Smartphone im Alltag kaum noch aus der Hosentasche ziehen muss: Nachdem sie über Bluetooth mit der passenden Companion-App auf dem Smartphone gekoppelt wurden, empfangen sie Benachrichtigungen und Inhalte und steuern andere Smartphone-Apps fern.

Im Idealfall kommen dafür einfache Wischgesten oder die bei beiden Systemen sehr gut funktionierende Sprachsteuerung zum Einsatz. So kann man mit allen Uhren im Test navigieren, die Musik- und Video-Wiedergabe am Smartphone steuern sowie Chat-Nachrichten und E-Mails lesen und sogar beantworten, sowie sich an Aufgaben und Termine erinnern lassen [1]. Bei der Pebble muss man dafür Druckknöpfe bemühen. Das wirkt zwar anachronistisch, hat wegen der erfühlbaren Knöpfe aber den Vorteil, dass man beispielsweise beim Rad- oder Autofahren nicht hinschauen muss.

Die Android-Wear-Uhren funktionieren auch mit iPhones, da Google seine Android-Wear-App für iOS anbietet. Da Apple traditionell installierten Apps keine weitreichenden Zugriffe aufs Smartphone

erlaubt, kann eine Android-Uhr am iPhone merklich weniger. Der umgekehrte Weg funktioniert überhaupt nicht: Die Apple Watch lässt sich nicht mit Android-Smartphones koppeln. Die Pebble nimmt eine Sonderrolle ein: Sie läuft als einzige mit Android-Smartphones und iPhones.

## Fazit

Die Tag Heuer Connected ist ein Allrounder für solvente Käufer, die eine hochwertige Smartwatch als Lifestyle-Objekt wollen. Abgesehen von der Akkulaufzeit verbirgt sie durch ihr Aussehen, das Always-On-Display und die unaufdringlichen Zifferblätter größtenteils ihr smartes Innenleben und geht auch als teure Herrenuhr durch. Gleichzeitig steht sie den anderen Uhren in puncto Funktionsumfang in nichts nach. Das hat mit mehr als tausend Euro aber auch seinen Preis. Gemessen an der zu erwartenden Lebensdauer

Smartwatches						
Modell	Apple Watch 2. Edition (42 mm)	Zenwatch 3	WSD-F10	Q Marshal	Pebble 2HR	Connected
Hersteller	Apple	Asus	Casio	Fossil	Pebble	Tag Heuer
Gehäuse						
Größe (L × B × H)	42 mm × 36 mm × 11 mm	45 mm × 45 mm × 11 mm	62 mm × 52 mm × 16 mm	45 mm × 45 mm × 14 mm	40 mm × 30 mm × 11 mm	52 mm × 52 mm × 13 mm
Gewicht	46 g	58 g	93 g	76 g	32 g	82 g
wasserfest	50 m	max. 1 m	50 m	max. 1 m	30 m	max. 1 m
Akku / wechselbar	350 mAh / –	340 mAh / –	330 mAh / –	360 mAh / –	k. A.	410 mAh / –
Druckknöpfe (Anzahl)	2	3	3	1	4	1
Ausstattung						
Betriebssystem	iOS	Android Wear	Android Wear	Android Wear	Pebble OS	Android Wear
Steuerung	Drehkrone, Touch, Sprache	Touch, Sprache	Touch, Sprache	Touch, Sprache	Druckknöpfe, Sprache	Touch, Sprache
Display Typ / Diagonale	OLED / 1,65"	OLED / 1,39"	IPS-LCD / 1,34"; monochromes Segment-LCD	IPS-LCD / 1,42"	transflectives Monochrom-LCD / 1,25"	transflectives IPS-LCD / 1,5"
Auflösung	312 × 390 Pixel (303 dpi)	400 × 400 Pixel (287 dpi)	320 × 300 (239 ppi)	320 × 300 Pixel (245 dpi)	144 × 168 (172 dpi)	360 × 360 Pixel (240 dpi)
Prozessor	Apple S2 Dual-Core-CPU, k. A.	Snapdragon Wear 2100, 1,1 GHz	Snapdragon 400, 1,0 GHz	Snapdragon Wear 2100, 1 GHz	ARM Cortex M4, k. A.	Intel-Dual-Core, 1,6 GHz
Speicher	1 GB RAM, 8 GB Flash	512 MB RAM, 4 GB Flash	512 MB RAM, 4 GB Flash	512 MB RAM, 4 GB Flash	64 KB, 8 MB Flash	1 GB RAM, 4 GB Flash
Lautsprecher / Kopfhöreranschluss	✓ / –	✓ / –	– / –	– / –	– / –	– / –
Mikrofon / Kamera	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –
Sensoren	Beschleunigung, Puls, GPS, Umgebungslicht	Beschleunigung, Umgebungslicht	Beschleunigung, Höhe, Kompass	Beschleunigung	Beschleunigung, Puls, Umgebungslichtsensor	Beschleunigung
Funkstandards	Bluetooth 4.0	Bluetooth 4.1	Bluetooth 4.0	Bluetooth 4.1	Bluetooth 4.1	Bluetooth 4.1
Akkulaufzeit	bis zu zwei Tage	bis zu zwei Tage	bis zu drei Tage, im Uhrenmodus bis zu einem Monat	bis zu zwei Tage	7 bis 10 Tage	ein Tag
Besonderheiten	in mehreren Größen erhältlich, Armband austauschbar, Force-Touch	Armband austauschbar (universell)	Dual-Layer-Display jederzeit gut ablesbar	Armband austauschbar (universell)	bei Sonnenlicht und ohne eingeschaltetes Display ablesbar	bei Sonnenlicht und ohne eingeschaltetes Display ablesbar
Bewertung						
Display	⊕⊕	⊖	⊕	○	⊕	⊕
Funktionsumfang	⊕	○	⊕	○	⊕	○
Laufzeit	○	○	⊕	○	⊕⊕	⊖
Bedienung	○	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Preis	420 €	270 €	500 €	300 €	130 €	1350 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe						

dürfte der den meisten zu hoch sein. Tag Heuer bietet deshalb ein Austauschprogramm an, bei dem man die Connected gegen Zuzahlung in eine mechanische Tag Heuer umtauschen kann, die als Einzelkauf teurer gewesen wäre.

Für iPhone-Nutzer kommt eigentlich nur die Apple Watch in Frage. Zwar lassen sich auch Android-Uhren koppeln, diese bieten aber aufgrund der Einschränkungen von iOS einen reduzierten Funktionsumfang und können so nicht mit der Apple Watch konkurrieren. Preislich ist letztere zwar ebenfalls in der oberen Region angesiedelt, besticht aber mit einem guten Display und tadelloser Verarbeitung.

Die Casio-Uhr macht keinen Hehl daraus, voll und ganz eine Outdoor-Uhr zu sein, die bei Wanderungen, Rad- oder Trekking-Touren zuverlässig zur Seite steht. Dabei helfen die Robustheit, das clevere Always-On-Display und die vielen

praktischen Infos und Tools, die Casio in die vorinstallierte App „Moment Setter“ integriert hat. Wer länger unterwegs ist, wird zu schätzen lernen, dass sie sich ohne Aufladen bis zu einem Monat als konventionelle Digitaluhr nutzen lässt. Ihre riesigen Dimensionen wird man ihr nachsehen. Ebenfalls den Preis, der dem anderer Outdoor-Uhren entspricht. Dass die WSD-F10 jedoch keinen eingebauten GPS-Empfänger hat, ist angesichts der Zielgruppe unverständlich.

Wer für wenig Geld eine alltagstaugliche Smartwatch mit normalem Funktionsumfang sucht, sollte einen Blick auf die günstigen und trotzdem schicken Modelle von Asus und Fossil werfen. Sie werden in verschiedenen Gehäuse- und Armband-Konfigurationen angeboten. Technisch unterscheiden sie sich nur unwesentlich. Beim Display bleiben beide leicht hinter den anderen Testkandidaten zurück. Die

Entscheidung zwischen Q Marshall oder Zenwatch sollte man davon abhängig machen, ob man ein rundes OLED mit etwas geringerer Schärfe wünscht oder die bessere Lesbarkeit des nicht komplett runden LC-Displays bevorzugt.

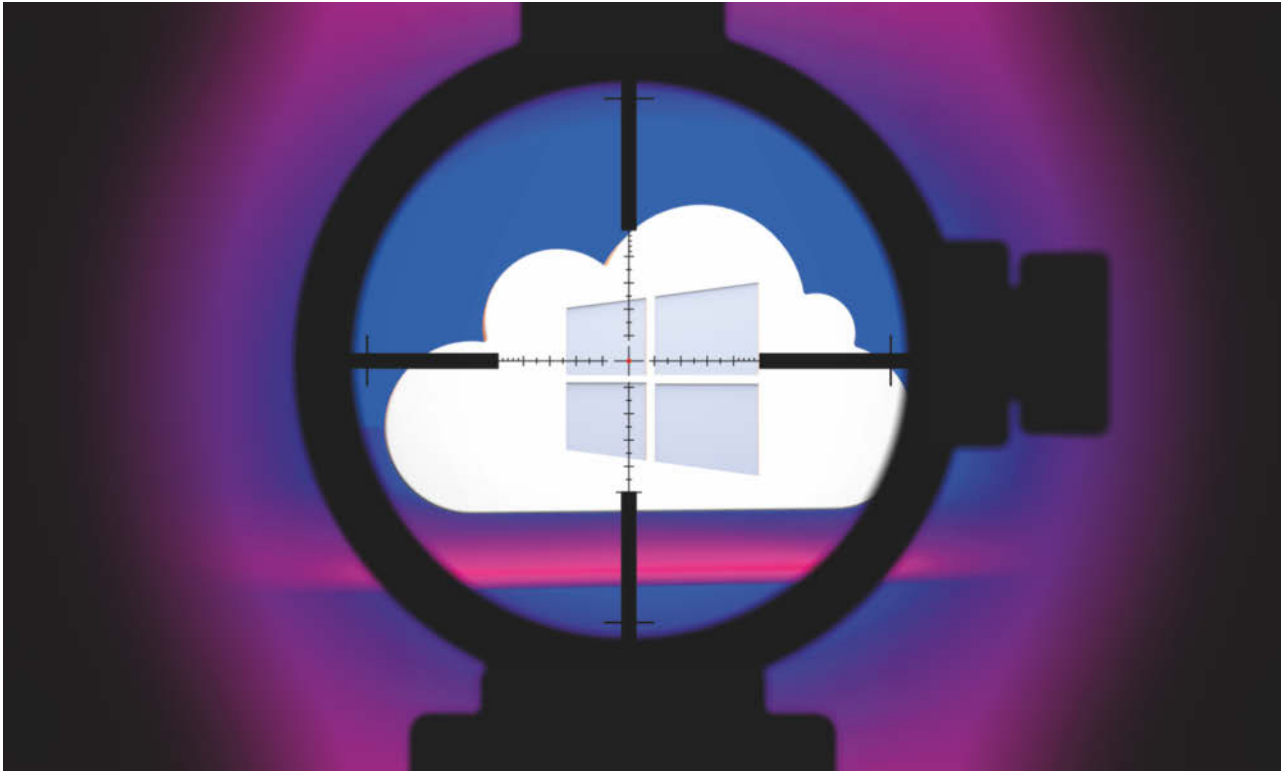
Die Pebble 2 HR wandelt ein wenig zwischen den Welten: Nicht jeder dürfte sie als vollwertige Smartwatch wahrnehmen. Andere lieben sie gerade wegen ihrer 8-Bit-Animationen und dem Retro-Charme. Tatsächlich kann sie, abgesehen vom fehlenden Touchscreen, mit den anderen Smartwatches mithalten. Zudem macht sie mit ihrem günstigen Preis und dem Pulssensor auch als Fitness-Tracker eine gute Figur. (spo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Achim Barczok, Jan-Keno Janssen, Stefan Porteck, Uhrenvergleich, c't 13/15, S. 108

# Wolkenformationen

## Hands-on: Windows Server 2016



**Über ein Jahr nach Windows 10 erklärte Microsoft im Oktober Windows Server 2016 für marktreif. In insgesamt fünf Vorabversionen ergänzten und schliffen die Entwickler peu à peu die neuen Funktionen. Die endgültige Fassung birgt deswegen allerhand Überraschungen im Praxiseinsatz.**

**Von Peter Siering**

**E**s ist bereits viel über den Windows Server 2016 geschrieben worden, bevor er überhaupt fertiggestellt war. Vieles davon bezog sich auf Vorabversionen und gilt in der finalen Fassung nicht mehr. Anderes stellt trotz der abschließenden Veröffentlichung der Software ein Zukunftsversprechen dar. Dieser Artikel

ordnet die Dinge anhand einer praktischen Erprobung einiger Neuerungen der finalen Fassung.

Mit Server 2016 knüpft Microsoft an zwei Punkten an. Der eine ist die Fortsetzung der Entwicklungen des Windows Server 2012 (R2); der hatte bei der Virtualisierung große Fortschritte gemacht, etwa mit Replikationsfunktionen für virtuelle Maschinen (VMs) und dem Migrieren laufender VMs ohne Shared Storage. Der zweite Punkt ist der Cloud-Dienst Azure. Vieles, was dort geboten wird, hält jetzt Einzug in den Server. Darauf ist Microsoft besonders stolz.

### Äußere Umstände

Wie gehabt wird es den Windows Server 2016 in mehreren Ausgaben geben: in Form des kostenlosen Hyper-V-Server als reine Virtualisierungsbasis, in der kosten-

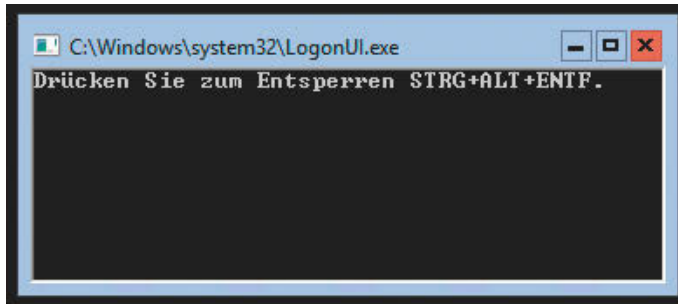
pflichtigen Standard- oder Datacenter-Ausgabe und in Spezialausgaben für kleine Unternehmen als Essentials sowie als Beigabe zu Hardware in Form des Storage Server. Foundation gibt es nicht mehr.

Standard und Datacenter unterscheiden sich wie bisher im Hinblick auf die Virtualisierungsrechte: Standard deckt pro Lizenz zwei Windows-Server-VMs ab; bei größerem Bedarf kann man mehrere Lizenzen einem physischen Server zuweisen. Datacenter erlaubt beliebig viele VMs (auf einer Hardware). Den Feature-Gleichstand der Versionen gibt Microsoft auf: Neue Funktionen für die Replikation von Storage Spaces, die Abschirmung von VMs und weitere Fähigkeiten stecken jetzt nurmehr in der Datacenter-Ausgabe.

Bei der Lizenzierung von Standard und Datacenter stellt Microsoft von CPU-Sockeln auf -Kerne um. Gegenüber bishe-



Eine Core-Installation zeigt nicht mal mehr einen grafischen Dialog bei der Anmeldung. Beim Verwalten hilft weiterhin sconfig.



rigen Gepflogenheiten mit Server 2012 R2 läuft das für Systeme mit mehr als vier Prozessoren (oder acht Kernen) auf eine Preiserhöhung hinaus. Letztlich passt Microsoft damit die Art der Lizenzierung aber nur an andere Server-Produkte aus dem Haus an, etwa den SQL-Server.

Wer einen Server einrichtet, hat nun nicht nur die Wahl zwischen einer Installation mit GUI oder als Core mit nur minimaler Bedienoberfläche, sondern eine dritte Option mit dem Namen „Nano“. Es handelt sich dabei allerdings nicht um eine weitere Variante, die das Setup-Programm anbietet, sondern sie muss mit anderen Mitteln in einer VM oder auch auf echter Hardware aufgebracht werden – gleich mehr dazu.

Wichtig zu wissen ist, dass Core- und GUI-Installationen von Standard und Datacenter im Hinblick auf Support-Leistungen von Microsoft wie der Long-Term-Service-Branch (LTSB) von Windows behandelt werden – das heißt, sie erhalten 10 Jahre Support, ohne dass man Funktions-Upgrades installieren muss. Zwangs-Upgrades wie bei den billigen Desktop-Windows-Varianten gibt es nicht, ebenso wenig ein Insider-Programm.

Eine Nano-Installation hingegen segelt unter der Current-Branch-for-Business-Flagge (CBB), muss also binnen weniger Monate immer auf den aktuellen Stand gebracht werden. Automatisch installiert Nano keine Updates. Idealerweise wird es nur für kurzlebige Systeme genutzt, die aus einem aktualisierten Image neu aufgesetzt werden. An den produktiven Einsatz von Nano knüpft Microsoft die Bedingung, dass der Kunde ein Abo für die Lizenzen abschließt (Software Assurance).

## Innere Werte

Technisch unterscheiden sich die Varianten in Platzbedarf und Ausstattung, aber nicht nur dort. Microsoft hebt besonders hervor, dass Core und Nano deutlich geringeren Patch-Aufwand nach sich ziehen

und entsprechend kleinere Angriffsflächen aufweisen. Wer grafisch administrieren will, braucht einen Server mit GUI oder ein Windows-Desktop-System, auf dem die Remote-Server-Verwaltungswerkzeuge (RSAT) installiert sind.

Der gemeinsame Nenner für die Verwaltung sind die Windows-Management-Funktion (WS-Management) und die Powershell. Im GUI des Server-Managers lassen sich Server direkt per Powershell ansprechen oder aus einer lokal laufenden Powershell heraus via `Enter-PSession - VMname <meineVM>` eine Verbindung zu einer VM aufmachen (Powershell Direct). All das klappt super, wenn die beteiligten Systeme in einer Domäne zusammengefasst sind, und schmerzt unangenehm ohne.

Momentan gesteht Microsoft einer Nano-Installation nur einige der Rollen zu, die man in der Core- oder GUI-Installation eines Windows-Servers einrichten kann. Auch fällt das Aktivieren dieser nicht so leicht. Am einfachsten gelingt es mit dem „Nano Server Image Builder“, den Microsoft kostenlos zum Download anbietet (siehe c't-Link).

Dieser Image Builder erzeugt unter anderem VHD(X)-Dateien, die man direkt in Hyper-V als VM einbinden kann. Ferner kann er auch USB-Datenträger bespielen,

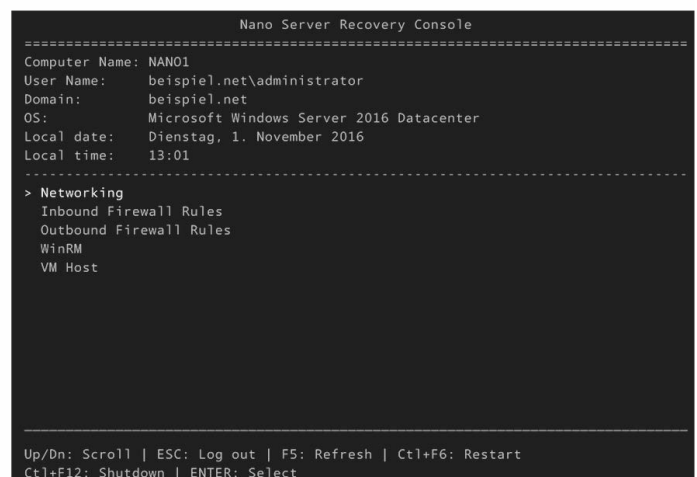
um einen Nano-Server auf physischer Hardware zu installieren. Das Werkzeug setzt diverse Programme aus dem ADK voraus. Der Builder hilft beim Herunterladen derselben, wenn die Abhängigkeit beim Start nicht erfüllt ist.

In typischer Assistenten-Manier fragt der Image Builder die Konfigurationsdetails für den Nano-Server ab. Man hat die Wahl, ob es eine Standard- oder Datacenter-Edition sein soll, kann die Installation in eine Domain packen und die vom Nano-Server unterstützten und für dieses Image benötigten Rollen gleich aktivieren. Der Image Builder zeigt, während er seiner Arbeit nachgeht, welcher Powershell-Befehl im Hintergrund sein Werk verrichtet.

Eine so produzierte VHDX-Datei ist dann mit wenigen Klicks im Hyper-V-Manager in eine VM einzubinden. Um später eine weitere Rolle hinzuzufügen, genügt der Server-Manager nicht, der das auf Core- oder GUI-Installationen erledigt. Einem Nano-Server werden die Rollen als Pakete implantiert. Im Nachhinein lassen sie sich im laufenden Betrieb via Paketmanager einbauen.

Das ist nicht die einzige Besonderheit: Anders als die durchgängig in 64-Bit-Versionen vorliegenden Server führt ein Nano-Server ausschließlich 64-Bit-Binaries aus. Nano fehlt die in anderen Installationsvarianten vorhandene Übersetzungsschicht, um auch 32-Bit-Binaries an den Start zu bringen (WOW64). Er kennt obendrein nur eine Untermenge der Schnittstellen (APIs), die Windows-Anwendungen verwenden. Ferner gibt es auch keine Möglichkeit, Setup-Programme oder MSI-Pakete auf eine Nano-Installation loszulassen. Eine dafür ersonnene Lösung namens „Windows Server

**Eine Nano-Installation liefert nur eine Konsole zur Wiederherstellung.**



App“ (WSA) scheint noch nicht weit gediehen.

## Schicht-Server

Prädestiniert ist der Nano-Server als Basis für den Betrieb von Containern. Diese Technik bündelt Bibliotheken und Anwendungen in direkt einsatzbereiten Images, um sie schnell auf einen Server zu schieben. Mit dem Server 2016 führt Microsoft Container für die Windows-Welt ein. Der nur schmale Nano-Server kann selbst Betriebssystembasis für solche Container sein, wenn die keine großen Ansprüche an Windows-APIs stellen. Wer mehr braucht, muss Core als Basis nutzen.

Microsoft hat zwei Sorten von Containern geschaffen: Die einfache teilt sich den Betriebssystemkern mit anderen Containern. Schutzmechanismen sorgen dafür, dass Prozesse eines Containers nur einen Ausschnitt des Systems sehen, nicht aber die anderen Container oder das Betriebssystem des Wirts. Das gilt auch für Registry, Dateisystem et cetera.

Hyper-V-Container spannen zusätzlich eine minimale Form der Windows-eigenen Virtualisierung ein, sodass Container strikter getrennt werden und jeder einen eigenen Kernel erhält. Diese Betriebsart setzt voraus, dass die CPU auch Funktionen zur Virtualisierung bereitstellt. Der Ansatz beansprucht naturgemäß mehr Ressourcen und erlaubt pro Standard-Lizenz des Servers maximal den Betrieb zweier Hyper-V-Container (sie gelten lizenztechnisch als VM).

Um Container an den Start zu bringen, genügt es nicht, die Container-Rolle einer Installation hinzuzufügen. Es fehlt nämlich das von Microsoft für den Um-

gang mit Containern ausgewählte Docker; es steckt nicht im Lieferumfang, sondern muss zunächst über den Powershell-Paketmanager (ehemals OneGet) nachinstalliert werden. Inclusive Rolleninstallation lässt sich das mit folgenden Befehlen in der Powershell erledigen:

```
Add-WindowsFeature containers
Install-Module -Name DockerMsftProvider -Repository PSGallery -Force
Install-Package -Name docker -ProviderName DockerMsftProvider
Restart-Computer -force
```

Der vorletzte Schritt gelingt nur, wenn Update KB3176936 schon installiert ist. Anschließend lassen sich einschlägige Docker-Kommandos wie unter Linux nutzen: `docker version` gibt die aktuellen Versionen aus.

```
docker pull microsoft/windows-servercore
```

holt ein Basis-Image einer Server-Core-Installation aus Microsofts Docker-Repository (fast 4 GByte Download).

```
docker run -ti microsoft/windows-servercore powershell
```

startet einen Container, führt darin die Powershell aus und verbindet die Konsole mit der aktuellen. Die zusätzliche Option `--isolation=hyperv` würde einen Hyper-V-Container starten. Bei all dem handelt es sich um Container, die für Windows gemacht sind. Für Linux hergestellte Container laufen nicht direkt in dieser Umgebung (sehr wohl natürlich in VMs unter Hyper-V mit Linux als Betriebssystem).

Anders als unter Linux gelten in Windows recht penible Abhängigkeiten zwischen dem Kernel des Betriebssystems und den Containern. Nicht nur die Build-Nummer muss übereinstimmen, sondern auch die Revision, also das, was bei Windows üblicherweise hinter der Build-Nummer mit Punkt angehängt wird. Abzufragen ist das zum Beispiel in der Powershell:

```
(Get-ItemProperty 'HKLM:\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\').BuildLabEx
```

Schon die Installation von Updates erhöhen die Revision. Nur bei abweichender Build-Nummer verhindert Windows den Start von Containern. Abweichende Revisionen unterstützt Microsoft nicht im Produktivbetrieb. Das Gesagte gilt freilich nur für reine Container-Umgebungen. In einem Hyper-V-Container, der zwischen Container und Wirtssystem die Windows-eigene Virtualisierungsschicht schiebt, gelten wieder andere Gesetze: Hier muss die ausführende Schicht im Zweifelsfall mindestens so modern sein wie Server 2016.

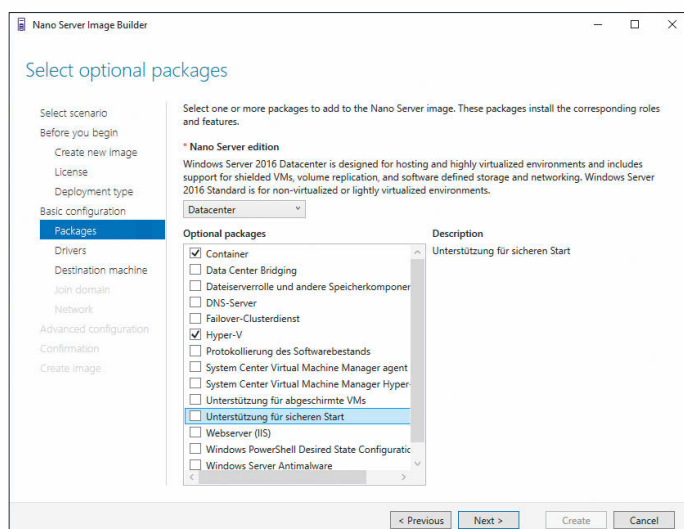
Bei Redaktionsschluss passten die Revisionen eines durchgepatchten Servers und die Container, die er aus dem Docker-Hub herunterlud, nicht zueinander – produktiven Einsatz im unisolierten Betrieb würde Microsoft nicht unterstützen. Wer sich an den letzten c't-Artikel zu Windows-Container erinnert: Das damals als alternative Steuerungsmöglichkeit für Container angebotene Powershell-Interface hat Microsoft aufgegeben.

Letztlich mag die Container-Unterstützung zwar für fertig erklärt sein, aber vieles kommt trotz der langen Preview-Phase erst jetzt in Gang. Beim Stöbern im Docker-Blog stolpert man über `image2-docker`. Das Powershell-Skript analysiert bestehende Windows-Images (WIM, VHD(X)) und versucht, daraus ein Docker-File zu machen, das letztlich als Bauanleitung für ein Container-Image dient.

## Speicher-Replikatur

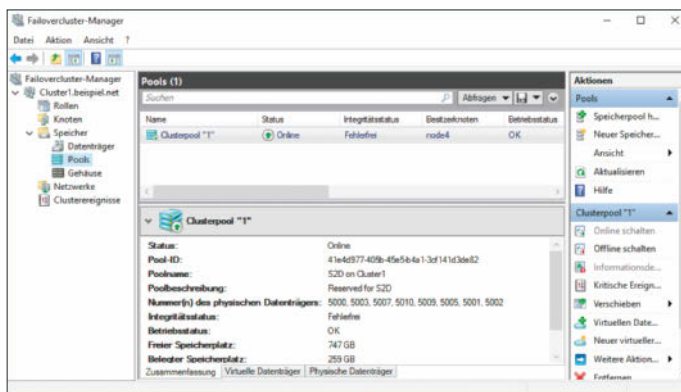
Wer die Replikationsfunktionen von Hyper-V-VMs aus älteren Server-Versionen zu schätzen weiß, dürfte auf die Funktion namens „Storage Replica“ – Speicherreplikatur auf Deutsch – gespannt sein: Die nur in Datacenter vorhandene Funktion verspricht, Daten eines Volumes blockweise übers Netz auf ein anderes Volume auf einem anderen Server zu spiegeln. Anders als ältere Verfahren im Server klappt das für geöffnete Dateien und erfolgt sogar synchron, hinreichende Kapazität der

Mehr als nur ein Cloud-Lakai: Ein Nano-Server kann durchaus auch im lokalen Netz Aufgaben erfüllen und den Pflegeaufwand reduzieren.



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

Grafische Oberflächen, die beim Einrichten von Storage Spaces Direct helfen würden, gibt es vorerst nicht. Der Failover Cluster Manager kann so angelegte Storage Pools immerhin verwerten.



Netzwerkverbindung vorausgesetzt, also jenseits von GBit-Ethernet.

Bei Storage Replica gibt es eine klare Fließrichtung der Daten: von der Quelle zum Ziel. Zwischen den Servern müssen ICMP, SMB (Port 445 plus Port 5445 für SMB Direct) und WS\_MAN (Port 5985) erlaubt sein. Außer Quell- und Zielvolume benötigt Storage Replica auf beiden Seiten ein separates Log-Volume mit mindestens 9 GByte. Systemlaufwerke fasst Storage Replica nicht an.

Fürs Einrichten eines Replikats gibt es derzeit nur einen Weg: die Powershell auf dem Quellsystem. Zunächst soll man per Test-SRTopology ermitteln, ob Datenträger und Netzverbindung den Anforderungen entsprechen. Der Aufruf in der Powershell spuckt einen HTML-Report aus. Bei erfolgreichem Test-Resultat kann man per New-SRPartnership geschmückt mit zahlreichen Parametern die Replikation starten. Erfolg, Misserfolg und auch später den aktuellen Status der Replikation bringt man via Powershell oder durch Einsichtsname in die Ereignisprotokolle in Erfahrung. Ein grafisches Werkzeug zur Überwachung oder Verwaltung fehlt.

Im Fehlerfall schaltet man die Rollen von Quelle und Ziel um und erhält erst dann auf dem ursprünglichen Ziel Zugriff auf das Volume. Microsoft empfiehlt vernünftigerweise, diesen Schritt in der Praxis zu üben, damit man im Fehlerfall nicht vor lauter Aufregung danebenlangt.

## Hyper-Konvergenzia

Mit „Storage Spaces Direct“ (S2D) macht Microsoft das im Windows-Server vorhandene Storage-Management in der Datacenter-Edition netzwerkfähig. Die Funktion kann Datenträger, die über mehrere Server im Netz verteilt sind, zu einem einzigen Volume zusammenfassen und dann mehreren Rechnern als gemeinsam

genutztes Laufwerk zur Verfügung stellen. Der Ausfall einzelner Platten oder Server stellt dabei keine Gefahr für die Daten dar.

Wer sich mit dem Aufbau eines Windows-Clusters in früheren Server-Versionen befasst hat, trifft beim Benutzen der Storage Spaces Direct (S2D) früher oder später alte Bekannte. Letztlich handelt es sich um einen Windows Cluster, der nicht mehr auf externen Shared Storage in Form von iSCSI-Volumes oder eines SAN angewiesen ist. Ein solcher Cluster kann nur Speicherdienste anbieten oder auch gleichzeitig Rechen-Power – dann spricht man von hyperkonvergent.

Der Weg dorthin beginnt für den Administrator mit der Installation der Cluster-Knoten nebst Fail-Over-Clustering-Rolle und anschließenden Tests der Infrastruktur. Für den Produktivbetrieb braucht das leistungsfähige Systeme mit mehreren redundanten Netzen und 10-GBit-Ethernet oder mehr. Um die Funktion auszuprobieren, genügen ein Netz und zwei Datenträger je Knoten, Systemplatten ausgenommen.

Abermals in der Powershell startet Test-Cluster mit diversen Parametern die Tests. Ein ausführlicher HTML-Report verrät, wo Steine im Weg liegen. Viele Anleitungen, auf die man in dieser Sache stößt, versäumen darauf hinzuweisen, dass Microsoft die Parameter des Aufrufs teils eingedeutscht und teils im Englischen belassen hat: Mit der deutschen Fassung war „Netzwerk“ statt „Network“ und „Systemkonfiguration“ statt „System Configuration“ einzusetzen.

Sind keine eklatanten Warnungen aufgetreten, lässt sich mit New-Cluster ein Cluster aus den Knoten erstellen. Wichtig ist, die Option -NoStorage mitzugeben. Sie sorgt dafür, dass sich die Konfiguration nicht um die Speicherdienste kümmert. Wieder erzeugt Windows einen Bericht als HTML-Datei.

Wenn der Cluster steht, erstellt der Aufruf

```
Enable-ClusterStorageSpacesDirect -CimSession <ClusterName>
```

einen Speicherpool aus den Laufwerken der Knoten. Die dürfen dafür weder Dateisysteme noch Partitionen enthalten. Wie beim Testen wird eine HTML-Datei mit den Verlaufsdaten gefüllt. Damit sind alle in der Powershell zu tätigen Dinge erledigt.

Aus dem Storage Space Direct (mit S2D gekennzeichnet) lässt sich dann im grafischen Failover Cluster Manager ein Volume erzeugen. Mit Server 2016 empfiehlt Microsoft als Dateisystem das neue ReFS, das im Zusammenspiel mit Hyper-V deutliche bessere Performance für VHDX-Dateien liefern soll. Wer allerdings auf dem gemeinsamen Volume Deduplizierung braucht, muss NTFS nehmen.

Das Volume, das dem Clustered Shared Volume (CSV) früherer Windows-Cluster entspricht, muss im Failover Cluster Manager freigegeben werden. Dann taucht es etwa als Volume1 auf den Knoten in c:\ClusterStorage\ auf. Legt man die VMs im Failover Cluster Manager an, so lassen sie sich dort mit wenigen Klicks von Node zu Node verschieben.

## Rückblickend

Die Grundlage für Storage Replica und Storage Spaces Direct ist das „Server Message Block“-Protokoll (SMB3), das Microsoft seit SMB2 komplett erneuert hat. Dank schneller Netzwerkkarten und Optimierungen der Übertragung per Remote Direct Memory Access (RDMA), dessen sich der Netzwerk-Stack mit „SMB direct“ bedienen kann, erreicht Microsoft in Test-szenarien beachtenswerte Durchsatzraten. Für den Produktivbetrieb empfiehlt sich freilich ein Hardware-Partner mit für diesen Zweck zertifizierten Produkten.

Unser Test-Setup nutzte all diese Schikanen nicht, sondern lief auf einem einzigen fetten Server: Fast ein Dutzend VMs in einem Netz mit eigenem Active Directory, teils verschachtelt, also Hyper-V in einer Hyper-V-VM (eine von vielen weiteren neuen Fähigkeiten des Server 2016), taten über Wochen zuverlässig und so schnell ihren Dienst, dass das Ausprobieren nicht zur Geduldsprobe geriet.

Zu meckern gibt es natürlich immer etwas. Folgendes stach uns besonders ins Auge: Core-Installationen starten nach frischer Installation mit einer unglücklichen Vorbelegung für die Telemetrie-Ein-



stellungen, sie steht mit „Erweitert“ auf der zweitgeschwächsten Stufe. Eine GUI-Installation startet hier zugeknöpfter. Zum Nano-Server gibt es in dieser Frage derzeit leider keine verlässliche Aussage.

Generell kann man Cloud-Phobikern kaum raten, einen Windows-Server einzusetzen – ebenso wenig wie Windows 10. Ein Angebot von Microsoft, das unter anderem in Anleitungen zu Storage Replica als GUI-Alternative angepriesen wird, dürfte denen besonders sauer aufstoßen: die Azure-basierten Server Management Tools. Die Idee dahinter ist spannend: Man verwaltet seine Server über die Web-Oberfläche eines Cloud-Dienstes in Azure.

Damit das funktionieren kann, muss man im eigenen Netz spezielle Software einrichten, idealerweise auf einem dafür abgestellten System. Es wird dadurch in ein Gateway verwandelt, das die Verbindung zwischen den zu verwaltenden Computern und Azure herstellt. Das Gateway-System benötigt eine Verbindung ins Internet, steht aber hinter der Firewall.

Zu Storage Replica finden sich dort allerdings keine weiteren Hilfen. Letztlich bietet Microsoft dort wenig, was über das Beobachten der eigenen Server hinausgeht: Rudimentäre Registry-Zugriffe stellen schon die Kür da. Weder VMs lassen sich verwalten (sie sind nicht mal zu sehen), noch Aspekte eines Active Directory. Wohin Microsoft mit diesem derzeit im Test befindlichen und kostenlosen Angebot hin will, ist nicht recht erkennbar. Es ist in jedem Fall meilenweit von nutzbar entfernt und keine Alternative zu den derzeit unvermeidlichen Powershell-Exkursen oder einer zusätzlichen Investition in Management-Software.

Viele, viele kleinere Verbesserungen im Server 2016 hat dieser Artikel nicht mal angeschnitten, etwa erweiterte Grenzen für VMs, bessere, da Backup-sichere Snapshots von VMs, direkte Hardware-Zugriffe aus VMs auf PCIe-Geräte, kryptografisch gesicherte VMs, Version-2-VMs für Linux mit Secure Boot, QoS-Fähigkeiten für Storage, Cluster-Updates, Cluster-Witness per Cloud-Service, stets aktiver Defender, besserer Schutz von Admin-Accounts und spärliche Vergabe von Admin-Rechten. Eine vollständige Aufstellung hat Microsoft; Sie finden diese über den Link.

(ps@ct.de) **ct**

**Downloads, weiterer Lesestoff:**  
[ct.de/yjz4](http://ct.de/yjz4)

# Griff nach den Wolken



**»An den Brot-und-Butter-Funktionen hat Microsoft kaum etwas geändert.«**

**Nils Kaczinski leitet das Microsoft-Consulting eines Systemhauses**

## Kommentar zu Server 2016

„Cloud-ready“ nennt Microsoft sein neues Server-Betriebssystem. Alles, was es an Neuem mitbringt, richtet sich an Rechenzentrumsbetreiber, aber nicht an Netze kleiner oder mittlerer Größe. An den Brot-und-Butter-Funktionen, für die Windows-Server in vielen Firmen stehen, hat Microsoft seit vielen Jahren kaum etwas geändert. Nach und nach verschwinden sogar Features ersatzlos. Im aktuellen Release ist das etwa die Verwaltungskonsolle für Dateifreigaben; schon früher hatte es die Zugriffsverwaltung für Hyper-V-VMs dahingerafft.

Dabei gäbe es an den Grundfunktionen von Windows Server einiges zu verbessern. Dem Dateiserver etwa fehlen zuverlässige Synchronisationsmechanismen für Anwender oder komfortable Suchfunktionen. Das Drucken in einem Windows-Netz ist ein Krampf, sobald die Umgebung etwas größer wird. Das Active Directory hat kein modernes Kennwort-Management – nicht einmal Negativlisten schwacher Kennwörter kann man hinterlegen, obwohl sogar Microsofts Forschungsabteilung dies für eine wirksame Methode hält.

Stattdessen versucht Redmond, die Kerntechniken anderer Hersteller anzugreifen. Seit Jahren sollen etwa die „Storage Spaces“ teure SAN-Speichergeräte ersetzen. Günstige Standardfestplatten in einfachen Servern leisten dasselbe, so das Versprechen. Klingt gut, klappt aber in der Praxis nicht –

entweder ist die Performance lausig oder das System ist am Ende teurer als ein herkömmliches SAN.

Nun sollen es „Storage Spaces Direct“ richten und ganz nebenbei Hyperconverged-Pioniere wie Nutanix oder Simplivity vom Markt fegen. Die Funktion „Storage Replica“, die für kleinere Firmen vielleicht als Speicher-Spiegel interessant sein könnte, verstecken die Redmonder in der teuren Datacenter-Edition. So schwindet der Preisvorteil gegenüber einem fertigen SAN, wieder nichts für KMU-Kunden.

Nach einer enorm langen Preview-Phase wirkt einiges noch sehr unreif, etwa die Container, die Teaming-Funktion SET für Hyper-V-Netzwerkkarten oder der Nano-Server. Gerade an diesen Stellen brauchen Admins die Gewissheit, dass sie sich auf die Technik verlassen können. Während der Previews gab es hier aber viel Hin und Her.

Man muss schon Mut mitbringen, um die neuen Rechenzentrumsfunktionen wirklich einzusetzen – und einen Premium-Support-Vertrag bezahlen, denn ohne wären die Neuerungen produktiv schlicht nicht nutzbar. Kunden, die keine Cloud-Rechenzentren bauen, sondern nur ihr Unternehmen mit Serverdiensten versorgen wollen, stehen etwas ratlos vor dem neuen Windows-Server. Für sie rechtfertigt kaum etwas den Umstieg. Bleibt am Ende vielleicht nur der Upgrade-Zwang, wenn Patches für die älteren Versionen versiegen.

# Die Richtige finden

**Kaufberatung: Grafikkarten zum Spielen, Arbeiten und Rechnen**



boerse.to original upload blacky



## Eine neue Grafikkarte muss her, aber welche? Aktuelle Spiele laufen mit modernen DirectX-12-Karten ruckelfrei; 4K und VR brauchen zusätzlich mächtig Power. Doch nur ausgewählte Modelle unterstützen alle aktuellen Video- und Display-Standards.

Von Martin Fischer

**W**er sich heute eine Grafikkarte kaufen möchte, hat die Auswahl von über 1200 Modellen, die zwischen 20 und 12.000 Euro kosten. Jetzt bloß nicht erschrecken – nach dem Lesen dieses Artikels wissen Sie genau, zu welcher Karte Sie greifen müssen. Zwar steckt heute in fast jedem PC ein integrierter Grafikprozessor, dennoch gibt es mehr Gründe als je zuvor, auf eine zusätzliche Grafikkarte zu setzen.

PC-Spieler haben so viele Titel zur Auswahl wie noch nie und können sie auf 4K-Bildschirmen mit hohen Bildraten oder direkt in der Virtual Reality (VR) erleben. Die Palette reicht von genialen Indie-Spielen über Strategieperlen wie Civilization VI hin zu grafisch imposanten Schlachtensimulationen wie Battlefield 1. Mittlerweile erscheinen auch nahezu alle Konsolenspiele für Gaming-PCs, sehen darauf schicker aus und lassen sich besser steuern. Auch nicht unwichtig: Die PC-Versionen sind im Vergleich wesentlich günstiger und meist schon für 40 bis 50 Euro zu bekommen – die gleichen Konsolenversionen kosten üblicherweise bis zu 70 Euro. Wer also beispielsweise 10 Konsolenspiele pro Jahr kauft, hat bis zu 300 Euro mehr als der PC-Spieler ausgegeben. Dafür bekommt man eine leistungsfähige Gaming-Karte mit mehr 3D-Performance als die brandneue Playstation 4 Pro.

Nicht nur Spieler profitieren von einer separaten Grafikkarte. Ältere Rechner lassen sich schon mit einer 120-Euro-Grafikkarte zu Multimedia-Alleskönnern aufrüsten, die 4K-Bildschirme ansteuern und superscharfe Streaming-Videos wiedergeben. Selbst Hochkontrastbilder (High Dynamic Range/HDR) geben solche Kar-

ten aus und zeigen Filme und angepasste Spiele mit beeindruckender Farbbrillanz.

Über spezielle Schnittstellen beschleunigen GPUs die Oberflächen und Effekte von Betriebssystemen (Windows, Linux, macOS) sowie vieler Anwendungen (Photoshop, Powerpoint et cetera) und wandeln HD-Videos bei geringer CPU-Last und schneller als in Echtzeit in andere Formate um, etwa für YouTube, Smartphones oder Streaming-Konsolen wie Shield Android TV. Viele Spezialanwendungen für Videoschnitt und Bildbearbeitung beschleunigen manche Effekte über GPUs, unterstützen aber meist nur ganz bestimmte Modelle und Treiberversionen. Vor dem Kauf einer Grafikkarte muss man sich folglich auf den Webseiten der Software-Hersteller informieren. Wissenschaftler und Forscher nutzen die hohe Rechenleistung moderner GPUs beispielsweise für maschinelles Lernen (Deep Learning), die CT-Bildkonstruktion, Erdbebenforschung oder Strömungssimulationen.

### Des Shaders Kern

Das Herz einer Grafikkarte ist der Grafikchip (Graphics Processing Unit/GPU), dessen Aufbau und Taktfrequenz die 3D-Performance bestimmen. Die GPU-Hersteller AMD und Nvidia versuchen sich im Wettrüsten um die schnellste GPU alle paar Monate zu übertreffen. Je nach Leistungsfähigkeit und Preis teilt man Grafikkarten in vier Kategorien ein: Büro (20 bis 100 Euro), Multimedia (100 bis 200 Euro), Gaming (200 bis 500 Euro) und High End (ab 500 Euro). Mit dem Preis steigt die Leistungsfähigkeit – sofern man aktuelle Modelle miteinander vergleicht. Mehr als zwei Jahre alte Karten mit Sel-

tenheitswert können wesentlich teurer sein als aktuelle, schnellere Modelle.

AMD und Nvidia führen ihre Grafikkarten unter den Bezeichnungen „Radeon“ beziehungsweise „GeForce“. Beide Hersteller haben auch wesentlich teurere Profivarianten mit Spezialfunktionen als „Fire-Pro“ und „Quadro“ im Angebot. Ihre Treiber sind für CAD-, Konstruktions- und Renderprogramme optimiert und zertifiziert. Nvidia stellt überdies noch reine „Tesla“-Rechenkarten für Supercomputer her. Gemeinsam haben alle diese Serien, dass sie die gleichen Grafikchips wie günstigere Consumer-Karten nutzen, aber die Treiber bestimmte Funktionen zuschalten oder blockieren.

### Welche nehmen?

Die allererste Frage ist meist: Soll ich zu AMD oder Nvidia greifen und durch was unterscheiden sie sich? Grundsätzlich: Mit keinem Hersteller macht man wirklich etwas verkehrt; es gibt jedoch Unterschiede, die man vor dem Kauf kennen sollte.

Nvidia-Karten der Serien GeForce GTX 900 und GTX 1000 sowie die 300er (außer R7 370) und 400er Radeons unterstützen die 3D-Schnittstellen DirectX 12 beziehungsweise DirectX 12 (Windows 10) und Vulkan vollständig und können damit auch künftige 3D-Anwendungen und Spiele problemlos starten. Diese Schnittstellen erlauben es Entwicklern, Grafikkarten und Mehrkernprozessoren hardwarenäher zu programmieren (Low Level) und besser auszulasten als mit DirectX 11 und OpenGL, sodass Spiele schneller laufen als zuvor.

Aus technischer Sicht haben Radeon-Grafikkarten bei Low-Level-Schnittstellen



Battlefield 1 gehört zu den grafisch aufwendigsten Spielen. Mit einer 4-GB-Byte-Grafikkarte der Serie GeForce GTX 1050 Ti oder Radeon RX 470 läuft das Spiel in Full HD ruckelfrei.

einen Vorteil. Ihre GCN-Grafikchips führen Grafik- und Rechenoperationen parallel und unabhängig voneinander aus, ohne dass zusätzliche Wartezeiten auftreten. Diese als Asynchronous Compute (Async Compute) bezeichnete Technik führt etwa im 3D-Shooter Doom oder dem Echtzeitstrategiespiel Ashes of the Singularity dazu, dass AMD-Grafikkarten mit teureren Nvidia-Modellen gleichziehen oder sie sogar überholen. Hiervon profitieren Nutzer älterer oder langsamer Prozessoren besonders stark. Unter DirectX 11 lässt sich Async Compute nicht nutzen; dann arbeiten GeForce-Grafikkarten schneller und sparsamer, sind allerdings auch etwas teurer. Unter Linux lässt sich mit AMD- und Nvidia-GPUs ordentlich spielen, letztere sind meist etwas schneller. Wer nicht spielt, ist durch den guten Open-Source-Treiber mit Radeons womöglich besser bedient. Sucht man nur eine Bürokarte zum Ansteuern eines 4K-Displays unter Linux, kann man zu einer beliebigen Grafikkarte greifen, die mindestens einen DisplayPort ausführt. Genaue Informationen zu Grafikkarten unter Linux finden Sie auf Seite 110.

Grafikkarten geben ihre Bildsignale über die digitalen Anschlüsse DVI, DisplayPort und HDMI aus. Via DVI sind bis zu  $2560 \times 1600$  Bildpunkte bei 60 Hz möglich. Komplizierter wird's bei DisplayPort und HDMI, denn hier kommt es auf den unterstützten Standard der jeweiligen Karte an. Damit 4K-Fernseher mit 60 Hz laufen, braucht man eine HDMI-2.0-Buchse, die nur die Serien GeForce 900, GeForce 1000 und Radeon RX 400 bieten. 4K-Computermonitore laufen über DisplayPort 1.2 mit 60 Hz – das beherrschen alle Grafikkarten der vergangenen vier Jahre und sogar aktuelle Prozessorgrafikeinheiten. DP 1.2 ist auch die Mindestvoraussetzung für spezielle Displays mit adaptiver Synchronisierung, die Spiele auch bei Bildraten unter 60 fps sehr flüssig anzeigen (Nvidia G-Sync, AMD FreeSync).

Bildwiederholraten über 60 Hz bei 4K gibts erst mit DisplayPort 1.4, was wiederum den Serien GeForce 1000 und Radeon RX 400 vorbehalten ist. Diese können über DP 1.4 und HDMI 2.0b auch Hochkontrastbilder (High Dynamic Range/HDR) ausgeben, die Filme und

Spiele mit brillanten Farben darstellen. Die Technik ist im PC-Bereich brandneu; es gibt erst ein HDR-Spiel (Shadow Warrior 2) und für die HDR-Filme via Amazon und Netflix fehlt noch eine geeignete Windows-10-App. Die Serien GeForce 1000 und Radeon RX 400 sollen laut Herstellerangaben den erforderlichen PlayReady-3.0-Kopierschutz (SL3000) zum Abspielen der künftigen 4K-HDR-Streams unterstützen, nachprüfen lässt sich das mangels Treiber und Software derzeit allerdings nicht.

### Wer braucht noch Billig-Grafikkarten?

Interessant sind separate Steckkarten für ältere PCs ohne Prozessorgrafik, die man günstig für Windows 10 fit machen möchte. Dafür reicht schon eine AMD Radeon R7 240 für 45 Euro, die obendrein mehr 3D-Leistung bietet als die IGP „HD 530“ in Intels schnellstem Skylake-Prozessor Core i7-6700K (330 Euro). Grafikkarten unter 40 Euro sind langsamer als die meisten IGP's und taugen nur zur reinen Bildausgabe oder zur Ansteuerung zusätz-



licher Monitore. Ein großer Vorteil separater Grafikkarten von AMD oder Nvidia sind die mitgelieferten Treiber, die dem Nutzer viele Einstellungen erlauben – etwa zum Zusammenfassen und Anordnen mehrerer Bildschirme, zur Rahmenkorrektur oder zum Aufhübschen von Videos in Echtzeit (Post Processing). Seit Windows 7 darf man mehrere Grafikeinheiten mit verschiedenen Treibern gleichzeitig betreiben. Das erlaubt, viele Monitore parallel an Grafikkarte(n) und Mainboard anzuschließen.

4K-Displays stellen über acht Millionen Pixel dar und bieten folglich besonders für Büroarbeiter viel Platz für verschiedene Anwendungen. Denen genügt meist auch die Performance älterer Rechner, die jedoch meist keinen DisplayPort 1.2 bieten. 4K-Displays mit 60 Hz sind bereits ab 320 Euro erhältlich, etwa der BenQ BL2420U oder Samsungs U24E590D. Grafikkarten mit DisplayPort 1.2 gibt es ab rund 90 Euro, beispielsweise Saphires Radeon R7 360 Nitro oder XFX' Radeon R7 360 Core Edition. Die günstigste DisplayPort-1.2-Karte mit Nvidia-GPU ist Zotacs GeForce GTX 750 Zone für 112 Euro, die obendrein komplett ohne Lüfter auskommt.

Alle genannten Grafikkarten dekodieren mithilfe spezieller Software auch hochauflöste Full-HD-Filme in den For-

Ein besonders kompaktes und leises Modell der GeForce GTX 1050 Ti kommt von Zotac. Es ist schnell genug für Spiele wie GTA V und bietet moderne Display- und Video-Schnittstellen.



maten H.264, MPEG-2 und VC-1. Grafikkarten, die 4K-Filme im neueren HEVC-Format verarbeiten, kosten mindestens 120 Euro, etwa AMDs Radeon RX 460 oder Nvidias GeForce GTX 1050.

Die integrierten Grafikkarten von halbwegs aktuellen Hauptprozessoren (IGPs) reichen für normale Office-Aufgaben, zum Surfen und Filme gucken aus. IGPs der Prozessorserien Intel Skylake Core i-6000, AMD Bristol Ridge

und Carrizo verarbeiten sogar Filme im HEVC-Format.

## Eingespielt

Grafikkarten über 100 Euro sind schnell genug, um auch aktuelle Spiele in Full HD darzustellen. Viele Karten in diesem Preisbereich benötigen keine separaten PCIe-Stromstecker und eignen sich daher für kompakte Wohnzimmer-Konsolen-PCs. Üblicherweise reicht ein 300-Watt-

## Klassifikation aktueller AMD- und Nvidia-Grafikkarten

	Büro	Multimedia	Gaming	High-End
Anzahl Shader-Rechenkerne	bis 384	bis 2048	bis 2816	bis 4096
Rechenleistung	bis zu 500 GFlops	bis zu 4000 GFlops	bis zu 6000 GFlops	bis 11000 GFlops
Speicherinterface	64 Bit / 128 Bit	bis 256 Bit	bis 512 Bit	bis 4096 Bit
sinnvolle Speichergröße	2 GByte	4 GByte	4 – 6 GByte	8 GByte
Speichertyp	DDR2, DDR3, GDDR5	GDDR5	GDDR5	GDDR5 / GDDR5X / HBM
Speicherdurchsatz	8 bis 50 GByte/s	bis 200 GByte/s	bis 384 GByte/s	bis 512 GByte/s
sinnvolle Antialiasing-Einstellung bei Full HD	–	FXAA, MLAA	vierfach MSAA	vierfach/achtfach MSAA, alternativ Supersampling
sinnvolle anisotrope Filterung	–	sechzehnfach	sechzehnfach	sechzehnfach
flüssiges Spielen auf 4K-Displays	–	–	mit verminderter Detailstufe	hohe Detailstufe
geeignet für VR	–	–	✓	✓
typische 3D-Leistungsaufnahme	15 bis 50 Watt	60 bis 180 Watt	130 bis 220 Watt	180 bis 275+ Watt
AMD-Grafikchips	Radeon HD 5450, Radeon HD 6450, Radeon R5 230, Radeon R7 240, Radeon R7 250, Radeon R7 360	Radeon R7 370, Radeon R9 380/380X, Radeon RX 460	Radeon R9 390/390X, Radeon RX 470, Radeon RX 480	Radeon R9 Nano, Radeon R9 Fury, Radeon R9 Fury X, Radeon R9 295 X2
Nvidia-Grafikchips	GeForce 210, GeForce GT 220, GeForce GT 430/440, GeForce GT 610/620/630/640, GeForce GTX 650/Ti, GeForce GTX 750/Ti	GeForce GTX 950/960, GeForce GTX 1050/Ti	GeForce GTX 970/980, GeForce GTX 1060	GeForce GTX Titan X, GeForce GTX 980 Ti, GeForce GTX 1070/1080, Nvidia Titan X
empfohlenes Netzteil	300 Watt	350 Watt	450 Watt	mindestens 500 Watt, für Dual-GPU-Karten ab 700 Watt
Preisbereich	25 bis 100 €	100 bis 200 €	200 bis 300 €	300 bis 1000+ €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden			

Netzteil zum Betrieb locker aus. Während bei Karten unter 100 Euro kaum Bewegung herrscht, erneuern AMD und Nvidia ihr Angebot in dieser Klasse regelmäßig mit effizienten, schnellen GPUs, die meist sogar neue Funktionen mitbringen.

Varianten mit brandneuen Grafikchips sind AMDs Radeon RX 460 (GPU: Polaris 11, ab 110 Euro) und Nvidias GeForce GTX 1050 (Pascal, ab 130 Euro). Sie eignen sich vor allem für schnelle E-Sport-Titel wie Overwatch, Dota 2 oder Starcraft 2; in Full HD stellen sie diese Spiele mit voller Detailstufe und hohen Bildraten dar. Grafisch besonders anspruchsvolle Spiele wie GTA V oder Gears of War 4 laufen ruckelfrei, sofern man in den Spielmenüs die mittlere Grafikqualität einstellt. Mehrspieler-Rollenspiele (MMORPGs) wie World of Warcraft stellen die genannten Karten mit 60 fps dar, wenn man bei der Kanten-glättung auf FXAA statt MSAA setzt.

Empfehlenswert ist etwa die Asus Radeon RX 460 Strix (4 GByte, 145 Euro), deren Lüfter im Leerlauf stillstehen und unter Last kaum hörbar sind. 2-GByte-Karten sollte man nur kaufen, wenn man nicht spielt und lediglich auf Multimedia-Funktionen scharf ist. Alternativ bietet sich Zotacs GeForce GTX 1050 Ti (4 GByte, 170 Euro) an. Sie hat weniger Shader-Kerne als die Radeon, betreibt diese aber mit einem wesentlich höheren Takt. Da-



**Sapphires Radeon RX 470 ist schön leise, sofern man das Silent-BIOS wählt. Im Gaming-Modus ist sie kaum schneller, aber wesentlich lauter.**

durch ist sie rund 25 Prozent schneller, dabei sparsamer und überdies beim Spielen ebenfalls kaum hörbar. Im Vergleich ist die GTX 1050 Ti ungefähr so schnell wie eine unübertaktete 4-GByte-Version der GeForce GTX 960, die im Handel noch für rund 200 Euro zu haben ist.

Ein absolutes Schnäppchen für preisbewusste Spieler ist die schon ein wenig

betagte Radeon R9 380. Sie ist kompatibel zu DirectX 12 und mehr als 10 Prozent schneller als die GeForce GTX 960, kostet aber nur 160 statt 200 Euro. Dafür muss man auf DisplayPort 1.4 und HEVC-Wiedergabe verzichten und eine Leistungsaufnahme über 150 Watt akzeptieren.

## Gute Grafik

Grafikkarten ab 200 Euro können aktuelle Spiele in Full HD mit maximaler Detailstufe flüssig darstellen und stellen die Mindestvoraussetzung für Virtual-Reality-Spiele dar. Empfehlenswert sind dabei mindestens 4 GByte Videospeicher, um genügend Platz für die hoch aufgelösten Texturen von Spielen wie Deus Ex Mankind Divided oder Battlefield 1 zu haben. Greifen sollte man zu Grafikkarten mit GPUs der Serien Polaris 10 (AMD Radeon RX 470, RX 480) oder Pascal GP106 (GeForce GTX 1060). Die Vorgänger sind teurer und schlucken mehr. Vergleichsweise günstig (ab 210 Euro) ist lediglich die GeForce GTX 970, die durch ihr krummes Interface beim hohen Videospeicherbedarf mancher Spiele ins Schwitzen kommt: nur 3,5 von 4 GByte sind schnell angebunden.

Die Radeon RX 470 (ab 200 Euro) und Radeon RX 480 gibt es mit 4 GByte (ab 200/220 Euro) und 8 GByte Speicher (ab 240/260 Euro). Die GPU der Radeon RX 480 hat mehr Shader-Rechenkerne (2304 statt 2048) und ist knapp 20 Prozent schneller. Die meisten Hersteller-Modelle lassen ihre Lüfter nur unter Last drehen und sind beim Surfen und Arbeiten unter Windows lautlos (ZeroFan-Technik). Bei manchen Karten ist das Anlaufen der Lüfter ab einem bestimmten Temperaturbereich hörbar. Empfehlenswert ist etwa die Sapphire Radeon RX 470 4G D5 (215 Euro), die auch beim Spielen leise ist – sofern man mit dem winzigen Schiebescalter an ihrer Platine das Silent-BIOS wählt. Im Gaming-Modus ist sie kaum schneller, dafür aber deutlich lauter. Eine interessante RX 480 ist die Asus Strix-480-08G-Gaming: Sie ist übertaktet und daher wieselflink, beim Spielen allerdings hörbar.

Sparsamer und meist schneller als die RX 480 ist Nvidias GeForce GTX 1060, die es mit 3 GByte (ab 205 Euro) und 6 GByte Speicher (ab 260 Euro) zu kaufen gibt. Die 6-GByte-Variante hat außerdem

## Modellbezeichnungen entschlüsseln

Von den meisten Grafikkarten entwickeln AMD und Nvidia Referenzvarianten, die sich genau an die Spezifikationen halten. Nvidia verkauft solche als „Founder's Edition“ über die eigene Webseite – aber nur die Exemplare GTX 1060, 1070, 1080 und Titan X. Nur wenige Hersteller bieten Referenzdesigns an; häufiger anzutreffen sind Eigendesigns mit höheren Taktfrequenzen und leiseren (manchmal auch lauterem, weil billigeren) Kühlsystemen. Diese kosten üblicherweise je nach Ausstattung zwischen 20 und 60 Euro mehr. Jeder Hersteller kennzeichnet seine Karten mit eigenen Markenbezeichnungen, die auf Besonderheiten hinweisen.

Übertaktete Karten erkennt man außer am Kürzel „OC“ an den Produkt-

bezeichnungen ROG (Asus), FTW (Evga) Golden Sample (Gainward), Gaming (Gigabyte), Turbo (HIS), Nitro (Sapphire) und AMP (Zotac). Manchmal lohnt sich ein Blick auf übertaktete Karten nicht nur wegen des Geschwindigkeitszuwachses, der üblicherweise kaum wahrnehmbar ist, sondern auch wegen leistungsfähigeren Kühlern. Leise sind üblicherweise die Varianten Strix (Asus), IceQ (HIS), Windforce (Gigabyte) und Gaming (MSI), lüfterlos die KalmX (Palit), Passive Heatsink (XFX) und Zone (Zotac). Da viele moderne Grafikkarten ihre Lüfter im Leerlauf stoppen (ZeroFan-Modus), gibt es eigentlich keinen guten Grund mehr, auf lüfterlose Grafikkarten zu setzen.

ein paar Shader-Kerne mehr (1280 statt 1152) und ist in der Praxis etwa sechs Prozent schneller. Zwar ist die 3-GByte-Variante durch den besonders geringen Preis sehr reizvoll, reicht allerdings für die hohen Texturdetailstufen mancher Spiele nicht mehr aus.

Spieler, die maximale Grafikqualität sehen wollen, greifen besser zum 6-GByte-Modell, das – wie die RX 480 mit 8 GByte – auch in der WQHD-Auflösung (2560 × 1440 Pixel) flüssige Bildraten erreicht: GTA V und Rise of the Tomb Raider laufen in maximaler Grafikqualität immerhin mit rund 45 fps. Schön leise arbeiten beispielsweise Zotacs GeForce GTX 1060 AMP! (6 GByte, 290 Euro) und die MSI GeForce GTX 1060 Armor 3G (225 Euro).

## FPS-Raketen

Für viele Gamer sind WQHD-Monitore eine gute Alternative zu 4K: Sie zeigen doppelt so viele Pixel wie Full HD und deshalb ein wesentlich schärferes Bild, fordern die Grafikkarte aber nur halb so stark wie 4K. Wer in WQHD bei maximaler Detailstufe mit mindestens 60 fps spielen möchte, braucht eine Grafikkarte ab 300 Euro. Das Gleiche gilt für jene, die Full-HD-Displays mit 120 Hz oder 144 Hz ausreizen wollen. Die hohen Bildwiederholfrequenzen sorgen dafür, dass das Bild



Strategiespiele wie Civilization VI lassen sich bereits auf Grafikkarten ab 100 Euro ruckelfrei spielen, etwa mit einer Radeon RX 460.

bei schnellen Bewegungen nicht verschwimmt. Davon profitiert man nicht nur in Spielen, sondern auch beim Scrollen von Webseiten, Drehen (etwa bei Google Maps) und Zoomen von Bildinhalten.

Den günstigsten Einstieg ins High-End bietet die Radeon R9 Fury. Sie hat 4 GByte Speicher, der dank Stapeltechnik (High Bandwidth Memory/HBM) und 4096 Datenleitungen ein halbes Terabyte an Daten pro Sekunde zur GPU schaufelt

und sogar flott genug zum Spielen in 4K ist. Ab 420 Euro gibts die kompakte und etwas schnellere Variante Radeon R9 Nano und mindestens 450 Euro muss man fürs Spitzenmodell Radeon R9 Fury X berappen. Letztere kommt mit angehängter geschlossener Wasserkühlung samt festplattenkäfiggroßem Radiator, den man im ausreichend großen PC-Gehäuse verstauen muss. Die Fury X wird von allen Herstellern nur im AMD-Refe-



### 3D-Performance von Grafikkarten im Vergleich

Grafikkarte	DirectX	Architektur	3DMark Fire Strike besser ▶	Leistungsaufn. Leerlauf / 3D [Watt] <sup>1</sup>	3DMark/Euro besser ▶	Preis ab zirka
<b>Spiele auf 4K-Displays in maximaler Detailstufe</b>						
GeForce Titan X	12.1	Pascal	19541	10 / 240	15,0	1300 €
GeForce GTX 1080	12.1	Pascal	16881	6 / 176	26,8	630 €
GeForce GTX 1070	12.1	Pascal	14916	11 / 180	37,3	400 €
GeForce GTX Titan X	12.1	Maxwell 2.0	13201	13 / 246	11,0	1200 €
GeForce GTX 980 Ti	12.1	Maxwell 2.0	12891	13 / 244	32,2	400 €
Radeon R9 Fury X	12.0	GCN 1.2	11741	20 / 273	26,1	450 €
Radeon R9 Fury	12.0	GCN 1.2	11639	11 / 236	36,4	320 €
Radeon R9 Nano	12.0	GCN 1.2	11196	12 / 179	26,6	420 €
<b>Spiele in VR und WQHD (2560 × 1440)</b>						
GeForce GTX 1060 6 GByte	12.1	Pascal	10999	5 / 117	42,3	260 €
GeForce GTX 980	12.1	Maxwell 2.0	10964	11 / 173	36,5	300 €
GeForce GTX 1060 3 GByte	12.1	Pascal	10801	9 / 132	52,6	205 €
Radeon R9 390X	12.0	GCN 1.1	10580	(2) 11 / 287	31,1	340 €
Radeon RX 480 8 GByte	12.0	GCN v4	10284	16 / 156	39,6	260 €
Radeon R9 390	12.0	GCN 1.1	9506	(3) 16 / 211	32,8	290 €
GeForce GTX 970	12.1	Maxwell 2.0	9442	12 / 153	45,0	210 €
Radeon RX 470 4G	12.0	GCN v4	9441	13 / 134	48,4	195 €
<b>Spiele in Full HD (1920 × 1080)</b>						
Radeon R9 380X	12.0	GCN 1.2	8154	14 / 178	38,8	210 €
Radeon R9 280X <sup>4</sup>	11.1	GCN 1.0	7522	(3) 13 / 230	–	–
Radeon R9 380	12.0	GCN 1.2	7297	(2) 15 / 165	52,1	160 €
Radeon R9 285 <sup>4</sup>	12.0	GCN 1.2	6885	13 / 170	–	–
GeForce GTX 960 4 GByte	12.1	Maxwell 2.0	6501	9 / 118	32,5	200 €
GeForce GTX 960	12.1	Maxwell 2.0	6561	10 / 115	36,5	180 €
GeForce GTX 950	12.1	Maxwell 2.0	5954	9 / 103	41,1	145 €
Radeon RX 460	12.0	GCN v4	5389	8 / 89	49,0	110 €
Radeon R7 370	11.1	GCN 1.0	5172	(1) 9 / 116	43,1	120 €
<b>Office, Internet, HD-Video, 3D-Spiele mit verringertem Detailgrad</b>						
GeForce GTX 750 Ti	11.0	Maxwell	4030	8 / 56	40,3	100 €
Radeon R7 260X <sup>4</sup>	12.0	GCN 1.1	3780	(2) 7 / 101	–	–
GeForce GTX 750	11.0	Maxwell	3472	7 / 59	43,4	80 €
Radeon R7 250	11.1	GCN 1.0	2087	(2) 10 / 48	29,8	70 €
GeForce GTX 650 <sup>3,4</sup>	11.0	Kepler	2050	10 / 53	18,6	110 €
Radeon HD 7750 <sup>4</sup>	11.1	GCN 1.0	2028	(4) 9 / 43	20,3	100 €
IGP: Intel Iris Pro 6200	11.1	Broadwell	1792	–	–	–
Radeon HD 7730 <sup>4</sup>	11.1	GCN 1.0	1681	(5) 8 / 41	–	–
IGP: AMD Radeon R7	11.1	GCN 1.1	1490	–	–	–
GeForce GT 640	11.0	Kepler	1392	8 / 38	25,3	55 €
Radeon HD 6670 <sup>4</sup>	11.0	VLIW5	1257	11 / 44	16,8	75 €
Radeon R7 240	11.1	GCN 1.0	1129	(1) 6 / 24	25,1	45 €
IGP: Intel HD 530	11.1	Skylake	1037	–	–	–
GeForce GT 630 <sup>5</sup>	11.0	Fermi	893	8 / 52	17,9	50 €
Radeon HD 6570 <sup>4</sup>	11.0	VLIW5	857	11 / 37	21,4	40 €
IGP: Intel HD 4600	11.1	Haswell	727	–	–	–
Radeon HD 6450 GDDR5 <sup>4</sup>	11.0	VLIW5	460	8 / 26	–	–
Radeon HD 6450 DDR3	11.0	VLIW5	350	7 / 17	–	–
GeForce GT 610	11.0	Fermi	279	8 / 24	9,3	30 €
Radeon HD 5450	11.0	VLIW5	220	6 / 13	8,8	25 €

gemessen unter Windows 10 auf Intel Core i7-6700K, 16 GByte RAM, VSync aus

<sup>1</sup> Werte gelten für Grafikkarten im Referenzdesign, eingeklammerte Werte stehen für ZeroCore-Power-Modus bei Monitor-Standby

<sup>2</sup> Grafikkarten mit zwei Grafikchips

<sup>3</sup> läuft mit DDR3 statt GDDR5 als wesentlich schwächere GeForce GT 740

<sup>4</sup> Auslaufmodell, nur noch eingeschränkt oder nicht mehr verfügbar

<sup>5</sup> Fermi-Variante mit 96 Shader-Kernen, läuft mit 64 statt 128 Bit auch als wesentlich schwächere GeForce GT 730



Besonders leistungsfähige Grafikkarten ziehen über sechs- und achtpolige Stromanschlüsse 75 beziehungsweise 150 Watt zusätzlich aus dem Netzteil.

renzdesign angeboten – falsch machen kann man also nichts.

In den meisten Fällen schneller und sogar noch etwas günstiger ist die GeForce GTX 1070. Bereits für 400 Euro gibt es Exemplare der Pascal-Grafikkarte zu kaufen, etwa von Inno 3D, KFA2 und Zotac. Sie haben allesamt 8 GByte Speicher und stellen Spiele in WQHD mit maximaler Grafikqualität und über 60 fps dar. In 4K schaffen sie meist zwischen 30 und 35 fps in gleichen Einstellungen; für Spiele, bei denen es auf schnelle Reaktionen ankommt, ist das zu wenig. Durch die geringe Leerlauf-Leistungsaufnahme stehen bei den meisten 1070ern und 1080ern die Lüfter beim Surfen und Schreiben still. Daher eignen sich diese leistungsfähigen Grafikkarten sogar für PC-Systeme, an denen auch mal konzentriert gearbeitet wird. Wer seine Grafikkarte übertakten möchte, sollte sich den Kauf einer GTX 1070 jedoch zweimal überlegen: Manche Modelle mit Micron-Grafikspeicher zeigen schon Bildfehler bei wenigen MHz mehr als normal oder stürzen ab; problemlos klappt das nur mit Modellen mit Samsung-Speicher. Das Problem: Vor dem Kauf weiß man nicht genau, welcher Speicher auf der jeweiligen Karte steckt. Firmware-Updates gibt es derweil nur für einzelne Grafikkarten.

Die GeForce GTX 1080 mit GDDR5X-Speicher hat solche Probleme nicht, ist rund 20 Prozent schneller, aber fast 60 Prozent teurer. Daher ist die 1080 hauptsächlich für Hardcore-Gamer mit 4K-Display interessant, die nicht bereit



sind, bei der Bildqualität Kompromisse einzugehen. Doch gerade in 4K kommt man auch noch ziemlich gut mit einer GTX 1070 zurecht, sofern man nur FXAA statt MSAA-Kantenglättung einsetzt und die Grafikeinstellungen der Spiele auf „hoch“ statt „sehr hoch“ setzt.

Den leistungsfähigsten erhältlichen Pascal-Grafikchip GP102 mit 3584 Shader-Rechenkernen setzt Nvidia ausschließlich auf dem Gaming-Profi-Hybrid „Nvidia Titan X“ ein, der satte 1300 Euro kostet. Im Vergleich mit der GTX 1080 ist der Titan in 4K rund 30 Prozent schneller, zur – Achtung, Verwechslungsgefahr! – „GTX Titan X“ mit Maxwell-GPU rund 50 Prozent. Die 12 GByte RAM reichen auch für Auflösungen über 4K und extreme Textur-Modifikationen. Mit der Titan X richtet sich Nvidia aber nicht nur an Gamer, sondern auch an Profis, die die Rechenleistung von rund 10 Billionen Gleitkommaoperationen pro Sekunde bei einfacher Genauigkeit für Matrixmultiplikationen und Co gut gebrauchen können (ausführliche Analyse: siehe c't 22/16, S. 88). Titan X liefert dabei schon mehr Leistung als Grafikkartenverbünde oder Zwei-Chip-Modelle.

### Zusammen statt getrennt

Wer noch einen PCIe-Steckplatz frei hat, kann auch zwei Grafikkarten über speziel-

le Brücken verbinden. AMD nennt seine Technik CrossFire, Nvidia SLI. Das Kopeln funktioniert nur mit solchen Karten, an deren Platinenoberseite entsprechende Anschlüsse sitzen. So klappt SLI beispielsweise nicht mit der Founder's Edition der GeForce GTX 1060, wohl aber mit GTX 1070 und 1080 – von diesen lassen sich allerdings höchstens zwei Exemplare koppeln. Hierfür bietet Nvidia spezielle „HB“-Brücken für 40 Euro an. Insgesamt also ein ziemlich teures Unterfangen, das mehr Nachteile als Vorteile bietet.



Die Radeon R9 Fury X ist AMDs schnellste Single-GPU-Grafikkarte. Sie wird mit einer eigenen Wasserkühlung ausgeliefert und braucht ordentlich Platz.

Im Dual-GPU-Betrieb verdoppelt sich die 3D-Leistung nicht, sondern steigt üblicherweise um 50 bis 70 Prozent. Dafür müssen Spiele CrossFire beziehungsweise SLI unterstützen und im Grafiktreiber entsprechende Spiel-Profile hinterlegt sein – sonst rechnet möglicherweise nur ein Grafikchip. Außerdem lässt sich vom theoretisch verdoppelten Grafikspeicher bei DirectX-11- und OpenGL-Spielen effektiv nur die Hälfte nutzen – schließlich muss jede GPU exklusiv auf die gleichen Bilddaten zugreifen können.

## Grafikprozessoren für Linuxer

Für alle bei Notebooks und PCs gängigen Grafikprozessoren gibt es auch Linux-Treiber. Für gelegentliche Experimente mit Ubuntu & Co. sind alle diese Treiber gut genug. Wer Linux ständig nutzt, sollte sich beim Kauf einer Grafikkarte aber besser Gedanken über deren Linux-Tauglichkeit machen, denn bei Qualität und Funktionsumfang der Treiber gibt es riesige Unterschiede. Keiner der Ansätze kann dabei alle Wünsche erfüllen, daher muss man oft Kompromisse machen. Die Faustregeln: Wer grafisch anspruchsvolle Linux-Spiele spielt, ist mit Nvidias Grafikchips oft gut bedient; AMD holt hier aber auf. Falls die Spiele-Performance kein Kriterium ist, sind AMD- oder Intel-GPUs oft die beste Wahl.

Das sind aber nur grobe Anhaltspunkte, denn die Sache ist weitaus komplizierter. Am einfachsten ist die Lage noch bei Intels „HD Graphics“: sie bietet nur mäßige 3D-Leistung und disqualifiziert sich für anspruchsvolle Spiele. Sonst sind Intels GPUs für Linuxer eigentlich besonders interessant: Intel entwickelt seit vielen Jahren quelloffene Grafiktreiber, die alle gängigen Funktionen ziemlich zuverlässig unterstützen. Linux-Distributionen richten diese Treiberfamilie zudem von Haus aus

ein, sodass sich Anwender in der Regel nicht um die Grafiktreiber scheren müssen. Es ist aber keineswegs alles rosig: Bei der Einführung neuer GPU-Generationen gibt es anfangs öfters Stabilitätsprobleme.

Für Nvidias Grafikprozessoren gibt es zwei Grafiktreiberfamilien. Standardmäßig richten Distributionen „Nouveau“ ein, das von der Open-Source-Community entwickelt wird. Diese bekommen so gut wie keine Unterstützung von Nvidia, daher dauert es manchmal Monate oder Jahre, bis die Treiber auch nur die wichtigsten Grafikkartenfunktionen halbwegs ordentlich unterstützen. Bei den im Sommer eingeführten GeForce-1000er-Karten beherrschen diese Treiber bislang nicht viel mehr als die Bildausgabe.

Ziemlich gut funktioniert hingegen die Grafiktreiberfamilie „Nvidia“, die das Unternehmen selbst entwickelt. Deren Funktionsumfang steht den Windows-Treibern in kaum etwas nach. Die Treiber entlocken den Grafikprozessoren zudem ordentlich 3D-Leistung. Manche Software-Schmieden, die Spiele auf Linux portieren, haben daher lange vornehmlich mit GeForce-Karten getestet und optimiert.

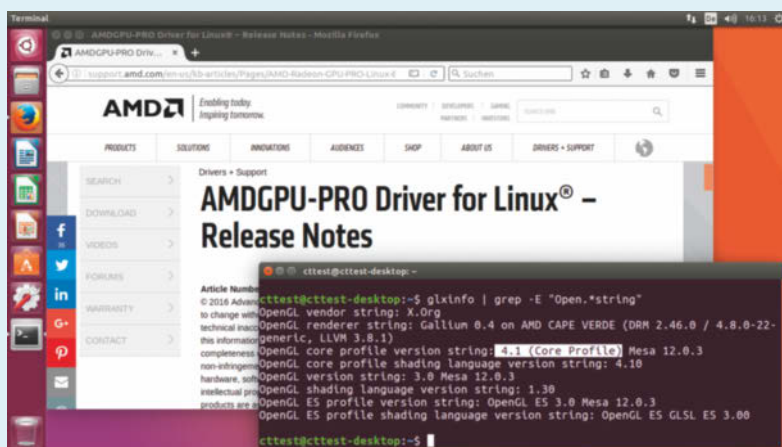
Nvidias Treiber sind aber proprietär, daher richten Linux-Distributionen sie nicht vollautomatisch ein. Die Nachrüstung gelingt bei Ubuntu und einigen anderen Distributionen mit einem Mausklick; bei anderen Distributionen wird es aber schnell mal hakelig.

Wie bei Nvidia gibt es für aktuelle Radeon-Chips von AMD zwei Treiberfamilien: die quelloffenen Treiber „Amdgpu“ und die proprietäre „AMD GPU-Pro“. Letztere steckt noch im Beta-Status und ist erst einige Monate alt. Beide Treiberfamilien entwickelt AMD selbst.

Ähnlich wie beim Intel-Treiber funktionieren die quelloffenen Treiber der Amdgpu-Familie ganz ordentlich und werden von Linux-Distributionen automatisch eingerichtet. Diese Treiber eignen sich auch für grafisch anspruchsvolle Spiele, denn sie unterstützen mittlerweile OpenGL 4.3 und bald sogar 4.5. Die Treiber entlocken den GPUs zudem recht viel 3D-Leistung. Der proprietäre 3D-Treiber von „AMD GPU-Pro“ macht manchmal noch mehr Leistung locker. Beide 3D-Treiber sind aber längst nicht so gut optimiert wie die Linux-Treiber für Nvidia-Karten.

Die Installation von AMD GPU-Pro ist umständlich: Man muss diese Treiberfamilie meist manuell einrichten, weil kaum einer Distribution Pakete zur einfachen Nachinstallation beiliegen. Auch beim Open-Source-Treiber hapert es, denn anders als die proprietären Treiber unterstützen sie beispielsweise noch kein HDMI-Audio bei der Radeon-400-Serie.

Beide Treiber haben noch mehr Schwächen. Das gilt auch für die zuvor erwähnten Treiber für Intel- und Nvidia-GPUs, denn die Vor- und Nachteile sind nur ein kleiner Ausschnitt aus einem komplexen Gebiet, in dem sich ständig was tut. So gibt es etwa auch beim GPU-gestützten Dekodieren und Kodieren von Videos größere Unterschiede; ebenso bei GPGPU mithilfe von OpenCL oder CUDA. (thl@ct.de)



Die Open-Source-Treiber für AMD-GPUs unterstützen mittlerweile OpenGL 4.x, das manche Spiele fordern.

Schaffen die GPUs in besonders hohen Auflösungen zusammen weniger als 40 fps, kann das Bild leicht anfangen zu stottern. Diese Mikroruckler treten durch die unterschiedlichen Abstände der abwechselnd von den GPUs berechneten Einzelbilder auf. AMD und Nvidia haben zwar über die Jahre viele Anpassungen in ihren Treibern vorgenommen, um das Problem zu minimieren – spürbar ist es bei manchen Situationen und Spielen weiterhin. Last, but not least steigen Leistungsaufnahme, Hitzeentwicklung und Lautstärke im Multi-GPU-Betrieb an. Man braucht also ein starkes Netzteil, ausreichend Platz im Gehäuse und eine gute Durchlüftung. Grafikkarten mit zwei Chips auf einer Platine sind auch nicht besser; so schluckt eine einzige Radeon R9 295X2 allein über 600 Watt. Hier greift man besser zur schnellsten Single-GPU-Grafikkarte ...

**Die derzeit schnellste Grafikkarte ist Nvidias Titan X. Sie kostet 1300 Euro und eignet sich fürs 4K-Gaming und professionelle Berechnungen.**



## Ausblick

... derzeit ist das die Titan X, doch bereits im ersten Halbjahr 2017 steht AMDs GPU-Generation „Vega“ an. Die Next-Gen-Grafikchips sollen mit besonders schnellem HBM2-Speicher ausgestattet sein, der Transferraten von bis zu 1 TByte/s ermöglicht und bis zu 32 GByte Daten fasst. Vega soll in zwei Varianten herauskommen (Vega 10 und ein abge-

speckter Vega 11) und wird wahrscheinlich mit Nvidias GP102-GPU konkurrieren. Die bietet Nvidia derzeit nur auf der 1300 Euro teuren Titan X an – das könnte sich aber ändern; gerechnet wird noch mit einer Ti-Version der GeForce GTX 1080 mit GP102-GPU.

Die ganze Performance brauchen PC-Spieler im kommenden Jahr dringender denn je. Denn neue Konsolen wie die PS4

Pro und die künftige Xbox Scorpio werden den Performance-Bedarf von Spielen deutlich nach oben schrauben; außerdem dürften im kommenden Jahr auch VR-Brillen mit höher aufgelösten Displays auf dem Plan stehen. AMD und Nvidia haben also weiterhin mächtig zu tun, PC-Spielern ausreichend Performance zu bieten – zu hoffentlich bezahlbaren Preisen.

(mfi@ct.de) **ct**



Bild: Jörg Niehage

# Gesprächige Automaten

## Chatbots: Viele praktische Quasselprogramme am Horizont

**Die große Chatbot-Welle rollt an. Alleine bei Facebook entstanden in nur fünf Monaten 30.000 dieser praktischen Programme, die man über natürliche Fragen steuert. Einige Perlen zeigen, welches Potenzial im konversationsbasierten Computing steckt.**

**Von Jo Bager**

**G**uardian: „Good morning! Check out this morning’s headline stories“

WetterOnline: „Mal Wolken, mal Sonne – mit beidem ist in den nächsten Tagen zu rechnen.“

Mafia Gangs Game: „Du hast 130 Dollar eingesammelt.“

Duolingo: „¡Hola! ¡Soy Susana! Bienvenido a mi zoológico“

Es wird bunt im Messenger: Zu den Freunden, mit denen man ohnehin quatscht, gesellen sich mehr und mehr Chatbots: Programme, die einen zum Bei-

spiel mit News versorgen, spielen oder wie Susana Spanisch beibringen – und mit denen man fast spricht wie mit Menschen. Die meisten gibt es für Facebook. Aber auch jenseits des Facebook Messenger sind viele neue Bots für die verschiedensten Anwendungsfälle und Plattformen entstanden. Dieser Artikel präsentiert eine Auswahl an Bots, die aufzeigen, welche Aufgaben die Plaudermaschinen bereits erledigen können.

Die größte Auswahl an Bots gibt es momentan im News-Bereich. Viele Me-



dienunternehmen experimentieren mit Chatbots und versuchen Leser per Messenger zu bedienen. Aufforderungen wie „Zeig mir mal die letzten Nachrichten zum Schlagwort XY“ oder „Gib mir regelmäßig eine Zusammenfassung der wichtigsten News“ gehören zum Standardumfang – der Messenger dient als individueller News-Aggregator.

So liefert der Guardian etwa ein „Morning Briefing“ oder eine Zusammenfassung der wichtigsten Meldungen – wahlweise aus bestimmten Ressorts. Das Wall Street Journal informiert über „Breaking News“ und aktuelle Marktzahlen. Hierzulande sind die großen Medien bei Facebook offenbar noch im Teststadium. Bild betreibt einen Ticker mit News zu den Vereinen der 1. und 2. Bundesliga, die FAZ ein sehr rudimentäres Angebot, das den Benutzer sehr schnell auf die klassische Homepage umleitet.

## News im Dialog

Einige kleine Medien wie das Magazin Mobile Zeitgeist und Wetteronline sind schon weiter. Der Bot des Wetterdienstes gibt ganz genau vor, welche Angaben er für eine Wettervorhersage benötigt. So kommt man gar nicht auf die Idee, eine Anfrage zu stellen, die er nicht versteht.

Während einige Medienhäuser Chatbot-News bei Facebook ausprobieren, gibt es andere, die sich an eigenen Plattformen probieren. So will etwa der amerikanische Dienst Quartz über seinen eigenen nur für iOS verfügbaren News-Messenger mit den Lesern in eine Art gesteuerten Dialog über die Nachrichten des Tages eintreten. Quartz bietet kleine Ein-Satz-Informationshäppchen. Nach jedem dieser News-Krümel fragt die App „anything else?“ oder Ähnliches.

Zu einigen Kurzmeldungen lassen sich per „Tell me more“ weitere Details abrufen. Eingestreute witzige animierte GIFs und passende Emoticons lockern das Ganze auf. Quartz gibt immer alle Antwortmöglichkeiten vor; der Benutzer kann keine eigenen Fragen stellen. Nichtsdestotrotz fühlt sich der News-Konsum mit Quartz fast so an, als würde man sich mit jemandem über die Nachrichtenlage unterhalten.

Das deutsche Pendant zu Quartz nennt sich Resi und ist derzeit ebenfalls nur als iOS-App verfügbar. Hinter Resi steht ein Start-up, das die Nachrichten mit seiner na-

mensgebenden Protagonisten sympathisch verkaufen will. In einem Interview mit dem Medienmagazin Journalist sagte der Gründer Martin Hoffmann, dass man bei Resi in vielerlei Hinsicht noch experimentiere, etwa bei der Themenauswahl oder dem Ton, mit dem die App den Nutzer anspricht. Resi verlinkt für interessierte Leser auch externe Quellen und hält abonnierbare Themenkanäle bereit.

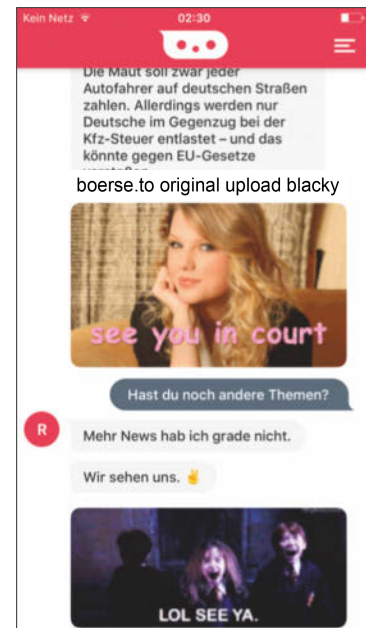
Der für Android verfügbare Messenger Insta stammt ebenfalls aus Deutschland. Bei Insta gibt es keine zentrale Instanz zur Nachrichtenauswahl. Der Anwender wählt vielmehr aus einer Vielzahl von Kanälen diejenigen aus, die ihn interessieren. Zu den News-Lieferanten von Insta gehören unter anderem Sport1, die Süddeutsche Zeitung, n-tv und der Postillon. Es gibt aber fast keine Interaktionsmöglichkeiten für den Anwender, sodass Insta eher wie ein Push-Client im Messenger-Outfit daherkommt.

Viele der derzeit verfügbaren Bots liefern wie die Newsbots Informationen auf Abruf – nicht mehr, aber auch nicht weniger. Der „Steuermann“ des Software-Unternehmens Smartsteuer etwa beantwortet Fragen zu Lohnsteuererklärung. PennyCat hilft Schnäppchenjägern, Discounts und Gutscheine zu finden: Man sagt dem Bot, in welchem Laden man sich befindet oder einzukaufen gedenkt – die Pennykatze sucht passende Gutscheine oder Sonderangebote heraus. Deutsche Geschäfte kennt die Katze aber offenbar noch nicht. Der Nerdify Bot unterstützt Schüler. Er beantwortet Physik-, Biologie- und Chemiefragen, kennt die Daten historischer Ereignisse und löst Matheaufgaben.

EstherBot könnte für eine neue Spezialgattung der Bots stehen. Der Chatbot der Marketing-Spezialistin Esther Crawford informiert über ihren Lebenslauf und über Artikel, die sie verfasst hat. Nach der Veröffentlichung von EstherBot erhielt sie viele Anfragen von Menschen, die auch so einen Lebenslaufbot haben wollten. Mittlerweile hat sie ein Start-up gegründet, Olabot, mit dem sie diese Idee an Dritte vermarktet.

## Formularbots

Manche Aufgaben lassen sich erledigen, indem man einen Katalog mit Fragen abarbeitet – ein interaktives Formular sozusagen. Im Juni hat der Chatbot eines Londoners Furore gemacht, der „Robot Lawyer“,



Der Messenger Resi vermittelt seinem Anwender die News per Dialog.

weil er erfolgreich Zigtausende Strafzetteln wegen Falschparkens in New York und London angefochten hat. Der kostenlose, auf einer künstlichen Intelligenz aufbauende Bot stellt eine Reihe von Fragen zum Strafzettel und der Situation am Parkplatz – beispielsweise bezüglich der Sichtbarkeit von Schildern. Dann entscheidet er, ob eine Anfechtung sinnvoll ist und lotst den Interessenten gegebenenfalls durch die weiteren Schritte. Mittlerweile kümmert sich Robot Lawyer nicht mehr nur um Strafzettel, sondern auch um Vergütungsansprüche bei verspäteten Flügen.

Wie sich Bots in die betriebliche Buchhaltung integrieren lassen, macht Sage mit seinem Buchhaltungsbots Pegg vor. Dieser verwandelt umgangssprachliche Eingaben in Buchhaltungsaufgaben. Unterstützt werden dabei sowohl Facebook Messenger als auch der Messenger Slack. Spricht man ihn im Messenger mit „hello pegg“ an, interpretiert er in Englisch eingetippte Texte als Buchhaltungsaufgaben. So ersetzt zum Beispiel die Eingabe „I spent 12 Euro for breakfast“ zusammen mit einem Foto des Belegs eine förmliche Buchung. Fehlende Informationen holt sich die Software durch Rückfragen. Momentan versteht der Bot nur Englisch; bis zum Frühjahr 2017 wollen die Sage-Entwickler auch Deutsch und andere Sprachen unterstützen.

Grundsätzlich ist Slack ein sehr gutes Biotop für Bots. Auf der Plattform gilt im

Grunde „Chatbots sind die neuen Apps“. Schon bei den ersten Schritten mit der App wird man von einem Bot betreut, dem Slackbot. Er hilft neuen Anwendern, ihr Profil zu vervollständigen, beantwortet Fragen zu Slack und kann auch die E-Mails aus der Inbox durchreichen – so muss man nicht ständig zwischen Slack und Mail-Client wechseln.

Neben Slackbot gibt es Dutzende Bots von Drittanbietern für diverse Anwendungsfälle: Kyber hilft beim Projekt-Management mit To-Do-Listen, Kalendern und Remindern, Tetra organisiert Wikis mit Team-Wissen, Polly führt schnell Umfragen unter Kollegen durch. Es gibt auch Bots, die externe Dienste wie Salesforce, Google Docs oder GitHub integrieren.

## Vielseitig und smart

Chatbots vermitteln nicht nur Informationen, sondern tun auch Dinge. Ein wesentlicher Anwendungszweck der Bots ist das Verkaufen per Conversational Commerce. Wenn sich dieses Geschäftsfeld so entwickelt wie in China, dann hat es eine große Zukunft. Etwa 800 Millionen Menschen verwenden dort den Messenger WeChat. Damit lassen sich sowohl Lebensmittel oder Essen bestellen als auch Restaurant- und Stromrechnungen bezahlen.

Mit dem Facebook Messenger kann man vor allem in den USA einkaufen. Dort gibt es zum Beispiel den Bot von Burger King, bei dem man seinen Whopper vor-

bestellen kann; abholen muss man noch selber. Pizza Hut und Domino's liefern die per Bot bestellte feierabendliche Pizza sogar an die Haustür. Und der Drinkeasy Bot sucht das passende Getränk heraus.

Es zeichnet sich bereits ab, dass Chatbot-Systeme zu universellen Dienstleistungsplattformen heranwachsen. Der für Slack und Facebook Messenger verfügbare Bot des Reisespezialisten Kayak hilft dabei, Flüge, Hotels, Mietwagen und Aktivitäten auf der ganzen Welt zu finden. Auf der Plattform Telegram übernimmt Taylorbot die Reiseplanung. Und mit MyKAI gibt es bereits einen Banking-Bot, der nach Angaben des Herstellers mit 20.000 US-amerikanischen Banken funktioniert. Er versteht Fragen wie „how much do I have?“ oder „how much did I spend at McDonald's last month?“. Dafür muss man natürlich Bot und Plattform vertrauen.

Noch nützlicher werden Chatbots, wenn sie dem einfachen „Tu dies, liefere mir das“-Schema entwachsen. Das können althergebrachte Voicemail-Systeme auch. Wenn die Bots dagegen die Wünsche oder Verhaltensmuster des Anwenders erlernen, können sie für ihn aktiv werden. Der für Android und iOS verfügbare Personal Trainer Lark etwa erinnert per Dialog ans Training, motiviert oder gibt Ernährungstipps. Jeder Chat soll individuell verlaufen und genau auf den Nutzer zugeschnitten sein. Wirklich smarte Bots zu bauen, ist aber offensichtlich kompliziert.

So sind uns noch keine Shopping-Bots untergekommen, die aus den Vorlieben ihrer Anwender lernen und wirklich brauchbare Empfehlungen liefern.

In manchen Fällen kann es sinnvoll sein, wenn beim Anbieter Bot und Mensch Hand in Hand arbeiten – beim Kundenservice etwa können Bots automatisch Standardfragen beantworten und kniffligere Probleme an ihre Kollegen aus Fleisch und Blut weitergeben. Mit Helloumi und Twyla sind gleich zwei Unternehmen am Start, die Systeme für solche Zwecke entwickeln.

Beim Chat-Angebot des Gesundheitsdienstes HealthTap übernimmt der Bot nur die Vermittlerrolle. Patienten stellen dort Fragen zu Gesundheitsthemen aller Art. Die Fragen beantworten echte Ärzte. Das kann allerdings dauern. Bei gängigen Problemen bietet der Bot daher Antworten an, die Ärzte in der Vergangenheit zu ähnlichen Fragen gegeben haben.

## Noch viel im Fluss

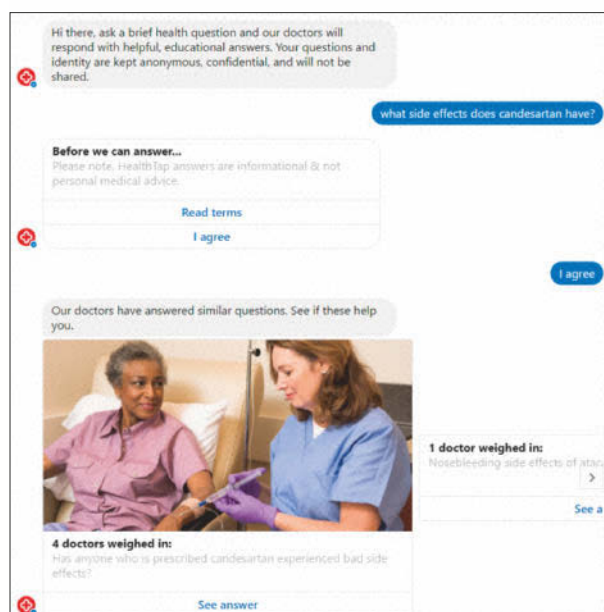
Die Grenze zwischen Chatbot-Plattformen und Assistenten verschwimmt. Hier wie da bedient der Anwender Software per Sprache. Die Chatbot-Plattformen sind wie Amazons Assistent Alexa modular: Sie bieten Programmierschnittstellen für Drittanbieter, die auf konkrete Aufgaben zugeschnittene Anwendungen entwickeln.

In den westlichen Ländern ist der Chatbot-Hype erst mit dem Launch der Messenger Plattform vor nicht einmal einem halben Jahr so richtig gestartet. Angesichts dessen ist es schon beeindruckend, wie viele Aufgaben sich heute mit Chatbots erledigen lassen. Es gibt Stimmen, die Chatbots bereits als Apps der Zukunft bezeichnen.

Im Vergleich zu Apps fehlt den Bots aber zumindest bei Facebook so etwas wie ein Store, in dem Nutzer die für sie interessanten Bots einfach finden können. Oft findet man den Bot eines Unternehmens nur, wenn man sehr hartnäckig danach fahndet. Andere Plattformen machen das besser. Facebook lernt aber schnell dazu. Im September hat das Unternehmen ein Update seiner Messenger-Plattform bereitgestellt, mit dem Unternehmen besser auf ihre Bots aufmerksam machen können.

(jo@ct.de) **ct**

**Alle angesprochenen Bots:** [ct.de/ynch](http://ct.de/ynch)



Beim Gesundheitsdienst HealthTap vermittelt ein Chatbot zwischen den Patienten und Ärzten.

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

# Mit Donner, ohne Blitz

## Cavium ThunderX: Erste Erfahrungen mit ARM64 im Zweisockelsystem



**So langsam gibt es den einen oder anderen ARM64-Server nicht nur als Entwicklungssystem, sondern sogar auf dem Markt zu kaufen. Wir schauten uns den ersten mit zwei Sockeln an, bestückt mit dem ThunderX von Cavium, der mit immerhin insgesamt 96 Kernen ins Rennen geht.**

**Von Andreas Stiller**

**A**llein Cavium hat bislang einen ARM-Prozessor herausgebracht, der ähnlich wie ein Xeon-EP mit eingebauter Hardware einen Multisockel-Betrieb ermöglicht. ARM64-Pionier Applied Micro hat zwar auch Systeme mit mehreren X-Gene-Prozessoren vorgestellt, bei denen wird aber mithilfe eines speziellen Hypervisors ein SMP-System mit NUMA (Non-Uniform Memory Architecture) emuliert, ähnlich wie es ScaleMP für x86 anbietet.

Nicht nur der Prozessor muss NUMA beherrschen, auch die Firmware, das Be-

triebssystem und möglichst auch der Compiler. Bei den Mehrsockeln kommt als wichtiges Kriterium nicht nur hinzu, ob NUMA überhaupt funktioniert, sondern auch, wie gut die Kommunikation zwischen den Prozessoren klappt und wie ausgefuchst das Cache-Kohärenz-Protokoll ist, das die Datenkonsistenz zwischen den beiden Prozessoren sicherstellen muss. Um das zu beschleunigen, gibt es mehr oder weniger aufwendige Hardware, etwa Snoop-Filter. Und natürlich hängt es von der rohen Geschwindigkeit des Interconnects ab. Bei Intel sind das ein oder zwei QPI-Links, bei Cavium der Cavium Coherent Processor Interconnect (CCPI):

Cavium schickte uns ein R270-T61-System von Gigabyte mit 256 GByte DDR4-2133. Das ist primär für Webserver ausgelegt und daher recht großzügig mit I/O bestückt: mit 24 SATA-III-Plätzen und vier 10- und drei 40-GbE-Ports mit SFP+- und QSFP+-Anschlüssen. Unsere Infrastruktur kann allerdings nur mit 10-Gb-BaseT aufwarten. So verwendeten wir

für die Kommunikation eine SFP+-Karte in unserem kleinen Avoton-Server unter Windows, der direkt mit dem ThunderX-Server verkoppelt wurde.

### Ubuntu und RS232

Dieses System war wohl schon etwas betagt; jedenfalls kam es mit vergleichsweise altem Ubuntu-Server 14.04 ohne weitere Passwortangaben oder sonstige Informationen an. Okay, ubuntu/ubuntu funktioniert, aber man will ja Root-Rechte. Da traf es sich gut, dass man bei Ubuntu über die gute alte RS232-Schnittstelle direkt als root auf das System zugreifen kann. Die üblichen Boardmittel wie `/proc/cpuinfo` oder `cpufreq-info`, um die aktuelle Taktfrequenz des Prozessors zu ermitteln, funktionieren noch nicht so, wie gewohnt. Aber über die RS232 sieht man beim Hochfahren alle POST-Ausgaben, Speichertrainings- und Boot-Informationen. So erfährt man unter anderem, dass die 96 Kerne nur mit 1,9 GHz Grundtakt laufen. Leider stand im Log auch, dass das System mit der Firmware kein NUMA un-



terstützt: „No NUMA configuration found“. Blöd, dann wird das ganze System als ein einziger NUMA-Knoten betrieben, was die Performance beim Zugriff auf den Speicher im Schnitt doch deutlich herabsenkt und was die Messergebnisse stark schwanken lässt.

## NUMA-tisches

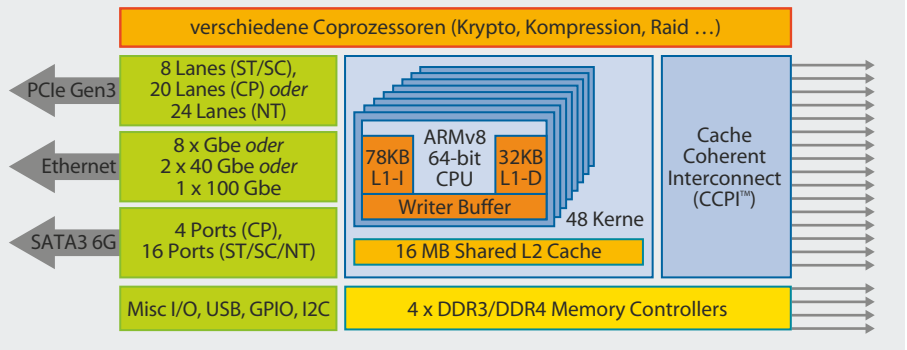
Hinzu kam eine uralte Compilerversion GCC 4.84, die nicht einmal solche Flags wie `-mcpu=thunderx` kennt. So war es einer unserer ersten Jobs, einen neuen standesgemäßen Compiler zu installieren, und da wir die aktuelle Version 6.2 nicht als passendes Package finden konnten, haben wir ihn eben selbst kompiliert. Das ist auch gleich mal ein guter Test, ob in der ARM64-Linux-Umgebung alles so reibungslos funktioniert, wie man es bei x86 gewohnt ist. Jeder, der das schon mal durchgeführt hat, weiß, dass das eine etwas größere Aktion ist. Zunächst muss man `gomp`, `mcpf` und so weiter kompilieren und installieren. Ein paar kleinere Hürden waren zudem noch zu nehmen, dann aber erledigte das ARM64-System diese Aufgabe ordentlich und mit `make -j 96` kam zudem Schwung in die Sache. Nun jedenfalls zudem der Compiler auch `-mcpu=thunderx` und weitere moderne Flags.

Als Nächstes kam das Upgrade auf Ubuntu 16.04 dran – in der Hoffnung, dass dieses schon die diversen Workarounds enthält, den der eine oder andere Prozessorbug noch nötig machte. Das war eine etwas längere Prozedur, vor allem, weil der Paket-Manager von Ubuntu 14.04 noch einen Bug enthielt. Irgendwann klappte es mit 16.04. Numactl meldete aber auch dann, dass das System als ein einziger Knoten läuft.

Letztlich fehlte dafür noch ein Firmware-Upgrade. Aber da wir nicht bereit waren, ein NDA zu unterzeichnen – schließlich wollen wir ja über das System berichten –, bekamen wir auch keinen Zugriff auf den Cavium-Webserver, und die dann kurz vor Redaktionsschluss doch noch zugesandte neue Firmware ließ sich nicht installieren. So mussten wir auf

## Cavium ThunderX

Der ThunderX packt bis zu 48 Kerne auf einen Chip, die über eine kohärente Fabric mit L2-Cache, Speicher-Controller und I/O verbunden sind. Zudem hat er je nach Typ jede Menge SATA- und Ethernet-Power eingebaut.



NUMA erst einmal verzichten. Eigentlich hätte uns Cavium ja auch ein aktualisiertes System mit allen Patches zuschicken können – andererseits lernt man auf diese Weise ein System viel besser kennen, als wenn man nur auf irgendeine Benchmark-Taste drückt.

Ohne NUMA sehen die Ergebnisse von speicherintensiven Benchmarks mager aus und schwanken zudem sehr, je nachdem, auf welchen Speicher die Software gerade zugreift. Schon damals bei Apples XServe, der für seine zwei Prozessoren ebenfalls kein NUMA unterstützte (kann macOS offenbar nicht), haben wir Performance-Einbußen von im Schnitt 15 Prozent, im schlimmsten Fall bis zu 30 Prozent gemessen. Es steht aber zu hoffen, dass aktuell verkaufte ThunderX-Systeme mit neuer Firmware ausgestattet sind.

Das mit GCC 6.2 frisch kompilierte StreamOMP5.10 lieferte Werte, die zwischen 37 und 51 GByte/s (Triad) schwankten mit einem Mittelwert bei 44 GByte/s. Mit NUMA, so versicherte uns Cavium, kommt es dann mit seinen vier Speicherkäufen auf über 80 GByte/s, gar nicht so weit weg von den 110 GByte/s, die unser Xeon-2699v3-System mit DDR4-2133 bei liebevoll optimiertem NUMA-Einsatz erzielt. Verzichtet man auf diese Liebe,

kommt es maximal beim Triad auf 92 GByte/s.

Läuft nur ein einzelner ThunderX-Kern mit einem Thread, kriegt der übrigens nur eine sehr kleine Scheibe aus der Speicherbandbreite. Die Stream-Messwerte dümpeln hier bei 1,5 GByte/s. Beim Xeon hingegen kann sich ein einzelner Kern richtig austoben und mit Stream-Triad-Werten von 22 GByte/s auf den Speicher zugreifen.

## SPEC CPU2006

Traditionell lassen wir auf Servern erst einmal SPEC CPU2006 laufen. Das sind immerhin 29 Applikationen und der Lauf ist gleichzeitig ein guter Stabilitätstest, denn die Suite läuft mehrere Tage unter Volllast und überprüft pingelig die Ergebnisse. Von SPEC gibt es inzwischen auch eine für ARM64 vorgesehene Tool-Suite. Wir wollten aber die SPEC-Tool-Suite unbedingt selbst für ARM64 neu kompilieren. Die Makefiles dafür sind dabei, aber es gibt zahlreiche Ecken und Kanten zu beschleifen. Daran trägt allerdings nicht der ARM-Prozessor die Schuld, sondern die inzwischen uralten Quellen und Skripte der vor über zehn Jahren konzipierten Suite. Moderne Compiler akzeptieren früher übliche Schlampereien eben nicht mehr, zudem muss man inzwischen Flags wie `-lm` hinzu-

### Stream und SPEC CPU2006

	Stream (1 Kern) besser ►	Stream (alle Kerne, ohne NUMA) besser ►	Stream (alle Kerne, NUMA) besser ►	SPECint_base_2006 (1T) besser ►	SPECint_rate_base_2006 besser ►	SPECfp_base_2006 (1T) besser ►	SPECfp_rate_base_2006 besser ►
1 × ThunderX 48C <sup>1</sup>	–	39,6	39,6	8	225	–	–
2 × ThunderX 96C	1,5	44	80 <sup>2</sup>	6	323	4,1	218
2 × Xeon 2699v3 72C	22	92	110	36,6	742	36,9	662
alle Systeme mit 256 GByte DDR4-2100/2133, ThunderX:Ubuntu 16.04, GCC5.3/6.2, Xeon:RHEL 7.2, GCC 5.3							

<sup>1</sup> von Johan De Gelas, www.anandtech.com <sup>2</sup> laut Cavium

Gigabyte R270-T61	
Rack	2U
Prozessoren	2 × Cavium ThunderX (96 Kerne)
DIMMs	16 Slots DDR4 2133/2400
BMC	AST2400
PCIe	1 × 16, 3x8/Switch SATA, 1x8
Ethernet	3 × 40GbE QSFP+, 4x10GbE SFP+
USB	2 × USB 3.0
HDD	24 × 2,5"
Netzteil	1+1(red) 750W
Preis	6200 € (2 Proz. 16 GByte Speicher, HDD 500 GByte)
Anbieter	www.avantek.com



Ein Blick in den Server R270 T61 mit zweimal ThunderX. Den Prozessor gibt es in verschiedenen Ausführungen (NT: Netzwerk, ST: Storage, CP:Cloud und SC:Secure Web).

fügen, was bei dem undurchdringlichen Geflecht aus Batch- und Perl-Skripten, aus Makemakern und häufig erst zur Laufzeit erstellter Config-Dateien eine recht komplexe Aufgabe ist. Aber nach vielen Mühen klappte es mit „unserer“ eigenen ARM64-Tool-Suite samt „unserem“ Perl.

Mit dieser Tool-Suite und dem GCC 6.2 konnten wir schließlich alle CPU2006-Quellen übersetzen, auch die von SPECfp für GFortran.

## Nichts für Single Thread

Dass die Performance bei Single Thread deutlich unter den Ergebnissen von denen eines 1S-Systems liegen dürfte, war von vornherein klar, denn bei Zweisockelsystemen bremst das Cache-Kohärenz-Protokoll die Speicherperformance je nach Qualität des Snoopings und der Geschwindigkeit des Interconnects deutlich ab. Und fehlendes NUMA verschlechtert es weiter.

So kam bei SPECint ein einzelner ThunderX-Kern bei uns nur auf rund 6 SPECint\_2006base im Vergleich zu den 8 Punkten, die Johan De Gelas von Anand-Tech.com gemessen hat. Ein einzelner Atom-Kern im Avoton schafft, gemessen unter Windows mit Intel-Compiler ohne Autoparallelisierung, etwa 12 SPECint\_2006base. Ein einzelner Haswell-Kern im Xeon 2699v3 kommt unter RHEL 7.2, gemessen nach unseren Spielregeln mit GCC5.3-Compiler, auf 36,4. Aber im Cavium-System können immerhin 96 Kerne wirbeln und damit erreicht der Server selbst bei fehlendem NUMA immerhin 323 SPECint\_rate2006base. Das sind rund 50 Prozent mehr als das 1S-System (225), das vermutlich auch einen etwas schneller betriebenen Prozessor besaß.

Die beiden Haswell-Xeons mit ihren 72 Kernen liegen mit Code vom GCC 5.3 mit 742 SPECint\_rate2006base bei etwas mehr als dem Doppelten. Im Schnitt lie-

fert der Intel-Compiler etwa 10 Prozent schnelleren Code als der GCC, bei 462.libquantum zaubert er allerdings und kommt dank automatischer AVX2-Vektorisierung auf gut die zehnfache Performance. Das reicht dann, um in unserem rein 64-bittigen Messszenario das Endergebnis auf 1140 SPECint\_rate2006base zu hieven.

Bei SPECfp, zum Teil mit Gfortran, sieht das Cavium-System mit 4,2 SPECfp\_base2006 noch ein wenig schlechter aus. Aber auch der Avoton-Kern lässt Federn und liegt nur bei rund 8; der Haswell-Kern mit seinen Turbo-Stufen brilliert mit 36,9. Alle 96 ThunderX-Kerne kommen aber immerhin auf mehr als das 50-Fache eines Kernes, nämlich auf 218 SPECfp\_base2006. Das Xeon-System mit 72 Kernen beschleunigt das Ergebnis indes nur um etwa Faktor 18 auf 662.

Bezüglich Energieverbrauch hatte der ThunderX-Server noch ungeklärte Schwierigkeiten mit OpenIPMI, was sich dann offenbar aufs Powermanagement auswirkte. So lag die Energieaufnahme in Ruhe bei über 200 Watt. Die Aufnahme unter Volllast hielt sich aber mit maximal 373 Watt für einen Server mit 96 Kernen und 256 GByte Speicher in angenehmen Grenzen. Im Schnitt lag der SPECfp-Lauf mit allen Kernen bei etwa 320 Watt. Unser Xeon-System liegt in Ruhe zwar bei unter 100 Watt, dreht unter Volllast aber auf fast bis zu 800 Watt auf.

## Fazit

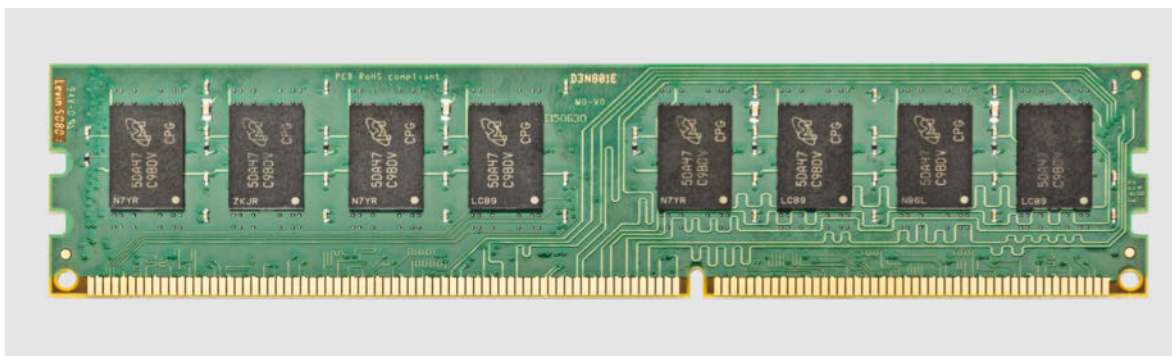
So schlecht sieht das alles gar nicht für den ARM64-Server aus, obwohl unser Testsystem noch gar nicht auf dem neuesten Stand war. Die ThunderX-Prozessoren im Gigabyte-System liefen zuverlässig und auf der Konsole unter Ubuntu fühlt er sich nicht anders als ein normaler x86 an. Allein, wenn man bei /proc/cpuinfo hinein-

schaut, sieht man an den weitgehend nichtssagenden Revisionseinträgen, dass hier offenbar was anderes läuft. Klar, die einzelnen Kerne sind vergleichsweise recht schlapp, zumal sie offenbar nur einen relativ kleinen Teil der Speicherbandbreite zugeteilt bekommen. Aber es sind ja gleich 96 davon vorhanden. Da, wo hochparallele Anwendungen laufen, kann er sich vor allem im Integer-Bereich gut in Szene setzen. Das müsste ihn als Web- oder Storage-Server prädestinieren. Nur bei Gleitkomma-Software, wo die Xeons tatsächlich mal ihre geballte AVX-Macht einbringen können, haben die ThunderX-Prozessoren nichts entgegenzusetzen.

Und letztlich muss man auch mal die Preise vergleichen, wo Intel mangels Konkurrenz kräftig nach oben abgedriftet ist. Bei deutschen Gigabyte-Distributoren haben wir kein passendes Angebot gefunden, wurden aber im Webshop der britischen Firma Avantek fündig. Hier ist der R270-T61 mit zwei ThunderX-Prozessoren mit 96 Kernen, 16 GByte Speicher und 500 GByte HDD mit 5500 Pfund inklusive Steuern aufgelistet, also 6100 Euro. Wenn man bedenkt, dass das bei Dell oder HPE schon fast ein einziger Xeon 2699v3 kostet ... Ein vergleichbar ausgestatteter Dell PowerEdge FC630 mit zwei solchen Xeons kommt jedenfalls auf nahezu 20.000 Euro.

Aller Anfang ist schwer, und es wird noch etwas dauern, bis die komplette Infrastruktur stabil steht und genügend Standardsoftware kompiliert und getestet ist. Während von den ARM64-Mitkämpfern wie Qualcomm, Broadcom, AMD oder Samsung auf diesem Gebiet nicht viel zu sehen ist, tragen Applied Micro und vor allem Cavium die Serverfahne voran. Cavium kommt jetzt mit dem ThunderX2 mit 56 Kernen und 3 GHz Takt – und der könnte dann schon so richtig die Szene aufmischen. (as@ct.de) **ct**

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky



# Riesen-RAM

## DDR3-Speichermodule mit 16 GByte nachrüsten

**Die meisten Desktop-PCs, Notebooks, kleinen Server und Netzwerkspeicher, die für DDR3-Speicher ausgelegt sind, vertragen nicht mehr als 8 GByte pro Modul. Manchmal funktionieren aber auch 16-GByte-DIMMs.**

**Von Christof Windeck**

Viele aktuelle Desktop-PCs und Notebooks sind für DDR3-SDRAM ausgelegt. Passende Speichermodule gibt es dafür mit bis zu 16 GByte Kapazität. Je nach Zahl der vorhandenen Steckfassungen – zwei, vier oder acht – lassen sich solche Computer mit 32, 64 oder 128 GByte Hauptspeicher bestücken.

Anders sieht das bei Systemen aus, die DDR3-RAM benötigen: Zwar gibt es mittlerweile auch dafür 16-GByte-Module als „UDIMMs“ (dazu gleich mehr), aber nur wenig Auswahl. Darüber hinaus laufen diese Module nur in manchen Rechnern und sind auch noch viel teurer als die DDR4-Module mit 16 GByte, die man ab etwa 70 Euro bekommt. Mit unseren Tipps können Sie einschätzen, bei welchen Rechnern das Riesen-RAM vermutlich funktioniert; dazu erst einmal ein Blick auf die Technik.

Jedes Dual-Inline Memory Module (DIMM) ist mit 4, 8, 16 oder mehr einzel-

nen SDRAM-Chips bestückt. Bei der Kapazität der Einzelchips spricht man von Gigabit (GBit), bei kompletten Modulen von Gigabyte (GByte). 8 GBit entsprechen hier 1 GByte. Nach den Spezifikationen des Normungsgremiums JEDEC dürfen Module gleicher Kapazität unterschiedlich bestückt sein; ein 4-GByte-Modul kann aus vier Chips mit je 8 GBit bestehen, aus acht 4-GBit-Chips oder aus 16 mit je 2 GBit. Dummerweise kann nicht jeder PC mit allen zulässigen Bauformen umgehen.

### Register und Buffer

Anders als für Desktop-PCs und Notebooks gibt es für Server und Workstations Speicherriegel mit viel mehr als 16 GByte. Diese Registered DIMMs (RDIMMs) besitzen Zusatzchips: Nur die Datenleitungen der einzelnen Speicherchips sind direkt mit dem Speicherbus verbunden; Adress- und Befehlssignale fließen über zusätzliche Buffer- beziehungsweise Register-Bausteine. Diese entlasten die Signalleitungen, weshalb jedes DIMM mehr RAM-Chips besitzen kann.

Desktop-PCs und Notebooks sind durchweg für Unbuffered DIMMs (UDIMMs) ausgelegt, denen besagte Pufferchips fehlen. Die Adress- und Steuerleitungen aller SDRAM-Chips sind hier direkt mit dem Speicherbus verbunden. Sie belasten deshalb den Speicher-Controller, der im Prozessor sitzt.

Zur Adressierung des RAM besitzt der Speicher-Controller eine bestimmte Anzahl von Adressleitungen. Das wiederum begrenzt die maximale Kapazität pro Speicherchip, die der Prozessor adressieren kann. Bei den ersten CPU-Typen für DDR3-SDRAM waren es 2 Gigabit pro SDRAM, später dann 4 GBit und erst in den jüngsten sind es 8 GBit.

Diese Beschränkung legt auch die maximale Kapazität von Speichermodulen fest, die der jeweilige Speicher-Controller nutzen kann. Und für ein 16-GByte-UDIMM sind eben 8-GBit-Chips nötig. SDRAMs mit mehr als 8 GBit fertigen die SDRAM-Hersteller bisher nicht und mehr als 16 Chips sind nur bei RDIMMs zulässig: Deshalb sind 16 GByte die aktuell höchste Kapazität für PC- und Notebook-Speichermodule.

Bis vor Kurzem hatten sogar 8-GBit-DDR3-Chips noch Seltenheitswert: Die ersten lieferbaren 16-GByte-DDR3-UDIMMs hatte die Firma Intelligent Memory Mitte 2015 mit einem Trick hergestellt: Sie kombinierten jeweils zwei 4-GBit-Chips zu einem 8-GBit-Chip. Mittlerweile verkaufen auch Crucial, Mushkin und Transcend 16-GByte-UDIMMs, auch als Small-Outline-(SO-)DIMMs für Notebooks. Die Module sind durchweg mit DDR3L-SDRAMs bestückt, die mit 1,35 Volt statt 1,5 Volt spezifiziert sind; sie vertragen jedoch auch 1,5 Volt. Zum Test



schickte uns Crucial vier Module vom Typ CT204864BD160B.C16FA (DDR3L-1600/PC3L-12800U).

## CPU-Kompatibilität

Weil 16-GByte-DDR3-UDIMMs mit 8-GBit-Chips bestückt sind, funktionieren sie in älteren Systemen nicht; Intel-Prozessoren müssen jünger sein als die 2013 eingeführten Core-i-Prozessoren der vierten Generation „Haswell“, also Core i3-/i5-/i7-4000. Erst bei den Broadwell-Chips hat man eine Chance, die mit wenigen Ausnahmen nur als Mobilprozessoren geliefert wurden, etwa in Mini-PCs der NUC-Serie wie dem NUC5i3RYK. Auch Server-Atoms der Serie C2000 kommen mit 8 GBit-SDRAMs zurecht.

Skylakes (Core i-6000) sind ebenfalls 8-GBit-tauglich – vermutlich weil ihre Speicher-Controller auch DDR4 ansteuern können, und dafür erlaubt Intel offiziell 8-GBit-Chips. Laut Skylake-Datenblatt sind 8-GBit-Chips vom Typ DDR3 zwar nicht vorgesehen, trotzdem laufen sie in manchen Mainboards mit der Fassung LGA1151, deren BIOS mitspielt.

AMD-APUs der Serien A10, A8, A6 und A4 für Mainboards mit der Fassung FM2+ enthalten laut BIOS and Kernel Developers Guide Speicher-Controller, die 8-GBit-SDRAMs ansteuern. Hier sind es eher jüngere Boards mit Chipsätzen wie A88X, A88 und A85, deren BIOS auch 16-GByte-UDIMMs erkennen soll.

Asus und ASRock geben einige Skylake-Boards mit DDR3-DIMM-Slots offiziell für 16-GByte-Module frei. Wir haben es mit dem Asus H170I-Plus D3 und dem Asus B150M-C D3 erfolgreich ausprobiert; Letzteres hatten wir im Bauvorschlag „Büroquader“ aus c't 25/15 verwendet.

In den DIMM-Kompatibilitätslisten der erwähnten Boards tauchen nur sehr wenige 16-GByte-Module auf. Experimente mit 32 oder 64 GByte DDR3(L)-SDRAM gehen also mit einem gewissen Risiko einher – und sind recht teuer: Bei einem Board mit nur zwei DIMM-Slots ist es billiger, statt zwei der teuren 16-Enden ein neues Board und vier 8-GByte-Module zu kaufen oder gleich auf DDR4 umzusteigen. Und selbst bei DDR3-Boards mit vier DIMM-Slots lohnen sich über 600 Euro Kaufpreis für 64 GByte RAM wohl nur in Sonderfällen. (ciw@ct.de) **ct**

## 16 GByte im Celeron-NAS

In vielen aktuellen Netzwerkspeichern stecken sogenannte Atom-Celerons wie der Celeron N3150, die eng mit dem Tablet-Chip Atom Z3735F verwandt sind. Diese „Braswell“-Celerons besitzen zwei Speicherkanäle, meistens für SO-DIMMs. Intel beschränkt die maximale Hauptspeichergöße laut Braswell-Datenblatt auf 8 GByte, die man in Form eines einzigen 8-GByte-Moduls oder mit zwei 4-GByte-Modulen erreichen kann. Manche NAS – und auch einige Mini-Mainboards mit fest aufgelöteten Braswell-Chips – steuern auch zwei 8-GByte-Module an, also zusammen 16 GByte RAM. Diese Module bestehen aus 4-GBit-Chips.

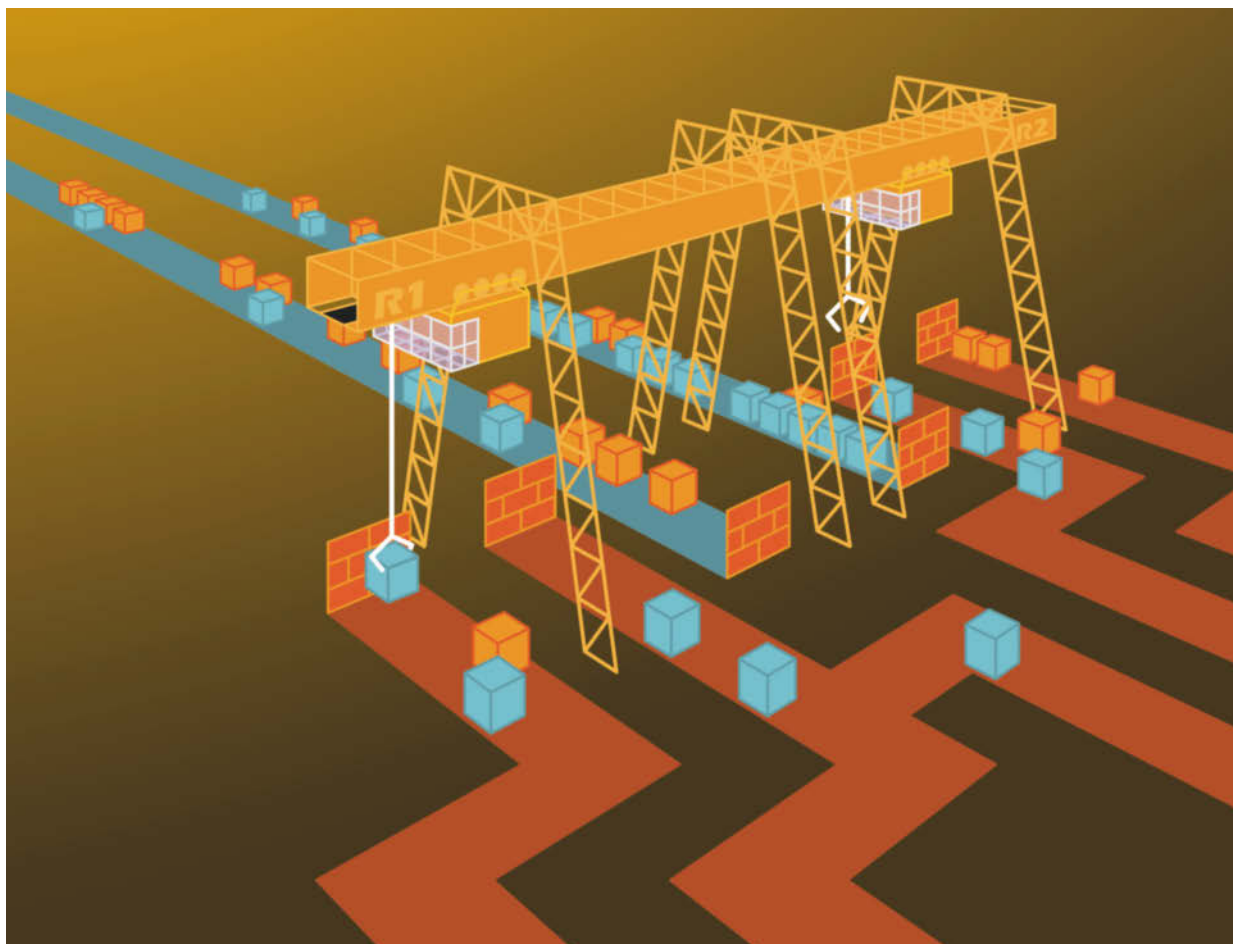


Bild: Rudolf A. Blaha

# Softe Datenverteiler

## Stabileres Internet mit Multi-WAN-Routern

**Gebündelte Internetleitungen bringen nicht nur mehr Bandbreite, sondern auch Ausfallschutz, falls mal ein Provider wegbricht. Dazu müssen kleine Firmen aber nicht in einen sündhaft teuren Router der Unternehmensklasse investieren: Admins können Load Balancing auch selbst aufsetzen.**

**Von Markus Stubbig**

Nicht nur zum Anbinden von Filialen ans Rechenzentrum sind redundante Leitungen schon fast Pflicht: Denn ohne E-Mail und WWW läuft in den meisten

Büros nichts mehr. Neben den ausgefallenen Arbeitsstunden entgeht dem Unternehmen dann auch Umsatz.

Selbst wenn der Internet Service Provider (ISP) bei einem Geschäftsanschluss vertraglich eine sehr hohe Verfügbarkeit, also kleine jährliche Downtimes, garantiert: Das Netz besteht aus Kabeln, die unterirdisch zwar gut geborgen sind, aber gleichwohl natürliche Feinde haben, nämlich Bagger, Nässe und Nagetiere. Und selbst die teuerste Hardware fällt irgendwann mal aus. Kurzum: Allzeit Internet gibts in der Praxis nicht mit einer einzigen Leitung. Mit einem Multi-WAN-Router und zwei (oder mehr) Leitungen kann man das Ausfallrisiko aber deutlich senken.

Multi-WAN-Redundanz hilft übrigens auch den Admins: Sie können nun eine Leitung ohne anzukündigendes Wartungsfenster außer Betrieb nehmen, um etwa ein Firmware-Update einzuspielen oder Komponenten zu tauschen.

Im Folgenden schildern wir nötige Funktionen für den Betrieb an IPv4/IPv6-Dualstack-Anschlüssen und betrachten, wie gut verbreitete Router-Distributionen diese erfüllen. Im nachstehenden Artikel geht es um die konkrete Umsetzung (Seite 128). Daran schließt sich ein Test dreier kompakter x86-Barebone-Systeme mit mehreren Onboard-Schnittstellen an, die als Hardware-Grundlage für einen Multi-WAN-Router taugen (Seite 134).

Bei der Auswahl der Anschlüsse sollte man auf unterschiedliche Anbieter (Provider-Redundanz) und verschiedene Übertragungswege (Medienredundanz) achten, also beispielsweise eine SDSL-Business-Leitung mit VDSL oder einem Kabel-Internetanschluss kombinieren.

Zur Verkehrsverteilung haben sich unterschiedliche Techniken etabliert: So kann man einen Standort über mehrere Provider per BGP (Border Gateway Protocol) oder Load Balancing anbinden. Oder man schließt sich über einen einzelnen Provider mit Multipath-TCP (MPTCP) oder proprietären Techniken wie etwa von Viprinet an.

Ein wesentlicher Unterschied liegt in der Session-Persistenz: Fällt eine Leitung aus, dann reißen beim Load Balancing bestehende TCP-Verbindungen ab, werden aber von höheren Protokollebenen aus nach mehr oder weniger kurzer Wartezeit automatisch wieder aufgebaut. Bei BGP, MPTCP und Viprinet bleiben sie dagegen bestehen. Diese drei Techniken haben jedoch Besonderheiten.

Im heimischen Umfeld hat die Deutsche Telekom mit ihrem Hybrid-Angebot vorgemacht, dass MPTCP massentauglich ist (siehe auch c't-Link am Artikelende): Der Speedport-Hybrid-Router erweitert eine DSL-Leitung um eine LTE-Verbindung. Dabei summieren sich die Bandbreiten der beiden Links. Für eine Anwendung sehen sie wie ein einziger Internetzugang aus. Ein LTE-Tarif mit unbegrenztem Datenvolumen ist inbegriffen. Damit ist das Hybrid-Angebot zwar attraktiv, ermöglicht aber nicht die gewünschte Provider-Redundanz.

## Zu klein für BGP

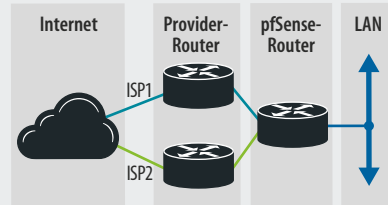
Große Unternehmen lösen das Zwei-Wege-Problem üblicherweise mit Multihoming, dem Border Gateway Protocol (BGP) und eigenen, providerunabhängigen IPv4/IPv6-Adressblöcken. Sie gehen mit mehreren ISPs ein BGP-Peering ein. Darüber teilt die Firma ihre IPv4/IPv6-Adressen mit und erhält von den Providern eine Liste aller erreichbaren IP-Netze.

Fällt nun die Verbindung zu ISP A aus, informiert er per BGP-Update seine Kollegen. In den globalen BGP-Tabellen ist aber noch die Route über ISP B gültig; darüber bleibt das Firmennetz erreichbar.

Kleine Firmen mit wenigen IPv4-Adressen kommen so leider nicht zum Ziel, denn die BGP-Welt filtert IPv4-Netze

## Multi-WAN

Lastverteiler sitzen zwischen dem Firmennetz und den Provider-Routern. Sie müssen Adress- (NAT) beziehungsweise Präfixumsetzung (NPT) beherrschen, um beide Internet-Protokolle IPv4 und IPv6 transportieren zu können.



kleiner als /24 (256 Hosts) inzwischen aus, um die Routingtabellen handhabbar zu halten. Obendrein ist es aufwendig, providerunabhängigen Adressraum zu ergattern, womit BGP für die meisten ausscheidet.

## Proprietäre Verteilung

Viprinet setzt ein proprietäres Protokoll ein (siehe c't-Link). So kann eine einzelne TCP-Session wie bei Hybrid die gesamte Bandbreite aller gebündelter Leitungen verschlingen. Beim Ausfall einer Leitung werden die betroffenen Sessions einfach auf eine andere verlegt.

Die Technologie und Hardware lässt sich Viprinet indes teuer bezahlen. Wegen des Hubs, der typischerweise in einem Rechenzentrum sitzt, fallen zusätzliche Kosten an. Der Bündelungsalgorithmus ist Betriebsgeheimnis und Viprinet-Router lassen sich nicht mit Geräten anderer Hersteller kombinieren.

## Ohne Middlebox

Die vorgestellten Methoden basieren alle auf zusätzlichen Geräten im Pfad zwischen Client und Server. Bei Multipath-TCP kann die Verantwortung aber auch in die Hände der Endgeräte gelegt werden (siehe c't-Link). Dann baut nicht der Router, sondern der Client mehrere TCP-Verbindungen zum Server auf und nutzt sie parallel (Lastverteilung) oder bei Bedarf (Ausfallschutz).

Das geht natürlich nur, wenn der Client unterschiedliche Netzwerkverbindungen hat: Laptops nutzen die Kabelverbindung und das WLAN, ein Mobiltelefon funkt über LTE und WLAN. Und Servern wird eine weitere Netzwerkkarte spendiert.

Beide Enden der TCP-Verbindung müssen Multipath-TCP unterstützen. Leider ist das Konzept zu neu, um es schon auf allen Webservern der Welt anzutreffen. Für Linux gibt es auf Github immerhin eine Referenzimplementierung. Fertige Kernel mit Multipath-TCP existieren etwa für CentOS/Fedora, Debian/Ubuntu und Opensuse. Windows kennt es noch nicht. MP-TCP-Vorreiter waren Citrix, FreeBSD und Apple, das es serienmäßig in iOS und macOS unterstützt.

## Lastverteilung des kleinen Mannes

Redundanz per Load Balancing kann man selbst einrichten, ohne dass der Provider davon etwas merkt: Man setzt einen Multi-WAN-Router als Lastverteiler zwischen das Firmennetz und die Internet-Gateways (Provider-Router). Der Nachteil: Anders als bei den oben beschriebenen Bündelungslösungen lassen sich hier

```

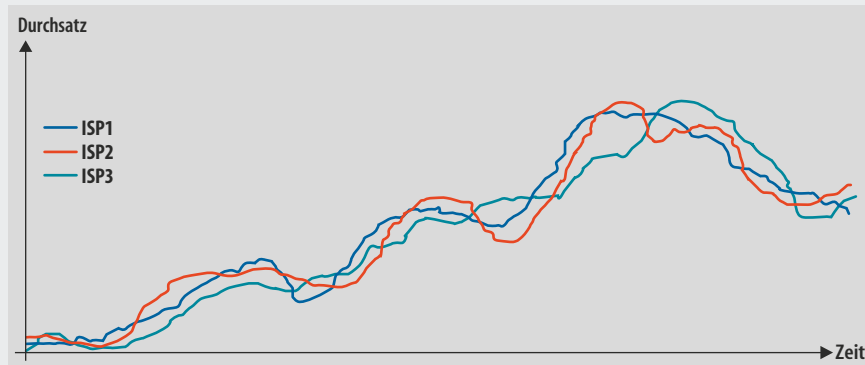
nslookup
> server ns1.example.net
> set query=ns
> www.example.net
www.example.net nameserver = wan-lb-1.example.net
www.example.net nameserver = wan-lb-2.example.net
> server wan-lb-1.example.net
> set query=a
> www.example.net
Name: www.example.net
Addresses: 192.0.2.114, 198.51.100.114
  
```

Ob eine Domain über einen Load Balancer an mehreren Leitungen erreichbar ist, deckt das Shell-Werkzeug `nslookup` auf: Man fragt damit den Nameserver, ob NS-Einträge existieren, die auf die tatsächlich zuständigen DNS-Server weiterleiten. Im zweiten Schritt rückt einer von diesen die aktuell gültige(n) Zieladresse(n) heraus.

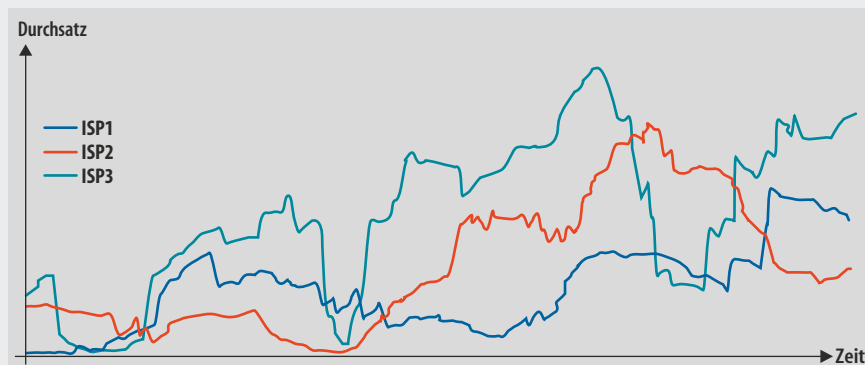
# Load Balancing

Load Balancing verteilt den Verkehr weitgehend gleich auf mehrere Leitungen. Es kann aber sinnvoll sein, ihn je nach Kosten oder möglicher Leitungsgeschwindigkeit zuzuweisen (Load Sharing).

Load Balancing



Load Sharing



Pakete einer TCP-Session nicht auf verschiedene Leitungen verteilen.

Der Multi-WAN-Router trifft die Wegewahl nicht nur anhand der Zieladresse, sondern auch auf Basis von Portnummer, Quell-IP und eventuell der Anwendung. Er erkennt zudem selbsttätig den Ausfall eines Anschlusses und leitet den Traffic dann über die andere(n) Leitung(en) in die Welt.

Der neue Router greift auf IP-Ebene ein, der Schicht 3 des OSI-Referenzmodells. Er ändert bei IPv4 je nach Verkehrsrichtung die Quell- oder Zieladresse (Network Address Translation, NAT), damit die Pakete weiterlaufen können. So setzt er bei ausgehendem Verkehr als Quelladresse die der gewählten Leitung ein und merkt sich die Zuordnung anhand von interner Quelle und externem Ziel in einer Tabelle.

Antworten aus dem Internet kommen über dieselbe Leitung an, sodass der Lastverteiler anhand der NAT-Tabelle in umgekehrter Richtung ebenfalls umsetzen

kann. Bis hierher funktioniert der Load Balancer prinzipiell genauso wie Router für kleine Netze.

Will nun ein externer Client aus dem Internet den internen Webserver über die ausgefallene Leitung A erreichen, dann wäre die übliche Meldung „Diese Seite kann nicht angezeigt werden“ unausweichlich. Folglich muss der Client vorher auf Leitung B verwiesen werden.

## DNS-Trick

Das klappt mit einem dynamischen Eingriff ins Domain Name System (DNS): Normalerweise würde der Firmen-DNS-Server auf Anfragen nach der Domain `www.example.net` mit den IPv4- und IPv6-Adressen aller Leitungen antworten. Fällt die Verbindung zu Provider A aus, gibt er nur noch die Adressen der verbliebenen Leitungen her. So verwendet der externe Client eine der Reserveleitungen, erreicht den angefragten Dienst und bemerkt nichts von der Misere.

Dafür läuft sinnvollerweise der DNS-Server gleich im Lastverteiler selbst und antwortet dann abhängig von den Leitungszuständen. Dieses Konzept ist nicht neu, war aber lange Zeit nur auf kommerziellen Systemen anzutreffen.

Der verantwortliche DNS-Admin würde fluchen, wenn seine speziell gehärteten Server durch einen ominösen Lastverteiler ersetzt werden sollten. Doch glücklicherweise wird nichts ausgetauscht, sondern die DNS-Infrastruktur nur um die Lastverteiler ergänzt.

Der Kniff liegt in einer gewollten Umleitung: Der primäre DNS-Server liefert für `www.example.net` statt der Adressen einen NS-Record und leitet die Anfrage so an den Lastverteiler weiter. Der antwortet dann wie beschrieben. Dem Gebilde kommt man mit Tools wie `dig` oder `nslookup` auf die Schliche. Im Folgenden verwenden wir als Beispiele Adressen und Domains, die für Dokumentationszwecke reserviert sind (RFC 2606, 3849 und 5737).

## Was ist mit IPv6?

Die wichtigsten Grundlagen zu IPv6 liefert der Kasten „IP-Exkurs“ auf Seite 126. Wie man IPv6-Load-Balancing mit zwei Routern und NAT66 realisiert, haben wir im Frühjahr 2016 geschildert [1]. Soll der Verkehr durch einen Multi-WAN-Router laufen, stellt Network Prefix Translation (NPT) eine attraktivere Alternative dar.

NPT arbeitet ähnlich wie NAT: Wenn ein IPv6-Paket durch den Router läuft, ändert er das IPv6-Präfix so, dass es zum ISP (ausgehend) oder zum Zielnetz (eingehend) passt. Der Interface Identifier bleibt unverändert. Dabei nutzt man die primäre Verbindung ohne NPT und hilft nur auf den sekundären Leitungen nach. Anders als bei NAT66 arbeitet das LAN weiter wie gewohnt mit global gültigen IPv6-Adressen, statt auf Unique Local Addresses (ULA) umzuschwenken.

## Router-Distris

Nachdem die nötigen Funktionen geklärt sind, braucht man für den selbst gebauten Multi-WAN-Router noch die Software-Grundlage. Im Linux/Unix-Kernel ist seit Langem alles vorhanden, und mit den Firewall-Steuerungstools `iptables` oder `pf` kann man sehr feinstufig auf den durchfließenden Netzwerkverkehr einwirken.

Für den täglichen Einsatz sollte eine Weboberfläche oder mindestens eine auf den Zweck anpassbare Kommandozeile dabei sein, so wie sie die zahlreichen Fire-



wall-Distributionen mitbringen. Ausfallschutz bieten sie fast alle, aber wir verlangen mehr:

- Gateway-Monitoring, um defekte Leitungen zu erkennen,
- Policy-Routing für ausgehende Lastverteilung,
- Network Prefix Translation (NPT) für IPv6 sowie
- DNS-Server für eingehende Lastverteilung.

So fallen viele Distributionen schon durchs Raster. Die übrigen sind in der Tabelle „Multi-WAN-Funktionen“ gelistet. Zurzeit eignet sich pfSense für den Dual-stack-Multi-WAN-Betrieb am besten. Dafür muss man nur manuell den DNS-Server TinyDNS aus dem Repository nachinstallieren.

pfSense ist gut dokumentiert und wird mittlerweile seit über 10 Jahren weiterentwickelt. Die Firma hinter pfSense bietet auch fertige Hardware und kommerziellen Support an. Doch alle für den beschriebenen Einsatzzweck nötigen Komponenten sind lizenzkostenfrei. Linux-Fans werden

### Multi-WAN-Funktionen von Router-Distributionen

	ClearOS	Endian	pfSense	VyOS	ZeroShell	Sophos UTM
Gateway-Monitoring	–	✓	✓	✓	✓	✓
Gateway-Gewichtung	✓	–	✓	✓	✓	✓
Policy-Routing	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Network Prefix Translation (NPT)	–	–	✓	–	–	✓
DNS-Server	✓	–	✓	✓	✓	✓
DNS link-aware	–	–	✓	–	–	–
IPv6	– <sup>1</sup>	–	✓	–	✓	✓
Gateway-Redundanz (z. B. VRRP, HSRP, CARP)	–	✓ <sup>2</sup>	✓	✓ <sup>3</sup>	–	– <sup>4</sup>
<sup>1</sup> nur über Linux CLI <sup>2</sup> nur in der kostenpflichtigen Version <sup>3</sup> nur mit IPv4 <sup>4</sup> nur proprietär    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden						

sich ein wenig umorientieren müssen, denn pfSense baut auf FreeBSD auf, also einem Unix-Derivat. Abgesehen davon verhält es sich fast wie Linux.

### Kompromisse

Aber wo Sonne scheint, ist auch Schatten. Bei der Verfügbarkeitsprüfung der Leitungen verlässt sich pfSense auf ein normales ping und eine einzelne IPv4- oder IPv6-Adresse. Ein ausgewachsener Lastverteiler liefert deutlich feinere Analysen:

Außer der Erreichbarkeit beliebiger TCP- und UDP-Ports kann er auch prüfen, ob die Namensauflösung, FTP- oder HTTP-Transfers funktionieren. Am weitesten geht Cisco und nutzt die Sprachqualität eines simulierten VoIP-Anrufs für die Gateway-Entscheidung.

Falls eine Wartung bei einem ISP-Router oder einer Leitung ansteht, kann man diese bei pfSense über die Funktion „Disable this gateway“ außer Betrieb nehmen. Das geht leider nicht spurlos,

Name	Gateway	Monitor	RTT	RTTsd	Loss	Status	Description
WAN1_DHCP	192.168.73.1	8.8.8.8	30.13ms	0.109ms	0.0%	Online	T-VDSL
WAN2_DHCP	192.168.63.1	8.8.4.4	31.781ms	0.182ms	0.0%	Online	VF-Kabel
WAN3_DHCP	192.168.71.1	46.182	30.964ms	0.176ms	0.0%	Online	1u1-VDSL
WAN3_DHC6	fe80:9ec7a6ff:fe0723e5	2a02:2970	30.835ms	0.652ms	0.0%	Online	1u1-VDSL-v6
WAN1_DHC6	fe80:3531c4ff:fe9ef108	2001:4860:4860:8888	38.682ms	0.939ms	0.0%	Online	T-VDSL-v6
WAN2_DHC6	fe80:3681c4ff:feba9812	2001:4860:4860:8844	15.543ms	1.182ms	0.0%	Online	VF-Kabel-v6

Hat die Hardware genug Ethernet-Ports, kann pfSense als Load Balancer fast beliebig viele Internetanschlüsse bündeln. Zwar bekommt eine einzelne IP-Verbindung höchstens die Datenrate der schnellsten Leitung, aber eine Arbeitsgruppe profitiert vom höheren Summendurchsatz.

HTTP/FTP-Downloads oder VoIP-Telefonate brechen unweigerlich ab.

Das macht beispielsweise Radware in seinen Produkten mit der Funktion „No new session mode“ geschickter. Das Gateway bleibt zwar im Betrieb, wird aber bei neuen Verbindungen nicht mehr berücksichtigt. So kommt es zu einem langsamen und anwenderfreundlichen Ausklingen des Traffic.

Bei pfSense lässt sich die eingehende Last leider nicht dynamisch per DNS auf die Leitungen verteilen, sondern nur im Fehlerfall. Im ungünstigsten Fall nehmen

deshalb alle Clients den schwachen ADSL-Link und die teure OC3-Standleitung bleibt ungenutzt. Ausgehend haben die Gateways eine Gewichtung und erhalten entsprechend mehr oder weniger Sessions, um alle Leitungen auszulasten.

Auch hier haben die großen Brüder Vorteile: So enthält etwa ihre DNS-Antwort nicht alle IPv4/IPv6-Adressen, sondern nur die der aktuell bevorzugten Leitung. Damit kann der externe Client gar keine ungünstige Entscheidung treffen.

Schließlich hängt es von der verwendeten Technik ab, wie schnell eine Anwen-

dung läuft: Bei pfSense setzt die flotteste Leitung die Obergrenze. Um alle Leitungen eines pfSense-Bündels komplett zu füllen, braucht man mehrere Sessions. Anders bei Viprinet oder den „Virtuellen Tunneln“ von Radware: Hier werden Pakete einer einzelnen Session über mehrere Leitungen verteilt. So erreicht man maximal die Summe aller verfügbaren Bandbreiten, abzüglich des Tunneling-Overheads.

## Ausblick

Ein Lastverteiler kann auch kleinen Firmen zu einer stabileren Internet-Anbindung verhelfen: Fällt mal eine Leitung weg, brauchen die Mitarbeiter keine Pause einzulegen, sondern müssen nur etwas geduldiger sein. Währenddessen kann sich der Admin um die Reparatur kümmern. Und mit dem DNS-Kniff bleiben interne Dienste sogar von außen erreichbar.

Das lässt sich mit der freien Software pfSense auch in Eigenregie umsetzen (siehe folgenden Artikel). Ambitionierte Admins können dann mit geo-redundanten Internetleitungen und einem hochverfügbaren Cluster aus mehreren pfSense-Router die Internetverfügbarkeit weiter in Richtung der 100-Prozent-Marke treiben. (ea@ct.de)

## Literatur

[1] Holger Zuleger, Leitungsverdoppler, Internet-Ausfallsicherheit mit IPv6, c't 12/16, S. 172

**IPv6-Grundlagen, MPTCP, Viprinet-Bündelung:** [ct.de/yxe7](http://ct.de/yxe7)

## IPv6-Exkurs

Die Vergabe der IPv4-Adressen war historisch bedingt chaotisch, und entsprechend zugemüllt sehen heute die Routing-Tabellen der großen Backbone-Betreiber aus. Ein erklärtes Ziel von IPv6 ist eine streng hierarchische Aufteilung der Adressbereiche, was für effizientes Routing sorgen soll. Sortieren und Zuteilen läuft anhand des Prefix, den konstanten ersten x Adressbits, mit x je nach Größe des Blocks.

Dabei werden IPv6-Bereiche zunächst nach Kontinenten oder großen Ländern gruppiert (/12er-Prefix mit zwölf festen und 116 variablen Bits). Daraus bekommen ISPs wie die Deutsche Telekom kleinere /32-Blöcke und deren Kunden wiederum je nach Größe unterschiedliche Bereiche.

Größere Firmen erhalten beispielsweise einen /48-Prefix, Privatkunden je nach Provider /56, /60 oder /64. Letzteres ist übrigens die kleinste, nicht weiter teilbare Einheit: Ein Heimnetz bekommt also mindestens einen Block aus  $1,8 \times 10^{19}$  Adressen. Da es – reservierte Bereiche (Link-Local, Multicast, ULA) ausgenommen – beinahe ebenfalls  $1,8 \times 10^{19}$  Prefixe gibt, sollte dieses Verfahren für lange Zeit reichen.

Das zugewiesene Subnetzprefix ist aber nur die halbe Miete. Es fehlt der Interface Identifier (IID), der innerhalb dieses Subnetzes die Geräte unterscheidet. Zum besseren Verständnis: Bei IPv4 entspricht das Prefix in einem lokalen /24-Netz der konstanten 192.168.1. und der IID der letzten variablen Zahl, beispielsweise 226.

Anders als bei IPv4 darf ein Host diesen variablen Teil selbst erzeugen. Manchmal leitet er ihn aus der MAC-Adresse der Netzwerkkarte ab und manchmal setzt er ihn beim erstmaligen Systemstart zufällig. Beides führt zu konstanten IID, der Host ist bei gleichbleibendem Prefix unter der damit zusammengesetzten IPv6-Adresse prinzipiell immer erreichbar. Bei modernen Betriebssystemen wird der IID aber auch während des Betriebs regelmäßig neu erwürfelt (Privacy Extensions), um die Verfolgbarkeit etwa beim Websurfen zu erschweren. Eine weitere Besonderheit: Jeder Host darf mehrere IPv6-Adressen gleichzeitig benutzen. Weitere Grundlagen liefern die Online-Artikel auf <http://ct.de/thema/IPv6>.

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

# Multi-WAN-Bau

## pfSense als Load-Balancer

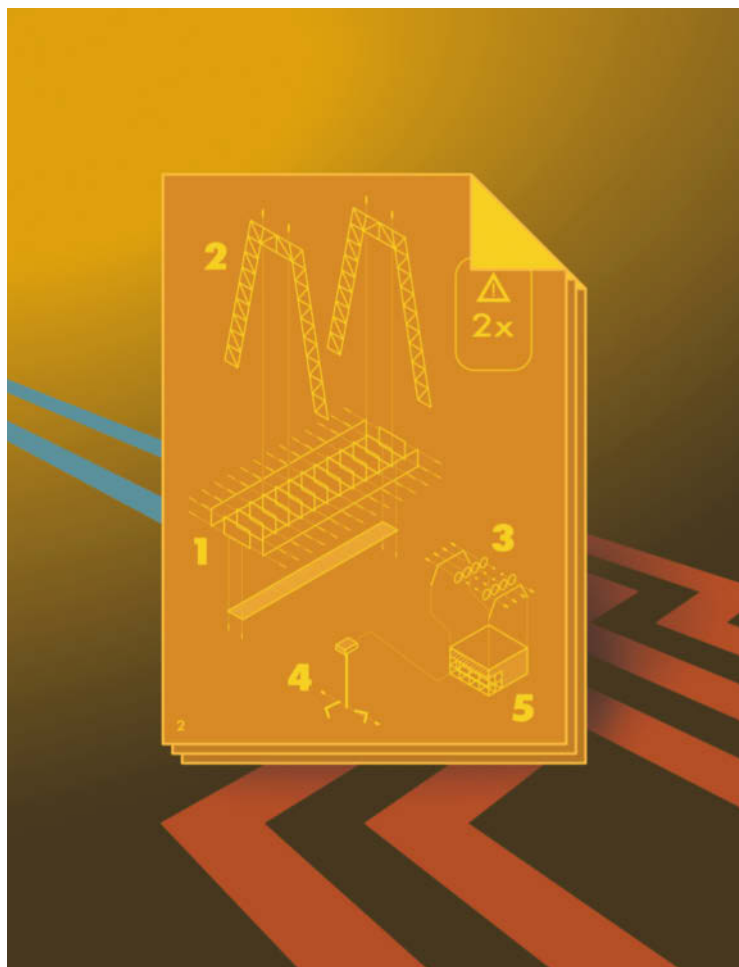


Bild: Rudolf A. Blaha

**Die freie Router-Distribution pfSense verteilt im Multi-WAN-Betrieb den Internetverkehr auf mehrere Provider-Anschlüsse. So steigt der Summendurchsatz für die Clients im LAN. Als angenehmer Nebeneffekt kann man beim Ausfall einer Leitung weiterarbeiten.**

Von Markus Stubbig

Als Lastverteiler (Load Balancer) kann pfSense prinzipiell mit einer nahezu unbegrenzten Zahl von Leitungen umgehen, auch wenn die meisten kleinen Firmen in der Praxis selten mehr als zwei Uplinks kombinieren. Die Software jongliert dabei mühelos mit IPv4 und IPv6. Ein DNS-Trick macht auch interne Dienste wie einen Owncloud-Server ausfallsicher von außen erreichbar.

Wer die Internetverfügbarkeit auf die Spitze treiben will, kann sogar mehrere

pfSense-Router in einer Hot-Standby-Konfiguration parallel betreiben. Dann übernimmt ein Zweitgerät nahtlos die Verkehrslenkung, falls das erste ausfällt.

Nachfolgend schildern wir das Einrichten von pfSense als Load Balancer für kleine Firmen, die über konstante IPv4-Adressen und IPv6-Adressblöcke an mindestens zwei Internetanschlüssen verfügen. Dabei beschränken wir uns auf die für den Multi-WAN-Betrieb wichtigen Punkte, die sich vom gewöhnlichen Routerbetrieb mit einer einzelnen Internetverbindung unterscheiden.

Ein Multi-WAN-Router braucht außer einer LAN-Verbindung für jeden Provider-Anschluss einen eigenen Ethernet-Port. Soll pfSense in einem Hot-Standby-Cluster arbeiten, wird ein weiterer Port nötig. Mit drei ISPs (Internet Service Provider) kommt man dann auf fünf Ethernet-Schnittstellen.

Meist wird die Summendatenrate über alle Anschlüsse unter 1000 MBit/s liegen. Dann lassen sich Router-Ports sparen: Mit einem passenden Switch leitet man die ISP-Verbindungen in unterschiedliche VLANs. Die separiert der Router intern per VLAN-Tagging in mehrere logische Schnittstellen, sodass ein Gigabit-Port für alle WAN-Verbindungen genügt.

Der minimal nötige Arbeitsspeicher lässt sich leicht abschätzen: Anzahl der Sessions mal 1 KByte. Laufen in einer kleinen Firma 20 PCs, auf denen jeweils 10 Apps 5 Verbindungen offenhalten, ergibt sich gerade mal ein Megabyte. Die auf Kompakt-PCs heute üblichen 1 bis 4 GByte genügen also bei Weitem. Weitere Hinweise zur Hardware-Auswahl gibt es online (siehe c't-Link am Artikelende).

Wir probierten pfSense auf einem älteren APU1D4-Barebone der Schweizer Firma PC Engines aus; attraktiver sind inzwischen der Nachfolger APU2C4 oder kompakte PC-Systeme mit einem Celeron-J1900-Prozessor (siehe folgenden Artikel). Beide APU-Modelle haben drei Gigabit-Ethernet-Ports sowie eine serielle Schnittstelle für die Betriebssystem-Installation und begnügen sich mit deutlich unter 10 Watt Leistung aus dem Stromnetz.

Falls mehr als zwei Uplinks zum Einsatz kommen und VLAN-Trunking auf der WAN-Seite nicht möglich ist, kann man die APU-Hardware um weitere Ethernet-Ports erweitern. Das geht am



besten mit Mini-PCIe-Karten für Gigabit-Ethernet. USB-Adapter sind zwar leichter erhältlich und billiger, fordern aber die CPU mehr wegen des zusätzlichen Ent- und Verpackens der Ethernet-Pakete in USB-Frames. Das kann den Durchsatz begrenzen.

In beiden Fällen muss das Betriebssystem den passenden Treiber an Bord haben. pfSense unterstützt Netzwerkkarten und Adapter, die unter FreeBSD funktionieren. Dessen Kompatibilitätslisten sind glücklicherweise lang.

In einem Test des BSD-Router-Projekts schaffte das APU1D4 einen Durchsatz von 250 MBit/s mit den kleinstmöglichen IP-Paketen (siehe c't-Link). Das klingt wenig, aber das Ziel der Messung war ein Stresstest mit maximaler Paketfrequenz. Mit den in der täglichen Anwendungspraxis üblicheren großen Paketen sind nach unseren Messungen Durchsätze bis an die Gigabit-Grenze möglich (siehe S. 135).

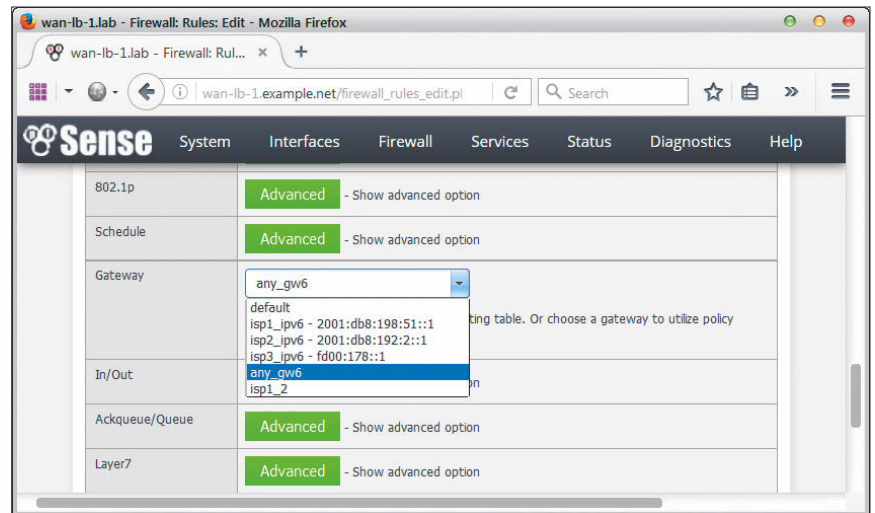
## Installation

Wer sich zunächst auf einer virtuellen Maschine oder einem abgelegten PC mit pfSense vertraut machen will, kann Images für x86-Rechner verschiedener Architekturen (i386, AMD64) herunterladen. Die Installation läuft wie bei modernen Linux-Distributionen unspektakulär ab.

Für Embedded-Systeme wie die APU-Boards gibt es auch Images für USB-Sticks oder SD-Karten. Die kann man mit dem Windows-Tool *Win32 Disk Imager* oder unter Linux mit *dd* aufs Medium schreiben. Weil die Sticks und Karten verglichen mit SSDs und Festplatten viel weniger Schreibvorgänge verkraften, bindet das diesen pfSense-Images zugrunde liegende

### Achtung, Version!

Bei Redaktionsschluss lag pfSense in der Version 2.3.2p1 vor. Dafür war leider das Zusatzpaket TinyDNS noch nicht verfügbar. Wer den Ausfallschutz für von außen erreichbare Dienste braucht, muss vorerst die ältere Version 2.2.6 einsetzen (siehe c't-Link).



pfSense verteilt den ausgehenden Traffic anhand der Firewall-Regeln fürs LAN. Dort ersetzt man das vorgegebene Default-Gateway durch eine Gruppe, die mehrere Leitungen zusammenfasst.

NanoBSD sie read-only ein und legt beschreibbare Pfade als RAM-Disk an. Es gibt zwei Versionen: eine zur Bedienung über eine serielle Schnittstelle, die andere für PC-übliche Peripherie (USB-Tastatur und -Maus, VGA-Bildschirm). Weitere Installationshinweise gibt es online.

Nach der Installation lauscht pfSense an seiner LAN-Schnittstelle auf die Standardadresse 192.168.1.1. An welchem physischen Port das LAN erscheint, hängt von der Hardware ab. Bei den nachstehend getesteten Barebones war es mal die mit „LAN2“ beschriftete Buchse, mal „LAN4“. Die Zuordnung lässt sich an die eigenen Wünsche anpassen (Interfaces/Interface Assignments).

Im LAN ist pfSense per Browser über das Standardkonto *admin/pfsense* erreichbar, sodass man die weitere Einrichtung bequem per Mausklick erledigen kann. Nach dem Ändern des Standardpassworts im Menü unter System/User Manager/Users aktivieren Shell-Liebhaber den SSH-Zugang unter System/Advanced.

## Leitpfad umbiegen

Normalerweise sendet pfSense den Netzwerkverkehr über das konfigurierte Standard-Gateway weiter in Richtung Internet. Für die Lastverteilung richtet man im Menü unter System/Routing weitere Gateways ein, und zwar jeweils eines pro Internetleitung.

pfSense prüft regelmäßig per Ping, ob die Uplinks in Ordnung sind. Belassen Sie aber die Zieladresse fürs Gateway Monitoring nicht bei der Standardvorgabe, dem Gateway selbst. Tragen Sie stattdessen

eine IPv4- oder IPv6-Adresse *hinter* der Provider-Gegenstelle ein. Diese externe Monitoring-Adresse muss zuverlässig erreichbar sein, damit es keine Fehlalarme gibt. Beliebte sind Googles DNS-Server, die anscheinend nie ausfallen und leicht zu merkende Adressen haben: 8.8.8.8, 8.8.4.4, 2001:4860:4860::8888, 2001:4860:4860::8844.

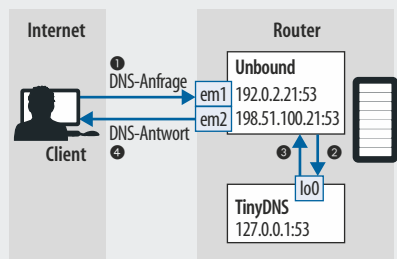
Das bei der Gateway-Konfiguration hinter dem Advanced-Button erreichbare Feintuning fürs Monitoring brauchen Sie eventuell, wenn der Router später im Regelbetrieb läuft. Nimmt pfSense eine funktionierende Leitung innerhalb kurzer Zeit mehrfach unnötigerweise außer Betrieb, dann erhöht man die voreingestellten Intervalle und Schwellenwerte. Zur Orientierung: Viele Router-Hersteller nutzen ein Ping-Intervall von 10 Sekunden mit einem Alert nach 40 Sekunden.

Wenn diese Werte immer noch zu häufige Umschaltungen auslösen, hilft letztlich nur ausprobieren: Variieren Sie das Probe- oder Alert-Intervall schrittweise in beide Richtungen. Ein kurzes Ping-Intervall entdeckt zwar eine fehlerhafte Verbindung schneller, erhöht aber die Grundlast der Leitung. So verursacht ein 1-Sekunden-Ping in einem Monat rund 150 Megabyte Traffic. Kommt als Backup beispielsweise eine LTE-Verbindung zum Einsatz, kann der schnelle Ping zum Überschreiten des erlaubten Datenvolumens und damit zur Drosselung führen.

Sobald die Gateways fertig eingerichtet sind, fasst man sie zu einer Gruppe zusammen. Diese entscheidet, wie die Gate-

## Multi-WAN

Der DNS-Dienst Unbound arbeitet in pfSense nur als Resolver. Damit Failover für von außen kommenden Traffic funktioniert, holt man per Paketmanager zusätzlich TinyDNS ins Boot. Es beantwortet DNS-Anfragen abhängig vom Leitungszustand.



ways verwendet werden: Für die Lastverteilung bekommen alle dieselbe Priorität (Tier). Steht der Ausfallschutz im Vordergrund, gibt man der primären Leitung die niedrigste Tier-Nummer (1) und den Backups eine höhere (2).

Beides lässt sich auch kombinieren: Beispielsweise kann pfSense den Verkehr über zwei DSL-Anschlüsse mit gleichem Tier verteilen und eine zusätzliche LTE-Verbindung mit höherem Tier ausschließlich als Backup nutzen. Den aktuellen Zustand der Uplinks erfährt man unter Status/Gateways.

### Verkehrsregelung

Ob und wie pfSense die Gateway-Gruppe nutzt, regelt die Firewall. Dort muss man zunächst unter Firewall/Rules wie gewohnt Accept-Regeln für erwünschten Verkehr (HTTP, HTTPS etc.) von außen anlegen – leider für alle WAN-Verbindungen einzeln, denn bisher lassen sich hier noch keine Gateway-Gruppen verwenden.

Regeln für aus dem LAN initiierten Verkehr sind bereits vorhanden; Antwortpakete brauchen keine gesonderte Regel, weil pfSense mit Stateful Packet Inspection (SPI) arbeitet. Um ausgehende Lastverteilung einzuschalten, muss man bei den LAN-Regeln die „Advanced“-Optionen öffnen. Dort lässt sich das Gateway auf die vorher definierte Gruppe umstellen.

### Kleines DNS

Um Ausfallschutz für eingehenden Verkehr zu erhalten, muss der Multi-WAN-Router zum DNS-Server für die eigene(n) Domain(s) werden. Das erfordert etwas Handarbeit, denn der pfSense-Standarddienst Unbound (Services/DNS Resolver)

arbeitet nur als Resolver. Die Zoneninhalte liefert das über den Paketmanager (System/Package Manager) nachinstallierbare TinyDNS; es ist unter Services/DNS Server konfigurierbar.

In der Unbound-Konfiguration trägt man unter „Domain Overrides“ den beziehungsweise die Namen der öffentlichen DNS-Zone(n) und die Adresse des dafür zuständigen autoritativen DNS-Servers ein. Letztere muss 127.0.0.1 für das lokal laufende TinyDNS lauten.

Hat man in der Firewall DNS-Anfragen von außen freigegeben (Port 53/UDP), dann laufen sie zunächst bei Unbound auf. Der prüft nun, ob der Domainname stimmt. Falls ja, geht die Anfrage weiter an TinyDNS, das den passenden Eintrag sucht und die Antwort liefert. Die reicht Unbound dann nach außen weiter.

Damit die Welt weiß, wer zuständig ist, muss man im externen DNS-Server eine Umleitung bauen: Anhand neuer NS-Records delegiert er Anfragen nach den im LAN des pfSense-Routers laufenden Diensten beziehungsweise Domains auf die IP-Adressen des Routers.

### DNS-Manipulation

Das Umschwenken externer Clients bei einem Leitungsausfall erledigt pfSense über die in den DNS-Antworten enthaltenen Zieladressen. Im Fehlerfall lässt es schlicht die Adresse der ausgefallenen Verbindung heraus. Leider ist das dafür

nötige Monitoring noch nicht mit dem der Gateways integriert.

Bei pfSense muss man in der TinyDNS-Konfiguration deshalb zu jedem Resource Record (RR) eine zu überwachende IP-Adresse eintragen. Das dürfen durchaus dieselben sein wie beim Gateway-Monitoring.

Nachteilig am DNS-Server in pfSense ist, dass ein neuer Single-Point-of-Failure entsteht, falls man im LAN von außen erreichbare Dienste betreibt. Denn wenn der pfSense-Rechner aussteigt, klappt die DNS-Auflösung nicht mehr und der Admin gerät in Zugzwang.

### Synchrone Router

Wer sich gegen einen Router-Ausfall wappnen will, schafft mit einem zweiten pfSense-Gerät eine hochverfügbare Anbindung. Zwar muss man die Installation und Ersteinrichtung wiederholen, kann aber die restliche Konfiguration und alle zukünftigen Änderungen automatisch replizieren lassen. Das erledigt pfSense mit der Konfigurationssynchronisation (XMLRPC sync unter System/High Availability Sync).

Über die an gleicher Stelle einzurichtende Statussynchronisation (pfsync) prüfen die pfSense-Instanzen gegenseitig ihren Zustand, damit eine für die andere einspringen kann. Das geschieht sinnvollerweise über eine exklusive Ethernet-Verbindung.

Damit die LAN-Hosts nun nicht von zwei Default-Gateways im internen Netz

TinyDNS erledigt das automatische Failover externer Verbindungswünsche, indem es in seinen DNS-Antworten die Adressen nicht mehr funktionierender WAN-Verbindungen auslässt. Dazu überwacht es anhand einstellbarer Monitoring-IPs, ob externe Hosts erreichbar sind.

Record Name	Record Type	Prio	rDNS	Record Data	TTL	monitoring
www.example.net	A			198.51.100.114	120	198.51.100.1
www.example.net	A			192.0.2.114	120	192.0.2.1
example.net	SOA			dnsmaster.example.net		
wan-ib-1.example.net	A		on	192.168.101.21		
wan-ib-2.example.net	A		on	192.168.101.22		
wan-ib-1.example.net	A		on	198.51.100.21		
wan-ib-1.example.net	A		on	192.0.2.21		
wan-ib-2.example.net	A		on	198.51.100.22		
wan-ib-2.example.net	A		on	192.0.2.22		
www.example.net	AAAA			fd00:101::114	120	2001:db8:198:51::1
www.example.net	AAAA			2001:db8:192:2::114	120	2001:db8:192:2::1

verwirrt werden, bekommen die LAN-Schnittstellen beider pfSense-Router eine virtuelle IP-Adresse, die bei Ausfall einer Instanz zur anderen wandert.

Will man bei Ausfall eines Multi-WAN-Routers nicht nur den Internetzugang für das LAN, sondern auch den Zugang von außen etwa auf einen internen Cloudserver garantieren, dann braucht man außerdem virtuelle IPs auf den WAN-Schnittstellen.

## Router-Redundanz

Für virtuelle WAN-IPs setzt pfSense das patentfreie Common Address Redundancy Protocol (CARP) ein, das neben anderen zur FHRP-Familie gehört (First-Hop Redundancy Protocols). Wer etwa mit HSRP (Hot Standby Router Protocol) oder VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) vertraut ist, wird bei CARP wenig Überraschungen erleben, da es prinzipiell genauso funktioniert: Alle Mitglieder einer CARP-Gruppe einigen sich auf einen Master, der die virtuelle IP-Adresse bedient. Die anderen Teilnehmer der Gruppe werden zu Backups. Sie prüfen anhand regelmäßiger Keep-Alive-Pakete, ob der Master noch lebt. Verstummen die Antworten, übernimmt ein Backup.

Bei pfSense verbirgt sich die Konfiguration dafür hinter Firewall/Virtual IPs; den Zustand erfährt man bei Status/CARP. Laufen die pfSense-Instanzen auf unterschiedlich potenter Hardware, kann man die Master-Wahl über die „Advertising Frequency“ beeinflussen. So lässt sich festlegen, dass stets die stärkste verbleibende Maschine zum aktiven Router wird.

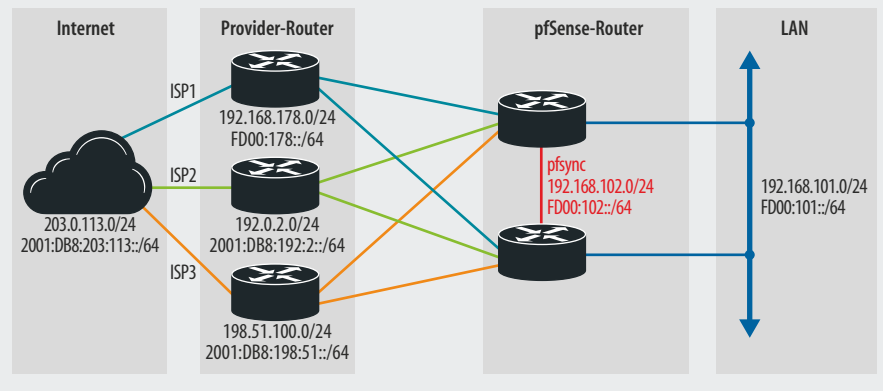
Leider haben sich die CARP-Entwickler etwas zu stark an VRRP angelehnt und dieselben MAC-Adressen und Protokollnummern verwendet. Falls CARP und VRRP parallel im LAN laufen, muss man die Gerätefamilien über unterschiedliche VHID-Gruppennummern auseinanderhalten.

## IPv6-Verteilung

Um IPv6 aus mehreren Provider-Anschlüssen ins LAN durchzuleiten, macht pfSense eine Präfixersetzung (Network Prefix Translation, NPT). Die konfiguriert man bei Firewall/NAT, aber nur für die Reserveleitung(en). Dort kommt als „Internal IPv6 Prefix“ der auf dem Hauptan-

## Hot Standby

Mit zwei pfSense-Routern lässt sich die Internetverfügbarkeit weiter steigern. Die Geräte tauschen laufend ihren Status über eine dafür reservierte Verbindung aus. So kann der Reserve-Router nahtlos übernehmen, falls das Hauptgerät ausfällt.



schluss vom Provider delegierte Präfix hinein, der im LAN gelten soll. Der „Destination IPv6 Prefix“ ist der auf der jeweiligen Reserveleitung delegierte. So muss das LAN nicht mit Unique Local Addresses (ULA) laufen.

Außerdem definiert man erstens eine Gateway-Gruppe für den IPv6-Verkehr, analog zu IPv4. Dazu kommen zweitens Firewall-Regeln, die nur erwünschten Verkehr über diese Gateway-Gruppe erlauben. Und drittens erhält die LAN-Schnittstelle eine statische IPv6-Adresse aus dem delegierten Präfix der Hauptleitung, damit hernach unter Services der DHCPv6-Server nebst Router Advertisements konfiguriert werden kann.

Diese elegante Lösung hat leider eine Einschränkung: NPT funktioniert nur, wenn man wie bei einem Geschäftskunden-Anschluss statische Präfixe bekommen hat. An Privatkunden-Anschlüssen mit dynamischen Präfixen klappt Multi-WAN-Betrieb mit IPv6 leider nicht.

## Überwachung

Mit einem Multi-WAN-Router und mehreren Internetverbindungen wächst die Gefahr, dass eine Leitung nach der anderen ausfällt, ohne dass es jemand bemerkt und mit der Entstörung beginnt. Gibt irgendwann die letzte Leitung den Geist auf, ist der Druck groß.

Der erste Ansatz ist, anhand eines externen Monitoringsystems wie Nagios die einzelnen Zugänge zu überwachen und den Admin bei Ausfällen per E-Mail zu informieren. Dafür ist es wichtig, die Checks über die richtige Leitung zu verschicken und sie im Fehlerfall nicht auf eine andere umzuleiten, damit der Ausfall tatsächlich

bemerkt wird. Das kann man über pfSense-Firewall-Regeln sicherstellen, die den Überwachungsserver als Quelle und abhängig von der Ziel-IP bestimmte WAN-Verbindungen als Ausgang verwenden.

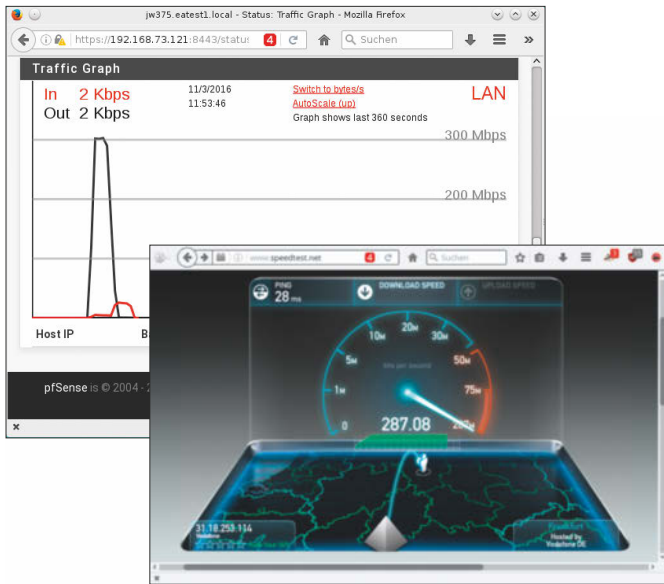
Es geht notfalls aber auch ohne Nagios & Co auf externen Hosts: Unter System/Advanced/Notifications kann man einen E-Mail-Server und Zieladressen eintragen, die pfSense bei wichtigen Ereignissen benachrichtigen soll. Wem pfSense hier zu geschwätzig ist, kann beispielsweise auf Zusatztools wie *monit* ausweichen (siehe c't-Link), das im pfSense-Router über die Kommandozeile eingerichtet wird.

## Tipps und Tricks

Verwenden Sie in den Firewall-Regeln bevorzugt Gateway-Gruppen, die aus mehreren Gateways bestehen. Bei einem einzelnen Gateway funktioniert die Firewall-Regel nur so lange, wie das Gateway beziehungsweise dessen Monitoring-IP erreichbar ist. Fällt es aus, wird die Regel inaktiv, der Traffic verschwindet spurlos und die Fehlersuche wird aufwendig.

Für die eingehende Lastverteilung agiert pfSense als DNS-Server nach außen. Sorgen Sie dafür, dass der DNS-Dienst über mindestens je zwei IPv4- und IPv6-Adressen und mehrere Leitungen aus dem Internet erreichbar ist. Ob die DNS-Konfiguration funktioniert und vollständig ist, können Sie beispielsweise mit *mxtoolbox* prüfen: Nach Eingabe des Domänennamens laufen unterschiedliche Checks. Die Webseite präsentiert die Ergebnisse übersichtlich und zeigt zu eventuellen Fehlern auch Lösungswege auf.





Ein pfSense-Multi-WAN-Router, drei Anschlüsse und eine angemessen angebundene Gegenstelle beim Speedtest ergeben 300 MBit/s Downstream ins LAN.

Falls in pfSense eine Firewall- oder NAT-Regel nicht funktioniert, prüfen Sie, ob die notwendige Virtual-IP vorhanden ist und zu den Regeln passt.

Eventuell hängen die Lastverteiler nicht direkt an den Provider-Router, sondern mittelbar über einen Ethernet-Switch. Dann kann es den Failover beschleunigen, wenn Sie dort die Timeouts der ARP- und MAC-Tabellen verkleinern.

Ein nützlicher Helfer ist der per Package Manager installierbare „Service Watchdog“. Er läuft im Hintergrund, überwacht kontinuierlich kritische Dienste und startet sie im Fehlerfall automatisch neu. Das steigert die Verfügbarkeit, weil einmalige Crashes schnell behoben sind. Die Hochverfügbarkeit scheitert bisweilen an Kleinigkeiten, deshalb:

- Hängen Sie die pfSense-Router an unterschiedliche LAN- und WAN-Switches,
  - führen Sie Energie von unterschiedlichen USVs oder zumindest verschiedenen Sicherungskreisen zu,
  - bringen Sie Router, Gateways, USVs und Switches in unterschiedlichen Brandabschnitten oder Gebäudeteilen unter.
- Zuletzt bleibt, die pfSense-Installation gründlich auf Funktion des Failover zu testen, und zwar nicht nur nach der Erstinstallation, sondern auch nach jedem pfSense-Update.

Simulieren Sie Provider- und Routerausfälle nicht durch Herunterfahren einer Netzwerkkarte, sondern durch physisches Abziehen des Netzwerk- beziehungsweise Stromkabels. Denn beim kontrollierten Herunterfahren sendet das Gerät vielleicht noch eine „Bitte Über-

nehmen“-Nachricht, sodass das Backup im Test schneller eingreift als später im Ernstfall.

## Fehlerfindung

Die pfSense-Weboberfläche hilft gut bei der Fehlersuche. Außer den üblichen Werkzeugen ping, arp, nslookup, netstat und traceroute gibt es im Bereich „Diagnostics“ Einsicht in verschiedene Status-Tabellen und Systemaktivitäten. Unter Status/Traffic Graph erfährt man die aktuelle Auslastung der Netzwerkschnittstellen, wobei auch die aktuell gesehenen IP-Adressen sortiert nach genutzter Bandbreite aufgeführt werden.

Wer tiefer eingreifen will, kann über die Webseite auch Shell-Kommandos ausführen (Diagnostics/Command Prompt) oder Konfigurationsdateien direkt bearbeiten (Diagnostics/Edit File).

Wenn es ganz hart kommt, greifen Admins zum Paketsniffer tcpdump. Den kann man auch direkt im pfSense-Router laufen lassen; das klappt aber auf der Kommandozeile per ssh besser als über die Weboberfläche. Anders als Linux reicht FreeBSD – das pfSense zugrunde liegende Betriebssystem – nur Pakete weiter, die das Firewall-Regelwerk durchlässt. Wer wirklich allen Verkehr per tcpdump untersuchen will, muss deshalb vorübergehend eine „Final Permit Any“-Regel anlegen.

## Geschwindigkeitstests

Wer sich von der Funktion des Load Balancing überzeugen will, kann mit dem Browser von einem per LAN angebundenen Rechner aus eine der bekannten

Speedtest-Webseiten aufrufen. Doch wundern Sie sich dann nicht über eventuell zu niedrigen Durchsatz: Nur wenn der jeweilige Test mehrere parallele Verbindungen aufbaut, greift die Lastverteilung überhaupt.

Wir stellten fest, dass etwa speedof.me das nicht tut und bei einem Test über drei Leitungen (2 × 50 und 1 × 200 MBit/s) mit rund 160 MBit/s weit vom möglichen Maximum 300 MBit/s entfernt blieb. speedtest.net, breitbandmessung.de und speedtest.t-online.de maßen indes 280 bis 290 MBit/s. Dafür müssen die Gegenstellen schnell genug angebunden sein. Bei speedtest.net stießen wir auf welche, die anscheinend nur einen Fast-Ethernet-Uplink haben, der netto höchstens 94 MBit/s schafft. Mehr als rund 90 MBit/s zeigen dann auch die schnellen Speedtests nicht an.

Bei hartnäckigen Performance-Problemen kann das pfSense-Zusatzpaket iperf beim Finden des Flaschenhalses helfen. Als Client baut es eine Verbindung zu einem iperf-Server im Internet auf, sendet 10 Sekunden lang so schnell wie möglich und zeigt anschließend die auf dem Upstream erzielte Datenrate an. Die Gegenstelle muss dabei keine pfSense-Box sein, iperf steht auch für Windows, Linux und macOS zur Verfügung.

Anders als bei den Speedtests im Web kann man beim integrierten iperf über Firewall-Regeln die ausgehende Leitung gezielt auswählen. Wer die Prüfrichtung umdrehen will, startet iperf auf dem pfSense-Router als Server und richtet dafür eine Firewall-Freigabe ein (Port 5001, TCP und UDP).

## Fazit

Ein Multi-WAN-Lastverteiler mit pfSense ist eine zusätzliche Komponente im Netzwerk, deren Einsatz gut überlegt und getestet sein will. Das fordert zwar etwas Geduld und manchmal auch Spürsinn beim Einrichten und Debuggen. Wenn dann aber alles läuft, verbessert er nicht nur die Verfügbarkeit interner Netzdienste nach außen, sondern liefert Arbeitsgruppen durch geschickte Auslastung mehrerer Leitungen auch einen deutlichen Performance-Schub.

(ea@ct.de) **ct**

**pfSense-Downloads und -Dokumentation:** [ct.de/y6xs](http://ct.de/y6xs)



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky



# Router-Rohbau

## x86-Kompakt-Barebones für Router-Distributionen

**Für einen selbst geschnitzten Multi-WAN-Router taugen abgelegte Alt-PCs nur als Notbehelf: Sie sind klobig, laut, fressen reichlich Strom und brauchen zusätzliche Ethernet-Ports. Kompakte PC-Barebones erfüllen den Zweck viel besser.**

Von Ernst Ahlers

Für einen Multi-WAN-Router muss ein Rechner mindestens drei Ethernet-Schnittstellen besitzen. Ab Werk bringt er typischerweise aber nur eine mit. Man kann zwar Ports per USB-Adapter nachrüsten. Aber dabei würde viel Rechenzeit allein dafür draufgehen, die Daten durch den USB zu pressen. Per PCI-Express an-

gebundene Onboard-Ports arbeiten wesentlich effizienter.

Der Prozessor sollte ein halbwegs flotter Dual-Core der Gigahertz-Klasse sein, wenn die Firewall einen größeren Regelsatz bearbeiten und der Router nebenbei etwa noch als VPN-Server arbeiten soll. Außerdem möchte man auch eine preisgünstige und vor allem energiesparende CPU, um das System passiv, also geräuschlos, kühlen zu können. Prozessoren der Core-i-Klasse fallen folglich heraus.

Mit diesen Randbedingungen wird bei kompakten x86-Systemen die Auswahl klein. Wir haben drei Barebones mit zwei Quad-Core-CPU aufgetan: Die Schweizer Firma PC Engines stellt APU2C4-Mainboards mit einem AMD-Ja-

guar-Prozessor GX-412TC her, die man auch als Bundle mit Gehäuse und Netzteil findet (im Bild mittig). Ferner bieten asiatische Hersteller verschiedene Klein-PCs mit Intels Celeron J1900 an: Der Jetway JBC375F533 (im Bild unten) ist hierzulande schon erhältlich.

Den besonders kompakten Iwill IBOX-501 N10 beschafften wir in Norwegen. Das ging nur als vorübergehender Import mit Hinterlegen einer Sicherheitsleistung für die Einfuhrumsatzsteuer nach zäher Verhandlung mit dem Zoll: Die Bundesnetzagentur musste erst unser Vorhaben (Fotografie, Test, Rückversand) abnicken, weil das Muster weder ein Typenschild mit CE-Zeichen trug noch ein deutsches Handbuch mitbrachte.

Hilfestellung zum korrekten Ausfüllen der nötigen Formulare gab ein Ver Zollungsexperte der Spedition Dachser (Danke!). Der Zoll durfte das nach eigenen Worten nicht. Bleibt zu hoffen, dass sich ein hiesiger Importeur findet, denn für Privatpersonen ist es so gut wie aussichtslos, das Gerät aus dem Nicht-EU-Ausland zu beziehen.

### Ausstattung

Als Barebones bringen die Systeme keinen Massenspeicher mit. Man muss sie selbst mit einer SSD bestücken. mSATA-SSDs mit 16 GByte – bei Weitem genug für pfSense und andere gängige Router-Betriebssysteme – sind ab 20 Euro zu haben. Beim APU2C4 kann man zwar alternativ auch eine SD-Karte einsetzen. Aber solche vertragen längst nicht so viele Schreibvorgänge wie SSDs. So müsste man auf eine Distribution ausweichen, die auf Logging verzichtet, was die eventuelle Fehlersuche erschwert.

Iwill Norge bietet das N10 mit variabler Speicherbestückung an. Wer es ohne RAM kauft, muss für 4 GByte DDR3L als SO-DIMM etwa 20 Euro veranschlagen. Die anderen beiden Systeme kommen mit fest installierten 4 GByte, was für aktuelle Router-Einsatzfälle ausreichen sollte.

Das im N10 vorhandene WLAN-Modul mit dem Baustein RTL8187B ist veraltet (IEEE 802.11g/a, max. 54 MBit/s brutto) und für unseren Einsatzfall unnötig. Wir haben es ausgebaut, um die Leistungsaufnahme zu senken.

Die in der Tabelle aufgeführten Schnittstellen sind die von außen erreich-

baren. Bei der APU2C4-Platine stehen innen weitere Ports auf Pfostensteckern bereit: 2 × USB 2.0, LPC (Low Pin Count), GPIO (General Purpose I/O), SPI/I<sup>2</sup>C und seriell.

Das Jetway-System ist auf den Embedded-Einsatz vorbereitet: Es kommt mit Staubschutzstopfen auf allen Ports und hat einen verschraubten Versorgungsstecker, was Router-Ausfälle wegen eines unabsichtlich herausgezogenen Steckers vermeidet.

## Inbetriebnahme

Auf den Geräten von Iwill und Jetway kann man pfSense dank der USB-Ports und des VGA-Ausgangs nach Anschluss passender Peripherie wie auf gewöhnlichen PCs installieren. Beim N10 mussten wir indes erst die Firmware auffrischen, damit unser aus der Grabbelkiste gezogener USB-Stick als Installationsmedium akzeptiert wurde.

Für den APU2C4 braucht man einen PC mit serieller Schnittstelle – gegebenenfalls als USB-zu-Seriell-Adapter – nebst Terminalprogramm, zum Beispiel Putty. Letzteres zeigt die Bootmeldungen und erlaubt die Bedienung des pfSense-Installers. Nach erfolgreicher Konfiguration wird diese Peripherie verzichtbar; man kann die Systeme dann per Browser und SSH übers LAN steuern.

Im Idle-Betrieb erwärmten sich die Geräte unterschiedlich stark: Der APU2C4 blieb dank seiner geringeren Leistungsaufnahme bei 30 °C auf der Oberseite (35 °C an der Unterseite), während der Jetway-PC oben 36 °C erreichte. Das kompakteste Gerät wurde erwartetermaßen mit 39 °C am wärmsten. Kühlung durch Konvektion sollte man bei allen gewährleisten.

## Performance

Die Systemleistung testeten wir mit dem auf Embedded-Systeme ausgerichteten CoreMark 1.0 [1]. Er überprüft hauptsächlich die für den Routerbetrieb entscheidende Integer-Performance, die RAM-Größe und -Anbindung spielt kaum hinein.

Intels schneller getakteter Celeron J1900 zog besonders mit Multi-Threading gegenüber dem AMD-Jaguar deutlich davon (29.700 versus 10.500 Punkte). Zum Vergleich: Ein Core-i5-6200 in

einem Notebook erreichte 79.200 Punkte. Rechnet man den Taktvorteil (2 versus 1 GHz) heraus, dann ist der J1900 immer noch um 40 Prozent flotter als der GX-412TC.

Ferner maßen wir mit installiertem pfSense 2.3.2, wie schnell die Boards Daten mit mehreren parallelen TCP-Streams zwischen zwei Gigabit-Ports per NAT (Network Address Translation) umsetzten. Bei den J1900-Geräten begrenzte unser Testrechner den PPPoE-Durchsatz. Die CPU-Last laut top lag bei den drei Systemen bei rund 35 Prozent. Es war also ein Kern voll ausgelastet, wobei das schwächere AMD-System freilich weniger Daten umschlägt. Im IP-zu-IP-Betrieb reizten alle Boards ihre Gigabit-Ethernet-Ports aus. Die CPU-Last liegt dann bei etwa 30 Prozent (J1900) beziehungsweise 60 Prozent (GX-412).

Der AMD-Prozessor liegt indes bei der Verschlüsselung vorn: Weil er AES in Hardware unterstützt, schaffte er bei OpenSSL mit 8K-Blöcken 177 MByte/s AES-256-CBC-Durchsatz. Die J1900-Celerons kamen nur auf 75 MByte/s.

## Fazit

Der besonders kompakte Router-Barebone Iwill IBOX-501 N10 war zum Testzeitpunkt noch nicht in der EU zu haben. Falls Sie den heiklen Selbstimport wagen wollen, lassen Sie sich vom Händler garantieren, dass ein Typenschild mit CE-Zeichen draufklebt und ein Handbuch mit deutschem Kapitel beiliegt. Doch auch dann kommt es eventuell zu Verhandlungen mit dem Zoll um weitere Abgaben neben der ohnehin fälligen Einfuhrumsatzsteuer.

Wer das vermeiden will, kann im Testfeld nur zwischen dem APU2C4-Board von PC Engines und dem Jetway-Modell wählen. Letzteres hat den leistungsfähigeren Prozessor und einen Gigabit-Port mehr, ist aber auch deutlich teurer und braucht mehr Energie. (ea@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Christof Windeck, Uhren-Abgleich, Benchmarks zur Einschätzung der Prozessor-Performance, c't 25/14, S. 112

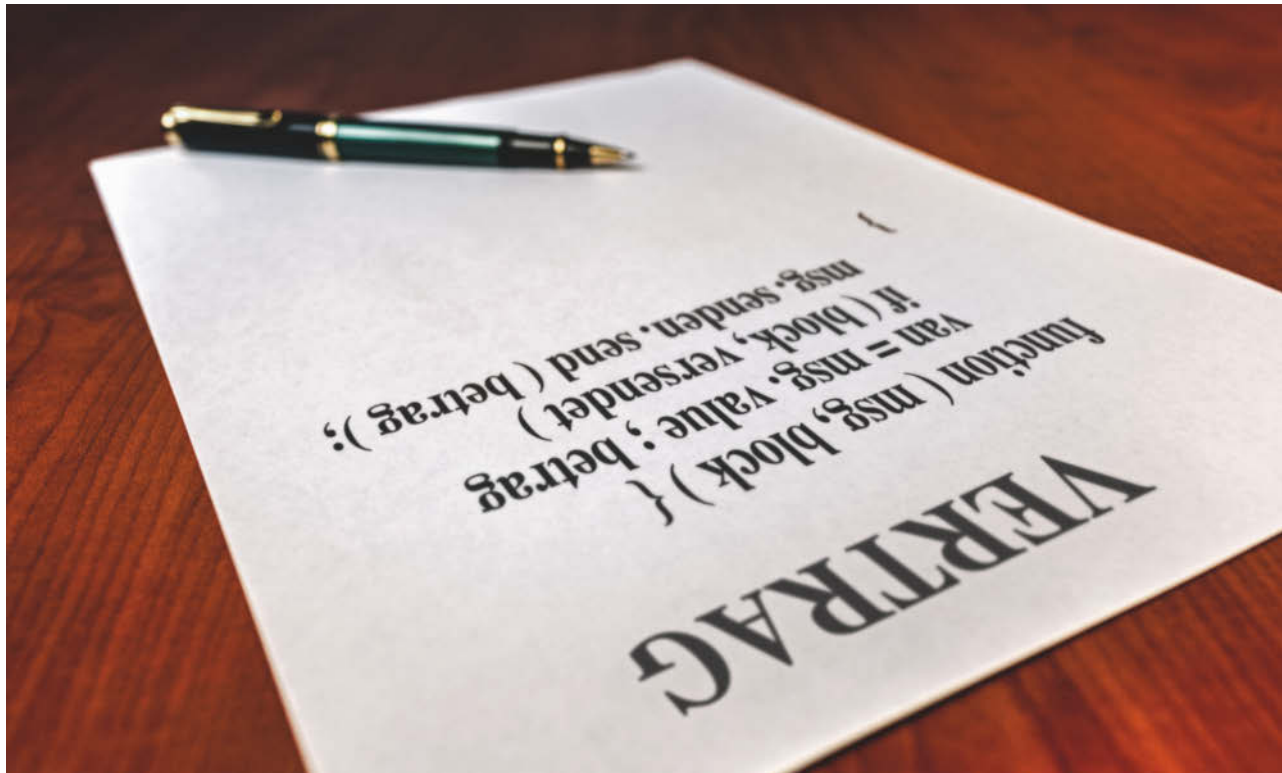
Patch für Linux auf J1900: [ct.de/yxb2](http://ct.de/yxb2)

### x86-Barebones als Router-Grundlage

Modell	APU2C4	IBOX-501 N10A	JBC375F533-1900-B4
Hersteller	PC Engines	Iwill	Jetway
Vertrieb z. B.	Meconet e. K.	Iwill Norge AS	HRT GmbH
URL	<a href="http://shop.meconet.de">shop.meconet.de</a>	<a href="http://www.iwill.no">www.iwill.no</a>	<a href="http://www.mini-itx.de">www.mini-itx.de</a>
<b>Ausstattung</b>			
Prozessor / Takt	AMD GX-412TC / 1 GHz	Celeron J1900 / 2 GHz	Celeron J1900 / 2 GHz
RAM / austauschbar	4 GByte DDR3 / –	max. 8 GByte DDR3L / ✓	4 GByte DDR3L / –
Slots	2 × Mini-PCIe, 1 × mSATA	1 × Mini-PCIe	2 × Mini-PCIe, 1 × Mini-PCIe/mSATA
Massenspeicher	2,5"-SATA, mSATA, SD-Card	mSATA	2,5"-SATA, mSATA
Bedienelemente / Statusleuchten	– / 3 + 3 × 2	Ein / 3 + 4 × 2	Ein, Reset / 6 + 4 × 2
Maße	180 mm × 40 mm × 155 mm <sup>3</sup>	135 mm × 45 mm × 125 mm	185 mm × 50 mm × 145 mm
<b>Schnittstellen</b>			
Gigabit-Ethernet	3	4	4
WLAN	–	RTL8187B (Mini-PCIe)	optional
USB	2 × 3.0	2 × 2.0	1 × 3.0, 3 × 2.0
Bildschirm	–	VGA	VGA
Seriell	1 × RS232 (SubD 9)	–	2 × RS232 (SubD 9)
<b>Messwerte</b>			
CoreMark 1.0 1 / 8 Threads	3057 / 10.465 Punkte	7455 / 29.673 Punkte	7455 / 29.785 Punkte
NAT-Performance IP/IP DS <sup>1</sup>	939 MBit/s	911 MBit/s	941 MBit/s
NAT-Performance PPPoE	335 MBit/s	735 MBit/s	678 MBit/s
Leistungsaufnahme <sup>2</sup>	6,6 Watt	9,8 Watt <sup>5</sup>	9,5 Watt
Preis	160 € <sup>4</sup>	250 € <sup>6</sup>	320 €
✓ ja/vorhanden – nein/nicht vorhanden			
<sup>1</sup> mit pfSense 2.3.2 <sup>2</sup> primär, zwei GE-Ports aktiv, kein Traffic <sup>3</sup> Beispielgehäuse; Mainboard: 152 mm × 152 mm <sup>4</sup> zzgl. Gehäuse und Netzteil <sup>5</sup> ohne WLAN, mit 8 GByte RAM <sup>6</sup> geschätzt, Barebone ohne RAM und SSD netto 208 € zzgl. Einfuhrumsatzsteuer und ggf. Zollabgabe			

# Selbsterfüllende Verträge

## Smart Contracts: Quellcode als Vertragstext



**Smart Contracts sind Verträge, die aus Programmieranweisungen bestehen und wie Kryptowährungen Blockchain-Technologie nutzen. Die rechtlichen Rahmenbedingungen für solche Verträge sind derzeit noch weitgehend ungeklärt. Dennoch testen Finanzunternehmen und Großbanken die dahinterstehende Technik bereits in der Praxis.**

**Von Dr. Jörn Heckmann und Dr. Markus Kaulartz**

Bereits Ende der 90er-Jahre wurde die Möglichkeit erkannt, Verträge als Software zu programmieren, damit sie sich nach Vertragsschluss selbst ausführen [1]. Ohne menschliche Instanz bei der

Vertragsüberwachung erhoffte man sich, Risiken und Transaktionskosten reduzieren zu können. Insbesondere Massengeschäfte mit kleinen Beträgen, sogenannte Mikrotransaktionen, würden hierdurch – so die Hoffnung – wirtschaftlich tragfähig. So könnte ein Smart Contract beispielsweise eingesetzt werden, um einen direkten Stromhandel nur weniger Kilowattstunden zwischen einem Erzeuger, etwa einem Hausbesitzer mit einer Solaranlage, und einem Verbraucher zu ermöglichen.

Allerdings setzte die Technik der 90er-Jahre noch einen Intermediär voraus, welcher als vertrauenswürdige Instanz den Smart Contract ausführte, was aber wiederum die zu erwartenden wirtschaftlichen Einsparungen verringerte. Die Idee der Smart Contracts geriet daher zunächst in Vergessenheit. Dies änderte sich mit

dem Siegeszug der Blockchain-Technologie, welche ohne Vermittler auskommt.

### Blockchain statt Vermittler

Um diese Symbiose zwischen Smart Contracts und Blockchain-Technologie zu verstehen, muss man das Prinzip der Blockchain betrachten. Es handelt sich dabei – vereinfacht gesprochen – um eine Art digitalen Kontoauszug für Erklärungen zwischen Computern, der ohne zentrale Verwaltung in identischer Form auf verschiedenen Rechnern gespeichert ist. Dies ist neu, werden Daten bislang doch entweder an verschiedenen Orten gespeichert, ohne dabei aber identisch zu sein, beispielsweise E-Mails in Postfächern; oder aber eine zentrale Stelle, etwa eine Bank, übernimmt Speicherung und Steuerung.

Stattdessen garantiert die Mehrheit der in einem Peer-to-Peer-Netzwerk (P2P)



beteiligten Rechner die Integrität der Daten und schließt so Manipulationen praktisch aus.

In der Praxis geht es in der Regel um die Übertragung von Vermögenswerten in Form von Geldbeträgen, Waren oder Immaterialgütern wie beispielsweise Domains. Jeder Vermögenswert ist mit einer ID referenziert, die dem Hashwert eines öffentlichen Schlüssels entspricht und dem Besitzer eines passenden privaten Schlüssels zugeordnet ist. Nur der Besitzer kann über den Vermögenswert verfügen.

Der öffentliche Schlüssel eines Nutzers fungiert außerdem gewissermaßen als Kontonummer, an die ein Vermögenswert per Transaktion übertragen werden kann. Die digitale Signatur stellt die Gültigkeit einer Transaktion sicher: Der Absender muss dazu über den passenden privaten Schlüssel verfügen, mit welchem er die Transaktion digital signiert [2, 3].

Das System schreibt die Transaktionen sodann der Reihe nach in Blöcke, die zu einer „Block-Chain“ miteinander verkettet werden. Eine Transaktion ist dabei nur dann gültig, wenn sie nicht bereits in einem Block enthalten ist. Das verhindert, dass Transaktionen doppelt ausgeführt werden (double-spending). Eine Vielzahl von Computern in einem P2P-Netzwerk berechnet und speichert dabei die Blöcke. Da die Blockchain-Technologie darauf basiert, dass keinem einzelnen Rechner vertraut werden darf, sieht das System nur jene Blöcke als gültig an, die die Mehrzahl der Rechner im P2P-Netzwerk verifizieren kann.

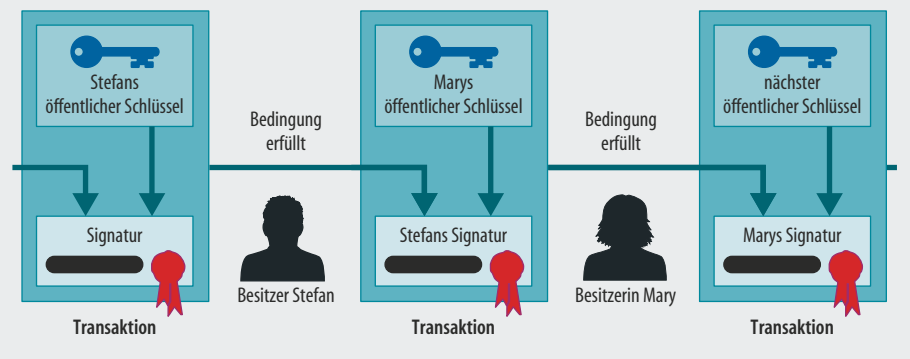
## Prüfung von Bedingungen

Dass eine an einen bestimmten öffentlichen Schlüssel adressierte Transaktion nur dann gültig ist, wenn sie digital von der verfügungsberechtigten Person signiert wurde, ist eine technische Bedingung, deren Eintritt sich mittels Software überprüfen lässt. Mit solch einer einfachen Bedingungsprüfung alleine lassen sich jedoch noch keine Smart Contracts realisieren. Diese setzen vielmehr eine wesentlich komplexere Möglichkeit zur Prüfung von Bedingungen voraus.

Zu diesem Zwecke haben die Entwickler die bestehende Blockchain-Technologie um die Möglichkeit komplexer Bedingungsprüfungen ergänzt. Außerdem haben sie IT-Schnittstellen, sogenannte Oracles, implementiert, welche es ermöglichen, den Smart Contract mit Informationen aus anderen Systemen, beispielsweise dem Versandstatus eines Pa-

## Das Bitcoin-Prinzip

Vereinfacht dargestellt ist eine virtuelle Münze eine Kette digitaler Signaturen mit dem Besitzer am Ende. Der Besitzer gibt die Münze weiter, indem er ans Ende der Kette eine Transaktion anfügt und mit seinem geheimen Schlüssel unterschreibt. Die Transaktion wird nur ausgeführt, wenn die im Smart Contract hinterlegte Bedingung eintritt.



kets, zu versorgen. Die derzeit bei Smart Contracts führende Blockchain-Plattform trägt den Namen Ethereum; die entsprechende Kryptowährung heißt Ether.

Mithilfe dieser neuen Werkzeuge sind Smart Contracts in der Lage, rechtlich relevante Handlungen, etwa einen tatsächlichen Leistungsaustausch, in Abhängigkeit von digital prüfbaren Ereignissen zu steuern, zu kontrollieren und zu dokumentieren. Erweitert man einen Smart Contract etwa um eine Verbindung zur Paketsendungsverfolgung, so ließe sich sicherstellen, dass die Blockchain-Zahlung einer Ware erst dann erfolgt, wenn der Verkäufer das bestellte Paket auch tatsächlich versandt hat. Anderenfalls soll das Geld an den Käufer zurückfließen. Durch diese einfache Bedingung würde das Gegenleistungsrisiko der Vertragsparteien drastisch reduziert – man vertraut der Blockchain, die einem Treuhänder gleich das Geld verwaltet. Die Rechnung zahlt sich gewissermaßen von selbst.

## Smart Contracts für viele Branchen

Der Einsatz von Smart Contracts wäre an vielen Stellen möglich. Am vielversprechendsten sind dabei jene Ansätze, in denen es bisher eines zentralen, kontrollierenden Intermediärs zur Vertragsabwicklung bedurfte. Es verwundert daher nicht, dass insbesondere Finanzwirtschaft und Banken erste Erfahrungen auf diesem Gebiet sammeln [4].

Es gibt auch erste Überlegungen, Smart Contracts dort einzusetzen, wo Verträge plattformunabhängig zwischen Unbekannten abgeschlossen werden könnten.

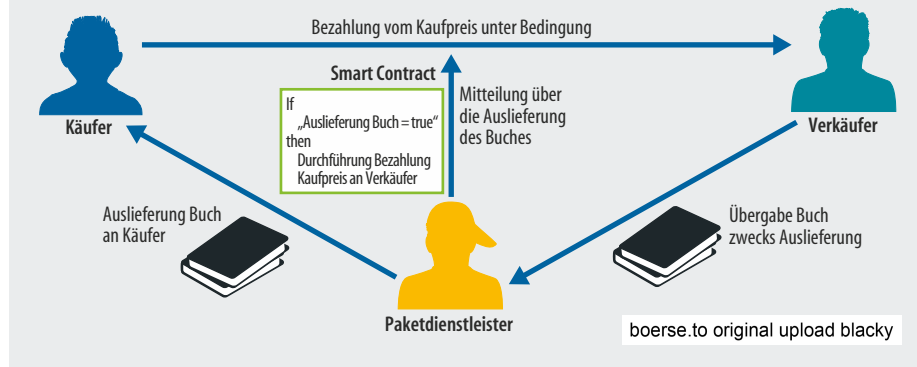
Ein vielfach diskutiertes Einsatzszenario hierfür ist das Aufladen eines Elektro-Fahrzeugs mit Strom über eine Induktionsschleife an einer roten Ampel. Abrechnung und Leistungserbringung ließen sich hierbei mittels eines Smart Contracts zusammenbringen [5]. Allerdings ist für eine massentaugliche Anwendung ein gewisses Standardisierungsniveau erforderlich, welches bislang noch gänzlich fehlt.

Grundsätzlich ist es Vertragsparteien unbenommen, einen Vertrag nicht nur in Englisch oder Deutsch, sondern wie im Falle von Smart Contracts auch in einer Programmiersprache zu schreiben. Auch in Form von Code kann der rechtsverbindliche Wille der Parteien hinreichend deutlich zum Ausdruck kommen. Die Anforderungen an den Vertragsschluss sind bei programmierten Verträgen allerdings besonders hoch, denn der durchschnittliche Nutzer wird sich nicht durch einen für ihn unverständlichen Programmcode in einer Blackbox rechtlich binden wollen. Hinzu kommt: Werden Smart Contracts im Massenmarkt eingesetzt, so liegen für eine Vielzahl von Verträgen vorformulierte Vertragsbedingungen vor, die der Anbieter dem Vertragspartner stellt. An die Wirksamkeit solcher allgemeinen Geschäftsbedingungen im Sinne von § 305 BGB werden besonders hohe Anforderungen gestellt.

Daneben tritt der Irrglaube mancher Smart-Contract-Anhänger hinsichtlich des Dogmas „Code is Law“ [6]. Dieses Dogma besagt, dass einzig der Code des Smart Contract rechtliche Geltung erlangen soll. Dieses „Code is Law“-Dogma ist jedoch unvereinbar mit dem deutschen

# Smart Contract

Mittels Smart Contracts können Transaktionen mit Bedingungen verknüpft werden. Zum Beispiel: Die Transaktion ist erst valide, wenn die Sendungsverfolgung den Versand der Ware bestätigt.



Recht, nach dem bestimmte Vorschriften des Gesetzgebers, beispielsweise zum Schutz des Verbrauchers, eben nicht durch Verträge ausgehebelt werden dürfen. Es versteht sich, dass ein Smart Contract diese vom Gesetzgeber gezogene Grenze nicht überschreiten kann [7].

## Smart Contracts als Mittel zur Vertragsausführung

Neben der Funktion des Smart Contracts als Ersatz für einen Vertrag auf Papier sollen sie in der Praxis zum Einsatz kommen, wo es darum geht, das vertraglich Vereinbarte praktisch auszuführen. Der Smart Contract ist damit in aller Regel kein Vertrag im Rechtssinne. Ein Vertrag ergibt sich vielmehr aus den allgemeinen Umständen, etwa dem Klicken auf den Button „Kaufen“ auf einer Internetseite. Die Leistungsausführung hingegen liegt im Überweisen eines Geldbetrags oder in der Übertragung einer Domain oder einer Lizenz. Diese Vertragsausführung ist vergleichbar mit einem sogenannten Anwartschaftsrecht. Dieses entsteht etwa bei einem Eigentumsvorbehalt, der vorsieht, dass das Eigentum an einem Gegenstand mit dem Eintritt einer Bedingung, meist der vollständigen Zahlung des Kaufpreises, auf den Käufer übergeht.

An seine technischen Grenzen stößt diese Prüfung von Bedingungen, wenn der Bedingungseintritt mathematisch nicht eindeutig beschreibbar ist, zum Beispiel „Ablauf einer angemessenen Frist“. Es handelt sich insoweit um einen unbestimmten Rechtsbegriff, welcher je nach Kontext sehr unterschiedlich ausgelegt werden kann. Der Programmierer muss

sich hier für eine konkrete Auslegung dieser Rechtsbegriffe oder eine alternative Lösung, beispielsweise „fuzzy logic“ entscheiden. Allerdings ist nicht auszuschließen, dass bei zunehmender Verbreitung von künstlicher Intelligenz auch Smart Contracts in der Lage sein werden, solche unbestimmten Rechtsbegriffe situationsabhängig nachvollziehbar auszulegen.

## Gewährleistungsrechte

Spannend wird es auch dort, wo die technische Leistungserbringung auf Grundlage des Smart Contracts nicht dem entspricht, was vereinbart wurde. Was also, wenn in dem durch die Sendungsverfolgung referenzierten Päckchen gar kein Buch enthalten ist? Was, wenn dem Buch Seiten fehlen? Was, wenn der Paketdienst das Päckchen an eine falsche Adresse zustellt?

Der Smart Contract führt nur aus, was der Entwickler ihm vorgibt. Zudem kann er nur solche Bedingungen kontrollieren, über die er informiert wird. Der Smart Contract „weiß“ also nicht, ob das Buch tatsächlich in dem Päckchen enthalten ist oder ob das Buch mangelfrei ist. Macht der Käufer einen Mangel geltend, so ist er auf den herkömmlichen Weg zur Durchsetzung seiner Rechte angewiesen – die Vorteile der Blockchain gehen für diesen Fall verloren.

Dies führt zu der Frage, ob es nicht möglich ist, die Gewährleistungsrechte des Käufers in den Smart Contract einzuprogrammieren. Sieht man davon ab, dass nicht die gesamte Rechtsordnung in Software geschrieben werden kann, wäre hierdurch tatsächlich viel gewonnen. So könn-

te der Smart Contract etwa ein Minde-rungs- oder ein Rücktrittsrecht vorsehen. Dort allerdings, wo es darum geht, eine nicht digital zugängliche Tatsache zu bewerten, etwa Mängel an der gelieferten Ware, könnte eine Schiedsstelle ins Spiel kommen, die dann eine Tatsachenent-scheidung trifft. Der Smart Contract könnte diesen Schiedsspruch wiederum aufgreifen und die Transaktion in Abhän-gigkeit von diesem Schiedsspruch ausfüh-ren. Dies setzt allerdings voraus, dass be-reits die Programmierung des Smart Con-tract entsprechende Eskalationsmöglich-keiten berücksichtigt. Letztlich handelt es sich bei diesen Überlegungen noch um Zukunftsmusik [8].

## Programmierung als Rechtsdienstleistung

Die selbstständige Rechtsberatung für Dritte ist in Deutschland grundsätzlich Rechtsanwälten vorbehalten. Darunter fällt auch die Vertragsgestaltung. Müssen Rechtsanwälte daher künftig zwingend in den Erstellungsprozess des Programmierers von Smart Contracts für Dritte mit einbezogen werden? Verkürzt gesprochen lässt sich sagen: nein, solange der Smart Contract nur der faktischen Leistungsausführung dient. Ja, wo sich die Parteien tatsächlich rechtlich auf einen programmierten Vertrag einigen – wie gesehen aber eher die Ausnahme. Zumindest im letztgenannten Fall öffnet sich für Rechtsanwälte ein völlig neues Berufsbild. So setzt die Zusammenarbeit mit den Programmierern auch ein gewisses Grundverständnis von Code voraus. Nirgendwo sonst vermischen sich Technik und Recht mehr.

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

## Literatur

- [1] Nick Szabo, Smart Contracts, <http://szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>.
- [2] Dr. Markus Kaulartz, Die Blockchain-Technologie, Computer und Recht 2016, S. 474
- [3] Dr. Ing. Christoph Sorge, Prof. Dr. Artus Krohn-Grimberghe, Datenschutz und Datensicherheit 2012, S. 479
- [4] Wie Banken mit neuer Technologie experimentieren, [www.sueddeutsche.de/digital/banken-das-naechste-grosse-ding-1.2764410](http://www.sueddeutsche.de/digital/banken-das-naechste-grosse-ding-1.2764410)
- [5] BitcoinBlog, <https://bitcoinblog.de/2016/02/26/rwe-und-slock-it-wollen-ethereum-fuer-elektroautos-nutzen>
- [6] Dr. Jörn Heckmann, DAO-Hack, Smart Contracts auf dem rechtlichen Prüfstand, Computer und Recht 2016, S. R99
- [7] Dr. Markus Kaulartz, Dr. Jörn Heckmann, Smart Contracts, Anwendungen der Blockchain-Technologie, Computer und Recht 2016, S. 618 und 622
- [8] Michael Kolain, Lehren aus dem DAO-Hack, [www.golem.de/news/lehren-aus-dem-dao-hack-wieso-smart-contracts-die-erwartungen-enttauschen-muessen-1609-123020.html](http://www.golem.de/news/lehren-aus-dem-dao-hack-wieso-smart-contracts-die-erwartungen-enttauschen-muessen-1609-123020.html)

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

# 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).

## Excel-Formeln für lange Spalten schneller ausfüllen

**?** In einer Excel-Tabelle stehen in einer Spalte mehrere Hundert Werte, die ich in der benachbarten Spalte über eine Formel umrechnen möchte. Wenn ich die Formel in die erste Zeile eintrage und die Zelle selektiere, kann ich die Formel durch Festhalten des Kästchens unten rechts und anschließend Herunterziehen in die darunterliegenden Zellen übernehmen. Das ist aber bei den vielen Zeilen sehr umständlich. Gibt es eine einfachere Möglichkeit?

**!** Ja, die gibt es. Nachdem Sie die erste Zelle selektiert haben, übernimmt Excel die Formel nach einem Doppelklick auf das Ausfüllkästchen so weit nach unten, wie in der Spalte daneben Daten stehen. (db@ct.de)

## Windows 10: Mail-App stürzt ab

**?** Seit Kurzem stürzt das Mail-Programm von Windows 10 ab, sobald ich eine einzelne Mail öffne. Eine Fehlermeldung, die auf die mögliche Ursache hinweist, gibt es leider nicht.

**!** Vermutlich verwenden Sie einen Rechner mit einer GeForce-Grafikkarte und haben den Treiber mit der Version 375.57 aus dem Oktober 2016 installiert. Dieser hat einen Fehler und verursacht deshalb Abstürze bei einigen Modern-UI-Apps wie zum Beispiel der Mail-Anwendung von Windows 10. Inzwischen hat Nvidia einen neuen Grafiktreiber mit der Versionsnummer 375.63 zum Download bereitgestellt, der dieses Problem behebt. (chh@ct.de)

**Aktueller GeForce-Treiber:** [ct.de/y83k](http://ct.de/y83k)

## CNAME-Records beim DynDNS-Dienst dynv6 korrigieren

**!** Nach einem Software-Update Anfang Oktober 2016 funktionierten eingetragene DNS-Umleitungen über CNAME-Records beim DynDNS-Dienst dynv6.com nicht mehr. Der Dienst antwortete zwar mit der Zieldomain, hängt daran aber die benutzte Dynv6-Domain an, sodass die Adressauflösung schlussendlich scheiterte.

Das Problem ließ sich mit wenig Aufwand lösen: Streng genommen müssen alle Domainnamen mit einem Punkt als Kennzeichen für den DNS-Root enden. Fehlt er, ergänzen die meisten Dienste ihn still-

schweigend. Nicht so bei Dynv6 nach dem Update. Wenn Sie in der Web-Oberfläche von dynv6.com bei allen CNAME-Records den Punkt nachtragen, funktionieren die DNS-Umleitungen wieder. (ea@ct.de)

## Kommandozeilen-Taschenrechner bc rechnet falsch

**?** In der Linux-Shell ist normalerweise auch der Rechner bc enthalten, dem man Ergebnisse mit beliebiger Genauigkeit entlocken kann. Wenn ich mit dem Befehl

```
echo "scale=10; 4*a(1)" | bc -l
```

die Zahl  $\pi$  auf 10 Stellen genau berechne, ist das Ergebnis 3.1415926532 aber in der letzten Ziffer falsch und nicht nur falsch gerundet. Mit `scale=20` kommt 3.14159265358979323844 heraus – auch wieder falsch in der letzten Stelle! Rechnet bc falsch? Immer an der letzten Stelle?

**!** bc rechnet mit einer fest vorgegebenen Genauigkeit, garantiert aber nicht, dass ein Berechnungsergebnis am Ende tatsächlich die gewünschte Anzahl korrekter Stellen hat. Das ist ein feiner Unterschied.

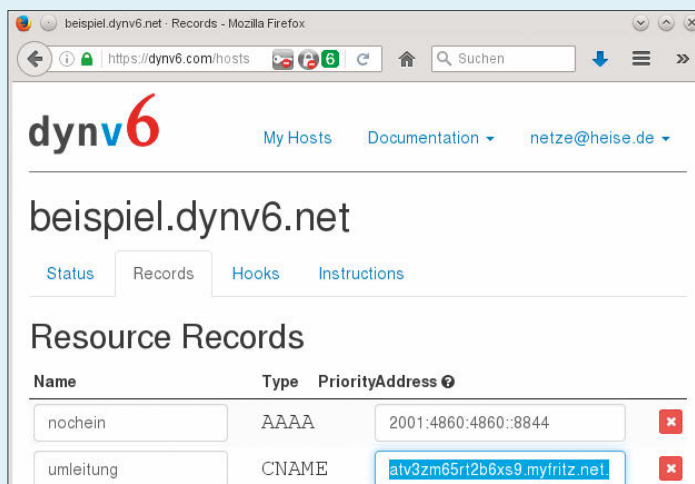
Die Mathe-Bibliothek liefert den Arcustangens von 1 auf die angegebene Anzahl von Nachkommastellen genau:

```
$ echo "scale=12; a(1)" | bc -l
.785398163397
```

```
$ echo "scale=11; a(1)" | bc -l
.78539816339
```

```
$ echo "scale=10; a(1)" | bc -l
.7853981633
```

Wie man sieht, rundet sie nicht, sonst müsste bei `scale=10` hinten eine 4 stehen. Das heißt, durch das Abschneiden ist die-



Seit einem Software-Update Anfang Oktober 2016 nimmt dynv6.com es mit CNAME-Einträgen genau: Nur wenn ein „.“ als Root-Kennzeichen den Alias abschließt, löst der DynDNS-Dienst solche Namen korrekt auf.



se Zahl etwas zu klein. Durch die Multiplikation mit 4 wird dieser Fehler vervierfacht und die letzte Ziffer ist um bis zu 3 kleiner als der richtige Wert. Rechnen Sie mit bc also lieber immer ein paar mehr Ziffern aus, als Sie wirklich benötigen, dann sind Sie auf der sicheren Seite. Oder Sie benutzen alternativ das Open-Source-Programm Spigot. Es rechnet ebenfalls beliebig genau, garantiert dabei aber, dass alle ausgegebenen Stellen korrekt sind.

(bo@ct.de)

**Open-Source-Rechner Spigot:**  
[ct.de/y7xc](http://ct.de/y7xc)

## Lange Bootzeit bei Windows-VHD-Installation

**?** Wie in c't 27/15 beschrieben, habe ich parallel zu Windows 7 Windows 10 installiert. Was mich stört: Bis ich im Bootmanager auswählen kann, welches Windows ich starten möchte, dauert es etwas. Bis Windows 7 endlich hochfährt, dauert es noch mal. Woran liegen die Verzögerungen?

**!** Für den langsamen Startvorgang ist, so ironisch es auch klingen mag, die Schnellstart-Funktion von Windows 10 verantwortlich: Windows 10 beendet beim Herunterfahren zwar alle Anwendungen, legt sich selbst aber nur schlafen. Daher muss es beim Einschalten des PC zunächst wieder aufwachen, bevor Sie ein anderes Betriebssystem booten können. Wenn Sie den Schnellstart abschalten, erscheint der Bootloader hingegen sofort.

Zum Abschalten klicken Sie unter Windows 10 in Systemsteuerung/Energieoptionen oben links auf „Auswählen, was beim Drücken von Netzschaltern passieren soll“. Dort nehmen Sie den Link „Einige Einstellungen sind momentan nicht verfügbar“ und entfernen dann den Haken vor „Schnellstart aktivieren“. (axv@ct.de)

## Hohe CPU-Last nach Update auf macOS Sierra

**?** Ich habe kürzlich meinen Mac auf macOS 10.12 aktualisiert. Seitdem läuft der CPU-Lüfter ständig und der Rechner fühlt sich heiß an. Woran liegt das?

**!** Bei der jüngsten Version von macOS hat Apple unter anderem die Bildverwaltung Foto überarbeitet. Neu hinzuge-

Prozessname	% CPU	CPU-Zeit	Threads	Reaktivierungen	PID
photoanalysisd	143,1	9:33:00,45	6	3	387
Thunderbird	5,1	28:33,65	45	63	485
Aktivitätsanzeige	3,4	23,38	6	1	1834
photolibraryd	1,0	29:12,11	4	1	414
screencapture	0,8	0,24	2	0	1984
Adium	0,7	3:01,75	12	2	482
Dock	0,3	18,58	5	0	266
Microsoft Excel	0,3	56,06	7	18	1240
Google Chrome Helper	0,0	44,59	10	1	1893
Microsoft Database Daemon	0,0	5,95	3	3	1249
Finder	0,0	47,18	6	0	268

Die neue Gesichtserkennung von macOS 10.12 kann bei großen Fotobibliotheken mehrere Stunden lang Last erzeugen.

kommen ist eine automatische Gesichtserkennung. Der dafür verantwortliche Hintergrunddienst untersucht nach dem Betriebssystem-Update alle Bilder in der Bibliothek, auch wenn die Foto-Anwendung selbst nicht geöffnet ist.

In der Aktivitätsanzeige von macOS taucht dieser Prozess unter dem Namen photoanalysisd auf und nahm bei unserem Mac mit Dual-Core-Prozessor anderthalb CPU-Kerne in Beschlag. Bei einer großen Fotosammlung mit mehreren Tausend Bildern und älteren Prozessoren kann es mehrere Stunden oder Tage dauern, bis die Gesichtserkennung abgeschlossen ist. Danach sollte Ihr Mac sich wieder beruhigt haben und deutlich leiser arbeiten. In der Foto-Anwendung hat Apple keine Option eingebaut, um die Gesichtserkennung abzuschalten.

(chh@ct.de)

## Firmware-Update vom Powerline-Adapter fehlgeschlagen

**?** Leider ist mir ein Firmware-Update meines Powerline-Adapters TP-Link TL-PA4010 missglückt. Seit dem Fehlschlag zeigt das Gerät keine Regung mehr und wird auch nicht mehr vom Firmware-Update-Programm des Herstellers erkannt. Die LEDs sind tot und eine Netzwerkverbindung kommt auch nicht zustande. Kann ich den Adapter irgendwie retten?

**!** Der TL-PA4010 ist wie einige andere Powerline-Adapter mit einem Chipsatz von Qualcomm-Atheros ausgestattet. Falls der Bootloader bei Ihrem Gerät noch intakt ist, haben Sie eventuell Glück: Adapter mit Qualcomm-Chips verwenden einen Bootloader, der im Fehlerfall eine Firmware über das Netz starten kann. Um

diese Funktion zu nutzen, benötigen Sie ein Linux-System, das Firmware-Paket des Herstellers und die Open-plc-utils von Atheros (siehe c't-Link). Aus dem Firmware-Paket benötigen Sie zwei Dateien. Die eine endet auf .pib, die andere auf .nvm.

Die Open-plc-utils liegen den gängigen Distributionen nicht als Paket bei und müssen mit dem Befehl make kompiliert werden. Wenn das Kompilieren erfolgreich war, finden Sie im Unterverzeichnis plc das Programm Plcboot. Kopieren Sie jetzt die .pib- und .nvm-Dateien in das Unterverzeichnis plc und benennen Sie sie in „pib“ und „nvm“ um. Mit dem Befehl plcboot -N nvm -P pib senden Sie die Firmware an den Bootloader, der sie auf dem Gerät ausführt. Die neue Firmware ist jetzt noch nicht geflasht, sondern nur temporär aktiv. Um die Firmware dauerhaft in den Powerline-Adapter zu flashen, müssen Sie auf das Werkzeug des Herstellers zurückgreifen.

(mls@ct.de)

**Download Open-plc-utils:** [ct.de/ys7a](http://ct.de/ys7a)

## Fritzbox-Anrufbeantworter funktioniert nach Update nicht mehr

**?** Seit dem letzten Firmware-Update meiner Fritzbox 7330 funktioniert der Anrufbeantworter nicht mehr. Ich kann keine Ansage aufsprechen, Anrufer bekommen eine Fehlermeldung. Dabei habe ich die Konfiguration nicht geändert.

**!** Das seit einiger Zeit für viele Fritzboxen erhältliche Update auf Fritz!OS 6.50 bringt eine gravierende Änderung mit sich, die zwar dokumentiert (siehe c't-Link), aber nicht offensichtlich ist: Der

**Anrufbeantworter**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Weitere Einstellungen ▾

**Nachrichten**

☒ Nachrichten per E-Mail versenden

☐ Nachrichten nach Versand vom Anrufbeantworter löschen

Versenden an die E-Mail-Adresse:

☒ **USB-Speicher zur Erhöhung der Aufnahmekapazität verwenden**

Speicherort:

**Fernabfrage**

Wenn Sie den Anrufbeantworter von einem anderen Telefonanschluss aus abfragen möchten, aktivieren Sie die Fernabfrage und geben eine vierstellige PIN ein.

☐ Fernabfrage aktiv

PIN:

Anrufbeantworter löschen

OK Abbrechen

Anrufbeantworter speichert Ansagen und Anrufe nicht mehr im internen Speicher der Fritzbox, sondern verlangt nach einem USB-Speicher. Des Weiteren gehen beim Update offenbar alle gespeicherten Anrufe und Ansagen verloren.

Falls Sie die NAS-Fähigkeiten Ihrer Fritzbox nicht nutzen, müssen Sie nach dem Update ein USB-Medium anschließen; ein alter USB-Stick mit 1 GByte Platz sollte reichen. Kontrollieren Sie in den Fritzbox-Einstellungen unter Heimnetz/USB-Geräte, ob der Stick erkannt wird.

Aktivieren Sie dann unter Telefonie/Anrufbeantworter in den Einstellungen jedes konfigurierten Anrufbeantworters den USB-Speicher; die Option finden Sie dort nach Klick auf weitere Einstellungen. Falls der Schalter „USB-Speicher zur Erhöhung der Aufnahmekapazität verwenden“ ausgegraut ist, schlägt AVM vor, den Anrufbeantworter zu löschen (der Knopf weiter unten; merken Sie sich die Einstellungen) und neu anzulegen. Danach war bei unserem Versuch der Haken automatisch gesetzt. Nun sollte der Anrufbeantworter wie gewohnt funktionieren und Sie können eine neue Ansage aufsprechen. (jow@ct.de)

**Beschreibung Fritz!OS 6.50:** [ct.de/y99t](http://ct.de/y99t)

## BIOS-Einstellungen für ältere c't-Bauvorschläge

Ich habe 2012 einen der PC-Bauvorschläge von c't nachgebaut. Da ich die Batterie bei meinem Mainboard tauschen musste, suche ich jetzt nach den empfohlenen BIOS-Einstellungen.

**Wenn der Fritz-box-Anrufbeantworter nach einem Firmware-Update nicht mehr geht: Stecken Sie einen USB-Stick ein und aktivieren Sie ihn in der Konfiguration aller Anrufbeantworter.**

Wir hatten vor einiger Zeit die Projektseite zu unseren Bauvorschlägen überarbeitet, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen. Dabei haben wir uns auf Rechner seit Anfang 2013 konzentriert. Die Einstellungen für Bauvorschläge vor diesem Zeitpunkt finden Sie unter dem c't-Link in der WayBackMachine des Internetarchivs [archive.org](http://archive.org). (chh@ct.de)

**Tipps für ältere Bauvorschläge:**  
[ct.de/yyws](http://ct.de/yyws)

## Intel-RST- oder MS-AHCI-Treiber für SATA?

Die c't hat auf Windows-Rechnern mit Intel-Chipsatz bislang empfohlen, für den SATA-Controller den Rapid-Storage-Technology-Treiber zu installieren. Gilt dies noch?

Nein, zumindest wenn Sie die RAID-Funktion der Intel-Chipsätze nicht

benötigen. Wir haben in den letzten Jahren den RST-Treiber namens iastor.sys bevorzugt, weil dieser das SATA Link Power Management (LPM) so aktiviert, dass der PC besonders sparsam arbeitet. Mit dem Standard-AHCI-Treiber von Windows – msahci.sys bis Windows 7, später storahci.sys – brauchen PCs im Leerlauf einige Watt mehr. Das liegt daran, dass sie die SATA-LPM-Funktionen Host-Initiated Power Management (HIPM) und Device-Initiated Power Management (DIPM) nicht einschalten.

Der aktuelle RST-Treiber sorgt zwar weiterhin für HIPM und DIPM, hat aber einen Bug: Festplatten schalten ihren Motor nicht mehr zeitgesteuert ab, wenn länger keine Zugriffe erfolgen. Deshalb ist es unter Windows 10 besser, den für den SATA-Controller automatisch installierten Standardtreiber zu verwenden und HIPM und DIPM mit einem Skript zu aktivieren, das Sie über den c't-Link unten herunterladen können.

Entpacken Sie die Zip-Datei und führen Sie die enthaltene Batchdatei aus. Diese ruft das Windows-Tool powercfg.exe auf und schaltet HIPM und DIPM frei. Nach einem Neustart wird die Änderung aktiv.

Um zu prüfen, ob HIPM und DIPM aktiv sind, öffnen Sie über den Befehl `cmd` im Suchfeld von Windows die Kommandozeile. Der Befehl `powercfg /qh | more` listet die aktuellen Energiespareinstellungen auf. Scrollen Sie bis zum Block mit der GUID „0012ee47-9041-4b5d-9b77-535fba8b1442 (Festplatte)“ herunter. Wenn der Wert beim „Index der aktuellen Wechselstrom-einstellung“ und beim „Index der aktuellen Gleichstrom-einstellung“ jeweils 0x00000002 lautet, ist SATA LPM aktiv. (chh@ct.de)

**SATA-LPM-Patch herunterladen:**  
[ct.de/yeyb](http://ct.de/yeyb)

```

Eingabeaufforderung

GUID der Untergruppe: 0012ee47-9041-4b5d-9b77-535fba8b1442 (Festplatte)
GUID-Alias: SUB_DISK
GUID der Energieeinstellung: 0b2d69d7-a2a1-449c-9680-f91c70521c60 (AHCI Link Power Management - HIPM/DIPM)
Index der möglichen Einstellung: 000
Anzeigename der möglichen Einstellung: Active
Index der möglichen Einstellung: 001
Anzeigename der möglichen Einstellung: HIPM
Index der möglichen Einstellung: 002
Anzeigename der möglichen Einstellung: HIPM+DIPM
Index der möglichen Einstellung: 003
Anzeigename der möglichen Einstellung: DIPM
Index der möglichen Einstellung: 004
Index der aktuellen Wechselstrom-einstellung: 0x00000002
Index der aktuellen Gleichstrom-einstellung: 0x00000002

```

Ob alle Funktionen des SATA Link Power Management aktiv sind, kann man unter Windows per Kommandozeile prüfen.

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

# FAQ

# Paketmanager für Linux

## Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Merlin Schumacher

### Wofür Paketmanager?

**?** Warum gibt es überhaupt Paketmanager unter Linux? Windows braucht doch auch keinen!

**!** Paketmanager erleichtern die Installation und Verwaltung von Programmen und vor allem von Systembibliotheken erheblich. Unter Windows müssen alle für den Betrieb der installierten Programme notwendigen Bibliotheken in den passenden Versionen vorgehalten werden. Das bedeutet, dass der jeweilige Programm-Installer diese mitbringt und bei Bedarf installiert. Ein Paketmanager verwaltet die Bibliotheken auf Systemebene und braucht Pakete sonst nur einmal zu installieren. Zudem wissen die Paketmanager, welche Dateien zu den installierten Paketen gehören und können diese deshalb wieder vollständig deinstallieren.

### Die beste Wahl

**?** Welcher ist der beste Paketmanager? Sollte ich bei der Wahl einer Linux-Distribution darauf achten, welchen Paketmanager sie verwendet?

**!** Moderne Paketmanager lassen aus Anwendersicht wenig zu wünschen übrig. Die Installation und Verwaltung von Software gelingt mit allen problemlos. Rpm kann darüber hinaus mit Hilfe von Prüfsummen die Integrität aller installierten Dateien verifizieren. Das ist vor allem im Enterprise-Bereich wichtig. Dpkg löst Änderungen von Abhängigkeiten auf, was vor allem beim Upgrade auf die neue Version einer Distribution wichtig ist.

Dank der Abstraktionsschicht PackageKit sind sogar distributionsübergreifende Frontends wie etwa Gnome Software möglich. So kann man auf jeder Distribution dieselben Oberflächen verwenden, selbst wenn im Hintergrund unterschiedliche Programme arbeiten. Einzig das Ubuntu Software Center sticht etwas heraus, weil

es neben „normalen“ Paketen auch Programme im Snap-Paketformat anbietet.

### Flatpak, Snap & Co

**?** Werden Formate wie Flatpak und Snap die klassischen Paketmanager wie Dpkg oder Rpm ablösen?

**!** Vermutlich nicht. Zum einen liegen Flatpak und Snap die klassischen Paketmanager zugrunde, zum anderen ist das Bauen von Distributionen mit konventionellen Paketmanagern erheblich leichter. Ansätze wie Flatpak und Snap sollen die Bereitstellung von Software als installierbares und distributionsunabhängiges Paket erleichtern, da alle für den Betrieb notwendigen Bibliotheken mitgeliefert werden.

Zudem stellen Flatpak und Snap mehr oder weniger abgeschottete Laufzeitumgebungen für die Software dar, was bei klassischen Paketmanagern nicht der Fall ist. Mehr zu Flatpak und Snap finden Sie unter [1].

### Externe Paketquellen

**?** Ich habe eine externe Paketquelle für ein Programm gefunden. Kann ich diese bedenkenlos in meinem System einbinden?

**!** Lassen Sie bei externen Paketquellen immer große Vorsicht walten! Durch eine externe Paketquelle installieren Sie Software auf Ihrem System, über deren Qualität Sie nichts wissen. Mit der Vertrauenswürdigkeit dieser Pakete steht und fällt auch die Sicherheit Ihres Systems. Achten Sie deshalb darauf, dass der Ersteller des Paketes vertrauenswürdig ist. Stammt es womöglich direkt vom Entwickler der Software? Wenn die Paketquelle vom Software-Anbieter selbst bereitgestellt wird, ist diese potenziell vertrauenswürdiger als ein Paket von einem unbekannten Dritten. Wird die Paketquelle von vertrauenswürdigen Seiten empfohlen, wie etwa der offiziellen Dokumentation einer Distribution oder der Home-

page der Software, ist das Risiko bei der Installation geringer. Achten Sie bei der Einbindung externer Paketquellen unbedingt darauf, dass deren Pakete ebenso signiert sind wie die der offiziellen Paketquellen Ihrer Distribution.

### Wechsel des Paketmanagers

**?** Kann ich den Paketmanager meiner Linux-Distro austauschen?

**!** Paketmanager sind so sehr mit dem System und den darauf laufenden Skripten verzahnt, dass ein Wechsel des Paketmanagers oder gar des Paketformats schwierig bis unmöglich ist. Einige Distributionen bieten die Möglichkeit, zusätzliche Paketmanager zu installieren. So liegt der Paketmanager Rpm auch in den Paketquellen von Ubuntu, dient dort jedoch nur zum Entpacken von RPM-Paketen.

Die parallele Nutzung von zwei Paketmanagern ist nicht ungefährlich, da sich die Programme ins Gehege kommen können. Klüger ist es, Pakete mit einem Paketkonverter wie Alien in das native Paketformat der eigenen Distribution umzuwandeln und dann zu installieren.

### GPG-Schlüssel gesucht

**?** Wenn ich externe Paketquellen einbinde, bekomme ich immer wieder Fehlermeldungen und Hinweise auf fehlende GPG-Schlüssel. Was hat es damit auf sich?

**!** Zur Absicherung verwenden Paketmanager kryptografische Signaturen zur Verifikation der Pakete. Das soll sicherstellen, dass die Pakete nicht manipuliert wurden. Mit der gleichen Technik werden E-Mails signiert: Der Paketersteller signiert die Paketdatei mit seinem privaten Schlüssel und der Paketmanager überprüft diese Signatur dann anhand des öffentlichen Schlüssels des Erstellers.

Wenn dem Paketmanager kein öffentlicher Schlüssel bekannt ist, gibt er eine Fehlermeldung aus, da er die Integri-



tät des Paketes nicht verifizieren kann. Daher müssen Sie den Paketmanager anweisen, den Schlüssel zu importieren. Bei Apt passiert das mit dem Befehl `sudo apt-key adv --keyserver keyserver.ubuntu.com --recv SCHLÜSSEL-ID`, für Rpm lautet der Befehl `rpm --import SCHLÜSSEL-DATEI`. Achten Sie darauf, nur Schlüssel zu importieren, die vertrauenswürdig sind!

## Apt und Apt-get

**?** Auf meinem Linux gibt es seit einiger Zeit sowohl den Befehl Apt als auch Apt-get; an manchen Stellen wird auch Aptitude erwähnt. Welchen soll ich nehmen?

**!** Apt wurde als vereinfachte Alternative zu Apt-get eingeführt. Apt macht die Paketverwaltung auf der Kommandozeile etwas simpler und spart außerdem ein wenig Getippe. Apt integriert einige Funktionen wie zum Beispiel die Suche nach Paketen, für die man sonst weitere Programme wie etwa Apt-cache braucht. Als Schmankerl bietet Apt außerdem eine grafische Fortschrittsanzeige. Es besteht aber erst mal kein Zwang zur Umstellung. Aptitude bietet neben den üblichen Funktionen eine grafische Schnittstelle, unterscheidet sich aus Anwendersicht jedoch nicht von Apt oder Apt-get.

## Neue Pakete für alte Distros

**?** Ich setze bewusst eine ältere Distribution ein. Kann ich fehlende Software durch die Pakete einer neueren Version meiner Distro installieren?

**!** Mit Dpkg-basierten Distributionen ist das möglich, wenn auch nicht empfehlenswert. Sie müssen die Paketquellen der Nachfolgeversion zusätzlich zu den bestehenden in Ihr System einbinden und das Programm mittels `apt-get install PROGRAMM` installieren. Apt-get lädt dann die notwendigen Pakete herunter und aktualisiert bereits installierte Software bei Be-

Unter Debian kann man mit Checkinstall eine .deb-Datei aus einem Quellpaket erzeugen.

```

sakura
vim ~/.vim/vimrc xterm-256color merlin@mls-pc: /etc/pound merlin@mls-debian: ~/zsh-5.2 x
merlin@mls-debian:~/zsh-5.2$ sudo checkinstall
[sudo] password for merlin:

checkinstall 1.6.2, Copyright 2009 Felipe Eduardo Sanchez Diaz Duran
Diese Software wurde unter der GNU GPL veröffentlicht

*****
**** Debian package creation selected ****
*****

Das Paket wird entsprechend dieser Vorgaben erstellt:

0 - Maintainer: [ root@mls-debian ]
1 - Summary: [ zshell ]
2 - Name: [ zsh ]
3 - Version: [ 5.2 ]
4 - Release: [ 1 ]
5 - License: [ GPL ]
6 - Group: [ checkinstall ]
7 - Architecture: [ amd64 ]
8 - Source location: [ zsh-5.2 ]
9 - Alternate source location: [ ]
10 - Requires: [ ]
11 - Provides: [ zsh ]
12 - Conflicts: [ ]
13 - Replaces: [ ]

Geben Sie die betreffende Nummer ein, um die Vorgaben zu ändern: █

```

darf. Nach Abschluss der Installation deaktivieren Sie die Paketquellen der Nachfolgeversion wieder. Jetzt betreiben Sie Ihre Distribution jedoch in einer Art Mischbetrieb und müssen diesen Vorgang regelmäßig wiederholen, da Sie sonst keine Updates für die Software erhalten. Überlegen Sie daher, ob ein Update des ganzen Systems nicht einfacher ist.

Die manuelle Installation von Einzelpaketen dürfte an den nicht erfüllbaren Abhängigkeiten scheitern. Falls sie doch gelingt, kann es sein, dass das Programm läuft. Besonders gut stehen die Chancen bei Programmen in Skriptsprachen, die erst zur Laufzeit kompiliert werden. Binärprogramme sind darauf angewiesen, dass Bibliotheken in einer bestimmten Fassung im System vorliegen. Wenn sich diese Bibliotheken geändert haben, wird auch das Binärprogramm nicht mehr starten.

## Pakete im Selbstbau

**?** Die von mir benötigte Software fehlt in den Paketquellen meiner Linux-Distribution. Kann ich auch selbst ein Paket bauen?

**!** Ja, das ist aber nicht immer trivial. Wenn Sie lediglich eine aktualisierte

Version der Software benötigen und der Anbieter Quellcode-Patches bereitstellt, können Sie die Quellen Ihres Distributionspakets herunterladen, diese auf die von Ihnen benötigte Version „hochpatchen“ und dann in ein Paket wandeln. Dabei können aber Probleme mit Abhängigkeiten von aktualisierten Bibliotheken auftreten. Üblicherweise liegen der Dokumentation Ihrer jeweiligen Distribution spezifische Hinweise zum Paketieren von Software bei.

Oft lohnt auch ein genauer Blick auf die Projekt-Homepage der Software. Viele Projekte stellen eigene Paketquellen für verschiedene Distributionen bereit. Sie sollten sich genau überlegen, ob Sie die Software wirklich benötigen, denn im Fall von Sicherheitslücken liegt es an Ihnen, regelmäßig aktuelle Versionen einzuspielen. Sie können Ihre Pakete auch an die Gemeinschaft weitergeben, um anderen das Selbstpacken zu ersparen. Auch hierbei ist Vorsicht geboten, da die Sicherheit vieler anderer Anwender dann von der Vertrauenswürdigkeit Ihrer Pakete abhängt. (mls@ct.de)

## Literatur

- [1] Thorsten Leemhuis, Universalpakete, Flatpak und Snap sollen App-Installationen unter Linux revolutionieren, c't 17/16, S. 154

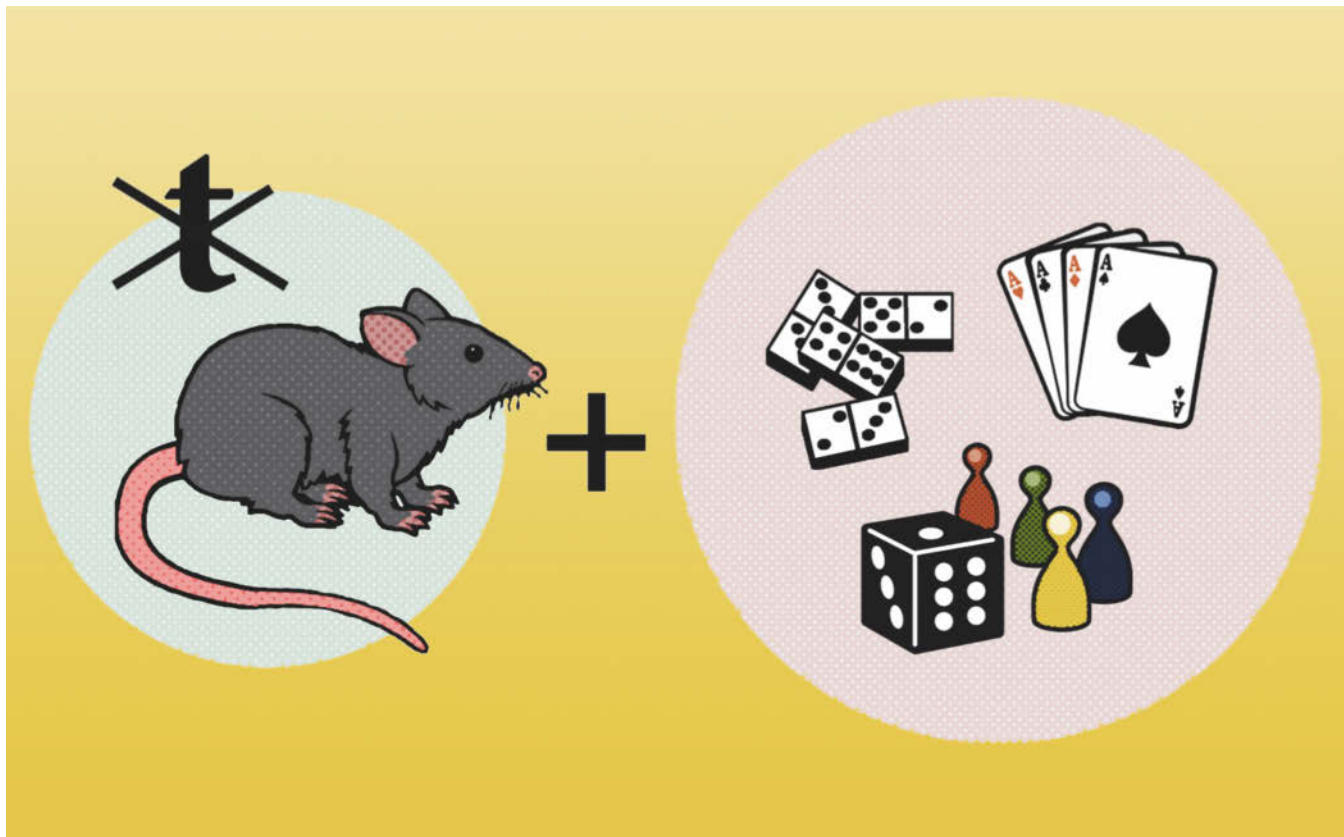


Bild: Jörg Niehage

# Kombiniere!\*

## Kreuzwort- und Bilderrätsel am PC erstellen

\*Auflösung des Bilderrätsels am Ende des Artikels

**Früher bastelte man Kreuzworträtsel in fummeliger Kleinarbeit mit Stift und Lineal. Heute erledigt das der Computer im Browser – ganz ohne Registrierung und verschmierte Hände. Knifflige Bilderrätsel lassen sich mit kostenlosen Bildbearbeitern wie Gimp aus Fotos und Cliparts erzeugen.**

Von Martin Reche

**D**as war zu einfach: Kreuzwort- und Silbenrätsel der Wochenendzeitung sind bereits vor dem Mittagessen gelöst und auch das Bilderrätsel sorgte nur für

kurzfristigen Knobelspaß. Bevor es langweilig wird, organisiert man Knobel-Nachschub in Eigenregie. Im Internet stellt man in wenigen Minuten Kreuzwort-, Silben- und Buchstabenrätsel zusammen und bestimmt dabei über Inhalt, Schwierigkeitsgrad und Umfang. Die richtige Software hilft darüber hinaus, Fotos und Cliparts am Computer in Bilderrätsel umzuwandeln.

Die selbst erstellten Knobelaufgaben zu lösen ist weder sonderlich schwer noch macht das großen Spaß. Also sucht man sich am besten einen oder mehrere Mitstreiter. Jeder entwirft in Eigenregie ein Rätsel am Rechner oder Tablet und am Ende tauscht man die Knobelseiten untereinander aus. Junge Kinder arbeiten

im Team mit den Eltern, ältere Kinder mit Computererfahrung schaffen das allein.

### Kreuzworträtsel im Web basteln

Web-Dienste wie [www.kreuzwort-raetsel.com](http://www.kreuzwort-raetsel.com) generieren aus eigenen Inhalten solche Rätsel im Web. Das kostet nichts und der Dienst erfordert erfreulicherweise keine Registrierung. Zuerst vergibt man einen Titel und legt Farbe und Größe fest. Im nächsten Schritt tippen Sie die Fragen und Antworten in Textfeldern ein. Die Fragen halten Sie möglichst knapp und setzen diese am besten nur aus einem oder zwei Wörtern zusammen. So passen sie in die kleinen Kästchen und lassen sich

bequem lesen. Im Zweifelsfall reichen für die Fragestellung auch Synonyme. So könnte im Fragefeld schlicht „Mobilcomputer“ stehen, wenn die Lösung darauf „Laptop“ lautet. Generell gilt, dass die Antwort nur aus einem Wort bestehen darf – die ausgedachten Fragen sollten sich also stets eindeutig beantworten lassen. Für Kreuzworträtsel, die direkt im Browser gelöst werden sollen, lässt sich ein Lösungsbutton aktivieren, der auf einen Klick das Rätsel ausfüllt.

Fragen und Antworten denken Sie sich am besten selbst aus. Falls es an Kreativität hapert: Hilfe und konkrete Vorschläge zu unterschiedlichen Themenbereichen bringt die Website unter dem Reiter „Lösungen“ mit; alternativ hilft die Suche weiter. Sollten die Vorschläge und Beispiele von [www.kreuzwort-raetsel.com](http://www.kreuzwort-raetsel.com) nicht reichen, dienen Online-Lexika wie Wikipedia ebenso gut als Inspirationsquelle wie die Sport-, Spiel- und Nachrichtenseiten der Tagespresse.

Nach und nach finden immer mehr Fragen und passende Antworten ihren Weg in den Editor. Im Beispiel waren es am Ende zehn; es dürfen aber auch deutlich mehr oder weniger sein. Damit ein anderer Spieler das Rätsel am Ende problemlos lösen kann, geht man vor der Veröffent-






lichung nochmal alle Fragen und Antworten durch und überprüft vor allem Letztere auf Tipp- und Rechtschreibfehler. Im letzten Schritt legt man auf Wunsch noch ein Lösungswort fest. Ein Klick auf „Kreuzworträtsel generieren“ puzzelt Ihre Fragen und Antworten zum fertigen Rätsel zusammen. Man kann dieses direkt im Browser lösen; richtig eingetippte Antworten markiert die Software grün, falsche rot. Alternativ schickt man seinem Knobelpartner einen Link zum Rätsel. Für Ausdrücke erstellt die Anwendung unter anderem PDF- und PNG-Dateien. Per HTML-Code lässt sich das fertige Rätsel darüber hinaus auf Webseiten einbinden. Wenn mal die Zeit fehlt oder man einfach selbst eine Runde knobeln will: Auf der Webseite gibt es täglich ein neues Rätsel, das darauf wartet, gelöst zu werden.

### Lecker Buchstabensalat

Auf der Website [www.raetsel-fuer-kinder.de](http://www.raetsel-fuer-kinder.de) entwerfen Sie weitere Knobeleyen; ebenfalls ohne Geldeinsatz und ohne nervige Registrierung. Beim Buchstabensalat geht es darum, Wörter in einer Buchstabenwolke zu finden und zu markieren. Die Website generiert Buchstabensalate nach einem vorher festgelegten Schwierigkeitsgrad und Thema. Entscheidet man sich


### Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

#### Rätsel selbst machen

-  Computer, Internetzugang, Drucker, Bildbearbeitungs-Software, Browser
-  Grundlegende Computerkenntnisse sind von Vorteil
-  Ein einfaches Kreuzworträtsel erstellt man innerhalb weniger Minuten
-  Kinder ab sechs Jahren arbeiten im Team mit den Eltern oder älteren Geschwistern; Kinder ab zehn Jahren schaffen das allein
-  Keine Kosten

beispielsweise für das Thema „Tiere im Wasser“, versteckt die Anwendung Begriffe wie Qualle, Hai und Wal in einer Buchstabenwolke. Jedes Thema lässt sich um bis zu 18 individuelle Begriffe erweitern. Diese trägt man entweder in einem Textfeld ein oder wählt sie aus der Wortschatztabelle aus. Jedes Wort muss dabei mindestens drei Buchstaben lang sein.

Der nächste Schritt bestimmt über Größe und Gestaltung des Buchstaben-


**KREUZWORT-  
RÄTSEL.COM**

[LÖSUNGEN](#)
[TÄGLICHES RÄTSEL](#)
[RÄTSEL SELBER ERSTELLEN](#)

Kreuzworträtsel Generator – Jetzt kostenlos Ihr eigenes Rätsel erstellen:

Überschrift (Name des Kreuzworträtsels) ●

Beschreibung (Worum geht es?) ●

Hintergrundfarbe (optional) ●

Größe (Optional) ●

25px

x

25px

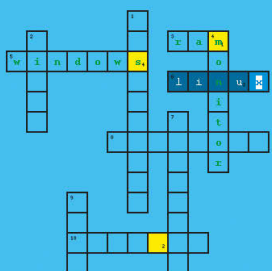
Rahmen / Farbe (optional) ●

Lösungsbutton anzeigen? (Für die Online-Version) ●

☒ Ja
 ☐ Nein

**c't-Rätsel**

Computer und Technik



Lösungswort:

massenspeicher

Horizontal:  
 3.Arbeitspeicher  
 5.Betriebssystem  
 3.freies Betriebssystem  
 8.Soziales Netzwerk  
 10.Engl. Schadsoftware

Vertikal:  
 1.Massenspeicher  
 2.Computer-Schädling  
 4.Anzeigegerät  
 7.Sekstur  
 9.Bildbearbeiter

Daten editieren (zurück zum Editor)

Link erstellen

PDF-Datei erstellen

PNG-Grafik erstellen

HTML erstellen (für Ihre Webseite)

Anleitung - So funktioniert's

Lösungen anzeigen

Ein eigenes Kreuzworträtsel stellt man online in wenigen Minuten zusammen. Das Ergebnis (rechtes Bild) lässt sich wahlweise direkt im Browser lösen oder ausdrucken.

salats. Zwei Mausklicks entscheiden darüber, ob die gesuchten Wörter unter dem Rätsel in einer Liste angezeigt werden und ob sie sich überschneiden dürfen. Optional fügt man noch eine Beispiellösung in die Wortwolke ein und dekoriert die Rätselseite mit Comic-Motiven – auch ein Blatt mit den Lösungen lässt sich anfügen. Ein neuer Tab öffnet das Rätsel. Lösen lässt es sich aber nicht im Browser; um einen Ausdruck kommt man nicht herum. Das gilt auch für die anderen Rätselformen, die Sie auf der Website gestalten können. Dazu zählen Silbenrätsel, Wortschlangen und Kästchenwörter. Bei Letzterem geht es darum, Wörter in passenden Kästchen unterzubringen.

## Bilderrätsel mit Gimp

Mit Bilderrätseln testen Sie Augen und Allgemeinwissen von Eltern und Freunden – und umgekehrt. Dazu verfremdet man beispielsweise das Foto einer Sehenswürdigkeit, sodass das Motiv anschließend nur noch schwer zu erkennen ist. Im Unterschied zu Worträtseln funktioniert das nicht online im Browser, sondern setzt einen Bildbearbeiter voraus. Der Bildbearbeiter Gimp [1] ist kostenlos (siehe Link am Ende des Artikels). Im Beispiel soll ein kleiner Spielzeug-Roboter verfremdet werden. Dafür bieten sich unterschiedliche Filter an. Unter „Filter/Weichzeichner“ wartet der Filter „Verpixeln“ auf seinen Einsatz. Dieser schickt den Roboter auf eine pixelige Reise.

Pixelbreite und -höhe bestimmt der Filter-Dialog; je größer die Pixel aus-



Die Filter von Gimp verfremden Bilder auf unterschiedliche Art und Weise; der kleine Spielzeug-Roboter wurde im Beispiel ein wenig verpixelt.

Auf [www.raetsel-fuer-kinder.de](http://www.raetsel-fuer-kinder.de) gestaltet man unter anderem Wortschlangen, Silbenrätsel und Buchstabensalate.



fallen, desto stärker wird der Plastikkamerad verfremdet. Experimentieren Sie mit unterschiedlichen Größen, bis es passt. Die Filter-Auswahl von Gimp ist ordentlich: „Cartoon“ verwandelt reale Personen und Gegenstände in Zeichnungen, „Relief“ verleiht Bildern Plastizität und „Kubismus“ haucht Bildern den Malstil Pablo Picassos wenigstens ansatzweise ein. Probieren Sie unterschiedliche Filter und Einstellungen aus – es lassen sich auch mehrere Filter miteinander kombinieren. Wichtig: Bei aller Experimentierfreude sollte das bearbeitete Bild am Ende das eigentliche Motiv immer noch erahnen lassen.

Es gibt auch Bilderrätsel, die das gesuchte Motiv erst gar nicht zeigen. Dabei ordnet man zwei oder mehr Abbildungen in einem Word-, Libre-Office- oder Gimp-Dokument an. Die Kombination aus deren Bezeichnungen bildet wie im Aufmacherbild des Artikels die Lösung. Ein weiteres Beispiel: Das Zusammenspiel von Zitrone und Schmetterling in einem Dokument steht beispielsweise für das Lösungswort „Zitronenfalter“. Dabei muss man weder die Zitrone noch den Schmetterling selbst malen, sondern nutzt Vorlagen aus dem Internet. Kostenfreie Cliparts (siehe c't-Link am Ende des Artikels) dienen für schnelle und unkomplizierte Bilderrätsel, LibreOffice bringt eine Handvoll Illustrationen von Haus aus mit. Die fertigen Rätsel exportieren Sie als JPEG- oder PDF-Datei und verteilen diese anschließend per Mail an die Knobelpartner; Ausdrucken ist die schlechtere Option, da

vor allem farbige Grafiken Druckerpatronen unnötig leer saugen.

## Spielend lernen

Selbst gemachte Rätsel sind mehr als nur ein netter Zeitvertreib. Sie lassen sich auch optimal für die Vorbereitung auf Klassenarbeiten oder zum Vokabeln pauken einsetzen. Der Unterrichtsstoff für den Erdkunde-Test über die unterschiedlichen Kapitel der Erdzeitgeschichte lässt sich ebenso gut in einem Kreuzworträtsel abfragen wie Grammatik und Vokabeln von Fremdsprachen. Das Erstellen von Rätseln hat einen doppelten Lerneffekt: Einmal während der Zusammenstellung und später bei der Lösung. Zwischen den beiden Schritten sollte man ein wenig Zeit verstreichen lassen. Alternativ fertigen Eltern ein Lernrätsel für die Kinder an oder tragen diese Idee in Lerngruppen. Lehrer können Kreuzworträtsel und Buchstabensalat auch als Lehrmaterial im Unterricht für Rechtschreib- und Vokabeltrainings einsetzen. Und Nachwuchs-Reporter gestalten so im Handumdrehen eine Knobelseite für ihre Schülerzeitung [2]. (mre@ct.de) **ct**

Auflösung: Ratespiele

## Literatur

- [1] André Kramer, Einfach gute Bilder, Einstieg in die Bildbearbeitung mit Gimp, c't 23/16, S. 148
- [2] Martin Reche, Guter Start ins eigene Blatt, Software-Tipps für Schülerreporter, c't 18/16, S. 136

**Rätsel online erstellen, Download Gimp, freie Cliparts:** [ct.de/yhf2](http://ct.de/yhf2)



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky



Bild: Jörg Niehage

# Office reloaded

## Kontinuierliche Neuerungen in Office 365 für Endanwender

**Während sich Käufer von Office 2016 beim Funktionsumfang mit dem Stand vom Herbst 2015 begnügen müssen, profitieren Abonnenten von Office 365 immer wieder von Ergänzungen in Word, Excel und PowerPoint. Sie erleichtern das Schreiben, machen Formeln verständlicher oder zaubern im Nu anspruchsvolle Animationen in eine Präsentation. Wir zeigen, was Endanwender mit den Neuerungen erledigen können.**

Von Dieter Brors

Office 365 ist eine ganze Produktfamilie, die sich mit diversen Varianten an ganz unterschiedliche Zielgruppen wendet. Die rund 30 Varianten für Firmen setzen sich aus einer Vielzahl an Cloud-Diensten und Anwendungen zusammen. Die klassischen Office-Programme Word, Excel und PowerPoint spielen darin meist nur eine Nebenrolle. Diese Office-365-Varianten aktualisiert Microsoft laufend und ergänzt sie gelegentlich durch neue Dienste, die zum Beispiel mit Office 365 Video eine Art YouTube für Firmen bereitstellen, um Mitarbeitern etwa Schulungsvideos zum Betrachten anzubieten.

Office 365 für Privatanwender ist die Mietvariante des klassischen Office-Pakets. Die Home-Variante für 5 PCs umfasst Word, Excel, PowerPoint, Outlook, OneNote und Publisher; sie ist im Handel ab etwa 70 Euro für ein Jahr erhältlich. Diese Mietvariante bekommt ebenfalls Aktualisierungen, die Benutzern der Kaufversion vorenthalten bleiben. Seit der Freigabe von Office 2016 vor gut einem Jahr hat Microsoft der Mietversion immer wieder neue Funktionen spendiert – insbesondere in Word, Excel und PowerPoint. Sie erfinden zwar das Office-Paket nicht neu, sind aber gerade für Privat- und Einzelanwender sehr nützlich.

Solche Updates liefert Microsoft in unregelmäßigen Abständen in mehreren Stufen an Office-365-Privatanwender aus. Viele Neuerungen erhalten zunächst nur Teilnehmer des Office-Insider-Programms, die diese Funktionen schon vorab testen können. Nach Abschluss des Tests werden die Updates dann an alle Office-365-Installationen übertragen. Die Teilnahme am Office-Insider-Programm ist einfach und verpflichtet zu nichts. Um sich anzumelden, wählt man in einem der Office-Programme „Datei/Konto“ und klickt auf das Office-Insider-Symbol. Die Anmeldung wird sofort wirksam. Über den Button „Office-Updates“ gleich darüber kann man die Aktualisierung starten. Doch Vorsicht: Letztendlich handelt es sich um Beta-Software mit möglichen Fehlern, die die gesamte Anwendung zum Absturz bringen können. Wer sich nicht als Beta-Tester beteiligen will, wartet besser auf die regulären Updates, die dann automatisch installiert werden.

## Endlich schärfer

Bei Erscheinen von Office 2016 hatte sich Microsoft viel Kritik eingehandelt, weil viele Nutzer das schwarze Oberflächendesign aus der Vorgängerversion vermissen. Die übrig gebliebenen farbigen Designs stellen Text weniger kontrastreich dar, Text und Menü-Einträge sind so miteinander schwer zu entziffern. Dieser Kritik hat sich Microsoft sehr schnell angenommen und schon Ende 2015 ein schwarzes Design mit gestochen scharfer Schrift nachgeliefert – allerdings nur in der Mietversion des Office-Pakets.

Die Funktionen zur Zusammenarbeit profitierten ebenfalls durch kontinuierliche Updates in Office 365: Gibt man ein Dokument anderen Nutzern zum Bearbeiten frei, erkennen alle Bearbeiter auf einen Blick in der rechten Ecke des Menübands, wer gerade am Dokument arbeitet und an welcher Stelle er sich befindet. Besitzt man einen Account zu Skype for Business, kann man mit einem Mausklick einen Chat mit Kollegen beginnen. Ein Klick auf das Skype-Symbol beginnt einen Gruppen-Chat mit allen Personen, die das Dokument bearbeiten. In der Miniaturansicht kann man eine Person aber auch gezielt zur Kommunikation auswählen.

Der neue Bereich „Aktivität“ zeigt eine vollständige Liste aller vorgenommenen

Änderungen am Dokument an. Dort gibt es auch die Möglichkeit, auf eine frühere Version des Textes zuzugreifen. Um ihn aufzurufen, klickt man im Menüband auf das Uhrensymbol. Mit einem Klick auf die Sprechblase lassen sich Kommentare leichter als zuvor erstellen und anzeigen. Auch ist es nun einfacher, auf Kommentare zu antworten oder als erledigt zu kennzeichnen.

In der Mietvariante von Word, Excel und PowerPoint hat Microsoft das Feld „Was möchten Sie tun?“ oben im Menüband aktualisiert, das nun mehr Suchergebnisse, Inhalte und Empfehlungen anbietet. Sucht man Hilfe zu einer bestimmten Aufgabe, Funktion oder Frage, liefert die Funktion eine Vielzahl an Optionen. Tippt man beispielsweise eine einfache Aufgabe wie „Wasserzeichen hinzufügen“ ein, erscheint wie bisher ein Menü mit mehreren Einträgen, über die man zum Beispiel eine Wasserzeichenvorlage auswählen oder die Hilfe zum Suchbegriff aufrufen kann. Bei komplexen Aufgaben wird eine Hilfe angezeigt, die den Anforderungen besser als zuvor entspricht. Anders als in den Kaufversionen von Word, Excel und PowerPoint liefert die Funktion zusätzlich zum Eintrag für Wasserzeichen auch Hilfe zum Einfügen von Text, Symbolen und Abbildungsverzeichnissen, die aber mit dem Suchbegriff oft nicht viel zu tun haben.

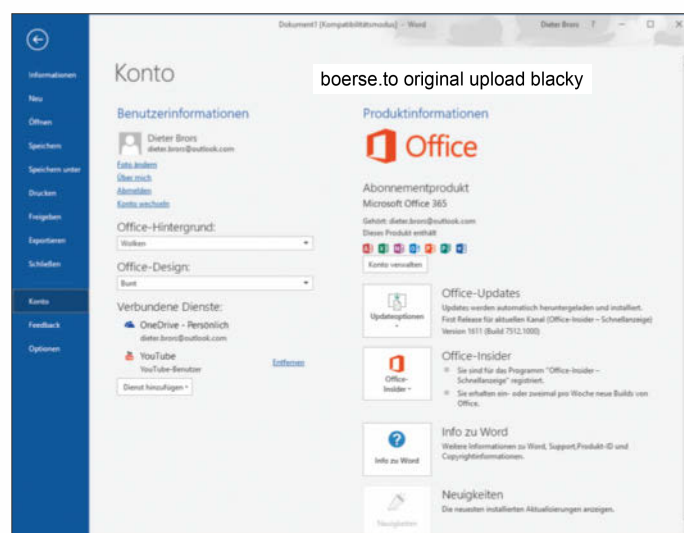
## Recherche-Assistent

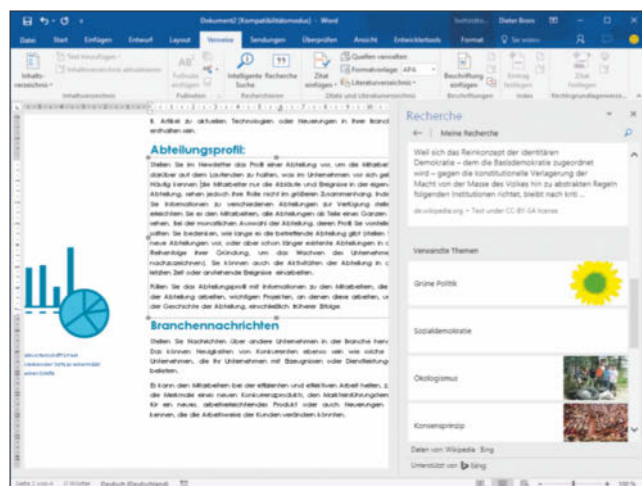
Im Menüband „Verweise“ finden Office-365-Kunden seit letztem Sommer die neue

Funktion „Recherche“, die das Web nach Themen durchsucht. Anhand der Ergebnisse kann man sehr bequem auf wissenschaftliche Beiträge verweisen oder Bilder und Inhalte aus dem Web ins Dokument einfügen. Außerdem lassen sich Fundstellen als Zitate ins Dokument oder ins Literaturverzeichnis übernehmen. Diese Funktion ähnelt der von Google Docs.

Die Recherche-Funktion öffnet am rechten Rand eines Word-Dokuments einen eigenen Aufgabenbereich, der stets geöffnet bleiben kann. Den nachzuschlagenden Begriff muss der Anwender ins Suchfeld eintippen. Eine automatische Übernahme von markiertem Text findet nicht statt, was den Komfort etwas einschränkt. Die Ergebnisse erscheinen in übersichtlicher Form. Tippt man einen Begriff ein, liefert die Recherche-Funktion eine Liste mit passenden Ergebnissen und zu verwandten Themen, zum Beispiel zu „Basisdemokratie“ auch Wikipedia-Einträge zu den Grünen und zur Sozialdemokratie. Obwohl die Recherche laut Microsoft die Suchmaschine Bing verwendet, liefert sie meist Einträge aus der Wikipedia. Zu jedem Eintrag öffnet ein Mausklick eine ausführliche Beschreibung, in der man Text markieren und an die Cursorposition übernehmen kann – auf Wunsch zusätzlich mit Zitat der Quelle. Um das Zitat zu bearbeiten, klickt man anschließend im Text einfach auf den Dropdown-Pfeil. Damit lässt sich gleich auch das Literaturverzeichnis mit dem neuen Eintrag aktualisieren. Über die Links zu verwand-

**Die Konto-Einstellungen enthalten einen Eintrag, um sich für das Office-Insider-Programm mit frühen Updates anzumelden. In den Kaufversionen fehlt dieser Eintrag.**





Die Recherche-Funktion sucht über Bing nach Beiträgen zum Suchbegriff. Aus den Ergebnissen kann man Passagen ins Dokument kopieren und als Zitat markieren.

ten Themen finden sich schnell die unterschiedlichsten Quellen, ohne erst den Web-Browser öffnen zu müssen.

## Verständlichere Formeln

Fast jeden Monat erweitert Microsoft in der Mietversion von Excel die Funktion zur Abfrage von Daten aus externen Quellen, die sich vor allem an Power-User richtet. Darüber hinaus wurde die Arbeit mit Formeln nach und nach verbessert. Bei der Eingabe von Formeln leistet Excel nun mehr Hilfe. So schlägt es beim Eintippen von Funktionsnamen jetzt auch Funktionen vor, die den eingegebenen Begriff irgendwo im Namen tragen. Bislang beschränkte sich dies auf den Wortanfang, jetzt bietet Excel auch NETTOARBEITSTAGE() und ZINSTERMTA-GE() an, sobald man ins Formelfeld =tage eintippt – praktisch bei Funktionen, deren Namen man nicht genau kennt.

Darüber hinaus sind im Miet-Excel einige Rechenfunktionen hinzugekommen. Die Statistikfunktionen wurden um MAX-WENNS() und MINWENNS() erweitert. Sie ermitteln den Maximal- beziehungsweise Minimalwert aus einer Zahlenreihe, wenn eine oder mehrere Bedingungen erfüllt sind.

ERSTERWERT() liefert ähnlich der Funktion WAHL() ein Ergebnis, das aus dem Vergleich zwischen dem Ausdruck im ersten Argument und den Paaren aus Wert und Ergebnis ermittelt wird. Im Prinzip hält sie eine Referenzliste als Argumentfolge vor, die auch Funktionen wie SVERWEIS() oder VERGLEICH() nutzen.

Wollte man bislang Text aus mehreren Zellen miteinander verketten, um beispielsweise aus einer Adressliste die Spalten für Vor- und Nachname zusammenzu-

führen, musste man in der Funktion VERKETTEN() jede Zelle und den jeweiligen Separator einzeln angeben, zum Beispiel:

```
=VERKETTEN(A1, " ", B1, " ", C1, " ", D1, " ")
```

In der Kaufversion ist das weiterhin so. Abonnenten können dies mit der neuen Funktion TEXTVERKETTEN() leichter erledigen. Als Parameter gibt man nur einmal den Separator an und spezifiziert durch WAHR oder FALSCH, ob Leerzellen ignoriert werden sollen. Im dritten Argument übergibt man den Bereich:

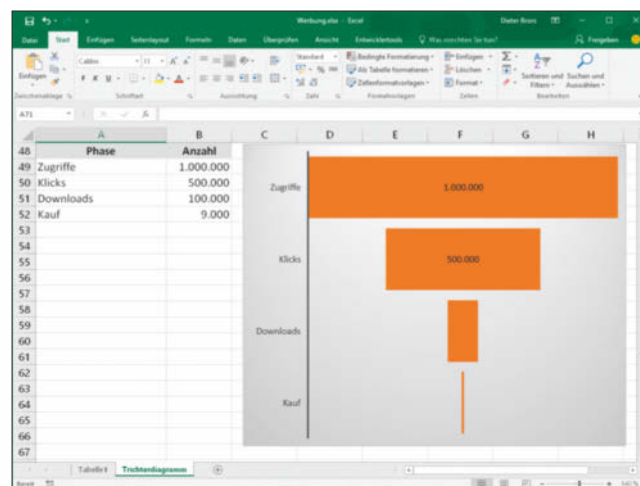
```
=TEXTVERKETTEN(" ", WAHR, A1:D1)
```

Die Funktion kombiniert bis zu 252 Elemente mit zusammen maximal 32.767 Zeichen. Ergibt die Verkettung eine längere Zeichenkette, liefert sie den Fehler #WERT! zurück.

Eine andere neue Funktion macht insbesondere komplexe Abfragen, ob eine Bedingung zutrifft, leichter lesbar. Bislang musste man dies mit Hilfe verschachtelter einzelner WENN-Abfragen erledigen, die aber schwer zu verstehen sind. WENNS() prüft dagegen mehrere Bedingungen hintereinander.

Steht zum Beispiel in Zelle B2 die in einer Klausur erzielte Punktezahl, musste man die Note daraus durch unübersichtliche WENN-Abfragen formulieren. Falls zum Bestehen der Prüfung mehr als 60 Punkte nötig sind, ließ sich die Note bislang über folgende Formel berechnen:

```
=WENN(B2>89; 1; WENN(B2>79; 2; WENN(B2>69; 3; WENN(B2>59; 4; WENN(B2>49; 5; "Nicht bestanden"))))
```



Die neuen Trichter-Diagramme im Miet-Excel eignen sich zum Beispiel, um den Erfolg einer Online-Anzeigenkampagne darzustellen.

Mit WENNS() lässt sich dies in Office 365 nun viel übersichtlicher formulieren:

```
=WENNS(B2>89; 1; B2>79; 2; B2>69; 3; B2>59; 4; WAHR; "Nicht bestanden"))
```

Dabei gibt das vorletzte Argument an, ob die Bedingung erfüllt werden soll (WAHR oder FALSCH). Im letzten Parameter übergibt man einen Standardwert für die Rückgabe, der dann gilt, wenn die vorherigen Bedingungen nicht erfüllt wurden.

Neben den neuen Rechenfunktionen gibt es im Miet-Excel den zusätzlichen Diagrammtyp Trichter, der zum Beispiel die Marktchancen eines Produkts in unterschiedlichen Phasen übersichtlich anzeigt. Das könnten zum Beispiel die Anzahl der potenziellen Kunden, der laufenden Verhandlungen und der bereits abgeschlossenen Verträge sein. Im Trichterdiagramm erscheinen die einzelnen Phasen als Balken in absteigender Länge, sodass eine Art Trichter entsteht. Anhand der Größe der Balken erkennt man sofort, wie erfolgreich jede Phase des Verkaufsprozesses bis zum aktuellen Zeitpunkt war, um gegebenenfalls gegenzusteuern.

## Schicker präsentieren

Mit Animationen überladene Präsentationen sind umstritten, da sie das Publikum vom eigentlichen Inhalt ablenken. An den richtigen Stellen eingesetzt, können dynamische Elemente aber das Verständnis erleichtern. PowerPoint Designer und Morph sind zwei neue Gestaltungsfunktionen, mit denen Office-365-Nutzer nach nur wenigen Klicks anspre-



chende Folien und wirkungsvolle Effekte erzeugen.

Anhand der in PowerPoint enthaltenen Designs lassen sich Präsentationen zwar sehr schnell zusammenstellen, doch sehen sie meist dröge aus und sind leicht als typische PowerPoint-Präsentationen zu erkennen. Der Designer bringt auf einfache Weise mehr Abwechslung in den Vortrag. Mit seiner Hilfe klickt man ganz schnell eine maßgeschneiderte Präsentation zusammen. Fügt man ein Foto in eine Folie ein, analysiert der Designer automatisch das Bild und bietet passende Layout-Ideen an, die auf den Bildinhalt und die dominierenden Farben abgestimmt sind. Mit einem Klick übernimmt man einen der Vorschläge in seine Präsentation.

Der Designer greift während seiner Arbeit auf eine Datenbank von Microsoft zu, die laut Hersteller derzeit über 12.000 Vorlagen enthält; sie soll in Zukunft noch erweitert werden. Momentan lässt sich der Designer allerdings nur mit Folien nutzen, die auf einer der in PowerPoint mitgelieferten Vorlagen beruhen. Später soll er auch mit selbstgestalteten Folien funktionieren.

Morph erzeugt auf einfache Weise Animationen und bewegt Text, Bilder, 3D-Formen und andere Objekte. Morph ist Microsofts Variante des Zauberei-Folienübergangs (Magic Move) von Apples Keynote. Um die Funktion zu verwenden, er-

zeugt man eine Folie mit grafischen Elementen, Texten und anderen Objekten für die Start-Ansicht. Danach dupliziert man die Folie und schiebt, dreht und skaliert die zu animierenden Objekte. Wählt man im Übergänge-Menüband „Morphen“ aus, erzeugt das Office-365-PowerPoint eine Art Film, in dem sich die Objekte von der Start- zur Zielposition bewegen. Auf diese Weise lassen sich auch Bilder oder Texte heranzoomen, Farben ändern, 3D-Objekte rotieren und vieles mehr, ohne dass man erst viele Parameter einstellen müsste.

Die Morph-Funktion setzt voraus, dass beide Folien mindestens ein Objekt gemeinsam haben. Nach Zuordnen des Morph-Effekts auf die zweite Folie berechnet PowerPoint die Unterschiede zwischen beiden Folien und animiert die Objekte nahtlos. Beim Abspielen funktioniert die Animation auch rückwärts: Geht man während des Vortrags auf die Vorgängersfolie zurück, bewegen sich die Objekte in umgekehrter Richtung bis zum ursprünglichen Ort.

Morph lässt sich auch für einen individuellen Zoom-Effekt für ein einzelnes Objekt nutzen, um zum Beispiel auf einer Anfahrtsskizze von einer Gesamtübersicht das Ziel heranzuzoomen oder einen Folientitel stufenlos zu vergrößern.

Die Morph-Übergänge lassen sich zwar sehr leicht und mit minimalem Aufwand animieren, aber anders als in her-

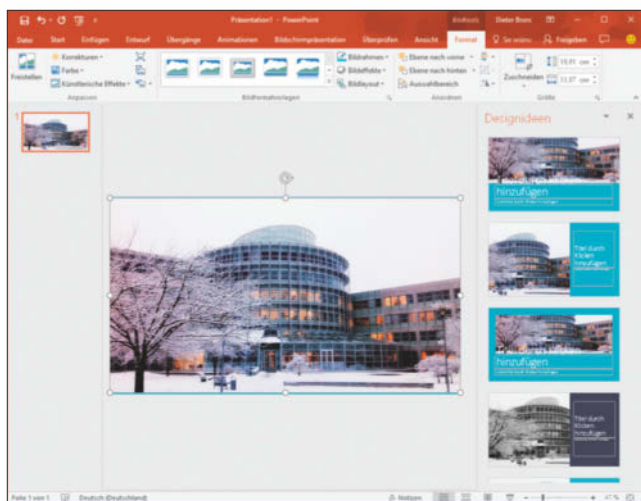
kömmlichen Animationen kann man für die Bewegungsrichtung keinen Pfad definieren: Morph errechnet immer den kürzesten Weg zwischen Start- und Endpunkt und bewegt mehrere Objekte stets gleichzeitig. Um unterschiedliche Objekte nacheinander zu animieren, müsste man den Morph-Effekt auf mehrere Folien ausweiten und diese dann hintereinander abspielen. Besser wäre es dann aber, die Objekte durch richtige Animationen zu bewegen, auch wenn das weitaus mehr Aufwand bedeutet.

Interessanterweise laufen mit Morph animierte Präsentationen auch in der Kauf-Version von PowerPoint 2016; neue Morph-Übergänge kann man dort aber nicht erzeugen.

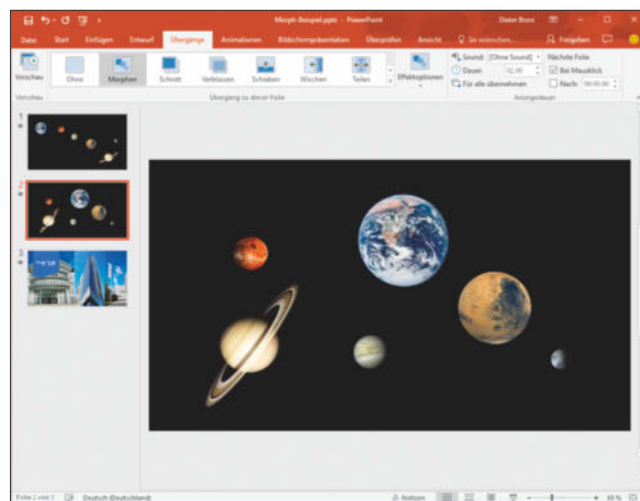
## Nicht kompatibel

Die in Office 365 seit Ende 2015 hinzugekommenen Funktionen in Word, Excel und PowerPoint bieten mittlerweile doch schon eine ganze Menge Mehrwert, die Käufern von Office 2016 entgehen. Allerdings könnte es zu Problemen führen, wenn Abonnenten von Office 365 Dateien mit Nutzern der Kaufversion austauschen: Zwar haben die neuen Funktionen auf Word- und PowerPoint-Dateien keinen Einfluss. Excel-Tabellen, die die neuen Rechenfunktionen verwenden, sind jedoch inkompatibel und lassen sich in der Kaufvariante nicht richtig nutzen.

(db@ct.de) **ct**



Passend zum eingefügten Foto schlägt der PowerPoint-Designer verschiedene Folien-Layouts vor, die zum Bild passen und für mehr Abwechslung sorgen.



Die Morph-Funktion in PowerPoint erzeugt auf einfache Weise Video-ähnliche Animationen, mit denen sich wie hier die Planeten bewegen.



# Mein altes neues Lieblingsspiel

## Spiele für Nintendos Gamecube und Wii grafisch aufpolieren

**Mit dem Dolphin-Emulator laufen Gamecube- und Wii-Spiele auf leistungsfähigen Computern ruckelfrei in 4K und sehen dank Kantenglättung und Texturmods umwerfend gut aus. Damit das klappt, muss man an den richtigen Knöpfchen drehen – das ist aber gar nicht schwer.**

**Von Dennis Schirmmacher**

**E**ins muss man Nintendo lassen: Im Bereich der Heim-Videospielkonsolen hinken sie Microsoft und Sony aus technischer Sicht zwar stets hinterher, aber ikonische Charaktere erschaffen und Spiele-Design – das können sie.

Doch was wäre, wenn man Spiele-Klassiker wie „Super Mario Galaxy“ für die Wii statt in oller SD-Auflösung in ultrascharfem 4K mit  $3840 \times 2160$  Pixeln und superflüssigen 60 Bildern pro Sekunde (fps) neu erleben könnte? Klar, man kann die Wii-Konsole entstauben und an

einen UHD-Fernseher anschließen, der das Bild hochskaliert. Dabei kommt aber nur Pixelbrei heraus – dieser Ansatz ist keinen c't-Artikel wert. Der quelloffene Dolphin-Emulator für Gamecube- und Wii-Spiele hingegen schon: Über viele Stellschrauben kann man die Grafik auf modernen Computern derart aufpolieren, dass selbst das neun Jahre alte Super Mario Galaxy aussieht, als wäre es erst kürzlich erschienen.

Damit das klappt, fordert Dolphin aber viel Rechenleistung ein und fühlt sich auf

einem Computer mit aktuellen Komponenten am wohlsten. Die Leistung ist nötig, da ein Emulator die in einer Spiel-Konsole verbaute Hardware komplett in Software nachbildet. Zudem muss eine Grafikkarte in hohen Auflösungen Millionen von Bildpunkten berechnen. Doch keine Angst: Mit geringerer Auflösung emuliert Dolphin viele Titel auch auf Systemen mit älter Hardware flüssig. Zudem weisen Gamecube- und Wii-Spiele zum Teil erhebliche Unterschiede bei den Hardware-Anforderungen auf – hier hilft oft einfach nur Ausprobieren. Einige Titel lassen sich selbst mit Onboard-GPUs passabel spielen.

Wer hingegen keinerlei Kompromisse bei der Optik eingehen und selbst für die anspruchsvollsten Titel gewappnet sein will, benötigt mindestens einen aktuellen Prozessor mit 3,4 GHz und eine Grafikkarte der 250-Euro-Klasse. Einige Wii-Spiele verlangen in 4K noch mehr 3D-Performance und somit eine teurere Grafikkarte; diese Titel kann man aber an zwei Händen abzählen.

Damit es losgeht, reicht im Grunde ein Knopfdruck in Dolphin auf „Start“ aus. Wer jedoch das Optimum herauskitzeln will, muss in die Menüs abtauchen, um etwa die Render-Auflösung zu erhöhen und von der Community gebaute HD-Textures einzubinden. Doch bevor der

erste Titel auf dem Bildschirm erstrahlt, muss man sich für die passende Version des Emulators entscheiden.

### Multi-Plattform

Dolphin ist in der aktuellen stabilen Ausgabe 5.0 für Windows ausschließlich als 64-Bit-Version verfügbar. Auch Android-, Linux- und macOS-Nutzer können den Emulator installieren. Da die Grafikkartentreiber unter Windows die Grafikkarte am effizientesten ansprechen, sollte man zu dieser Version greifen. Die Tipps in diesem Artikel beziehen sich auf die Windows-Variante, gelten in der Regel aber auch für die anderen.

Die Veröffentlichung von Dolphin 5.0 im Sommer war ein Meilenstein: Dank der Unterstützung der Grafik-APIs Direct3D 12 und OpenGL 3 kann diese Version die Grafikkarten der Spielkonsolen noch effektiver emulieren. So produziert Dolphin 5.0 weniger Grafikfehler und sorgt für ein noch flüssigeres Spielerlebnis als ältere Ausgaben des Emulators.

Für Android, macOS und Windows gibt es zudem Entwicklerversionen; davon erscheinen manchmal mehrere an einem Tag. In diese pflegt die aktive Community neben Fixes auch neue Funktionen ein. Praktisch: Bei einem Update bleiben neben den Einstellungen von Dolphin auch

die Spielstände erhalten, sodass man problemlos neue Versionen ausprobieren kann. Der Code von Dolphin ist auf GitHub verfügbar.

Anhand von Kompatibilitätslisten im Wiki des Emulators kann man prüfen, ob und wie gut die alten Lieblingsspiele mit Dolphin laufen. Erfreulicherweise ist die Erfolgsquote sehr hoch und ein Großteil ist spielbar; bei einigen Titeln kommt es jedoch zu Grafik-Fehlern, die die Spielbarkeit aber oft nur minimal beeinträchtigen. Nur wenige Spiele funktionieren gar nicht. Seit der Entwickler-Version 5.0-540 bootet Dolphin übrigens alle Gamecube-Spiele; einige laufen jedoch nicht optimal. Der Emulator ist Region free und spielt neben NTSC-Spielen auch PAL-Titel ab.

### Kontrolle erlangen

Nach der Installation von Dolphin legt man über einen Doppelklick auf „Hier klicken, um Spielverzeichnis anzulegen“ fest, wo der Emulator die Spiele-Bibliothek finden kann. Alternativ gelingt das auch über die Option „Pfade“ in den Einstellungen.

Doch wie steuert man überhaupt Wii-Spiele? Schließlich ist die Konsole der Pionier für Bewegungssteuerung. Anders als das gewohnte Gamepad, was beim Gamecube standardmäßig zum Einsatz kommt,



So hübsch sieht das mittlerweile neun Jahre alte Super Mario Galaxy in 4K mit HD-Texturmod aus. Dafür benötigt man aber einen Computer mit High-End-CPU und -Grafikkarte.





Super Mario Galaxy ist einer der wenigen Wii-Titel, der extrem viel Leistung einfordert. Die Original-Auflösung beträgt  $640 \times 528$  Pixel (links). Wer in Full HD (Mitte) mit HD-Texturmod zocken möchte, benötigt mindestens eine GTX 970/R9 390. Für 4K (rechts) muss es eine aktuelle Grafikkarte ab 400 Euro sein.

setzt die Wii auf einen kabellosen Bewegungs-Controller, der wie eine Fernbedienung aussieht. Verschiedene ansteckbare Erweiterungen ergänzen die sogenannte Wiimote etwa um einen Analog-Stick (Nunchuk) oder um ein klassisches Gamepad (Classic Controller). Im Test haben wir Gamecube-Spiele mit einem kabellosen Xbox-360-Controller gespielt. Das funktioniert natürlich auch mit anderen Pads; dieses sollte aber zwei Analog-Sticks haben. Dank eines umfangreichen Menüs zum Konfigurieren von Controllern kann man sogar viele Wii-Titel recht bequem mit einem normalen Gamepad spielen.

Damit das klappt, muss man in den Controller-Einstellungen den Punkt „Emulierte Wiimote“ auswählen. Anschließend entscheidet man sich in den Einstellungen bei „Gerät“ für das angeschlossene Gamepad. Nun lassen sich die Tasten von Wiimote und Zubehör zuweisen. Dafür klickt man in das jeweilige Feld und drückt anschließend den gewünschten Button auf dem Gamepad. Doch Halt: Ein normaler Controller erkennt doch gar keine Bewegungen!? Das ist in vielen Wii-Titeln ein Problem: Etwa bei Super Mario Galaxy steuert man den Pfeil auf dem Bildschirm zum Einsammeln der Sternteile über Bewegungen der Wiimote aus dem Handgelenk. Aber auch mit einem klassischen Controller lässt sich der Titel spielen: In den Einstellungen kann man den zweiten Analog-Stick eines Gamepads so

konfigurieren, dass dieser Stick den Pfeil lenkt. Dafür muss man in den Einstellungen den Punkt „IR“ mit den Bewegungen des zweiten Analog-Sticks verknüpfen.

Wer über Bluetooth an seinem Computer verfügt, kann eine echte Wiimote inklusive Nunchuk & Co. verwenden. Auch die Plus-Version der Wiimote mit mehr Bewegungssensoren ist kompatibel. Einige Titel wie „Wii Sports Resort“ setzen diese Version zwingend voraus. Dafür koppelt man den Bluetooth-Controller

wie gewohnt mit dem Rechner und wählt in den Controller-Einstellungen von Dolphin „Echte Wiimote“ aus. Damit man mit der Fernbedienung einen Zeiger auf dem Bildschirm steuern kann, benötigt man zusätzlich die Sensorleiste der Wii-Konsole mit Infrarot-Positionslampen. Diese wird von der Infrarot-Kamera in der Wiimote als fester Bezugspunkt erkannt. Ohne Sensorleiste würde die Steuerung beim Gebrauch driften. Alternativ kann man die Sensorleiste auch für wenige Euro nachkaufen. Damit Wiimotes am PC optimal laufen, sollte man sich zusätzlich den über den c't-Link abrufbaren Bluetooth-Workaround anschauen.

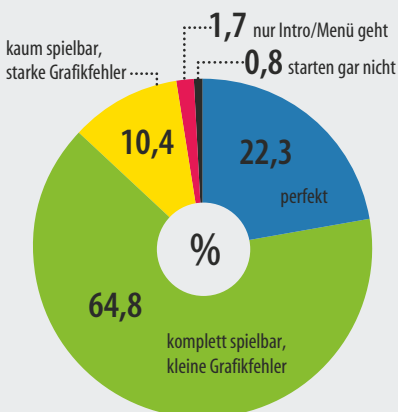
Dolphin erkennt sogar exotisches Zubehör wie das Balance Board oder die Donkey-Konga-Bongos vom Gamecube; Letztere kann man aber nur mittels Adapter für rund 15 Euro anschließen.

### Multiplayer deluxe

Mit Dolphin ist es obendrein möglich, Spiele mit mehreren Freunden an einem Computer zu zocken. Dafür muss man mehrere Controller konfigurieren und schon steht etwa einer Partie „Mario Kart“ im Split-Screen nichts mehr im Wege. Dolphin bringt aber auch noch ein ganz besonderes Schmankerl mit: Über die NetPlay-Option können sich Spieler online treffen, um gegeneinander anzutreten. Dafür kann man etwa eine Direktverbindung zum Computer eines Freund ein-

### Kompatibilität\*

Fast 90 Prozent aller Gamecube- und Wii-Spiele kann man nahezu problemlos über Dolphin zocken.



\*laut Bewertungen von Spielern, Stand 26. 10. 2016



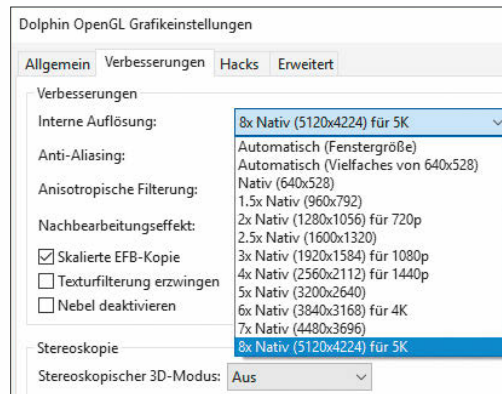
richten. In diesem Fall muss der in den NetPlay-Konfigurationen eingestellte UDP-Port im eigenen Router freigegeben sein.

Wer zum Beispiel die Wii-Version von Mario Kart online gegen Gegner in der ganzen Welt spielen will, muss noch etwas tiefer in die Trickkiste greifen: Nintendo hat die Server des Titels nämlich offiziell am 20. Mai 2014 offline genommen. Liebhaber des Titels haben seitdem im Zuge des Wiimmfi-Projektes eigene Server online gestellt. Auf diese kann man aber mit geringem Einstellungsaufwand nur direkt über die Wii-Konsole zugreifen. Wer sich über Dolphin mit den Servern verbinden möchte, muss das Mario-Kart-ISO patchen (siehe c't-Link).

## Ressourcen-Fresser

Dolphin nutzt maximal drei CPU-Kerne. Ausschlaggebend für die Performance ist die Single-Thread-Leistung. Intel-CPU's der i-Familie sind in dieser Disziplin sehr leistungsfähig und eignen sich daher besonders gut für flüssiges Spielen mit Dolphin. AMD-CPU's hinken bei der Single-Thread-Performance deutlich hinterher. Im Test zeigte sich, dass selbst mit einem AMD-Topmodell der FX-8000-Serie im Vergleich zu einem aktuellen i5-Prozessor von Intel die Leistung um fast die Hälfte einbricht. Dolphin freut sich zudem über jedes MHz, und wer seine CPU übertaktet, profitiert davon spürbar. Das geschieht natürlich auf eigene Gefahr. Im Arbeitsspeicher belegt Dolphin ohne Texturmods lediglich 700 MByte.

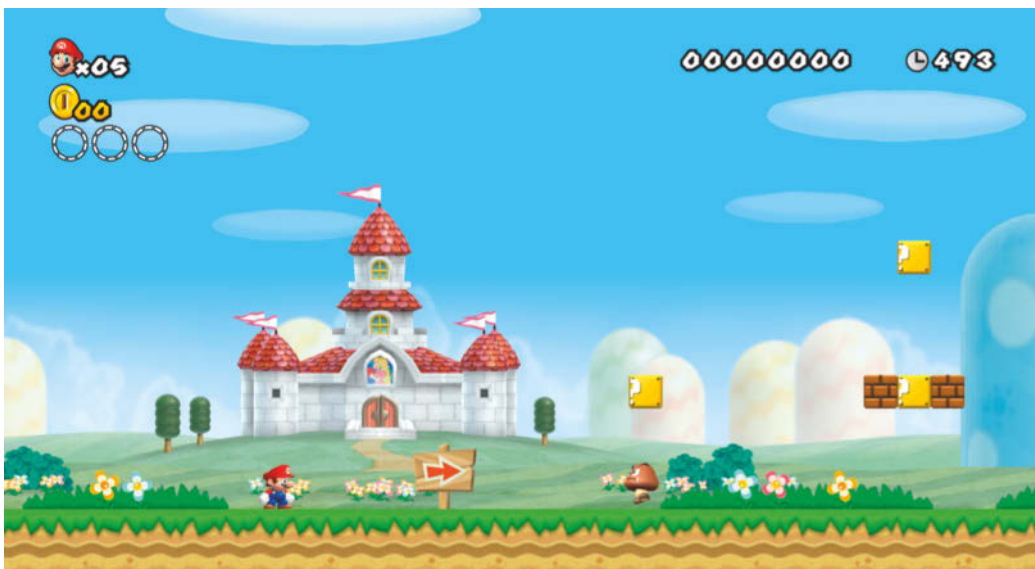
Die Emulation stellt zudem hohe Ansprüche an die Grafikkarte. Anders als beim Prozessor ist AMD in dieser Disziplin aber nicht abgeschlagen. Der Leistungshunger rührt unter anderem daher,



Die Wii-Konsole rendert 3D-Grafiken maximal mit mageren 640 × 528 Pixeln. Dolphin kann die interne Auflösung auf bis zu 5120 × 4224 Bildpunkte hochschrauben.

dass ein Großteil der von Nintendo entwickelten Titel von Haus aus auf 60 fps ausgelegt sind. Kommt eine Grafikkarte in diesem Fall nicht hinterher, gerät das gesamte Spiele-Gerüst ins Wanken und der Titel ist unspielbar. Zudem ist das Emulieren der ATI-Grafikchips Flipper (Gamecube) und Hollywood (Wii) sehr anspruchsvoll: Anders als moderne Grafikkarten setzen die betagten Grafikchips nicht auf flexibel programmierbare Shader (Unified Shader), sondern auf ein statisches Repertoire zum Rendern von 3D-Grafik (Fixed function). Dementsprechend fordert die Nachbildung viel Ressourcen ein.

Als Benchmark und gleichzeitig Worst-Case-Szenario setzten wir Super Mario Galaxy von Nintendo ein: Dieser Titel ist besonders anspruchsvoll und fordert CPU und Grafikkarte immens. Damit das Spiel in Full HD mit Kan-



Nicht alle Spiele nehmen die Grafikkarte so hart ran wie Super Mario Galaxy. New Super Mario Bros. berechnet sogar eine aktuelle Mittelklasse-Grafikkarte in 4K und mit HD-Texturen durchweg flüssig.

# Die Lieblingstitel der c't-Redaktion



## Super Mario Galaxy 1 & 2

Im Weltall gibt es kein oben und unten: Darauf baut die Spiel-Mechanik von Super Mario Galaxy und Nintendo, würzt das noch mit einer kräftigen Prise Gravitation. Das Ergebnis ist ein aberwitziges 3D-Jump,n'Run-Spiel, welches vor kreativen Ideen strotzt. Das kann bisweilen Schwindelgefühle auslösen – im positiven Sinne. Dank der perfekten Steuerung hat man den quirligen Klempner aber immer im Griff. Nach dem wegweisenden Super Mario 64 vom Nintendo 64 haben die Japaner es mit den Titeln erneut geschafft, die Latte für dieses Genre noch höher zu legen.

**Erscheinungsjahr:** 2007/2010

**Entwickler:** Nintendo

**Plattform:** Wii

**HD-Texturen verfügbar:** ja



## Paper Mario: Die Legende vom Äonentor

Mario und sein Bruder Luigi können nicht nur durch Levels hüpfend Prinzessin Peach retten, sie erleben auch richtige Rollenspielabenteuer. Die Paper-Mario-Reihe feierte ihren Einstand auf dem Super Nintendo. Rollenspiel-typisch kann man die Party-Mitglieder aufleveln und Attribute vergeben, um etwa die Lebensenergie zu steigern. Verschiedene Spezial-Attacken und Items helfen in den rundenbasierten Kämpfen. Das Spiel ist zudem richtig komisch – der Wortwitz leidet aber unter der deutschen Übersetzung.

**Erscheinungsjahr:** 2004

**Entwickler:** Intelligent Systems

**Plattform:** Gamecube

**HD-Texturen verfügbar:** ja



## The Legend of Zelda: Twilight Princess

Episch, düster, meisterhaft: Protagonist Link kämpft mit dem Fabelwesen Midna an seiner Seite gegen Schattenkreaturen, die das Königreich Hyrule an sich reißen wollen. Oft findet sich Link in einer düsteren Paralleldimension wieder. Die Kämpfe und Rätsel sind angenehm knackig und nur zu lösen, wenn man die verschiedenen Fähigkeiten vom normalen und wölfischen Link richtig einsetzt. Dieses Konzept ist brillant umgesetzt, und gepaart mit dem extrem stimmigen Artwork handelt es sich bei dem Titel unserer Einschätzung nach um eines der besten Videospiele überhaupt.

**Erscheinungsjahr:** 2006

**Entwickler:** Nintendo, SRD

**Plattform:** Gamecube, Wii

**HD-Texturen verfügbar:** ja

tenglättung (Antialiasing) stets flüssig mit 60 fps läuft, muss mindestens eine i5-CPU nebst einer Grafikkarte vom Kaliber einer GeForce GTX 970 respektive AMD Radeon R9 390 im Computer verbaut sein. Für 4K muss es dann schon eine GTX 1070 beziehungsweise Radeon R9 Fury X sein.

Doch keine Angst: Wer die interne Auflösung herunterschraubt und auf Kantenglättung verzichtet, kann einige Spiele sogar mit Onboard-Grafikkarten zocken. Zum Beispiel „Paper Mario: Die Legende vom Äonentor“ für Gamecube lief im Test in Full HD überraschend gut mit der Onboard-Grafikkarte HD Graphics 530 von Intels i5-6500-CPU. Für mehr Frames kann man in den Grafik-Optionen den Haken beim standardmäßig deaktivierten Punkt „Skip EFB Access from CPU“ setzen. So gewannen wir mitunter rund zehn Frames pro Sekunde. In einigen Spielen provoziert die Option jedoch Grafikfehler. Im Dolphin-Wiki kann man nachlesen, bei welchen Titeln das der Fall ist.

In den ersten Spielminuten ist ein Ruckeln übrigens selbst auf High-End-Systemen unvermeidbar: In dieser Zeit baut Dolphin den Shader-Cache. Wer eine neue Version von Dolphin nutzt oder einen aktuellen Grafik-Treiber installiert, setzt diesen Cache übrigens zurück.

## Grafik aufpolieren

Von Werk aus rendert der Emulator Gamecube- und Wii-Titel mit mickrigen 640 × 528 Bildpunkten – mit dieser Auflösung berechnet die Wii-Spielkonsole intern die Grafik. Der Ergebnis ist ein matschiges und flimmerndes Bild. Zeit, selbst Hand anzulegen.

Dolphin kann die Grafik intern mit einem Vielfachen der Ausgangsauflösung berechnen. Das Ende der Fahnenstange ist aktuell mit der achtfach höheren Auflösung mit 5120 × 4224 Pixeln erreicht. Diese Einstellung fordert die Grafikkarte immens, schließlich muss sie statt rund 338.000 Bildpunkten in der höchstmög-

lichen Einstellung satte 21,6 Millionen Pixel stemmen – und das bei vielen Titeln zwingend konstant mit 60 fps.

Da viele noch Bildschirme mit Full-HD-Auflösung einsetzen, empfehlen wir, die Grafik intern mit 1920 × 1584 Bildpunkten berechnen zu lassen und die Vollbildauflösung auf 1920 × 1080 Pixel einzustellen. Damit an Objektkanten der Treppcheneffekt nur reduziert auftritt, sollte man die vierfache Multisampling-Kantenglättung 4x MSAA aktivieren. Die Alternative SSAA liefert ein noch schickeres Ergebnis, da der Ansatz den gesamten Bildinhalt glättet. SSAA fordert aber auch deutlich mehr Leistung ein. Ob man in 4K und höher überhaupt eine Kantenglättung braucht, ist neben der Leistungs- auch eine Geschmacksfrage: Im Grunde zeichnen die vielen Pixel Objektkanten ausreichend fein. Damit auch die Darstellung von weiter entfernten Texturen scharf bleibt, setzt man den anisotropischen Filter auf 16x; der höchstmögliche Wert hat-



### **Zack & Wiki: Quest for Barbaros' Treasure**

Im Grunde spielt sich der Titel wie ein klassisches Point-and-Click-Adventure. Mit dem Unterschied, dass man die Rätsel mittels Bewegungen löst. So kombiniert man auf der Suche nach einem legendären Piratenschatz verschiedene Gegenstände und fällt etwa mit Sägebewegungen einen Baum, um eine Brücke zu bauen. Die Rätsel sind zum Teil richtige Kopfnüsse – die Lösungen aber stets charmant. Das oft nötige korrekte Timing von Aktionen kann jedoch für Frust sorgen. Aufgrund der liebenswerten Grafik und des Ideenreichtums der Entwickler kann man die Wiimote aber nur schwer aus der Hand legen.

**Erscheinungsjahr:** 2007

**Entwickler:** Capcom

**Plattform:** Wii

**HD-Texturen verfügbar:** nein



### **Star Wars Rogue Squadron II: Rogue Leader**

Sie sind Star-Wars-Fan und haben diesen Titel noch nie gespielt? Dann haben Sie vermutlich das ultimative Spiel dieser Serie verpasst. Rogue Leader fängt die Star-Wars-Atmosphäre damals audio-visuell beeindruckend ein und dank Dolphin sieht das auch 15 Jahre nach Release noch toll aus. Noch toller ist, dass man (fast) alle Fluggefechte, wie die Schlacht von Endor, nachspielen kann. Dabei nimmt man unter anderem im X-Wing Platz und nimmt die imperialen Truppen entweder aus der Cockpit- oder Third-Person-Ansicht unter Beschuss.

**Erscheinungsjahr:** 2001

**Entwickler:** Faktor 5, LucasArts

**Plattform:** Gamecube

**HD-Texturen verfügbar:** ja



### **Metroid-Prime-Teile**

Nintendos Kopfgeldjägerin Samus Aran ist seit der Gamecube-Version in Ego-Shooter-Gefilden unterwegs. Sie kämpft beharrlich gegen Weltraumpiraten, um die Galaxie zu beschützen. Dabei steht das Erforschen von Sci-Fi-Welten im Fokus. Währenddessen stößt man auf vermeintliche Sackgassen, die man erst mit verschiedenen Fähigkeiten und Items überwinden kann. So verwandelt sich Samus etwa in einen Ball und kugelt so durch Röhrensysteme. Das Prinzip von Suchen, Finden und schließlich Weiterkommen ist ungemein motivierend und mit effektvollem Geballer garniert.

**Erscheinungsjahr:** 2002 bis 2009

**Entwickler:** Retro Studios, Nintendo

**Plattform:** Gamecube, Wii

**HD-Texturen:** nein

te unseren Tests zufolge keinen negativen Einfluss auf die Performance.

Darüber hinaus muss man für konstante 60 fps den Haken bei „V-Sync“ in den Grafik-Einstellungen setzen. Wer

wissen möchte, mit wie vielen Bildern pro Sekunde ein Titel läuft, kann das nach Aktivierung der Option „FPS anzeigen“ ablesen. Als Grafik-Backend sollte OpenGL zum Einsatz kommen: In unseren

Tests konnten wir so am flüssigsten spielen und verzeichneten die wenigsten Grafikfehler.

Für optimale Spielekompatibilität empfiehlt es sich, die restlichen Grafik-





Wer die Custom-Build-Version Ishiiruka nutzt, kann die Grafik noch mehr aufdonnern: Über die Tessellation-Option erscheinen eigentlich flache Texturen plastisch.

einstellungen nicht anzufassen. Sollte doch mal ein Titel eine spezielle Option voraussetzen, geschieht die Konfiguration beim Spielstart automatisch: Dolphin beruft sich dabei auf eine Spieledatenbank, in der die optimalen Einstellungen für jeden Titel hinterlegt sind. Achtung: Aktiviert Dolphin spezielle Grafikoptionen, zeigt der Emulator dies kurz beim Start eines Titels in gelber Schrift an. Ist das der Fall, sollte man während des Spielens nicht die Grafikeinstellungen öffnen, denn das setzt die zuvor aktivierten Optionen zurück.

## Neuer Glanz

Mit den oben beschriebenen Einstellungen sieht Super Mario Galaxy schon richtig schick aus und man kann es kaum glauben, dass der Titel schon neun Jahre auf dem Buckel hat. Doch jetzt kommt das Sahnehäubchen: Die Community rund um den Dolphin-Emulator ist extrem fleißig und hat viele beliebte Gamecube- und Wii-Titel nahezu komplett mit neuen HD-Texturen tapeziert. Etwa bei Super Mario Galaxy trifft das auf rund 80 Prozent der Spielumgebung und Charaktere zu. Dank der frischen digitalen Tapete erscheint die Grafik auf den ersten Blick knackiger und sauberer und lässt den Pixelmatsch aus Wii-Zeiten wie einen Alptraum aus grauer Vorzeit erscheinen.

HD-Texturen kann man über das offizielle Dolphin-Forum herunterladen. In der Regel stehen die Texturen verlustfrei komprimiert im PNG-Format und im ressourcenschonenderen, weil komprimier-

ten DDS-Format bereit. Damit ein Spiel diese Texturen nutzt, muss man sie im korrekten Ordner ablegen und eine Option in den Grafik-Einstellungen von Dolphin aktivieren.

Der Ordner findet sich unter Dokumente/Dolphin Emulator/Load/Textures. Dort angekommen, legt man einen neuen Ordner mit dem Namen der Spielkennung des jeweiligen Titels an. Diese Kennung kann man nach einem Rechtsklick auf ein Spiel in der Auswahlliste des Emulators unter dem Reiter Info ablesen. Bei beispielsweise der PAL-Version von Super Mario Galaxy lautet sie RMGP01. In den angelegten Ordner kommt dann alles, was sich im heruntergeladenen Texturpaket befindet. Anschließend setzt man im Erweitert-Reiter der Grafikeinstellungen noch den Haken bei „Lade benutzerdefinierte Texturen“ – fertig!

Die deutlich hübscheren digitalen Tapeten fordern noch mehr Leistung ein. Das bereits erwähnte Gespann aus i5 und GTX 970 stemmt aber auch die HD-Texturen in Full HD ohne Probleme. Damit Titel mit hochauflösenden Texturen ruckelfrei laufen, sollte man diese von Dolphin mittels der Option „Benutzerdefinierte Texturen vorladen“ in einem Rutsch in den Arbeitsspeicher des Computers schaufeln lassen. Doch Vorsicht, diese Option ist ein echter RAM-Fresser: Das Vorladen der alternativen PNG-Texturen von Super Mario Galaxy dauerte im Test nach dem Spielstart rund 40 Sekunden und sie belegten satte 5,5 GByte RAM.

Wer optisch noch mehr aus Gamecube- und Wii-Spielen herausholen will, sollte sich den Custom Build von Dolphin namens Ishiiruka anschauen. Dank vielfältigerer Grafikoptionen und -filter erscheinen Spiele noch schicker. Das beeindruckendste Ergebnis erzielt man mit der Tessellation-Funktion. Einmal aktiviert, erscheint etwa die ansonsten platte Textur einer Steinmauer plastisch. In den Optionen von Ishiiruka können sich Grafik-Fetischisten also richtig austoben, müssen aber zum Teil auch mit deutlichen Performance-Einbrüchen und vereinzelt Grafikfehlern rechnen. Der Custom Build verfolgt zudem einen alternativen Ansatz bei der Shader-Erzeugung und soll so Ruckler vermeiden. Auf unserem Testsystem konnten wir aber keinen Unterschied ausmachen. Mitunter könnten aber Spieler mit schwachbrüstigerer Hardware von Ishiiruka profitieren.

## Cheats zum Aufhübschen

Viele Gamecube-Titel laufen mit dem Bild-Seitenverhältnis 4:3. Auf einem 16:9-Bildschirm erscheinen derartige Titel demnach links und rechts von dicken schwarzen Balken eingerahmt. In den Grafikeinstellungen von Dolphin kann man im Reiter „Verbesserungen“ den „Breitbild-Hack“ aktivieren, damit Spiele bildschirmfüllend erscheinen.

Leider geht bei Paper Mario: Die Legende vom Äonentor die Grafik kaputt, wenn diese Option aktiviert ist. Aber auch hier gibt es Abhilfe: Bei dem Titel ist es möglich, das Bild über die Manipulation von HEX-Werten auf 16:9 zu strecken und gleichzeitig die Proportionen von Objekten aufrechtzuerhalten. Das gelingt über Action-Replay- und Gecko-Cheat-Codes, die man über die Einstellungen eines Spiels einpflegen kann. In den Dolphin-Optionen muss man dann noch den Haken beim Punkt „Cheats aktivieren“ setzen. Auf diesem Weg geht sogar noch mehr: Über Cheats kann man „Super Mario Sunshine“ nicht nur in 16:9, sondern auch mit 60 anstatt 30 Bildern die Sekunde genießen.

## Ausblick: VR in Sicht

Seit Sommer 2008 ist der Quelltext von Dolphin frei verfügbar und der Emulator ist mittlerweile zu einem beeindruckenden Stück Open-Source-Software herangewachsen. Die noch nicht datierte Version 6.0 zeichnet sich bereits am Horizont ab und könnte bei der Performance abermals einen gewaltigen Sprung nach vorne machen. Das Zauberwort für ein noch




flüssigeres Spielerlebnis lautet: Ubershader. Dabei handelt es sich um einen riesigen Universal-Shader, der anstatt unzähliger einzeln generierter Shader in unterschiedlichen Render-Szenarien zum Einsatz kommt. Das spart Rechenzeit, letztlich muss Dolphin „nur“ den Ubershader erzeugen.

Doch was effektiv klingt, ist in der Praxis offensichtlich schwierig umzusetzen. Schließlich muss das Dolphin-Team den Kern zum Erzeugen von Grafiken in großen Teilen neu gestalten. Laut den Entwicklern steckt die Ubershader-Implementierung noch in den Kinderschuhen: Wenn ein Titel überhaupt läuft, brechen die Frames zum Teil in den einstelligen Bereich ein.

Deutlich weiter ist das Dolphin-Team bei der Implementierung des Vulkan-Backends als Alternative zu DirectX und OpenGL. Besitzer von AMD-Grafikkarten können sich auf einen Performance-Zuwachs von rund 25 Prozent im Vergleich zu OpenGL freuen, aber auch Besitzer von Nvidia-Grafikkarten profitieren je nach Spiel von Vulkan, wenn auch nicht so signifikant. Wer sich an der Entwicklung beteiligen will, findet die Projekte zur Steigerung der Performance auf GitHub.

Neben Leistungsoptimierungen arbeiten die Entwickler auch am Support für Virtual-Reality-Brillen. Besitzer einer HTC Vive oder Oculus Rift können das bereits jetzt inoffiziell mit einem Fork von Dolphin ausprobieren. Damit das klappt, ist aber etwas Frickelarbeit nötig (siehe c't-Link). Das Ergebnis ist zudem durchwachsen und man braucht einen starken Magen.

Wer bei der Entwicklung von Dolphin nichts verpassen möchte, sollte regelmäßig die Webseite des Emulators besuchen: Dort veröffentlicht das Team monatliche Status-Updates und informiert über kleine und große Neuerungen, die Einzug in Dolphin gehalten haben. (des@ct.de) 

**Anleitungen & Tools:** [ct.de/yr3f](http://ct.de/yr3f)

### Legal mit Dolphin zocken

Um Spiele auf einem Computer zu emulieren, ist eine Lizenz unabdingbar; man muss den jeweiligen Titel also besitzen. Dolphin benötigt zwingend ein ISO-Abbild eines Spiels; eine Original-DVD wird nicht erkannt. Wer noch Gamecube- und Wii-Spiele besitzt, kann die Discs über zwei verschiedene Wege rippen.

Auf einem Computer funktioniert das Rippen mit dem Tool Rawdump. Voraussetzung dafür ist ein kompatibles DVD-Laufwerk, das die proprietären Gamecube- und Wii-Spiele-DVDs erkennt. Im Internet existiert eine Kompatibilitätsliste, die jedoch nur mittlerweile veraltete Laufwerke aufführt. Aber eventuell haben Sie ja so eins in einem älteren Computer verbaut; ansonsten hilft nur Ausprobieren.

Alternativ kann man Spiele auch direkt mit der Wii-Konsole auslesen und auf einer eingesteckten SD-Karte oder einer externen Festplatte speichern. Voraussetzung dafür ist ein Softmod, damit man die Homebrew-Anwendung CleanRIP nutzen kann. Weitere Infos zu den Prozessen und die nötigen Tools finden Sie über den c't-Link.

Viele Gamecube- und Wii-Spiele kann man übrigens noch neu kaufen. Für bereits vergriffene Titel ist es lohnenswert, Flohmärkte abzugrasen.

Zum Download angebotene ISOs sind rechtswidrige Vielfältigungen. Diese Quellen sollte man demzufolge meiden.



# Pimp my Pod

## Den iPod mini mit Flash-Karte und neuem Akku aufrüsten

**Auch über zehn Jahre nach seiner Einführung macht Apples bunter kleiner Medienplayer noch eine gute Figur. Wer ein wenig Bastelarbeit nicht scheut, verhilft ihm mit Flash-Speicher zu zeitgemäßer Kapazität und spendiert bei der Gelegenheit einen frischen Akku.**

**Von Benjamin Kraft**

**A**ls ich vor einigen Tagen das Kinderzimmer aufräumte, fiel mir mein alter silberner iPod mini wieder in die Hände. Ich hatte ihn während meines Studiums gekauft, doch zwischenzeitlich war er zum Spielzeug meiner Töchter degradiert worden, was ihm die eine oder an-

dere Schramme eingebracht hatte. Neugierig, ob er den schroffen Umgang wohl überstanden hat, steckte ich ihn an meinen Rechner – und siehe da, er startete problemlos. Die Akkulaufzeit reichte allerdings nur noch für eine Handvoll Lieder. Außerdem kamen mir die 4 GByte Speicher angesichts meiner über die Jahre gewachsenen Musikbibliothek plötzlich winzig vor, und es dauerte gefühlt ewig, um Playlisten auf den iPod zu kopieren.

Doch zum Aussortieren war mir mein Silberling zu schade. Es hingen zu viele Erinnerungen dran, von einer allgemeinen Nostalgie ganz zu schweigen. Außerdem packte mich der Basteltrieb. Am Ende steckte nicht nur ein neuer Akku im Alu-Gehäuse, der Speicherplatz war mit 64 GByte gleich sechzehnmal so groß wie

vorher – auch deshalb spannend, weil man diese iPod-Generation als externes Laufwerk nutzen kann. Viele Vorkenntnisse braucht man für das Upgrade übrigens nicht, nur eine ruhige Hand, ein wenig Ehrgeiz und Geduld.

### Teilebeschaffung

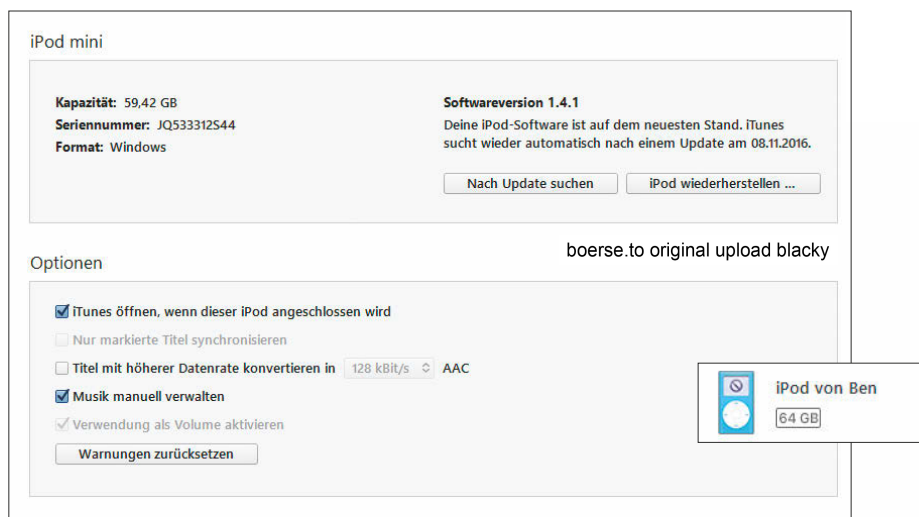
Apple verkauft zwar keine Original-Ersatzteile, geeignete Ersatzakkus gibt es aber erfreulicherweise recht günstig im Versandhandel. Eine Suche nach „iPod Ersatzakku EC007“ liefert mehrere Treffer; hier kann man nach Preis, Bewertung und Kapazität entscheiden. Einigen liegt praktischerweise bereits kleines Werkzeug bei. Ich entschied mich für ein Exemplar mit 2,2 Wh, Kostenpunkt rund 8 Euro.

Beim Speicher hat man die Wahl zwischen einer CompactFlash-Karte oder einer SD-Card in Verbindung mit einem CF-Adapter. CF-Medien sind zwar aufs Gigabyte gerechnet meist teurer – speziell in größeren Kapazitäten –, in der Regel aber schneller als SD-Kärtchen. Das macht sich vor allem bemerkbar, wenn man Musik auf den Player kopiert, aber auch in kürzeren Zugriffszeiten auf Lieder. Außerdem benötigen sie keinen Adapter, weil sie pin-kompatibel zum Microdrive sind. In jedem Fall muss der CF-Teil UDMA beherrschen, damit der iPod darauf zugreifen kann. Letztlich war mir die CF-Karte einfach zu teuer. So fiel meine Wahl auf eine SD-Karte, nämlich die 64 GByte große SanDisk Ultra, sowie den Extreme CF Adapter von Computerbay. Beides zusammen kostete knapp 33 Euro, das Aufrüstmaterial unterm Strich also gut 40 Euro – allein die gleich große CF-Karte hätte mindestens 15 Euro mehr gekostet. Welches Werkzeug Sie sich für den Umbau zurechtlegen sollten, steht im Kasten „Material für den Umbau“.

### Alles muss raus!

Zuerst gilt es, die beiden dünnen Plastikabdeckungen zu lösen, angefangen mit der unteren. Das gelänge zwar mit einem sehr dünnen Schlitzschraubendreher – Stichwort Uhrmacherwerkzeug –, hinterlässt aber beim Heraushebeln und erst recht beim Abrutschen hässliche Dellen und Riefen.

Bringen Sie daher besser mit einer Heißklebepistole einen kleinen Tropfen auf der unteren Plastikabdeckung auf, an



Nach dem Umbau besitzt der iPod mini die sechzehnfache Kapazität und nimmt damit auch große Musiksammlungen auf.

dem Sie beispielsweise die Klinge eines größeren Schraubendrehers als Hebel ankleben. Um den Kleber später möglichst einfach entfernen zu können, benutzen Sie davon so wenig wie möglich und achten darauf, dass er weder in die Spalten zwischen Gehäuse und Abdeckung noch in den Dock-Anschluss läuft. Ist der Kleber gehärtet, hebeln Sie die Abdeckung vorsichtig hoch und nehmen sie ab; leichter geht es oft, wenn Sie die Seite, die Sie gerade bearbeiten, mit einem Heißluftföhn erwärmen. Bei Bedarf können Sie vorsichtig mit einem kleinen Schlitzschraubendreher gezielt nachhelfen. Achtung: Brechen oder biegen Sie die kleinen Plastikschnappnasen nicht ab!

Am besten entfernen Sie direkt im Anschluss den Heißkleber. Das meiste bekommt man mit dem Fingernagel ab, hartnäckigen Resten rückt man mit dem Föhn zu Leibe und pellt sie nach und nach ab. Keinesfalls sollten Sie Aceton dazu nehmen, das den Kunststoff aufweicht und verformt. Auch von Rasierklingen sollte man die Finger lassen, um den Deckel nicht zu zerkratzen.

Nun aktivieren Sie die Tastensperre und wiederholen das Prozedere an der Oberseite, an der der Plastikdeckel zusätz-

lich von innen angeklebt ist. Auch hier leistet der Föhn gute Dienste. Unter dem Deckel sitzen zwei kleinen Schrauben, die Sie mit einem kleinen Kreuzschlitzdreher entfernen. Legen Sie alle Schrauben und Teile sorgfältig ab, etwa in die einzelnen Fächer eines Eiswürfelbereiters.

Nun hebeln Sie das kleine Halteblech aus der Unterseite heraus. Die Spitzpinzette ist dazu das Werkzeug der Wahl, mit dem Sie die Ärmchen des Blechs an den kleinen Löchern nach innen biegen und dann heraufziehen. Davon, einen Schraubendreher zu nutzen, rate ich aus persönlicher Erfahrung ab. Schnell rutscht man ab und durchtrennt das Flachbandkabel fürs Click Wheel, das direkt hinter dem Blech verläuft. Schwacher Trost für mein angekratztes Bastler-Ego: In spezialisierten Shops findet man das Clickwheel samt Kabel für unter 10 Euro (siehe c't-Link). Kopfhörerbuchse und Hold-Schalter bleiben mitsamt dem Blech einfach an ihrem Platz an der Oberseite.

Mit einem kleinen Schraubendreher lösen Sie unten das sensible Flachbandkabel fürs Click Wheel, indem Sie es an der Seite hochhebeln, möglichst dicht am schwarzen Stecker. Anschließend schieben Sie das Innenleben mit wohl dosiertem Krafteinsatz nach oben aus dem Gehäuse heraus. Ziehen Sie dabei keinesfalls am oberen Blech, denn die Lötstellen des Kopfhörerbuchsenaufbaus brechen schnell ab! Bleibt die Platine hängen, schieben Sie von der Unterseite mit einem möglichst breiten Gegenstand nach, den Sie auf das silberfarbene Pufferpolster aufsetzen. Ist das Innenleben herausgerutscht, halten Sie das Mainboard mitsamt

## Material für den Umbau

- iPod mini (4 GByte oder 6 GByte)
- Kreuzschlitzschraubendreher (klein)
- Schlitzschraubendreher (klein)
- Spitzpinzette
- Heißklebepistole
- Flash-Medium (SD-Card plus UDMA-kompatibler CF-Adapter oder CF-Card)
- neuer Akku, Ersatzteiltyp EC007
- Dock-Connector-Kabel
- Eiswürfelbehälter für Schrauben und Bauteile
- Schraubendreher (groß, als Hebel)
- Föhn

Akku, Microdrive und Display-Daughterboard in Händen.

## Transplantation

Der Wechsel des Akkus ist schnell erledigt. Legen Sie die Platine mit dem Display nach unten auf eine weiche, fusselfreie Unterlage und ziehen Sie den weißen Pfostenstecker mit den Fingernägeln ab. Dann lösen Sie den Akku mit den Fingern von der Platine, wo er auf einem kleinen Klebepad ruht, und ersetzen ihn durch die neue Energiezelle. Ist deren Kabel zu lang, können Sie es zwischen dem Pfostenstecker und der benachbarten Spule unterbringen.

Beim Microdrive ist Feingefühl erforderlich. Erst heben Sie es hinten an, dann lösen Sie vorn die Plastikfolie ab, die über dem Laufwerksanschluss liegt. Mit einem flachen Schraubendreher oder Ihrem Fingernagel schieben Sie nun Microdrive und Anschlussleiste von der Mitte ausgehend sanft auseinander und stecken dann das neue Medium an, und zwar mit dem Label nach oben. Die blaue Gummi-Einfassung müssen Sie nicht am neuen Speicher anbringen, er sitzt auch so sicher an der vorgesehenen Stelle.

## Rein mit dem Neuen

Nun bauen Sie alle Teile in umgekehrter Reihenfolge wieder zusammen, schieben also erst die Platine mit den frisch ausgewechselten Bauteilen wieder von oben ins Gehäuse. Drücken Sie dabei gleichmäßig von oben auf das Blech des Kopfhöreraufbaus, um es nicht versehentlich vom Rest der Platine abzureißen. Sollte die Platine hängen bleiben, drücken Sie sie keinesfalls mit Gewalt weiter ins Gehäuse.

### Musiktransfer zum iPod mini

Speichermedium	Playlist synchronisieren <sup>1</sup> [s] ◀ besser
Hitachi Microdrive, 4 GByte	305
SanDisk Ultra, 64 GByte (SD Card)	124
Toshiba Exceria Pro, 128 GByte (SD Card)	105
Toshiba Exceria, 128 GByte (CF Card)	70

<sup>1</sup>137 Titel, 1,1 GByte



Das empfindliche Click-Wheel-Kabel muss gelöst werden, bevor sich das Innenleben nach oben herausdrücken lässt.



Das Microdrive schiebt man mit dem Fingernagel von seinem Pfostenstecker und ersetzt es durch eine Flash-Karte.

Schauen Sie stattdessen von unten ins Chassis, um sicherzustellen, dass nicht eines der Bauteile an der Rückseite des Click Wheels hängengeblieben ist und justieren Sie von hinten.

Sitzen schließlich Halteklammer, Schrauben sowie die beiden Deckel wieder an ihren jeweiligen Orten, wird es Zeit, den iPod einzuschalten. Ist der neue Akku leer, schließen Sie den Mini mit dem Dock Connector an Ihrem Rechner an.

## Reanimation und Ergebnisse

Beim ersten Startversuch zeigt der iPod einen Fehler, weil auf dem frisch eingepflanzten Flash-Speicher noch das Betriebssystem fehlt. Um es einzuspielen, schließen Sie ihn an einen PC oder Mac an und starten iTunes. Hat es den iPod erkannt, stellen Sie ihn, wie von iTunes vorgeschlagen, wieder her. Dabei bekommt der Player die neueste iPod-Software aufgespielt und startet dann neu. Das sollte keine zwei Minuten dauern. Anschließend können Sie den Player mit Musik befüllen. Achtung: Nach wie vor gilt, dass ein am Mac eingerichteter iPod nicht vom Windows-iTunes gefüttert werden kann. Umgekehrt klappt es hingegen.

Um zu messen, wie sich die Frischzellenkur auswirkt, synchronisierte ich eine 1,1 GByte große Playlist via iTunes mit dem iPod mini. Das Ergebnis: Mit der 64 GByte großen SD-Card dauerte der Musiktransfer nicht einmal halb so lange wie mit dem Microdrive; mit einem größeren Medium aus dem Redaktionsfundus verkürzte sich die Zeit noch weiter. Steckte eine CF-Karte im iPod, schmolz die Transferzeit gegenüber dem Originalspeicher sogar auf beinahe ein Fünftel. Als Sahnehäubchen startete der Mini auch noch

rasant und sprang flinker zum nächsten Lied. Außerdem macht so ein Alu-iPod als externes Laufwerk auch viel her. NTFS kann man allerdings nicht benutzen.

## Kür: Neue Firmware

Bei der Recherche war ich auf zahlreiche verärgerte Kommentare gestoßen, die kritisierten, dass der iPod mini nur wenige Audio-Formate wie MP3, AAC, Apple Lossless und WAV verarbeitet. Fans anderer Codecs schauen in die Röhre. Abhilfe schafft die alternative Firmware Rockbox, die etwa WMA und Ogg Vorbis, aber auch die verlustfreien Formate FLAC und Monkey's Audio Codec nachrüstet. Zudem bringt sie einen 10-Band-Equalizer, Unterstützung für Album Artwork und eine Plug-In-Schnittstelle mit, für die es nicht nur Kalender, Taschenrechner und andere Goodies, sondern sogar den Shooter-Klassiker Doom! gibt. Einige Nutzer berichten gar, der iPod laufe mit der neuen Firmware länger. Ein kurzer Funktionstest vor dem Umbau verlief erfolgreich, sodass ich mir vornahm, den geflashten Mini ebenfalls mit Rockbox zu versorgen.

Bei mir ist der Versuch letzten Endes leider gescheitert. Obwohl Rockbox auf meinem iPod startete und ich diverse Einstellungen vornehmen konnte, fror er mir mit einer Kernel Panic ein, sobald er an einem Rechner hing. Wenn Sie es dennoch probieren wollen, so gehts:

Windows-Nutzer haben es einfach: Das kostenlose Rockbox Utility erkennt meist den angeschlossenen iPod. Wenn nicht, hilft man per Auswahlmenü nach. Es genügt, die Installation mit Standardeinstellungen durchzuführen. Nach einem Neustart läuft der iPod mit der Rockbox-Firmware. Lieder und andere Inhalte ge-

langen zukünftig nicht mehr via iTunes, sondern per Drag & Drop auf den Player.

Wer auf die Apple-Firmware umschalten möchte, startet den Player neu und bewegt dabei den Schieber oben am Gerät in die „Sperren“-Position (Hold). Soll wieder Rockbox laufen, hält man den mittleren Clickwheel-Knopf beim Start gedrückt. Sagt Ihnen die alternative Firmware nicht zu, werden Sie sie mithilfe des Rockbox Utility unter dem Punkt Sicherung & Deinstallation wieder los.

Mac-Nutzer müssen in den sauren Apfel beißen und entweder einen Freund mit Windows-Rechner um Hilfe bitten oder Boot Camp bemühen, um den iPod mit iTunes dort wiederherzustellen: Rockbox Utility kann nur mit FAT32 umgehen, doch das kann iTunes am Mac nicht erstellen. Achtung, bei der Wiederherstellung gehen alle gespeicherten Inhalte verloren! Wenn Sie ohnehin schon am Windows-Rechner sitzen, führen Sie dort am besten auch gleich Rockbox Utility aus. Mir gelang es nämlich selbst mit einem FAT32-iPod am Mac nicht, die neue Firmware einzuspielen, weil der Installer nicht auf den iPod zugreifen konnte.

## Fazit

Nach dem Umbau passt meine gesamte Musikbibliothek auf den Mini, und er hält auch wieder so lange, dass ich mit dem Hören aufgabe, bevor ihm der Saft ausgeht. Dass Rockbox bei mir nicht wollte, ist zwar schade, für mich aber kein Beinbruch. Und ehrlich, einen iPod als externes Laufwerk finde ich schon sehr geekig. Den Bastelspaß war mir der Umbau auf jeden Fall wert.

(bkr@ct.de) **ct**

**Shop-Links:** [ct.de/yj9m](http://ct.de/yj9m)



**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

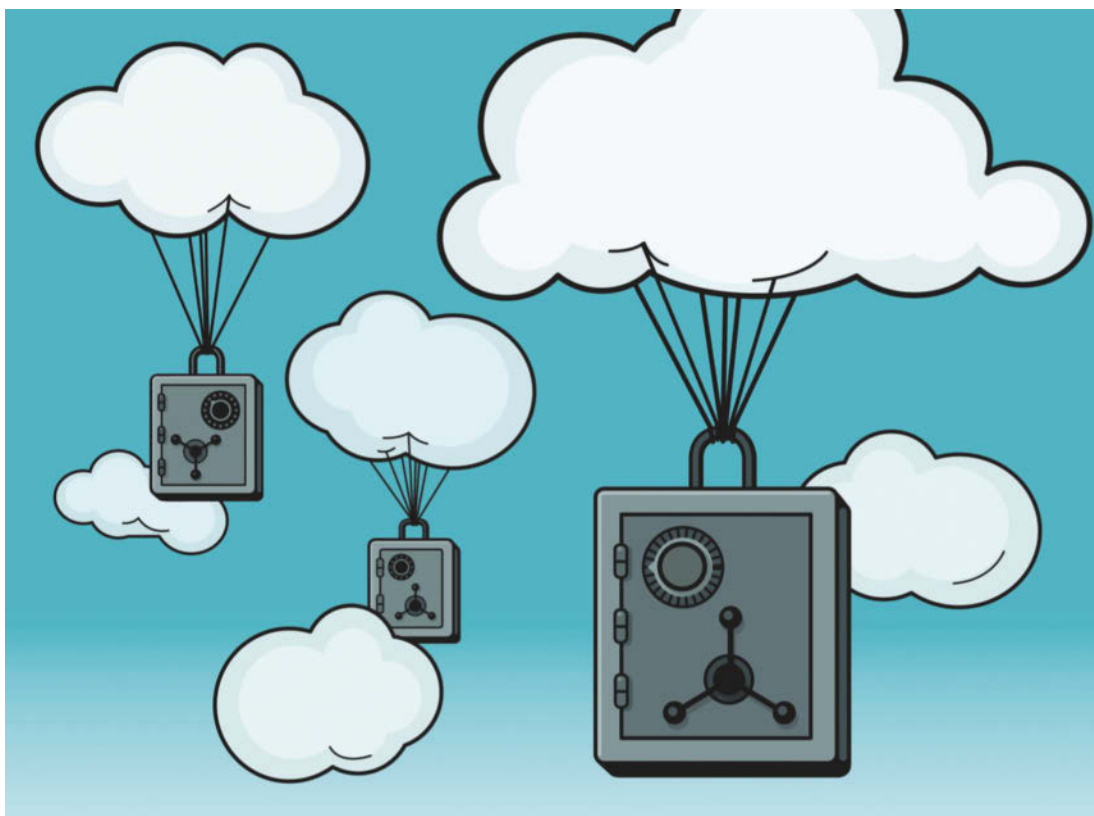


Bild: Jörg Niehage

# Du kommst hier net rein!

## Dateien in der Cloud mit Cryptomator absichern

**Cloud-Speicher erleichtern das Arbeiten über mehrere Rechner hinweg enorm, haben aber den massiven Nachteil, dass man sich von der Privatsphäre der eigenen Daten verabschieden muss. Strafverfolger, Spione und Hacker können im Zweifel alles mitlesen. Da hilft es nur, die Daten in Eigenregie zu verschlüsseln. Die Open-Source-App Cryptomator vereinfacht das und ist obendrein kostenlos.**

Von Fabian A. Scherschel

Cloud-Speicherdienste wie Dropbox, Google Drive und Microsofts OneDrive halten wichtige Daten immer und überall auf dem neuesten Stand. Wer will

schon einen USB-Stick mit sich rumschleppen, wenn die Cloud die Daten bequem automatisch synchronisiert? Wenn da nur nicht das Problem mit den potenziellen Mitlesern wäre. Keiner der großen Cloud-Dienste bietet Ende-zu-Ende-Verschlüsselung an. Heißt: Strafverfolger mit richterlichem Beschluss, NSA-Spione, Hacker und gelangweilte Mitarbeiter beim Anbieter können Ihre Urlaubsfotos sehen und Ihre Dokumente lesen. Wer mit brisanten Daten wie beispielsweise Geschäftsgeheimnissen hantiert, kann und darf dieses Risiko nicht eingehen. Und wie unangenehm ein Einbruch in den Cloud-Speicher auch bei privaten Daten sein kann, hat der Promi-iCloud-Hack „The Fapping“ im Jahr 2014 eindrucksvoll gezeigt, bei dem brisante Privatfotos von Prominenten in die Öffentlichkeit gelangt waren.

Zwar gibt es spezialisierte Cloud-Anbieter, die Ende-zu-Ende-Verschlüsselung versprechen und die Daten im Client verschlüsseln, etwas Vertrauen muss man aber auch diesen Produkten entgegenbringen [1]. Wenn der Cloud-Anbieter das Client-Programm bereitstellt, kann er auch Hintertüren einbauen. Also hält man den Anbieter seines Cloud-Speichers und den Anbieter der Verschlüsselung am besten so weit voneinander entfernt, wie es geht.

Glücklicherweise gibt es eine ganze Reihe Programme, die sich anschicken, dem Anwender das Verschlüsseln in Eigenregie zu ermöglichen [2]. Neu hinzugekommen ist vor einiger Zeit Cryptomator, eine App einer kleinen Firma aus Bonn, die nicht nur einfach zu bedienen und kostenlos ist, sondern auch ihren Quellcode komplett offengelegt und die eingesetzte

Krypto vorbildlich dokumentiert hat. Beste Voraussetzungen also, um etablierten Größen wie Boxcryptor die Stirn zu bieten.

## Von Tresoren und virtuellen Laufwerken

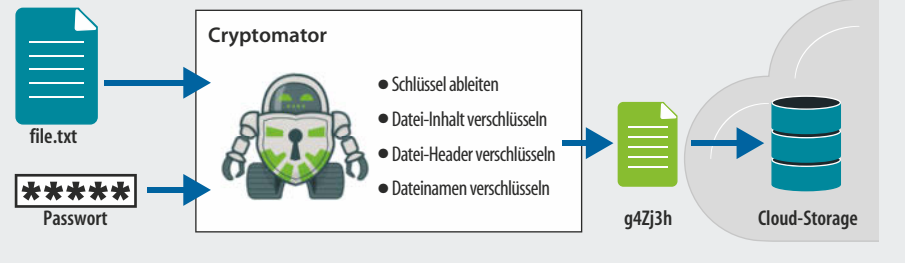
Cryptomator gibt es als Windows-Download, für macOS und als Linux-Installationspakete für Debian sowie Fedora und andere Red-Hat-basierte Distributionen. Ubuntu- und Arch-Nutzer müssen auf Drittquellen wie ein PPA und das AUR zurückgreifen. Außerdem gibt es eine allein-stehende Java-Datei, die man nicht installieren muss, für die allerdings Java auf dem System benötigt wird. Mobile Nutzer können auf ihre Daten ebenfalls vom iPhone aus zugreifen.

Ist das Programm heruntergeladen und installiert, begrüßt einen eine sehr aufgeräumte und übersichtliche Benutzeroberfläche. Hier kann man so viele Speicherorte bei so vielen Cloud-Diensten einrichten, wie man will. Wir haben in unseren Tests Dropbox, Google Drive, Microsoft OneDrive und eine selbst gehostete OwnCloud ausprobiert. Prinzipiell funktionieren alle Cloud-Speicherdienste, die einen Ordner im Dateisystem bereitstellen.

Die Speicherorte heißen bei Cryptomator Tresore. Jeder Tresor hat ein eigenes Passwort. In einem Cloud-Speicher können beliebig viele Tresore liegen, aber ein Tresor kann sich nie über mehr als ein Cloud-Konto erstrecken. Hat man einen Tresor an einer beliebigen Stelle in der Ordnerstruktur des Cloud-Speichers angelegt, muss man für diesen ein Passwort eingeben und bestätigen. Dann wird der

## So verschlüsselt Cryptomator

Kopiert der Nutzer eine Datei in das Cryptomator-Laufwerk, leitet die App im Hintergrund die nötigen Schlüssel aus dem Passwort des Nutzers ab. Dann verschlüsselt sie die Datei und kopiert sie in den eigentlichen Cloud-Speicher.



Tresor als Laufwerk in das Betriebssystem eingebunden und die Einrichtung von Cryptomator ist abgeschlossen. Ab jetzt verschlüsselt das Programm im Stillen alles, was man in das virtuelle Laufwerk kopiert. Aus Sicht des Cloud-Anbieters erscheinen in dessen Ordner nur verschlüsselte Dateien, er kann nicht einmal deren Dateinamen oder Header entziffern.

Die verschlüsselten Daten werden nun vom Cloud-Dienst wie gehabt synchronisiert. Das einzige, was ein Schnüffler jetzt noch herausfinden könnte, ist, wie viele Dateien verschlüsselt wurden und wie groß diese sind.

Will man auf einem anderen Rechner mit den Dateien arbeiten, muss man auch dort Cryptomator installieren. Nun weist man die App an, einen bestehenden Tresor einzubinden und zeigt ihr dessen Speicherort in der Ordnerstruktur des entsprechenden Cloud-Dienstes. Anschließend gibt man das Passwort ein und der Tresor wird auch auf diesem Rechner als Laufwerk eingebunden, auf dem man nun die Dateien im Klartext bearbeiten kann. Die

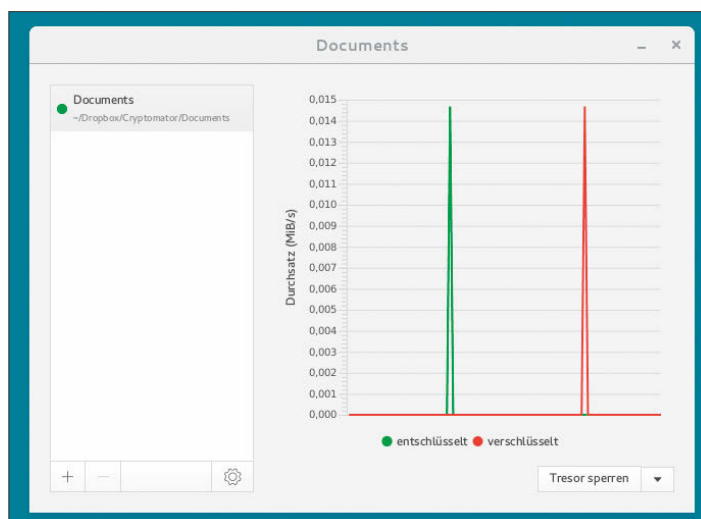
Daten liegen dabei aber nie unverschlüsselt auf der Festplatte. Sie werden immer on the fly im Arbeitsspeicher entschlüsselt, wenn auf sie zugegriffen wird.

## Bombensichere Verschlüsselung

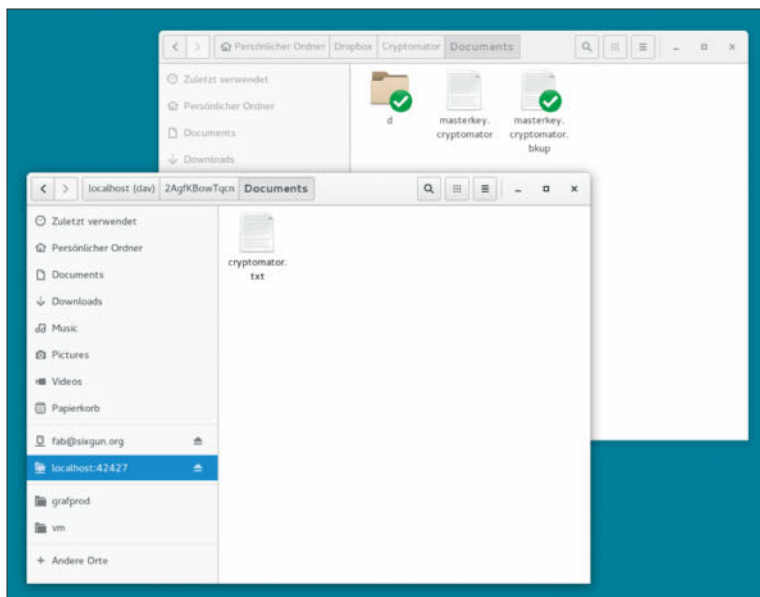
Die Sicherheit der Daten hängt bei Cryptomator alleine am Passwort des Tresors. Alle anderen für die Verschlüsselung wichtigen Informationen werden mit dem Tresor im Klartext gespeichert. Aus diesem Grund sollte das Passwort gut gewählt und länger als zehn Zeichen sein, um nicht ohne Weiteres erraten werden zu können.

Die virtuellen Laufwerke der Tresore sind von Cryptomator über das WebDAV-Protokoll im unterliegenden Betriebssystem eingebunden. Greift der Nutzer auf eine Datei in einem dieser Laufwerke zu, geht die Anfrage des Dateisystems über WebDAV an die Cryptomator-App. Diese beantwortet die Anfrage und entschlüsselt die Datei. Dazu benötigt sie tresorspezifische Schlüssel, die wiederum den Zugriff auf dateispezifische Schlüssel erlauben. Um einzelne Dateien zu öffnen, benutzt Cryptomator den Hauptschlüssel, um den Dateinamen zu entschlüsseln. Dabei stellt die App auch die Verzeichnisstruktur wieder her, die beim Verschlüsseln verschleiert wurde. Nun kann Cryptomator den Header der Datei entschlüsseln, in dem sich der dateispezifische Schlüssel befindet. Im letzten Schritt wird nun der eigentliche Inhalt der Datei entschlüsselt und ein Message Authentication Code (MAC) geprüft, um sicherzustellen, dass die Datei nach der Verschlüsselung nicht manipuliert wurde.

Dieses Verfahren nutzt AES mit 256 Bit langen Schlüsseln, was der von Kryptologen momentan empfohlenen Praxis entspricht. Wie genau ein solches Verschlüsselungsverfahren mit mehreren



Cryptomator zeichnet sich durch eine äußerst aufgeräumte Benutzeroberfläche aus.



Während in dem vom Cryptomator eingebundenen Laufwerk die Daten im Klartext liegen (vorne), finden sich im Cloud-Speicher (hinten) nur verschlüsselte Daten und die unverschlüsselten Verwaltungsinformationen des Cryptomator-Tresors.

Schlüsseln und einer Ableitung des Hauptschlüssels aus dem Nutzerpasswort via der Key-Derivation-Funktion `script` funktioniert, erklärt der Artikel „Diebstahl-Sicherung“ in c’t 19/15 auf Seite 114. Dank offenem Quellcode können kundige Forscher die Umsetzung der Bonner selbst überprüfen. Bisher wurden keine gravierenden Angriffe auf die eingesetzte Verschlüsselung publik und der Java-Code der App wirkt aufgeräumt und professionell. Außerdem reagieren die Entwickler auf Verbesserungsvorschläge und haben ihren Code als Reaktion bereits an mehreren Stellen abgehärtet.

## Cryptomator im Alltag

In unseren Tests konnte Cryptomator überzeugen, allerdings hakt es auch noch an einigen Ecken und Kanten. Der Einsatz mit mehreren Cloud-Diensten funktioniert reibungslos und macht das Tool sehr flexibel. Dateien wurden stets tadellos ver- und entschlüsselt und wenn, in seltenen Fällen, Dateien nicht in die Cloud kopiert werden konnten, hat uns Cryptomator stets gewarnt. Die klare, einfache Bedienoberfläche ist frei von verwirrenden Schnörkeln und nutzlosen Optionen, was im Vergleich zu vielen anderen Apps dieser Gattung erfrischend ist.

Größtes Manko ist der Einsatz von WebDAV. Windows-eigene Einschränkungen bei der Implementierung des Protokolls machen es unmöglich, Dateien, die größer als 4 Gigabyte sind, über WebDAV

zu kopieren. Auch schränkt die Geschwindigkeit des Protokolls die Performance von Cryptomator stark ein. Die Cryptomator-Entwickler sagten im Gespräch mit c’t, dass ihnen beide Probleme bekannt sind. Man arbeite momentan daran, Cryptomator grundlegend umzubauen und auf FUSE (Linux, macOS) beziehungsweise Dokany (Windows) umzustellen.

Im Endeffekt ist Cryptomator aber trotzdem sehr alltagstauglich. Eine Mehrheit der Nutzer wird nicht ihr komplettes Cloud-Verzeichnis verschlüsseln und gezielt sensible Dokumente, Bilder und App-Daten in bestimmten Ordnern sichern wollen. Wer haufenweise Videomaterial vor neugierigen Augen schützen will, muss halt momentan zu anderen Tools greifen. Etwas schade ist, dass man Cryptomator-Tresore wegen dieser Einschränkungen nicht blind als Backup-Laufwerke verwenden kann. Die angedachte Umstellung auf FUSE macht Hoffnung, dass sich mit Cryptomator in Zukunft ein Hybrid-Backup umsetzen lässt [3].

## Gibts das auch für unterwegs?

Desktop-Zugriff auf die verschlüsselten Cloud-Tresore ist gut und schön, aber eigentlich will man da ja auch mal unterwegs vom Smartphone oder dem Tablet an die Daten ran. Apple-Fans wird es freuen zu hören, dass eine iOS-App sowohl auf dem iPhone als auch dem iPad genau das ermöglicht. Auch diese App ist Open Source,

schlägt allerdings mit 5 Euro zu Buche. Ein paar kurze Tests scheinen zu bestätigen, dass sie gut funktioniert und das tut, was die Entwickler versprechen.


Eine entsprechende Android-App wird von den Entwicklern momentan getestet. Sie scheint schon relativ weit entwickelt zu sein, war bei Redaktionsschluss aber noch nicht erschienen.

## Blick über den Tellerrand

Im Vergleich zum direkten Konkurrenten Boxcryptor überzeugt Cryptomator vor allem dadurch, dass alle Funktionen ohne Einschränkungen kostenlos zur Verfügung stehen. Außerdem ist die Bedienoberfläche aufgeräumt. An einigen Stellen bietet Boxcryptor allerdings etwas mehr Komfort. Krypto-Puristen wird es freuen, dass der Cryptomator-Quellcode einsehbar ist, was einen unabhängigen Audit der Software einfacher gestalten dürfte.

Eine weitere Alternative stellt Resilio Sync (ehemals BitTorrent Sync) dar. Zwar handelt es sich bei diesem Programm nicht um eine Verschlüsselungs-App für Cloud-Speicher, Resilio löst aber genau dasselbe Problem. Resilio verschlüsselt Daten lokal und verteilt sie dann über das Peer-to-peer-Netzwerk BitTorrent, um Dateien auf zwei Rechnern auf demselben Stand zu halten. Das macht es zwar unabhängig von den Größeneinschränkungen von Cloud-Speichern und auch von deren Uptime, führt aber dazu, dass die Synchronisationsperformance im Gegensatz zu Cryptomator unter Umständen stark leidet.

Wer selektiv besonders schützenswerte private oder geschäftliche Dateien unabhängig von einem Anbieter in der Cloud speichern will und mit dem 4-Gigabyte-Dateilimit und langsamer Übertragung großer Dateien leben kann, der ist mit Cryptomator gut bedient. Außerdem hat die App das hübscheste Logo.

(fab@ct.de) 

## Literatur

- [1] Dr. Hans-Peter Schüller, Bequem und sicher in die Cloud, End-to-End-verschlüsselnde Speicherdienste im Test, c’t 19/15, S. 106
- [2] Fabian A. Scherschel, Wolkentresor, Daten im Cloud-Speicher verschlüsseln, c’t 16/14, S. 78
- [3] Axel Vahldiek, Sicherungs-Jongleur, Hybrid-Backup für Ihre persönlichen Dateien, c’t 13/13, S. 102

**Cryptomator-Webseite:** [ct.de/ykz1](http://ct.de/ykz1)





## Entspannungspause

<https://codymoose.github.io/web-applications/DigitalDoily/index.html>

Auf der Suche nach Entspannung geht der Trend zum Ausmalen von gespiegelten, wiederkehrenden Formen: Mandalas. Dank der Javascript-Web-App **Digital Doily** muss man dafür nicht mehr warten, bis man zu Hause auf der Couch sitzt und Zettel und Stift bereitliegen hat.

Wo zu Anfang nur ein weißes Netz mit Fluchtpunkt im ruhigen Anthrazit liegt, entstehen durch einzelne Klicks und gezogene Linien Muster und Farben, ganz nach den Cursor-Bewegungen des Users. Ob bunt oder einfarbig, verspielt oder mit Kanten, doppelt reflektiert oder mit besonders breiten Linien im Mandala – Digital Doily lässt sich anpassen. Das Werk kann im Prozess per Download-Button gesichert werden. Dass das Mandala-Malen eigentlich „weg vom Bildschirm“ führen sollte, kann man während der Bedienung von Digital Doily leicht vergessen. (l@ct.de)

## Reiseinfos, ultrakompakt

<https://www.thebasetrip.com>

Ursprünglich wollte Sven Kapudija nur die wichtigsten Reiseinformationen zu einem Land zusammentragen, Portugal. Nach und nach ist aus **Basetrip** ein nützliches und übersichtliches Reiseportal zu allen Ländern entstanden. Es informiert auf einer Seite über Zeitzonen, Wetter, Stromanschlüsse, Währungen, Lebenshaltungskosten, Gesundheit, Impfungen, Visa-

Bestimmungen, Verkehrsregeln, wichtige Telefonnummern, Botschaften und vieles mehr. (jo@ct.de)



Diese Seite  
mit klickbaren  
Links:  
[ct.de/ywtk](https://ct.de/ywtk)

## Einstiegsfrage

[www.recommendmeabook.com](http://www.recommendmeabook.com)

Um zu entscheiden, ob ein Buch etwas für einen ist, kann man den Klappen-

text oder eine Rezension lesen. Die englischsprachige Website **Recommend Me A Book** dagegen lässt den Besucher die ersten ein, zwei Seiten zufällig ausgewählter Bücher lesen, ohne zu verraten, um welche Werke es sich handelt. So kann er nur aufgrund der Sprache entscheiden, ob sie ihm gefallen – unbeeinflusst vom Renommee der Werke oder der Autoren. Vielleicht eröffnen die Betreiber ja auch eine deutschsprachige Sektion. (jo@ct.de)

## Emoji-Wörterbuch

<http://emojipedia.org>

Mit Emojis lassen sich Emotionen kompakt und niedlich ausdrücken: Eine universelle Sprache für die Generation WhatsApp. **Emojipedia** ist das Wörterbuch dafür. Hier kann man schnell Emojis nach Themengebieten suchen, angefangen von „Smileys & People“ bis hin zu „Flags“. Alternativ kann man den Bestand auch per Volltextsuche durchsuchen. Emojipedia zeigt, wie die einzelnen Emojis auf den verschiedenen Plattformen aussehen. Hat man ein passendes Emoji gefunden, kann man es mit einem Mausklick in die Zwischenablage kopieren, um es woanders einzusetzen. (jo@ct.de)



## Überall ausgeloggt?

<https://robinlinus.github.io/socialmedia-leak>

Man vergisst schon mal, sich bei der einen oder anderen Site auszuloggen. Beliebige Dritt-Websites können dann herausfinden, auf welchen Plattformen man einen Account besitzt. Und verlässt man ohne Logout mal den PC, kann jeder Kollege Mails durchsehen oder auf Facebook posten. Damit so etwas nicht passiert, hat der Entwickler Robin Woll **Your Social Media Fingerprint** gebaut. Das auf GitHub verfügbare Open-Source-Projekt checkt auf einen Schlag für 35 Webdienste, ob man noch „drin“ ist. (jo@ct.de)

### Hype-Videos

Das Shampoo will und will nicht aufhören zu schäumen – und das Opfer sieht beim **Shampoo Prank** nicht, dass es hereingelegt wird. Mittlerweile gibt es weitere Folgen dieses Streichs.

<https://youtu.be/SqBP0SDtwvg>

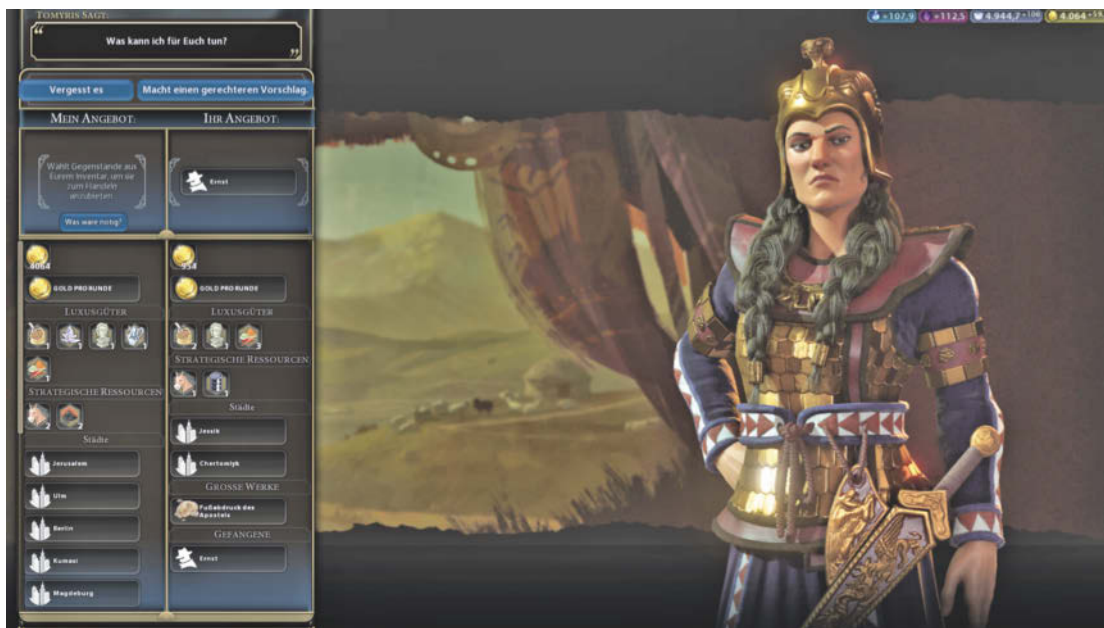
(3:34)

Autsch! Der Snooker-Spieler testet die neue **Snooker-App** und will sich für einen Stoß an den Tisch lehnen – der aber nur in der virtuellen Realität existiert.

<https://youtu.be/gZCAi0MLxAE>

(Englisch, 0:17)

Das Handelssystem bei Civilization VI erlaubt hartes Feilschen. Angebote kann man ändern und erneut vorlegen – so lange, bis der beste Deal erreicht ist.



# Seid umschlungen, Epochen!

Eine traditionsreiche Serie wie die der „Civilization“-Spiele muss eine Quadratur des Kreises vollführen: Sie soll ihren Wurzeln treu bleiben, zugleich aber immer wieder Abwechslung sowie neue Vorzüge und Facetten präsentieren. So holt **Sid Meier's Civilization VI** den Brennpunkt des Geschehens wieder auf die Erde zurück, nachdem man sich in „Beyond Earth“ auf fernen Planeten tummelte. 19 Nationen kämpfen mit- und gegeneinander um den Sieg in Wissenschaft, Kultur und Herrschaft. Dabei geht das Spiel wieder mal respektlos quer durch alle möglichen Epochen; man kann also Kämpfe zwischen skythischer Kavallerie und Helikoptereinheiten erleben.

Die Entwickler haben sich Mühe gegeben, eine möglichst spielerfreundliche Wohlfühl-Umgebung zu schaffen. Das betrifft nicht nur die angenehme Begleitmusik (unter anderem eine Zither-Darbietung von „Wenn ich ein Vöglein wär“). Auch die dank der neu entwickelten Engine fabelhafte Grafik gehört dazu, ebenso die übersichtliche Bedienoberfläche. Eine unaufdringliche virtuelle Beraterin gibt Tipps und hilft Einsteigern, Bauvorhaben zu priorisieren. Die Maps, auf denen der Spieler seine Aktivitäten entfaltet, bieten eine

abwechslungsreiche Geografie mit Wüsten, Küsten, Gletschern und Wäldern. Zu den Neuerungen gehört das Bauen spezialisierter Bezirke wie Universitäten, Wunder und Heiligtümer. Sie nehmen jeweils ein eigenes Sechseckfeld ein – man muss also genug Platz beim Städtebau einplanen. Um eine Flotte aufzubauen, ist es nicht mehr notwendig, die Metropole des eigenen Reiches an Meer oder Fluss zu platzieren – ein externer Hafenbezirk genügt. Straßen werden jetzt durch fahrende Händler geschaffen, die mit ihren Karawanen den Austausch von Waren und Kultur betreiben. Manche Einheiten lassen sich verbinden, um etwa einem schutzlosen Siedler eine Eskorte zu geben. In höheren Entwicklungsstufen kann man drei gleichartige Truppen zu einer „Armee“ zusammenfassen, die ihren Platzbedarf auf ein Feld beschränkt. Kundschafter können automatisch suchen, stoppen jedoch bei Feindkontakt und verlangen Befehle.

Diplomatie spielt eine wichtige Rolle, aber die computergesteuerten Herrscher verhalten sich sehr wankelmütig. Ständig wird man von irgendwem der Kriegstreiberi bezichtigt – egal, wie man sich verhält.

Außer dem klassischen Solospiel gibt es noch einen lokalen Multiplayer-Modus

nach dem Hot-Seat-Verfahren sowie Online-Mehrspieler-Sessions für bis zu sechs Leute oder Bots. Dabei hat jede Nation rund zwei Minuten, um sämtliche Befehle eines Spielzugs zu erteilen. Das vermeidet nervige Wartezeit, führt allerdings ab einer gewissen Landesgröße zu Hektik.

Einige Unausgereiftheiten kratzen ein wenig am eigentlich fulminanten Spielspaß. So kann ein durchweg dominierender Spieler mitten in einer siegreichen Schlacht per Einspielfilm seine Niederlage verkündet bekommen. Dank des „Noch eine Runde“-Buttons kann er zwar dennoch weiterspielen und den Sieg einstreichen, aber solche Effekte sind auf jeden Fall ärgerlich. Es bleibt also noch Luft für Patches.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Sid Meier's Civilization VI	
Vertrieb	2K, <a href="http://www.civilization.com">www.civilization.com</a>
System	Windows (getestet); OS X ab 10.11
Hardwareanforderungen	Mehrkernsystem ab 2,5 GHz, 6 GB RAM, 1-GB-Byte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee ⊕	Umsetzung ○
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ⊕⊕
6 Spieler online • Deutsch • US\$ 12 • 60 €	

# Erntezeit in Goldcrest Valley

Seit 2008 beglückt das Züricher Studio Giants Software Bildschirmbauern fast alljährlich mit detailfreudiger digitaler Landarbeit – und erreicht dabei traumhafte Verkaufszahlen, gemessen an dem Erfolg gängiger Mainstream-Spiele. Mit dem **Landwirtschafts-Simulator 17** geht die Simulation in eine neue Runde.

Goldcrest Valley könnte im Mittleren Westen der USA liegen. Mit Wäldern, Flüssen und der Kleinstadt Maplefield bietet das idyllische Tal der ersten Map eine entspannte Atmosphäre. Einige Autos und Fußgänger beleben die Szenerie. Als zweiter Schauplatz steht wieder das osteuropäische Sosnovka zur Verfügung, das im Landwirtschafts-Simulator 15 eingeführt wurde.

Den Großteil des Spiels verbringt man auf dem Gelände des eigenen Bauernhofs. Man startet mit drei Feldern, wo es zu pflügen, zu säen und zu ernten gilt. Es gibt zehn Sorten Saatgut, erstmals auch Sojabohnen und Sonnenblumen. Praktischerweise darf man die meisten angefangenen Aufgaben von virtuellen Helfern weiterführen lassen. Die sind allerdings ziemlich unselbstständig.

Per Tabulator springt man zwischen den Fahrzeugen hin und her, die man besitzt. Anfangs sind das noch veraltete

Traktoren und kleine Mähdrescher. Während die Knechte noch schuften, zockelt man gemütlich mit dem Trecker gen Stadt, um die erste Ernte zu Geld zu machen. Neu sind zwei Züge als alternative Transportmittel.

In der Stadt lassen sich neue Maschinen und Anhänger erwerben. Über 75 Hersteller von Liebherr bis zu Lamborghini sind im Spiel vertreten. Die traditionell starke Modding-Gemeinde wurde nicht vergessen: Nach dem Drag-and-Drop-Verfahren lassen sich selbstgestaltete Landmaschinen aus dem Netz holen und einbauen; das betrifft auch viele Modelle, die für das letztjährige Spiel entworfen wurden.

Feldarbeit ist allerdings nicht alles: Auch mit Vieh- und Holzwirtschaft kann man sich befassen. Kleine Schweinchen auf dem virtuellen Bauernhof sind ein fast ebenso schönes Erfolgserlebnis wie eine fehlerfrei eingebrachte Ernte. Außer dem Solo-Karrieremodus gibt es noch Mehrspieler-Partien, an denen bis zu 16 Leute online teilnehmen können. Die Grafik ist ausgesprochen sehenswert, wenn auch nicht ohne Fehler. Landschaft und Maschinen glänzen durch Detailtreue; das gilt auch für das Innere der Fahrerka-

nen. Bei den Feldern schwächelt die Grafik-Engine stellenweise: Was aus der Ferne goldgelb zu erstrahlen scheint, erweist sich beim Näherkommen plötzlich als abgeernteter brauner Boden.

Der Landwirtschafts-Simulator 17 ist eher auf Kenner als auf Neulinge ausgerichtet. Wer etwa den reifen Weizen per Drescher erntet, ohne die Körner gleich in einen Laster zu pusten, hat ein Problem: In adretten Reihen liegt dann die Ernte auf dem Feld – und weder das hübsche Tutorial noch die reichhaltige Maschinenliste sagt, wie es weitergehen soll. In solchen Situationen bleibt nichts anderes übrig, als das kostbare Gut unterzupflügen und einen neuen Versuch zu wagen.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## Landwirtschafts-Simulator 17

Vertrieb	Focus Home Interactive, <a href="http://www.farming-simulator.com">www.farming-simulator.com</a>
System	Windows (getestet); OS X ab 10.9.1; PS4, Xbox One
Hardwareanforderungen	Mehrkernsystem ab 2 GHz, 2 GByte RAM, 1-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee <input type="radio"/>	Umsetzung <input checked="" type="radio"/>
Spaß <input checked="" type="radio"/>	Dauermotivation <input type="radio"/>
16 Spieler online • Deutsch • USK 0 • 35 €	

Die neue Grafik-Engine des Landwirtschafts-Simulators 17 zaubert stimmungsvolle Bilder vom arbeitsreichen Landleben auf den Monitor. Die zweite Map „Sosnovka“ bietet dem Spieler Gelegenheit, sich in einer Umgebung osteuropäischer Prägung zu betätigen.





In der Kampagne von **Battlefield 1** durchlebt der Spieler dramatisierte Helden-Geschichten, etwa im türkischen Gallipoli.



# Im Westen wenig Neues

Vor rund 100 Jahren zerfetzten an den Kriegsschauplätzen Europas MG-Salven Millionen Männerkörper, Giftgas verätzte ihre Lungen, Flammenwerfer verbrannten Haut und Fleisch. Die Medien erneuerten die Erinnerung an die Blutmühlen von Verdun und Ypern im großen Stil im Gedenkjahr 2014; jetzt präsentiert Hersteller Electronic Arts **Battlefield 1**, in dem der Erste Weltkrieg als Kulisse für aufregende Schlachten dient – online und offline.

In der Solo-Kampagne schlüpft der Spieler in wechselnde Rollen, anfangs meist nur für einige Minuten, und zwar bis der unweigerliche Exitus eintritt, die Lebensdaten des Toten eingeblendet werden und traurige Musik aus dem Lautsprecher tönt. Die folgenden fünf Episoden stellen jeweils einen Soldaten in den Mittelpunkt, etwa einen italienischen Infanteristen, der mit Spezialrüstung in den Alpen gegen die Österreicher kämpft, um seinen Zwillingbruder zu retten. Dieser persönliche Bezug wirkt kitschig, nicht zuletzt weil der Italiener wie ein typischer Actionspiel-Held auftritt: Er bombt, schießt und sticht Hunderte mitunter grenzdebile KI-Gegner nieder, bis er nach der Vernichtung einer halben Fliegerstaffel den Leichnam seines Bruders in den Arm schließt.

Die fette Dosis Kitsch hat das schwedische Entwicklerstudio DICE gekonnt in-

szeniert. Die Nebenfiguren sprechen mit markigen italienischen, türkischen und englischen Stimmen, während die Helden mit gelungener deutscher Sprachausgabe synchronisiert wurden. Die Mimik und Gestik der Kämpfer wirkt überzeugend; die Kulissen sehen mitunter aus wie Fotos der Westfront und der Felsenküste vor Gallipoli. Gleiches gilt für die Waffen und Fahrzeuge: Scharfschützengewehr, MG und Granaten sowie Flugzeuge, Panzer und Pferde wurden ihren Vorbildern auf technisch bemerkenswerte Weise nachempfunden. Das gilt fürs grafische Design wie für die Geräusche, etwa das Geknatter des MGs und die dumpfe Detonation der Granaten.

Die abwechslungsreiche und unterhaltsame Kampagne mit gelegentlichen Flugeinsätzen, Panzerfahrten und Ausritten zu Pferde dauert kaum vier Stunden. Der mittlere der drei Schwierigkeitsgrade erweist sich als anspruchsvoll, ein solides Speichersystem vermeidet Frustration. Als gehaltvolleren Part hat DICE den Mehrspielermodus in den Mittelpunkt gerückt. Hier hat der Spieler die Wahl zwischen den aus den anderen Battlefield-Teilen bekannten Team-Aufgaben wie etwa dem Verteidigen einer Stellung. Neu ist ein Modus, in dem eine Fraktion Brieftauben ergattern muss, um eine Nachricht zu versenden. Der Gegner kann die

Nachricht abfangen, indem er die Taube abschießt.

Im Test liefen die Partien meist störungsfrei, allerdings gab es Probleme beim Finden von Mitspielern. Zudem misslang mehrfach der Start einer Partie (auf den getesteten Systemen PS4 und Xbox One). Das Balancing wirkt fair, allein der Flammenwerfer, den man im Terrain finden kann, macht den Besitzer zum übermächtigen Todesbringer. Die Karten sind klasse gestaltet, enthalten zahlreiche Deckungen, die der Gegner größtenteils zerstören kann – das sorgt für Dynamik.

Wen die Ausbeutung historischer Menschheitsverbrechen zu Entertainment-Zwecken nicht stört, der erlebt mit Battlefield 1 einen abwechslungsreichen Shooter, dessen Online-Part für lange Zeit zu packenden Schützengrabenpartys motiviert. (Peter Kusenberg/dahe@ct.de)

boerse.to original upload blacky

Battlefield 1	
Vertrieb	Electronic Arts, <a href="http://www.ea.de">www.ea.de</a>
System	PS4, Xbox One (beide getestet), Windows
Hardwareanforderungen	AMD FX-6350 oder Intel Core i5 6600K, 8 GByte RAM, Radeon HD 7850 oder GeForce GTX 660 (je mit 2 GByte)
Kopierschutz	Origin
Idee ⊖	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ⊕
1 Spieler • Deutsch • USK 16 • 50 bis 70 €	



# Blut, Gedärm und kesse Sprüche

Der Titelheld von **Shadow Warrior 2** beschäftigt sich mit drei Dingen: Gegner töten, Waffen fürs Gegnertöten optimieren und flapsige Sprüche klopfen. Für den Nachfolger des Überraschung-Hits von 2013 legte das polnische Studio Flying Wild Hog eine Schippe drauf und inszenierte das Gemetzel als altmodischen Schnetzel-Shooter im Stil von Doom und Duke Nukem 3D.

Super-Ninja Lo Wang braust anfangs mit seinem Angeberauto zur ersten Auftragsgeberin, um mit seiner blutigen Arbeit zu beginnen. Wer den Vorgänger gespielt hat, freut sich über ein Wiedersehen mit alten Bekannten. Auf seinem Weg durch Katakomben, Labore und Wälder metzelt Wang Dämonen, Kobolde und Riesenspinnen nieder; gleichermaßen räumt er auf mit Kampfdrohnen, Robotern und Cyber-Ninjas, was ungemein spaßig vonstatten geht. Seine Standardwaffe ist ein Katana. Doch bald sammelt er Flinten und Granatwerfer, Plasmaknarren, Nagelgewehre, Kettensägen und Doppelklingen. Alle Waffen lassen sich aufrüsten, was sich merklich auf ihre Streuwirkung, Reichweite und Durchschlagkraft auswirkt. Die mehr als 70

Waffen darf man zudem mit Elementarmagie ausstatten.

In einem simplen Rollenspielsystem verbessert der Spieler zwischen zwei Einsätzen Lo Wangs Fähigkeiten mit gewonnenen Punkten. Spezialaktionen wie die Entmaterialisierung helfen in brenzligen Situationen. Sollte Wang im Kampf sterben, lädt automatisch der jüngste Speicherpunkt. Auf dem zweiten der vier Schwierigkeitsstufen wurden wir nicht überfordert, die Levelbosse verlangen jedoch Konzentration.

Die Entwickler präsentieren die B-Film-Story altmodisch und humorvoll: Der ultracoole Lo Wang lockert die Geschichte um dämonische Intrigen immer wieder mit anzüglichen Sprüchen auf. Dank zahlreicher optionaler Nebenmissionen beträgt die Gesamtspielzeit rund 15 Stunden. Man darf das komplette Spiel mit bis zu drei Freunden im Co-op-Modus bestreiten, ein echter Mehrspielermodus mit Team-Matches fehlt allerdings.

Die Spielwelt wirkt detaillierter als im Vorgänger. Lo Wang reist durch wunderschöne Wälder und weitläufige Science-Fiction-Werkstätten. Mimik und Gestik erreichen kaum durchschnittliches Shooter-

Niveau. Dafür sind die Schnetzeleien so detailliert inszeniert, dass man nach der Verhackstückung eines Dämonen dessen einzelne Körperteile identifizieren kann. Besitzer passender Grafikkarten (GeForce GTX 1000 und Radeon RX 400) sehen die Splatter-Grafik an UHD-Fernsehern gar in HDR.

Wie in Doom und Duke Nukem wird die Over-the-top-Inszenierung durch eine gehörige Prise schwarzen Humor entschärft. Zur trashigen Handlung passt der rockige Soundtrack. So macht der zweite Teil noch mehr Laune als der Vorgänger und bewährt sich als technisch sauberer Traditionsshotter mit blutiger Dämonen-Verwurstung. (Peter Kusenberger/hag@ct.de)

## Shadow Warrior 2

Vertrieb	Devolver Digital, <a href="http://www.shadowwarrior.com">www.shadowwarrior.com</a>
System	Windows ab 7 (2017: PS4, Xbox One)
Hardwareanforderungen	Intel Core i3-6300 oder AMD A10-5800K APU, 8 GByte RAM, GeForce GT 560Ti oder Radeon HD 6850 mit 1 GByte V-RAM
Kopierschutz	Steam, GOG (Testversion)
Idee ⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ⊕
1 bis 4 Spieler • Englisch • keine USK-Einstufung • 40 €	

Das schwarzhumorige Shadow Warrior 2 schickt Spieler mit flapsigen Sprüchen in trashig-blutige Old-School-Schießereien.



# Dilemma Datenschutz

Beim Thema Datenschutz denkt mancher reflexhaft daran, wie bedenkenlos US-Firmen personenbezogene Informationen anhäufen, auswerten und zu Geld machen. Dass dies nur eine sichtbare Facette von vielen ist, zeigt eindrucksvoll der Auftaktband der Schriftenreihe „Daten-Debatten“ der Stiftung Datenschutz, der über ein Dutzend unterschiedlicher Sichtweisen und Gesichtspunkte zu einer Diskussionsgrundlage zusammenführt.

So merkt etwa der ehemalige sächsische Datenschutzbeauftragte Thomas Giesen an, dass der Anspruch, die eigenen Daten vollständig unter Kontrolle zu behalten, eher unrealistisch ist. Schließlich hat jedes Datum (lat. „Gegebenes“) einen Empfänger und lässt sich, ähnlich dem gesprochenen Wort, von dort nicht zurückholen. Zudem kann Datenschutz auch zur Verletzung von Schutzpflichten beitragen



– etwa wenn ein Täter aus Datenschutzgründen nicht identifiziert werden darf.

Ein weiteres Thema ist der stete Stimmungswechsel der Nutzergemeinde. Dieselben Leute, die Spionage à la NSA verabscheuen, speisen ihre Daten in allgemein zugängliche Social Networks ein. Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung

wird in einer Weise genutzt, die Datenschützer irritieren muss. Kai von Lewinski, an der Uni Passau Professor für öffentliches Recht, Medien- und Informationsrecht, spricht daher zugespitzt vom Recht auf informationelle Fremdbeschränkung. Man stimmt grundsätzlich erst einmal allen AGBs zu und beantragt erst im Nachhinein gegebenenfalls die Löschung der eigenen Daten. Zu allem Überfluss erscheint auch die Technik nicht ausgereift, die den Datenschutz gewährleisten soll. Dem steht die Maschinerie von „Big Data“

mit stetig fortschreitenden Auswertungs- und Verknüpfungsmöglichkeiten gegenüber, deren Vorzüge bestechend wirken.

Andere Beiträge widmen sich den organisatorischen Schwachstellen des Datenschutzes in Deutschland: Um ihn konsequent durchzusetzen, fehlen die Ressourcen. Peter Schaar, langjähriger Bundesdatenschutzbeauftragter, plädiert nicht nur für technische Verbesserungen wie „Privacy by Default“, sondern auch für ein EU-weit einheitliches Datenschutzrecht. Wie alle anderen Autoren des Buches untermauert er seine Thesen mit fundierten Argumenten. Das macht diesen Sammelband zu einer empfehlenswerten Lektüre für jeden, der sich für Datenschutz interessiert.

(Tobias Engler/psz@ct.de)

## Zukunft der informationellen Selbstbestimmung

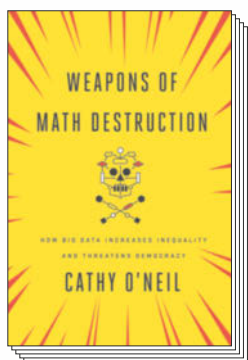
Autoren	Stiftung Datenschutz (Hrsg.)
Erscheinungsort, -jahr	Berlin 2016
Verlag	Erich Schmidt
ISBN	978-3-5031-6677-0

173 Seiten • 38 €

# Die dunkle Seite von Big Data

Was tun, wenn man mit der Qualität der Schulen nicht zufrieden ist? In Washington, D.C., entwickelte man ein kompliziertes Rating-System für Lehrer – und feuerte im Jahr 2010 die unteren 2 Prozent. Im Folgejahr flogen noch einmal 5 Prozent raus, insgesamt 206 Lehrer. Ein gnadenloser Algorithmus hatte über die Schicksale von Menschen entschieden, vermeintlich neutral.

Aber Cathy O’Neil zeigt auf, dass mathematische Modelle keineswegs neutral sind, sondern in Algorithmen gegossene Meinungen. Und bei einem so schwer zu fassenden Begriff wie der Güte eines Lehrers, die sich eben nicht direkt messen lässt, müssen in das Modell stellvertretend andere Daten eingehen: Testergebnisse der Schüler, Bewertungen durch Eltern und dergleichen. Deren Auswahl und Gewichtung sind es, die hochgradig subjektiv vom Ersteller des Modells gewählt werden. Das ist zwangsläufig so und wäre nicht so



schlimm, würde man aus Fehlern des Modells lernen, sich ständig vergewissern, dass es das Richtige tut, und es ständig nachbessern. Erhebt man es aber unhinterfragt zum Richter über menschliche Schicksale, dann hat man eine mathematische Massenvernichtungswaffe geschaffen, eine „Weapon of Math Destruction“ (WMD).

Und es gibt viele davon: Algorithmen, die in guter Absicht entstanden sind, aber durch handwerkliche Fehler oder unbeachtete Zusammenhänge die Gesellschaft schädigen. Eine durch Auswertung eines langen Fragebogens errechnete Rückfallprognose für verurteilte Kriminelle beispielsweise kann man positiv nutzen, um gezielt vorzubeugen. Wenn aber Richter sie missbrauchen, um das Strafmaß festzulegen, dann verstärkt das Modell seine eigenen Prognosen: Potenzielle Wiederholungstäter wandern länger in den Knast, sind länger von Kriminellen umge-

ben, finden hinterher keinen Job – und werden deshalb Wiederholungstäter.

WMDs verstärken die Ungleichheit in der Gesellschaft. Das Bildungssystem bevorzugt die Reichsten, alle anderen verlassen das College mit einem Schuldenberg – die Folge einer 1983 eingeführten Rating-Liste amerikanischer Universitäten, letztlich ein mathematisches Modell.

Wenn jetzt noch Big Data hinzukommt, werden die Visionen immer düsterer: Maschinen lernen aus riesigen, unkontrollierten Datenmengen Zusammenhänge, die kein Mensch mehr nachvollziehen kann. Sie entscheiden darüber, wer einen Kredit bekommt, wer einen Studienplatz und wer prophylaktisch von der Polizei verwahrt wird. Höchste Zeit, das Waffenarsenal zu verschrotten, warnt O’Neil.

(bo@ct.de)

## Weapons of Math Destruction

How big data increases inequality and threatens democracy

Autor	Cathy O’Neil
Erscheinungsort, -jahr	New York 2016
Verlag	Crown
ISBN	978-0-5534-1881-1

260 Seiten • 19 € (Taschenbuch 15 €, Mobi-E-Book 12 €)

**Anzeige**  
original upload boerse.to by Blacky

# SICHER WIE IN MUTTERS SCHOSS (2)

VON ARNO ENDLER

*Fortsetzung vom letzten Heft*

**W**as nun folgte, war eine stetige Umkreisung der beiden Beteiligten, im gewissen Umfang synchronisierten Insechas, ähnlich wie bei sexuellen Interaktionen.

Die Steuerungseinheit fragte Lavinia nach den Vorlieben. „Ganzkörpervorspiel mit Konzentration auf den Schambereich. Den Po bitte kräftiger massieren.“

„Bereitschaft.“

Das Gel tat, was Lavinia verlangte und versetzte ihren Körper schon nach Sekunden in erhöhte Erregung. Sie liebte die Streicheleinheiten des Gels, das sich verformte, Hände bildete, mit Fingern, die ihre empfindlichsten Stellen mit traumwandlerischer Sicherheit fanden.

„Rigeminus ist bald so weit.“

Verflucht, dachte Lavinia, die das Vorspiel gerne länger in Anspruch genommen hätte.

„Die Wahrscheinlichkeit einer Schwangerschaft steigt bei einem Orgasmus während der Spende“, gemahnte die Steuerungseinheit.

„Ja, ich weiß. Vulva und Klitorisstimulation bitte und bilde den Sporn.“

„In Originalgröße der Übertragung?“

„Ja, probieren wir es.“ Lavinia war gespannt, wie groß die Erektion sein würde. Falls die Länge seines Namens auch nur einen entfernten Hinweis darauf gab ...

Das Gel bildete einen Sporn, der sich in ihre aufnahmebereite Vagina bohrte und die Stöße eines recht dünnen Penis imitierte.

„Brechende Kugel! Umfang verdoppeln!“, befahl Lavinia.

In dem Separee näherten sich die Insechas auf Zentimeter-Nähe an, beschrieben einen Kreis mit geringem Radius und beschleunigten weiter.

Rigeminus ejakulierte, das Gel melkte den zuckenden Penis regelrecht, empfing den Samen und bildete die Spendenblase, die sich augenblicklich zur Membran der Kugel bewegte. Die Spende erreichte die Insecha-Hülle, stieß gegen die Wand und exakt in diesem Moment tangierten die beiden Insechas genau an diesem Punkt.

In Lavinias Gel entstand eine Blase, die den Samen aufnahm, ihn umschloss und zum Sporn transportierte, der wei-

terhin in ihr steckte. Das aufgenommene fremde Gel wurde sofort eingekapselt und wieder herausgedrückt, damit keine Verunreinigung stattfinden konnte.

Das Gel arbeitete hart an Lavinias Höhepunkt, der gemorphte Penis erhöhte die Frequenz; gleichzeitig intensivierte sich die Vibration an Schamlippen und Klitoris. Im Moment des Orgasmus entließ das Gel die Samenspende am Muttermund.

Lavinia stöhnte und zuckte. „Noch mal!“, verlangte sie.

„Van Ouwenheart fühlt sich zu müde für eine zweite Interaktion. Er wünscht Sichere Reise.“

„Was? – So ein Insecha-Masturbator!“, fluchte Lavinia. Schließlich ließ sie sich vom Gel in den Schlaf wiegen, anstatt sich weiter zu ärgern. Sie träumte von Zwillingen, die in ihren Insechas neben ihr durch die Wüsten Afrikas rohlerten.

\*\*\*

Nach dem Erwachen am nächsten Morgen stellte sie den Vollsichtmodus ein und musste erkennen, dass ihr Insecha solo Kurven im Separee drehte.

„Wo ist Rigeminus?“, fragte sie.

„Abgereist.“

„So ein ...“ Sie verknipte sich ein nutzloses Schimpfwort.

„In der Nacht trafen drei weitere Dringlichkeitsanfragen von Central Development ein“, benachrichtigte die Steuerungseinheit Lavinia.

Peterka würde sicherlich milder gestimmt sein, wenn sie bereits auf dem Weg zum Sahara-Camp Three war.

„Verlassen wir diesen Ort. V-Max, so weit möglich. Ziel Sahara-Camp Three“, gab sie den Start-Befehl.

„Bereitschaft.“

„Ah. Und Sichtmodus beenden!“

Lavinia hing in der schummrigen Beleuchtung ihren Gedanken nach und verknipte sich die Frage, ob die Insemination erfolgreich gewesen war. Solange sie es nicht wusste, durfte sie von dem Kind in ihrem Bauch träumen. Eine Tochter sollte es sein, die die ersten acht Monate der Schwangerschaft nur ihr gehören würde. Ihr ganz allein. Ein menschliches Wesen, dessen Bewegungen sie am eigenen Leib spüren konnte.





Beinahe trieb es ihr die Tränen in die Augen. Sie musste auch daran denken, dass irgendwann im ablaufenden neunten Monat ein Kaiserschnitt innerhalb des Insechas erfolgen würde. Die darauffolgende Übergabe des Säuglings an ein separates Hebammen-Insecha beendete die Mutter-Kind-Beziehung abrupt. Und in den folgenden fünfzehn Jahren würde das Kind im Hebammen-Insecha die Sichere Reise erleben.

Lavinia erinnerte sich an ihre Ammen-Einheit, die sie mit Liebe und Zärtlichkeit überschüttet, ihr alles beigebracht hatte, was ein Mensch in der Insecha-Welt lernen musste. Es hatte ihr an nichts gemangelt. Doch der Gedanke, dass ihre eigene Tochter ebenfalls getrennt von ihr aufwachsen würde, schmerzte sie, bis sich der Rhythmus ihres Herzschlages veränderte. Bevor die Steuerungseinheit reagierte, mahnte sich Lavinia selbst zur Ruhe.

„Wie lange noch bis zum Ziel? Und Kontakt zu Central Development herstellen! Nur Audio.“

„Wir erreichen Sahara-Camp Three in 89 Minuten.“

„Danke. Was ist mit der Kommunikation?“

„Bereitschaft.“

„Vini?“ Peterkas Stimme klang eher besorgt mit einer Nuance Erleichterung statt des erwarteten Ärgers.

„Ich bin rund eineinhalb Stunden vom Camp entfernt. Was kann ich für dich tun?“

„Du hast auf meine Anfragen nicht geantwortet.“

„Ich war beschäftigt.“

„Beschäftigt? Du hast einen Auftrag. Einen mit der Dringlichkeitsstufe Orange.“

Die zweithöchste Stufe – das war Lavinia bislang nicht bewusst gewesen. „Ähm, verzeih mir.“

„Schon gut. Was war denn los?“

Lavinia überlegte und entschied sich dann doch für die Antwort, die beinahe jeder in ihrer Situation gegeben hätte, selbst wenn es Peterka gegenüber vielleicht nicht fair war: „Privat.“

In der Insecha-Gesellschaft gab es kein höheres Gut als das der Privatsphäre. Ein Hinweis auf eine private Angelegenheit wurde von allen akzeptiert.

Dennoch reagierte Peterka leicht säuerlich: „Fein. Dann möchte ich dich kurz briefen, bevor du am Camp eintriffst.“ „Ich bitte darum.“

Peterka seufzte. Als Supervisor bei Central Development kümmerte er sich um zahlreiche Großprojekte, insbesondere im afrikanischen Raum, dessen Zivilisation während der Seuchenjahre zusammengebrochen war. Endlich begann die Wiederherstellung. Neue Camps schossen aus dem Boden, Fabriken und die notwendige Infrastruktur wurden errichtet.

„Sahara-Camp Three ist als Knotenpunkt geplant. Dort wird nicht nur ein gewaltiges Sonnenkraftwerk erbaut, sondern auch eine Kreuzung der Hochgeschwindigkeitstrasse Nord-Süd und Ost-West mit den dazugehörigen Supply-Anlagen. Bis auf die Verspätung beim Aufbau der automatischen Roboterwerkstätten schien alles nach Plan zu verlaufen. Doch vor ein paar Tagen brach der Kontakt zum Camp komplett ab.“

„Keine Kommunikation mehr?“, versicherte sich Lavinia.

„Nein, Vini. Alle Leitungen tot, keine persönlichen Nachrichten der dortigen Arbeiter mehr. Es scheint fast so, als wenn jemand eine Glocke über das Camp gestülpt hätte. Das Direktorat ist beunruhigt. Da du sowieso schon auf dem Weg warst, schlug ich vor, dass du die Problemlösung vor Ort klärst. Ich habe mich weit aus dem Insecha gelehnt und dich gedeckt, als du nicht geantwortet hast. Die Direktoren wollen einen Bericht, sobald du vor Ort bist.“

„Ja, Peterka.“ Nun hatte Lavinia ein noch schlechteres Wissen und überlegte, ob sie ihrem Mentor nicht doch die Wahrheit über ihre eventuelle Empfängnis mitteilen sollte.

„Sichere Reise“, verabschiedete er sich und beendete die Kommunikation.

„V-Max. Sofort“, wies Lavinia die Steuerungseinheit an.

Wieder drängten sich die Gedanken an eine Schwangerschaft in den Vordergrund. Lavinia war sich der nahezu perfekten medizinischen Versorgung im Inneren der Insechas bewusst. Den ersten Insecha-Geborenen wurde wahrhaft methusalemisches Alter prophezeit. Es hatte bislang keine Todesfälle unter diesen Nutzern gegeben, bis auf seltsame Unfälle, die auch Insechas nicht verhindern konnten. Lavinia, selbst in einem Insecha zur Welt gekommen, lebte bereits achtundzwanzig Jahre darin ohne ein Anzeichen von Alterung seit dem Ende der Wachstumsperiode und der Geschlechtsreife.

Nach den allgemein zugänglichen Datenbanken rollerte der älteste Insecha-Geborene im biblischen Alter von 123 Jahren auf dem asiatischen Kontinent. Binoyama, ein Mann mit japanischen und maorischen Wurzeln, stellte mit Hilfe von programmierbaren Robots Kunstgebilde aus Resten historischer Müllkippen her, die noch von vor der Zeit des Vollrecyclings datierten.

Binoyama pflegte seinen Star-Kult und besaß eine Insel im Pazifik, die er mittels seines hochseetauglichen Insechas ohne Probleme erreichte. Besuch empfing er nur selten, Kommunikationsanfragen wurden beinahe augenblicklich

geblockt. Der Künstler lebte die Privatsphäre, war der Vorreiter des Privacy-First-Movements. Diese Regeln, ungeschrieben, ungespeichert und über die Jahrzehnte nur minimalen Änderungen unterzogen, sickerten als Gedanken-gut in die Welt der Insecha-Geborenen und infiltrierten das Denken, bis nichts anderes mehr zählte.

So würde Lavinias Kind selbst entscheiden dürfen, ob es sie eines Tages kennenlernen wollte. Es gab nicht viele Kinder, die ihre Mütter kontaktierten.

Lavinia schluckte. „Bin ich schwanger?“, fragte sie leise die Steuerungseinheit.

Es hätte eigentlich sofort eine Antwort erfolgen müssen. Ihr Urin, wie alle übrigen Ausscheidungen, wurden vom Gel absorbiert und dem Recycling-System zugeführt. Dabei wurden ständig medizinische Werte überprüft. Daher musste die Steuerungseinheit bereits wissen, ob sie schwanger war.

„Eine Gravidität kann bestätigt werden.“

Tränen trübten kurzzeitig Lavinias Blick, bis das allgegenwärtige Gel sie aufgenommen hatte. Sie würde Mutter sein. – Mutter. Nicht mehr alleine.

\* \* \*

Als sie sich dem Camp näherte, schaltete sie den Teilsichtmodus ein. Die sandgelbe Szenerie voller Hügel und Täler, darüber der grelle hellblaue wolkenlose Himmel irritierten Lavinia, die kaum Einzelheiten erkennen konnte. Dann plötzlich schälte sich das erste Gebäude aus dem Hintergrund. Ein Lager für Insechas, ummauert und mit einer hohen Einfahrt.

Lavinia steuerte das Tor an, überlegte kurz, ob sie Peterka eine Nachricht zukommen lassen sollte. Doch bislang gab es nichts zu melden.

Diese Einschätzung änderte sich jedoch, als der Insecha in das Lager rollerte. Es schien verlassen. Statt einer Begrüßung durch die zuständige Lagereinheit folgte auf ihre gesendete Identifizierung nur Stille.

„Wie viele Projektmitarbeiter arbeiten im Camp?“, fragte sie die Steuerungseinheit.

„Zweihundertdreißig.“

Lavinia ließ eine allgemeine Kommunikationsanfrage für die nächste Umgebung absenden. Dabei durchquerte sie das Lager bis zum Camp-seitigen Tor.

Auf der anderen Seite sah sie, dass die Bauarbeiten recht weit gediehen waren. Über eine Seitenstraße erreichte sie eine breit angelegte Allee, die die West-Ost-Trasse darstellte. Sie wusste, dass die Trasse im Westen bis zum Atlantik-Camp Gibraltar reichte und auf der Ostseite bis tief in den asiatischen Raum.

Nach einigen hundert Metern entlang der verschiedenen Supply-Center, die alle leer in einer Art Dämmerzustand dahinschlummerten, gelangte sie zur Kreuzung mit der Nord-Süd-Trasse, die Richtung Johannesburg mitten durch den Kontinent führte.

Lavinia ließ den Insecha stoppen. Sie fragte: „Irgend-eine Reaktion auf die Kommunikationsanfragen?“

„Nein.“

„Das ist außergewöhnlich“, murmelte sie gedankenverloren.

„Vielleicht liegt es an dem allgemein gestörten Funknetz“, erklärte die Steuerungseinheit beiläufig.

„Warum hast du das nicht sofort erwähnt?“

„Es lag keine bedrohliche Situation vor.“

„Gut. Vergiss es. Dann kann ich auch nicht mit Peterka sprechen?“

„Keine Kommunikation mit Central Development möglich.“

„Seit wann befinde ich mich im Funkloch?“

„Rund zwanzig Kilometer vor dem Erreichen des Camps“, entgegnete die Steuerungseinheit.

„Kannst du einen Grund identifizieren?“

„Unzureichende Daten.“

„Neues Ziel: Solaranlage.“

„Bereitschaft.“

Nach einigen hundert Metern in Richtung Osten bog der Insecha in einen schmalen Seitenweg ein. In den offenen Supply-Läden zu beiden Seiten sah Lavinia Wartungsroboter, die in den Akku-Stationen parkten.

Lavinia spürte ein leises Unbehagen, als sie auch die Solaranlage ohne Kontrolleure vorfand. Hier arbeiteten lediglich die automatisch konfigurierten Roboter nach dem Schema, das man ihnen vorgegeben hatte. Neben der Schaltzentrale entdeckte sie einen kettenbetriebenen Schmier-Roboter, dessen Aufgabe es war, die Scharniere der Solarzellenaufhängung in Schuss zu halten. Er lag halb im Sand verborgen, während seine Ketten ihn immer tiefer in den Boden zerrten. Niemand hatte einen Stopp-Befehl erteilt.

## ES SCHEINT FAST SO, ALS WENN JEMAND EINE GLOCKE ÜBER DAS CAMP GESTÜLPT HÄTTE.

Lavinia versuchte es, doch die Kommunikationsstörung verhinderte auch dies.

„Berstende Kugel!“, fluchte sie. Was war hier nur geschehen? Das Camp schien aufgegeben worden zu sein. Weshalb aber nahmen die Mitarbeiter keinen Kontakt auf, falls sie wegen der Störung im Netz das Camp verlassen hatten.

„Rundtour durch das Camp. Ich will jeden Weg sehen, jedes Gebäude und jedes Lager.“

„Bereitschaft.“

Es begann eine Reise, die Lavinia deprimierte. Selbst die Foundation-Fabrik zur Herstellung der modifizierbaren Roboter ruhte im Standby-Modus. Kein ausgebildeter Modifier, der die Spezifikationen für die Arbeits-Robs vorgab, rollerte in den Arbeitsstationen. Zwei gewaltige Autobot-Carrier mit Nachschub-Material warteten vergeblich auf ihre Entladung. Dies war das untrügliche Zeichen für Lavinia. Sie musste es sich eingestehen: Sahara-Camp Three war aufgegeben worden. Etwas sehr Seltsames schien vorgefallen zu sein. Vielleicht sogar eine reale Gefahr für Insecha-Nutzer.

„Bring mich raus aus dem Funkloch. Zurück zur 20-Kilometer-Grenze. Ich will Kontakt zu C-D.“

Der Insecha rollerte los. Lavinia bäugte die Umgebung misstrauisch. Sie kannte keine Sorge. Ein Insecha war genau das, was sein Name versprach. INdividual SECure HABitat. Eine Kugel, in der ein Mensch sicherer aufgehoben war als ein Baby im Mutterleib.

Ähnlich einem Embryo machte sich auch Lavinia keinerlei Gedanken darüber, dass ihr etwas zustoßen könnte.

Zu ausgefeilt war die Technik inzwischen. Von allen Kinderkrankheiten der ersten Generationen befreit, stellte der heutige Insecha das Nonplusultra der Sicherheitstechnik dar.

Kurz vor den Camp-Grenzen bedeckte Sand die Wege. Warum die Reinigungsroboter hier nicht tätig wurden, war ihr ein Rätsel. Eventuell war deren Programmierung nicht abgeschlossen worden.

„Wo ist die Camp-Zentrale untergebracht?“, fragte sie die Steuerungseinheit.

„Es war das große Gebäude an der Kreuzung der beiden Fernverbindungsstrassen.“

„Spiel mir bitte die Video-Aufnahmen ab, die du gespeichert hast.“

Direkt vor Lavinias Augen bildete das Gel eine silberne Projektionsfläche für die Anzeige.

„Mhm. Keine Schäden erkennbar. Haben wir die Wärmesignaturen von den Serverräumen?“

„Die Infrarot-Scans zeigen volle Betriebsbereitschaft. Im Gebäude arbeiten 32 Roboter, die die Server versorgen.“

„Videomitschnitt beenden.“ Lavinia seufzte. Was sollte sie Peterka nur berichten? Er würde nicht zufrieden sein.

Der Insecha rollerte hinaus in die öde Wüste. In Fahrtrichtung sah sie eine silbrig-rötliche Wolke, die den Himmel verdeckte.

„Was ist das dort draußen?“, fragte sie.

„Ein Sandsturm.“

„Kann er der Integrität des Insechas gefährlich werden?“

„Erfahrungswerte hierzu sagen aus, dass bei Stürmen ab Kategorie neun akute Ausfallwahrscheinlichkeit besteht. Dieser Sturm fällt in Kategorie vier oder fünf. Allerdings könnte er die Kommunikation beeinträchtigen.“

„Brechende Kugel!“ Hatte sich denn alles gegen sie gewendet?

„Wir weichen aus, wähle frei die Richtung. Versuche, die Kommunikation herzustellen. Ich muss mit C-D sprechen.“

„Bereitschaft.“

Der Insecha bog gen Süden ab, rollerte eine besonders hohe Düne hinauf und beschleunigte. Sand prasselte von der Außenhaut ab, bildete einen Halo um die Kugel. Die Ausläufer des Sturms waren schon zu spüren.

„Kannst du nicht schneller machen?“, drängte Lavinia.

„Unter den gegebenen Umständen ist eine höhere Geschwindigkeit nicht angeraten.“

Ein weiterer Bogen und sie umrundeten das Camp. Weg von dem Sand-Blizzard, aber immer noch innerhalb der 20-Kilometer-Grenze des Funk-Blackouts, wie sie befürchtete. Lavinia wurde ungeduldig und befahl: „V-Max. Sofort!“

Mit einem Ruck bewegte sich der Insecha vorwärts. Lavinia spürte es deutlich. Die Trägheitsdämpfer fingen die Beschleunigung nicht so auf, wie sie es gewohnt war. Die nächsten Schlingerbewegungen schlugen voll durch. Sie schrie in Panik: „Nothalt!“

Ihr ganzer Körper wurde nach vorn geschleudert. Mund und Nase prallten in das Gel. Wo sonst eine Luftblase war, gab es nur noch die gallertartige Masse. Lavinia atmete ein und fühlte, wie das Gel sie erstickte. Bevor sie das Bewusstsein verlor, dachte sie: Ich sterbe. In meinem Insecha.

Es wurde dunkel.

(bb@ct.de) **ct**

*Dritter und letzter Teil im nächsten Heft*



# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Datenkrake Facebook“: Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)), „Grafikarten-Kaufberatung“: Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de))

**Chefredakteur:** Johannes Endres ([je@ct.de](mailto:je@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteure:** Achim Barczok ([ach@ct.de](mailto:ach@ct.de)), Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de)), Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de)), Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Harald Bögeholz ([bo@ct.de](mailto:bo@ct.de)), Gerald Himmelein ([ghi@ct.de](mailto:ghi@ct.de)), Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

**Ressort Software & Medien** ([software-medien@ct.de](mailto:software-medien@ct.de))

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Redaktion:** Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)), Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Daniel Herbig ([dahe@ct.de](mailto:dahe@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Martin Reche ([mre@ct.de](mailto:mre@ct.de)), Peter Schmitz ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüler ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Peter-Michael Ziegler ([pmz@ct.de](mailto:pmz@ct.de))

**Ressort Systeme & Sicherheit** ([systeme-sicherheit@ct.de](mailto:systeme-sicherheit@ct.de))

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Johannes Merkert ([jme@ct.de](mailto:jme@ct.de)), Fabian A. Scherschel ([fab@ct.de](mailto:fab@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Merlin Schumacher ([mis@ct.de](mailto:mis@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Axel Vahldiek ([avv@ct.de](mailto:avv@ct.de))

**Ressort Hardware** ([hardware@ct.de](mailto:hardware@ct.de))

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([civ@ct.de](mailto:civ@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Andreas Stiller ([as@ct.de](mailto:as@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Florian Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Kamil Artur Nowak ([kan@ct.de](mailto:kan@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Anke Poimann ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de))

**Ressort Internet & Mobiles** ([internet-mobiles@ct.de](mailto:internet-mobiles@ct.de))

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)), Bernd Behr ([bb@ct.de](mailto:bb@ct.de)), Daniel Berger ([dbe@ct.de](mailto:dbe@ct.de)), Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hcz@ct.de](mailto:hcz@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Portek ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Alexander Spier ([asp@ct.de](mailto:asp@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**Newsroom/heise online:** Jürgen Kuri ([Ltg., jk@ct.de](mailto:Ltg., jk@ct.de))

**Redaktion:** Kristina Beer ([kbe@ct.de](mailto:kbe@ct.de)), Volker Briegleb ([vbr@ct.de](mailto:vbr@ct.de)), Martin Holland ([mho@ct.de](mailto:mho@ct.de)), Axel Kannenberg ([axk@ct.de](mailto:axk@ct.de)), Andreas Wilkens ([anw@ct.de](mailto:anw@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg., uk@ct.de](mailto:Ltg., uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**Koordination Social Media:** Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([Ltg., rs@ct.de](mailto:Ltg., rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Korrespondenten Verlagsbüro München:** Hans-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](mailto:vowe@ct.de)), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8, 64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 26 18

**Nordamerika:** Daniel AJ Sokolov ([ds@ct.de](mailto:ds@ct.de)), 91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 77 83 00 06 37

**Ständige Mitarbeiter:** Ralph Altmann, Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Prof. Dr. Noogie C. Kaufmann, Dr. M. Michael König, Stefan Krempl, Prof. Dr. Jörn Loviscach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peeck, Prof. Dr. Thomas J. Schult, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**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 Wähler, 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: [sq4lecqyx4izcpk.onion](http://sq4lecqyx4izcpk.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 33 vom 1. Januar 2016.

**Anzeigen-Auslandsvertretungen (Asien):** CyberMedia Communications Inc., 9F-2, No.89, Sec. 1, Beixin Rd., Xindian Dist., New Taipei City 23147, Taiwan (R.O.C.), Tel: +886-(0)2-8911-0960, Fax: +886-(0)2-8911-0940, E-Mail: [fc@cybermedia.com.tw](mailto:fc@cybermedia.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 AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 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 chlorfreiem Papier.

© Copyright 2016 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679

AWA

ACTA





# Vorschau 25/16

Ab 26. November 2016 am Kiosk und auf ct.de



## Schnelle MicroSD-Karten

Speicherkarten im MicroSD-Format sind vielseitig einsetzbar: als Speichererweiterung in Smartphones, aber auch als Videospeicher für Action-Cams. Wir vergleichen Karten mit 32 bis 128 GByte und überprüfen, ob sie auch Video-Aufnahmen mit 4K gewachsen sind.



## Der optimale PC

Vorweihnachtszeit ist Bastelzeit: Anhand von drei konkreten Bauvorschlägen können Sie sich Ihren individuellen Wunsch-PC zusammenstellen. Dabei kommt entweder ein kompakter Bürorechner heraus, ein preiswerter Allrounder, ein flotter Gaming-PC oder eine leistungsstarke Workstation – ganz nach Bedarf.

Außerdem:

## WLAN auf Speed

Der WLAN-Standard 11ad soll vom Start weg extrem hohe Netto-Datenraten liefern – jenseits von 2 GBit/s. Nach mehreren Jahren Wartezeit kommen jetzt endlich die ersten Geräte auf den Markt. c't testet, ob sie die hohen Erwartungen erfüllen.

## Fotos finden lassen

Fotos mit Stichwörtern beschreiben, Bilder aussortieren: Auch wenn viele Fotografen das lästig finden, bleibt Katalogisierung Pflicht. Maschinell lernende Algorithmen versprechen, die zeitraubende Arbeit zu erledigen oder zumindest zu erleichtern: mobil, auf dem Desktop oder direkt in Lightroom.

## Es muss nicht immer WordPress sein

Firmenpräsenz, Web-Visitenkarten, Pizza-Blog: WordPress treibt Websites aller Arten an. Doch nicht immer ist das populärste CMS auch die beste Lösung – schließlich wurde es ursprünglich für Blogs konzipiert. Neben den großen Herausforderern Typo3, Joomla und Drupal gibt es passende Spezialisten für jeden Zweck.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



Smart Home 2016  
jetzt im Handel

[boerse.to/original/upload/blacky](http://boerse.to/original/upload/blacky)



Mac & i Sonderheft  
jetzt im Handel



Technology Review 12/16  
jetzt im Handel