



*magazin für  
computer  
technik*

30. 4. 2016 10



Nützlich, nerdig, neu

# Originelle Raspi-Projekte

Hacking-Router, Gäste-WLAN-Automat,  
Fotoarchiv, Entropie-Server ...

Windows 10 lernt Linux



Vernetzte Soundbars



Smartphone: Lieber Prepaid



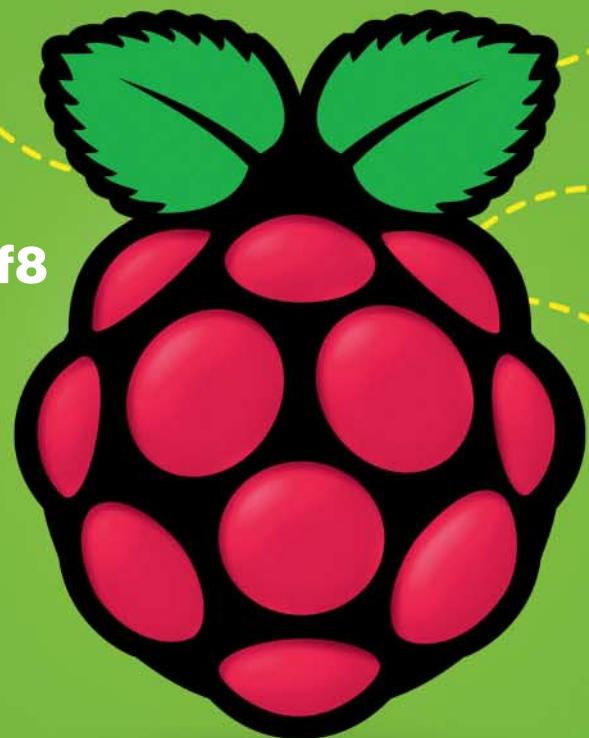
Facebooks Zukunftskonferenz f8



## Terabyte-SSDs ab 200 Euro

Direct3D 12 nachgemessen

Fotobearbeitung mit Paint.Net



€ 4,50  
AT € 4,70  
LUX, BEL € 5,30  
NL, IT, ES € 5,50  
CHF 6,90  
DKK 49,00

# IPv6 im Griff

Passende Router · Richtig einrichten  
Subnetting · DNS-Provisionierung



Anzeige



## A b s c h i e d n e h m e n

Viele einst treue Windows-Wegbegleiter sind im Laufe der Jahre von uns gegangen. Erinnern Sie sich noch an Outlook Express oder den Netscape Navigator? Oder an den freilich weniger beliebten, aber oft unverzichtbaren Zeitgenossen namens Real Player?

Der jüngste Todesfall hat sich im Hause Apple ereignet: Quicktime für Windows ist offiziell dahingeschieden. Der Apple-Player war gewissermaßen der Vorreiter der heutigen In-App-Käufe: Er funktionierte zwar, wer aber auf die abwegige Idee kam, damit ein Video im Vollbild abspielen zu wollen, sollte über Jahre hinweg die Pro-Version kaufen. Werden Sie Quicktime vermissen? Ich nicht. Falls Sie es noch auf dem Rechner haben, sollten Sie es umgehend deinstallieren. Es enthält üble Schwachstellen, die nicht mehr geschlossen werden (siehe Seite 40).

Angezählt sind auch Adobe Flash sowie Java im Browser. Endlich. Manche Software stirbt einen langsamen, qualvollen Tod, Windows XP etwa. Microsoft hat die lebenserhaltenden Maschinen vor über zwei Jahren abgeschaltet und versorgt es seitdem nicht mehr mit Sicherheits-Patches. Laut der Analysefirma Netmarketshare belegt es aber immer noch Platz drei unter den meistverbreiteten Betriebssystemen - vor Windows 8, OS X und Linux. Jeder Zehnte hat demnach Probleme, Abschied zu nehmen und hält sich

stattdessen lieber seinen persönlichen Software-Zombie. Ein Betriebssystem, das keine Patches mehr bekommt? Ernsthaft?

Das ist verantwortungslos und gefährlich. Auch immer mehr Anwendungen bekommen unter XP keine Updates mehr. So hat zuletzt Google erklärt, seinen Chrome-Browser unter XP fallen zu lassen. Andere wie Opera werden folgen und auch Dropbox-Nutzer schauen bald in die Röhre. Wer XP nach wie vor im Alltagseinsatz nutzt, dem schmilzt das ohnehin schon dünne Eis unter den Füßen weg. Aber auch unter modernen Betriebssystemen sind Programme, die nicht mehr gepatcht werden, eine tickende Zeitbombe.

Ich trauere meinen treuen Wegbegleitern von einst keine Träne nach. Die Welt hat sich verändert - ich habe mich verändert. Habe ich auf neuen Rechnern früher noch stets eine lange Liste an Lieblingsprogrammen installiert, gehegt und gepflegt, komme ich heute mit einer Handvoll Anwendungen aus; das meiste davon ist sogar Open Source. Software-Zombies haben in der heutigen Zeit nichts mehr verloren. Machen wir dieser Gattung doch den Garaus.

Ronald Eikenberg

Ronald Eikenberg

Anzeige

Anzeige

# Inhalt 10/16

## Trends & News

- 16** Rundgang durchs „schlaueste Haus Deutschlands“
- 18** Hardware
- 20** Hannover Messe 2016
- 24** USB-Neuigkeiten: Typ C statt Audio-Klinkenstecker, digitale Signaturen für mehr Sicherheit, neue Power-Delivery-Revision
- 26** Prozessorgeflüster: Von kleinen Armen und großen Reichen
- 28** Server & Storage
- 29** Embedded Systems
- 30** Monitore
- 31** VR mit Notebooks, Netze
- 32** Mobiles
- 33** Apps
- 34** Android N Developer Preview bekommt VR-Unterstützung und Google-Apps erhalten neue Funktionen
- 36** EU untersucht Zusammenhänge zwischen Android-Monopol und Google-Suche
- 37** Audio/Video
- 38** **Facebook-Entwicklerkonferenz F8**
- 40** Sicherheit
- 42** Internet, BKA-Gesetz
- 44** Apple
- 45** Linux
- 46** Office, Dokumentenverwaltung
- 48** Unternehmenssoftware
- 49** Technische Software
- 50** Spiele-Hardware
- 51** Indie- und Freeware-Spiele
- 184** Web-Tipps

## Test & Kaufberatung

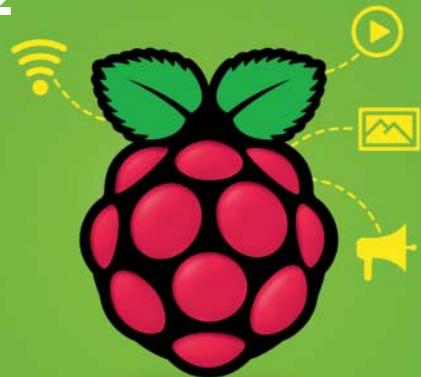
- 54** 24"-Curved-Monitor: Samsung S24E650C
- 54** Krypto-Stick: NitroKey Pro
- 56** Printserver für AirPrint mit SSL-Verschlüsselung: SEH Primos
- 56** 2-TByte-Mobilfestplatte mit 7 mm Bauhöhe: Seagate Mobile HDD

- 57** Bluetooth-Lautsprecher mit Sprachsteuerung: Amazon Tap
- 58** App-Katalog für Museen, Kunst und Kultur: Arts and Culture
- 58** Statistik-Add-in für Excel: XLStat
- 60** DTP-Software: Tango Solo Professional Edition 5
- 61** 3D-Modellier-App: Gravity Sketch
- 61** Browser: Flyperlink
- 62** Android-Smartphone LG G5 mit austauschbarem Akku und Doppelkamera
- 64** **Das bringt DirectX 12 in ersten Spielen**
- 67** Arduino-Board mit Beschleunigungssensor und Bluetooth
- 68** Brother-Multifunktionsgerät mit günstigen Großraum-Tintenpatronen
- 70** **Smarte Drohne DJI Phantom 4**
- 74** Android-Smartphone Nextbit Robin mit einzigartiger Cloud-Anbindung
- 112** Aldi-Notebook mit schneller Intel-GPU Iris 550
- 116** **Terabyte-SSDs für Desktop und Notebook**
- 120** **Den richtigen Mobilfunktarif finden**
- 128** Ubuntu 16.04 LTS: Linux mit Langzeitunterstützung
- 134** Router für IPv6 im Praxistest
- 148** **Neun vernetzte Soundbars**



### Terabyte-SSDs ab 200 Euro

Solid-State Disks sind rasend schnell, aber für viel Speicher brauchte man bis vor Kurzem zusätzlich eine Festplatte. Jetzt reicht eine SSD im Rechner: 1 TByte kostet nur noch wenig mehr als 200 Euro.

**82**

## Originelle Raspi-Projekte

Der Kleinstcomputer Raspberry Pi ist stromsparend und günstig. Mit formschönem Gehäuse und Touchscreen macht er auch im Wohnzimmer eine gute Figur: Sei es als Gäste-WLAN-Verwalter, als Mediacenter oder als Foto-Server für den ganzen Haushalt. Wir stellen aber auch exotischere Anwendungen vor.

**186** Buchkritik

**188** Spielekritik

## Wissen

**76** Ein Amazon-Kunde warnt vergeblich vor verdächtigen Rezensionen

**78** **Windows Subsystem für Linux und die Alternativen**

**132** **Das Internet-Upgrade rollt: IPv4 wird abgelöst**

**158** Multiplikation im Binärsystem mit Kindern ausprobieren

**162** Kaum Strafen für Verstöße gegen Datenschutzvorschriften

## Praxis & Tipps

**82** **Originelle Raspi-Projekte**

**88** Raspberry Pi als Hacking-Werkzeug für SSL- und Man-in-the-Middle-Angriffe

**94** Der Raspberry Pi als Medienzentrale

**98** Raspberry Pi als Gäste-WLAN-Automat

**104** Raspi statt Cloud: PicApport verteilt Fotos im Heimnetz

**108** Mit dem Raspberry Pi Zufallszahlen erzeugen und verteilen

**138** IPv6: Strukturierung von großen Netzen

**144** IPv6: LAN-Verwaltung mit DNS vereinfachen

**166** Tipps & Tricks

**170** FAQ: IPv6

**172** **Fotobearbeitung mit dem kostenlosen Paint.NET**

**178** Apples Betriebssystem OS X auf selbst gebauten Desktop-PCs installieren

**182** Nachrichtenzähler am Homescreen-Icon eigener Android-Apps einblenden

## Rubriken

**3** Editorial: Abschied nehmen

**10** Leserforum

**15** Schlagseite

**192** Story: Mein ist die Rache, Teil 2 von Arno Endler

**206** Stellenmarkt

**208** Inserentenverzeichnis

**209** Impressum

**210** Vorschau



## IPv6 im Griff

IPv6 macht endlich NAT überflüssig und beseitigt etliche IPv4-Probleme. Wir zeigen, was Sie von aktuellen Routern erwarten können und wie Admins große Netze in den Griff kriegen.

Anzeige

Anzeige

# Leserforum

## Änderungen, die was bringen

Detlef Grell im Editorial über das c't-Redesign, c't 9/16, S. 3

Lese c't schon seit Jahren und bin genauso älter geworden wie die c't. Daher ist das Facelifting bei mir sehr gut angekommen. Wunderbar zu lesen dieser etwas dickere Druck der Buchstaben. Das sind die Änderungen, welche wirklich was bringen, ohne sich groß umstellen zu müssen.

Mike Ganowski

## Nicht beirren lassen

Auch wenn sich viele „alteingelesene“ Leser mit Veränderungen meist sehr schwer tun, nicht beirren lassen. Denn das neue frischere und modernere Layout gefällt mir sehr gut und bereitet mehr Spaß beim Lesen.

Björn Bernard

## Zeit geben

Gerade habe ich mir das Forum angesehen. Was ist denn da bloß los? Ich hoffe nur, dass Sie sich diese ungerechtfertigte Kritik nicht zu sehr zu Herzen nehmen! Ich persönlich komme mit dem neuen Outfit sehr gut zurecht und würde mir wünschen, dass es sich bewähren kann. Als schon etwas in die Jahre gekommener Leser freue ich mich besonders über die etwas größere Schrift. Endlich kann ich die c't wieder ohne „Flutlichtbeleuchtung“ lesen. Das war mir mit dem alten Layout schon etwas schwer gefallen, besonders wenn der Hintergrund noch eingefärbt war. Bitte geben Sie den kritischen Lesern etwas Eingewöhnungszeit!

Berthold Gieß

## Total gut

Das Layout ist total gut, alles verständlich und auch die Schrift ist schön groß geworden, muss meine Brille trotzdem noch benutzen, aber viel besser alles aufgeteilt und leserlicher. Die Grafiken, die schon immer sehr gut waren, sind auch hier noch besser geworden. Die Überschriften der einzelnen Artikel sind schön fett gedruckt und stechen hervor.

R. Harder

## Abo gekündigt

Nachdem ich heute nach Jahrzehnten mein Abonnement gekündigt habe, möchte ich meine Entscheidung begründen. Eine solche Entscheidung ist in meinen Augen keine emotionale, keine Geschmacksentscheidung. Auch an ein Layout, das einem zunächst nicht gefallen mag, gewöhnt man sich vermutlich nach einiger Eingewöhnung.

Meine Gründe sind die folgenden: Das Layout ist konsequent platzschindend. Sie haben die „leicht größere“ Schrift als leichter lesbar verbrämt. Tatsächlich bringen Sie schlicht weniger Inhalt auf genauso vielen Seiten zum selben Preis unter. Dasselbe gilt natürlich für die riesigen freien Flächen und ebenso riesigen Überschriften.

Weiterhin schreit das Layout heraus: Hier ist nur noch die Form wichtig, wen-

interessieren die Inhalte? Design und Fassade sind – schön neumodisch – alles. Das sind nicht mehr die nüchternen Fachinformationen, die ich brauche. Es darf „schöner“, „moderner“ aussehen. Aber wenn es nicht c't bleibt, dann verabschiede ich mich.

Peter Herklotz

## Eine Zumutung

Das neue Layout ist eine Zumutung. Eine Serifenschrift als Fließtext ist schlecht zu lesen. Die Überschriften laufen viel zu breit, da wird viel Platz verschenkt. Im Innenteil werden pro Spalte 10 Zeilen weniger gedruckt als im alten Layout. Oben bleiben 2 bis 3 cm weiß. Man könnte fast denken, die c't möchte mit weniger Inhalt die gleichen Anzahl von Seiten füllen. Ins-

### c't im neuen Design – das Echo

Über 4000 Leser haben sich an unserer Umfrage zum neuen Layout von c't 9/16 beteiligt – herzlichen Dank an Sie alle. Das Spektrum der Bewertungen reicht von „total toll“ bis „total misslungen“ – unsere Briefauswahl spiegelt das grob wider.

Obwohl wir wissen, dass Veränderungen nie ausschließlich mit „Hurra“ begrüßt werden, gab es doch erheblich mehr und heftigere Ablehnung, als wir erwartet haben. Das liegt sicherlich auch daran, dass wir den Design-Wechsel – im vollen Produktionsgalopp – in Ausgabe 9 noch nicht perfekt hinbekommen haben. Das heißt für uns ganz klar: Wir haben noch viel Feintuning vor uns, was uns mindestens die nächsten drei Hefte beschäftigen wird.

Die positiven Bewertungen haben im Großen und Ganzen unsere Intention als gute Idee gewürdigt: klarer, moderner, besser lesbar, bessere Grafik. Mehr als 1500 Leser haben sich die Mühe gemacht, ihr Urteil detailliert zu begründen. Die zum Teil sehr differenzierte und konstruktive Kritik auszuwerten wird noch eine Weile dauern,

aber seien Sie versichert: Nichts bleibt ungelesen.

Die meiste negative Kritik gab es dafür, dass das neue Layout zu Lasten der Textmenge (große Schrift, viel Weißfläche) geht, also weniger Inhalt fürs Geld bietet. Das war auch der dominante Tenor im c't-Forum. Die großen Überschriften empfanden etliche als schreierisch und billig, einige sogar als Verlust der Eigenständigkeit von c't.

Dass sich der Artikeltyp (Test, News, Wissen) im neuen Layout besser erkennen lässt, dass das Layout auch zusammen mit den hierarchisch abgestuften Überschriften die Struktur des Heftes verbessert, müssen wir folglich noch besser überbringen.

Layout ist Geschmackssache, klar, aber offenbar auch eine Altersfrage: Die Leser über 60 bewerten das neue Layout deutlich besser als die mittleren Jahrgänge, ebenso die Unter-20-Jährigen: Die loben vor allem das moderne und stimmige Layout und etwa das übersichtlichere Inhaltsverzeichnis. Das freut uns sehr, denn das war eines der großen Ziele des neuen Layouts.

gesamt ist das Layout zwar lockerer, aber der Käufer zahlt für die Informationen, nicht für das leere Papier. Bitte stellen Sie unbedingt wieder auf das alte Layout um, das war praktisch, gewohnt und auch übersichtlich!

Torsten Werk 

## Geduld zahlt sich aus!

Vor etwa 18 Jahren berichtete die c't in einem fachlich sehr schlüssigen Artikel, dass seriflose Schriften (wie Arial) gegenüber Serifenschriften (wie Times New Roman) die Aufmerksamkeit verringern und Probanden in Studien weniger Fakten aus identischen Texten wiedergeben konnten, wenn diese in einer seriflosen Schrift veröffentlicht wurden. Dann kam vor 13 Jahren das damals neue Layout und ich konnte nicht einmal mehr die c't als Argument gegen Arial anführen. Die Schrift wurde Opfer des vorigen neuen Designs. Endlich hat auch bei Euch die Vernunft gesiegt. Design und Schrift passen optimal zueinander, statt in Konkurrenz zu treten.

Maik Reiß 

## Umstieg gelungen

*Weg von Windows 10, Mehr Privatsphäre, mehr Kontrolle, mehr Sicherheit, weniger Kacheln, c't 9/16, S. 76*

Vielen Dank für dieses tolle Heft. Das neue Erscheinungsbild gefällt mir sehr gut, ich kann es viel besser lesen. Noch besser hat mir aber das Top-Thema gefallen. Dank dieser Artikel habe ich endlich den Popo hoch bekommen und auf meiner alten Notebook-Platte Ubuntu installiert. Ich hatte ein wenig Bammel davor, doch ich bin sehr positiv überrascht. Ich denke, diesmal wird der Umstieg klappen, denn eines ist sicher: Windows 10 kommt mir nicht auf den Rechner!

Michael Pötting 

## Weg von Microsoft

„Weg von Windows 10“ ist sicher eine gute Idee. „Weg von Microsoft“ und anderen „beliebten“ Datenkraken ist insgesamt wahrscheinlich eine noch bessere. Als be-

kennender Linuxer (Mint 17.3), Firefox- und MetaGer- bzw. DuckDuckGo-User, dem nicht nur sehr viel an guten, sicheren UND preiswerten Betriebssystemen und Anwenderprogrammen liegt, sondern der auch eine hohe Datenschutzaffinität hat, verstehe ich seit über einem Jahrzehnt nicht, weshalb sich der Durchschnittsuser von Microsoft einerseits als zahlender und leidender Beta-Tester misshandeln lässt und sich auch noch willig immer „neugierigere“ Updates und Nachfolgesysteme aufdrängen lässt. „Wer nichts zu verbergen hat, ...“ sollte aufpassen, dass er nicht irgendwann in einer – politischen, technologischen oder ökonomischen – Diktatur wieder aufwacht. Die diversen Begehrlichkeiten von staatlicher wie kommerzieller Seite sollten eigentlich längst zu einem Bewusstseinswandel auf breiterer Front geführt haben. Aber es ist ja alles so bequem ...

Harry Niebuhr 

## Hoffentlich fehlerfreie Software

*Ihr Rad wird smart, Die Smartphonisierung des Fahrrads, c't 9/16, S. 130*

Die Artikelserie über mikrocontrollergesteuerte und mitdenkende „Smartbikes“ hat bei mir Erinnerungen an eine uralte c't-Story geweckt. Ich musste ein wenig recherchieren, bis ich sie gefunden habe. Das vollautomatische Fahrrad wurde vor über 20 Jahren in der c't-Story „Das Lied von der Lore“ von Josella Playton (c't 8/93) thematisiert. Die Geschichte handelt von einem hochentwickelten Fahrrad, das mit vielen computergesteuerten Assistenzsystemen ausgerüstet ist, um das Fahrradfahren sicherer zu machen. Seine Fahrerin verlässt sich auf diese computerisierte Technik, sprich Software, die natürlich, wie so oft in Geschichten von Josella Playton, unzuverlässig ist und versagt, mit tödlichem Ausgang für die Fahrerin. Die Geschichte steht auf der Homepage der Autorin online: [josella-simone-playton.com/lore.html](http://josella-simone-playton.com/lore.html)

Ich hoffe, zukünftige Smartbikes und autonome Fahrzeuge werden die beschriebene Fehlbarkeit der Software nicht aufweisen.

Daniel Kabs 

## Rechtlich

Vor mehr als 10 Jahren (2004) gab es für mein „historisches“ Siemens M65 bereits eine sehr gelungene Fahrradhalterung, die bei eingestecktem Handy das entsprechende Profil einschaltete und für damalige Verhältnisse durchaus ansprechende Daten für die Tour lieferte. Die Halterung war recht gediegen gefertigt, das Handy war wasserdicht und die ganze Kombination hat richtig Spaß gemacht und war damals ein richtiger Hingucker, aber – und das galt auch 2004 schon – Handy und Straßenverkehr sind nicht kompatibel: Insofern bleiben vorerst alle Anwendungen mit Smartphone-Steuerung ein Glücksspiel gegen unsere derzeit geltenden Rechtsnormen; es sei denn, man hat einen Bluetooth-Stecker im Ohr.

Henning Stanislawski 

*Man darf auf dem Rad ein Smartphone genauso wenig wie im Auto in die Hand nehmen, man darf aber per Freisprecheinrichtung telefonieren oder auf das Display schauen – dazu steckt das Smartphone idealerweise in einer Lenkerhalterung. Zudem stehen ja mit den Smartgrips und dem Smarthalo Gadgets in den Startlöchern, die die Navigationsanweisungen auf andere Art anzeigen.*

## Headsets fehlen

Die meisten Gadgets (außer dem Forumslader) sind wohl mehr oder weniger nutzbare Features, die mehr Geld kosten als sie wirklich Vorteile bringen. Ein Feature – welches meine Frau und ich seit 2 Jahren mit Begeisterung auf dem Pedelec nutzen – habe ich aber vermisst: eine Gegen sprechanlage.

Ich habe für eine mehrtägige Radtour mit meiner Frau unsere Bluetooth-Gegen sprechanlage (Midland BT City Twin) von den Motorradhelmen an die Fahrradhelme montiert – und nie wieder zurückgerüstet! Es ist unglaublich, wie entspannt das gemeinsame Radeln wird, wenn man sich nicht dauernd anbrüllen muss, sondern auch über mehr als 30 Meter Entfernung in Zimmerlautstärke miteinander kommunizieren kann – zur Navigation, Hinweise auf Sehenswürdigkeiten, Warnung vor Gefahren oder einfach nur zum Quasseln.

Was mir noch fehlt, ist eine gute Navigation (ideal über ein Smartphone), die exakt funktioniert und auch über mein Bluetooth-Headset per Sprachanweisung navigieren kann. Bislang hat sich als beste Möglichkeit noch die App Komoot erwiesen, die aber in einigen Bereichen noch verbesserungswürdig ist.

Peter Balthes 

## DHL ist nicht immer schuld

*Detlef Grell im Editorial über regelmäßige DHL-Pannen, c't 8/16, S. 3*

Heutige Paketzusteller – zu deren Berufsgruppe ich mich zähle – schleppen täglich quasi 500 kg Pakete zu Fuß den Eiffelturm hoch und haben im Schnitt nicht mal 90 Sekunden Zeit, ein Paket zu übergeben. Die Mieter in Erdgeschosswohnungen und in Mehrfamilienhäusern sind vielfach echt genervt: Meine Kollegen und ich kommen nämlich täglich mit den Sendungen aller Nachbarn, die gerade arbeiten.

Dabei können Sie auf der DHL-Webseite genau bestimmen, wo Pakete hin geliefert werden sollen. Über Wunschorte oder Umleitungen in Filialen, Packstationen, Wunschnachbarn (bitte nicht „ALLE“ angeben!) oder die mit Zahlen-schloss verschließbare Kiste im Hinterhof können Sie (sogar weitgehend kostenlos) für alle Fälle ein Ziel benennen. Das alles inklusive E-Mail-Vorankündigung etc., und das klappt ziemlich gut: Erfahrungsgemäß kommen Pakete z. B. mit Wunschort einfach schneller an.

Manchmal aber gibt es dennoch „Hänger“: Meine Kollegen und ich haben gestreikt, weil dort, wo DHL drauf steht, inzwischen oft eine Billig-Tochter drin steckt: Für deren Mitarbeiter bedeutet das noch schlechtere Löhne und noch härtere Arbeitsbedingungen. Und die Billig-Tochter gibt es, auch gerade weil Amazon vielleicht selbst liefern will. Bei wachsender Konkurrenz wird leider immer erst mal an der Kostenschraube gedreht und dann erst geht es um Qualität.

Name der Redaktion bekannt 

## Wohin beschweren?

Mit einem Stoßseufzer denke ich beim Lesen „Ja, genau! Ohnmacht, das trifft exakt mein eigenes Empfinden.“ Gemeinsam lei-

det es sich doch gleich viel leichter. Mich würde vor allem interessieren, ob Ihnen eine offizielle Stelle aus dem Bereich Verbraucherschutz bekannt ist, an die man sich bei deftigen und wiederholten Mängeln der DHL-Dienstleistungen wenden kann? Eine Stelle, die wirksam Druck ausüben kann.

Andreas Borutta 

*Die Oberinstanz ist offiziell die Bundesnetzagentur, die uns auch von Zustellern genannt wurde. In der uns bekannten Praxis scheint aber die Beschwerde in Bonn besser zu wirken. Auch wenn von da letztlich auch nur Textblöcke zurückkommen, so erreicht man dort noch am ehesten die verantwortlichen Entscheidungsträger.*

## Leicht zu finden!

Letztes Jahr hingen mehrere Pakete an mich im Zielpaketzentrum fest, trotz Wunschtermin! Also DHL angerufen. Wo findet man die Nummer?

Kontakt -> Kundenservice Paket& Brief -> Beschwerden, Reklamationen und Aufträge -> Wo ist meine Sendung? -> Wo ist meine nationale Sendung? -> Rufen Sie uns gerne an

H. Münch 

## Android kein Open Source mehr

*Android-Sicherheitsrisiko selbstgemacht, Eine Fehlkonfiguration des ab Android 5 ausgelagerten Browser-Moduls WebView verhindert wichtige Updates, c't 6/16, S. 180*

Dabei bleibt ein wichtiger Aspekt außen vor: Die Play-Services sind proprietär, Google rückt dafür keinen Quelltext heraus. Das Verschieben von Diensten in die Play-Services (was bei neuen Android-APIs inzwischen der Normalfall zu sein scheint) ist daher meines Erachtens in erster Linie ein „Trick“ Googles, um Android nach und nach closed-source zu machen und nebenbei die Nutzer zu zwingen, Googles GApps weitreichenden Zugriff zu geben. Der Sicherheit förderlich ist das Zurückhalten des Quelltextes nicht, verhindert es doch Analysen und Korrekturen durch die Open-Source-Community.

Sie können ja mal selbst versuchen, ein Android-Telefon ohne GApps zu be-

## Wir freuen uns über Post

 redaktion@ct.de

 c't Forum

  c't magazin

 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

treiben – dann werden Sie merken, wie viel an „Android ist open-source“ heutzutage noch dran ist. Jetzt, wo Google – unter anderem dank des sehr wirksamen Arguments, Android sei Open Source – klarer Marktführer bei Mobilbetriebssystemen ist, will die Firma hier offenbar klammheimlich einen Rückzieher machen. Eine wirkliche Kontrolle der Nutzer über ihre Geräte und ihre Daten ist jedoch nur mit Open-Source-Software gegeben. Zwar gibt es Projekte wie G (microG), die Teile der Play-Services nachimplementieren und so das Installieren der GApps in einigen Fällen unnötig machen, aber solche Projekte werden immer Kompatibilitätsprobleme haben und Neuerungen hinterherhinken. Daher beobachte ich diese Entwicklung mit zunehmender Sorge.

Ralf Jung

## Ich wurde erhört

*Ok Google, mach' das Licht an!, Hue-Lampen mit Android-Geräten per Sprache steuern, c't 7/16, S. 118*

Ich möchte mich für Ihren tollen Artikel über die Steuerung der Hue-Lampen über die App AutoVoice zusammen mit Tasker bedanken! Im Fokus steht bei mir gar nicht das Smart Home, jedoch verwende ich schon seit längerem Tasker und wusste nicht, dass es auch ein Sprachsteuerungs-Plug-in gibt. Mit Hilfe des Artikels dauerte das Einrichten und Bedienen gerade mal 5 Minuten. Super – jetzt steuere ich die wichtigsten Tasks über „OK Google“!

Christoph Jakobi 

Anzeige

Anzeige



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

# Leben in der High-Tech-Oase

## Rundgang durchs „schlaueste Haus Deutschlands“

**In Hamburg steht das mit Technik vollgestopfte „Apartmentum“ des Xing-Gründers Lars Hinrich kurz vor seiner Fertigstellung. c't hatte die Gelegenheit, sich das Projekt vor der Eröffnung anzuschauen.**

**VON NICO JURRAN**

Lars Hinrichs lehnt sich über die Zeile der offenen Küche und drückt einige Knöpfe, worauf eine Dunstabzugshaube aus dem weißen Block neben ihm fährt. Die anwesenden Journalisten sind erleichtert: Endlich bekommen sie ein Bild mit dem Bauherrn, das sich mit dem Begriff „Smart Home“ verbinden lässt. Willkommen auf der Baustelle des „Apartmentum“, dem „schlauesten Haus Deutschlands“.

Als Bauherr ist Lars Hinrich bislang kaum in Erscheinung getreten, man kennt ihn eher als Gründer des Business-Netzwerks Xing. Ihm ging es nach eigenen Angaben nicht nur darum, eine vorhandene Immobilie in das schlaueste Haus Deutschlands umzubauen. Er will das Wohnen als solches verändern: „Living as a Service“ – abgeleitet von „Software as a Service“ – lautet der Gedanke hinter dem Projekt. Passend dazu vermietet er alle Wohnungen mit Smart-Home-System, Internet, Strom, Wasser und so weiter zum Flatrate-Tarif.

Das bedeutet aber eben auch, dass der 39-jährige Unternehmer als Betreiber die Kosten im Blick behalten muss. Da ist es hilfreich, wenn beispielsweise Jalousien-Stellung und Lüftung automatisch nach dem Wetter reguliert werden und danach, ob der Mieter daheim ist oder nicht. Hinrichs Prognose: Das Apartmentum wird dreißig Prozent weniger verbrauchen als ein normales Haus.

Im ersten Abschnitt entstehen im Hamburger Stadtteil Rotherbaum 20 Wohnungen – die kleineren haben eine Gesamtgröße zwischen 115 und 176 Quadratmeter, die Penthäuser gehen über mehrere Etagen und sind rund 200 Quadratmeter groß. Im Mai sollen die ersten Mieter einziehen.

Laut Hinrichs ist in den Wohnungen alles zu finden, was man sich auch im Eigentum gönnen würde – darunter Küchengeräte von Miele, Musiksysteme von Sonos, vernetzte LED-Beleuchtung mit Licht-Weck-Funktion von Osram, 75 Zoll große Flat-TVs von Samsung und Duschen mit verschiedenen Programmen. Zur Flatrate lassen sich Zusatzdienste hinzubuchen – beispielsweise für automatische Waschmittel-Lieferungen. Dass der Vorrat zur Neige geht, meldet die Maschine sowieso.

Und der Komfort fängt nicht erst in der Wohnungen an: Der Briefkasten teilt dank

Sensortechnik jedem Bewohner mit, wenn Post eintrifft; zudem installiert DHL für alle Mieter im Haus eine gemeinsame Packstation. Der Fahrstuhl merkt, wenn jemand das Haus betritt und kommt angefahren, Besucher sollen über LED-Bänder zu einzelnen Apartments geführt werden. Unabhängig von dem 100-MBit-DSL-Anschluss in jeder Wohnung bekommen Bewohner und Besucher über WLAN im ganzen Haus Zugang zum Internet – trotz noch geltender Störerhaftung offen und kostenlos.

In der Garage gibt es eine E-Tankstelle mit 16 Säulen, aufrüstbar auf 32 Zapfstellen. Für den zweiten Bauabschnitt nebenan ist sogar ein Drohnen-Landeplatz geplant.

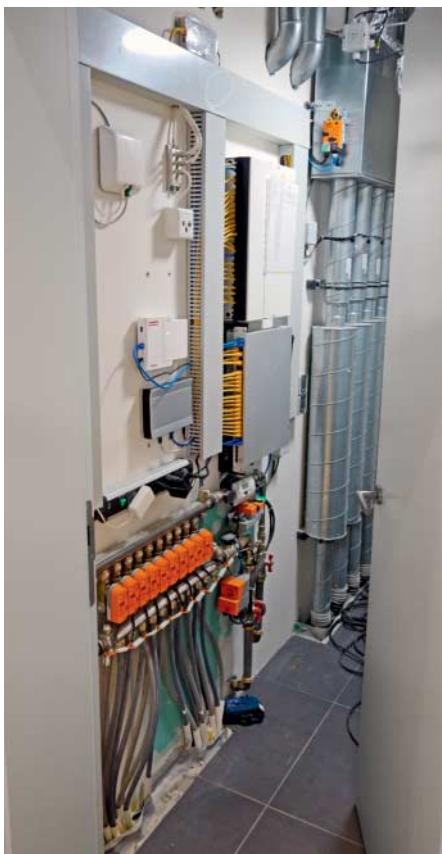
### Unter Kontrolle

Beim Um- und Ausbau der Immobilie wurde – auch in den Wohnungen – auf Stahlbeton gesetzt, weshalb man im Inneren eigentlich komplett vom mobilen Datenfunk abgeschnitten ist. Doch Hinrichs betont stolz, dass das auf dieses Haus nicht zutrifft: „LTE in jedem kleinsten Winkel“. Die Aussage irritiert anwesende Journalisten, deren Smartphones kämpfen, um überhaupt einen Empfangsbalken zu erreichen. „Falscher Provider“, stellt Hinrichs trocken fest. Immerhin soll der Empfang für andere Provider im Hausinneren noch verbessert werden.

Mobilgeräte sind die zentralen Komponenten des Smart-Home-Systems: Mindestens drei iPads hängen in jeder Wohnung an der Wand, das Smartphone des Mieters ist zudem elektronischer Schlüssel für die Wohnung und die Schnittstelle von



**Bauherr Lars Hinrichs** demonstrierte in seinem smarten Haus, wie die Thermostate der Google-Tochter Nest arbeiten.



außen – etwa, um mit Besuchern vor der Wohnungstür via Videokonferenz zu sprechen oder sich auf dem Weg nach Hause schon einmal das Badewasser einzulassen.

Laut Hinrichs ließe sich ein Projekt wie das Apartmentum nicht mit einem Fertigsystem wie KNX umsetzen. Stattdessen setze man voll auf IP – per Funk und via Kabel. Insgesamt rund 100 Kilometer Ethernet-Strippen seien verlegt worden, durch die auch Strom fließt. Selbst neben der Toilette gibt es eine Ethernet-Buchse – für Dinge, die da in den nächsten Jahren noch kommen mögen.

Die 120 Kilo schwere Wohnungstür ist eine Spezialanfertigung, inklusive Kamera, Internetverbindung und Sensoren, die einen Einbruchsversuch erkennen sollen. Andere Geräte kommen hingegen in smarter Ausführung „von der Stange“ – etwa die Waschmaschine von Miele. Die funk nach dem Zigbee-Home-Automation-Protokoll, weshalb ein passender Hub im Elektronikraum steht, der zu jeder Wohnung gehört. Die Smartphones kommunizieren erwartungsgemäß via Bluetooth Smart mit dem smarten Schloss in der Tür.

Nun könnte man meinen, dass sich die einzelnen Smart-Home-Komponenten im Apartmentum über eine Oberfläche steuern lassen. Dieser Vorstellung erwidert Hinrichs eine klare Absage: „Eine



Zur Wohnung gehört ein Elektronikraum (ganz links), in dem unter anderem ein ZigBee-Hub (links) zu finden ist.

App für alles kann und wird nicht funktionieren.“ Stattdessen wird das smarte Heim über insgesamt 14 Apps gesteuert. Eine zentralisierte Mobilgeräteverwaltung ermöglichte aber, dass der Mieter auch sein mitgebrachtes Smartphone ans System anbinden kann.

Unübersehbar sind die in Deutschland offiziell nicht erhältlichen Raumthermostate der Google-Tochter Nest. Sie sind in jedem Zimmer installiert – selbst in einem Ankleidezimmer von vielleicht sechs Quadratmeter Größe zwischen Schlafzimmer und Bad, die ihrerseits eigene Regler haben. Tatsächlich lässt sich in den Wohnungen die Temperatur jedes Zimmers einzeln regulieren – was von Nests Ansatz eines zentralen Thermostats abweicht.

Auf Nachfrage bestätigt der Bauherr, dass auch Rauchmelder von Nest zum Einsatz kommen – und zählt im gleichen Atemzug deren Vorteile auf: Zusätzliche Sensoren sind für die Anwesenheitserkennung zuständig, statt eines Piepsens erhält man im Gefahrenfall eine klare Ansage. Die sei mittlerweile in deutscher Sprache verfügbar, der Bauherr hat aber eher eine englischsprachige Klientel im Auge hat.

## Wohliges Nest

Für einige Verblüffung sorgt die Beschreibung, welchen Weg die Daten bei Benutzung des Nest-Thermostaten nehmen: Sie wandern zunächst von Hamburg zum Cloud-Server von Nest in die USA, von wo die Antwort zum Cloud-Server eines Dienstleisters in der Schweiz geschickt wird. Der generiert daraus wiederum Steuerdaten für die Fußboden-Heizung und schickt sie durchs Internet nach Hamburg.

Spätestens jetzt drängt sich das Thema Datenschutz auf; immerhin werden an rund 540 Punkten im Apartmentum Daten erhoben. Lars Hinrichs selbst bezeichnet Datenschutz an einer Stelle als „den größten Innovationskiller, den man haben

kann“, betont aber andererseits, dass man erhobene Daten nicht auf einzelne Wohnungen zurückverfolge. In den späteren Wohnzimmern ist daher zwar ein Anschluss für eine Überwachungskamera vorhanden, eine solche aber nicht vorinstalliert. Das bleibt Sache des Mieters.

## Ausblick

Wer ins Apartmentum einziehen will, sollte über das nötige Kleingeld verfügen: Zwischen 4000 und 11 500 Euro wird die monatliche Miete für die Wohnungen des ersten Abschnitts betragen.

Deutsche Langzeit-Mieter hat Lars Hinrichs aber eh nicht im Visier. Er will mit dem Projekt Menschen ansprechen, die für eine begrenzte Zeit in Hamburg leben, bevor sie beispielsweise nach Shanghai weiterziehen. Es geht um Menschen, die Eigentum nicht als Lebenskonzept betrachten, sondern auf „Shared Economy“ setzen – allerdings in bester Lage. (nij@ct.de) **ct**



Auch beim WLAN-Router setzt der Bauherr auf Google; das „OnHub“-Modell wurde aus den USA importiert.

## Profi-Grafikkarte für 4K



Die Quadro M2000 befeuert gleichzeitig bis zu vier 4K-Displays.

Eine neue Workstation-Grafikkarte mit Maxwell-2.0-Grafikchip und 4 GByte GDDR5-Speicher hat Nvidia als Quadro M2000 vorgestellt. Über ihre vier DisplayPort-Anschlüsse steuert sie ebenso viele 4K-Displays gleichzeitig an – und zwar jeweils mit  $4096 \times 2160$  Bildpunkten und 60 Hz. Die Mosaic-Funktion im Quadro-Treiber fasst die Monitore auf Wunsch zu einem großen zusammen, bietet eine Rahmenkorrektur und rechnet bei angeschlossenen Projektoren die Bild-Überlappungen heraus.

Die GM206-GPU der Quadro M2000 besteht aus knapp 3 Milliarden Transistoren und enthält 768 Shader-Rechenkerne. Sie unterstützt alle aktuellen Schnittstellen, etwa Direct3D 12.1, OpenGL 4.5, OpenCL 1.2, CUDA 7 und Vulkan. Die integrierte Video-Engine dekodiert und kodiert auch Clips im H.264/H.265-Format und spielt sogar VP9-Videos ab. Die maximale Leistungsaufnahme beträgt laut Nvidia 75 Watt. Technisch ähnelt die Quadro M2000 einer GeForce GTX 950, kostet aber 650 statt 150 Euro. (ciw@ct.de)

## AMD-Kombiprozessor A10-7860K mit 65 Watt

Seit Kurzem ist der AMD-Prozessor A10-7860K für etwa 105 Euro erhältlich. Er ist nach dem vor zwei Jahren vorgestellten A10-7800 der zweite Kombiprozessor mit 65 Watt Thermal Design Power (TDP) und voll ausgebauter Radeon-R7-Grafikeinheit mit 512 Shader-Einheiten. Diese schnellste integrierte GPU von AMD steckt sonst nur in 95-Watt-Prozessoren.

Die CPU-Kerne des übertaktbaren A10-7860K laufen mit 3,6 GHz (Turbo: 4 GHz), die GPU-Kerne mit 757 MHz, also jeweils 3 Prozent schneller als beim A10-7800. Der neue Kühler soll bis zu 95 Watt wegblasen und angeblich leiser sein als bisherige 65-Watt-Kühler.

Im Kurztest unter Windows 10 zeigte der A10-7860K keinen nennenswerten Vorteil im Vergleich zum A10-7800: Mit 300 Cinebench-R15-Punkten beim gemeinsamen Rechnen aller vier Kerne sowie 90 Punkten für den Einzelkern lagen beide Prozessoren gleichauf. Im 3DMark war der Neuling 7 Prozent besser (1371 statt 1281 Punkte). In dieser 3DMark-Region liegt auch Intels teurerer Mobilprozessor Core i5-6267U mit der stärksten Intel-GPU Iris 550. Die Leistungsaufnahme des A10-7860K unter GPU-Volllast lag mit 104 Watt auf dem von AMD mitgelieferten Mainboard Asus A88XM-Plus um 10 Prozent höher als beim A10-7800 auf dem MSI A78M-E35 (siehe c't 18/14, S. 55). (ciw@ct.de)



AMD A10-7860K:  
vier übertaktbare  
CPU-Kerne plus  
Radeon R7 mit 512  
Shader-Kernen

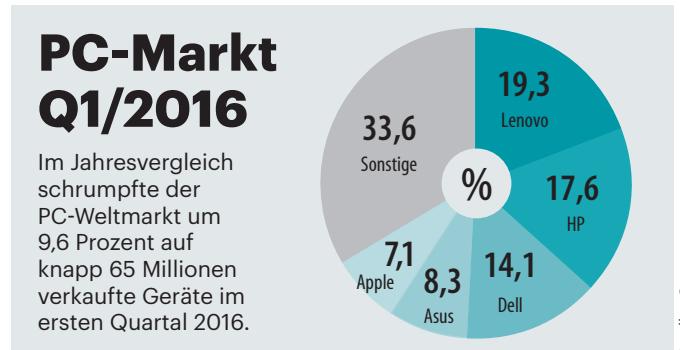
## PC-Markt schrumpft weiter – mit einer Ausnahme

Der weltweite Markt der Desktop-PCs, Notebooks und Windows-Tablets befindet sich nach Schätzungen der US-Marktforscher der Firma Gartner wieder auf dem Stand von 2007: Nicht einmal 65 Millionen Geräte wurden im ersten Quartal 2016 verkauft. Besonders Privatleute verschmähen klassische Computer, sie sehen offenbar wenig Anlässe für Neukäufe. Robuster läuft das Geschäft mit Business-Rechnern.

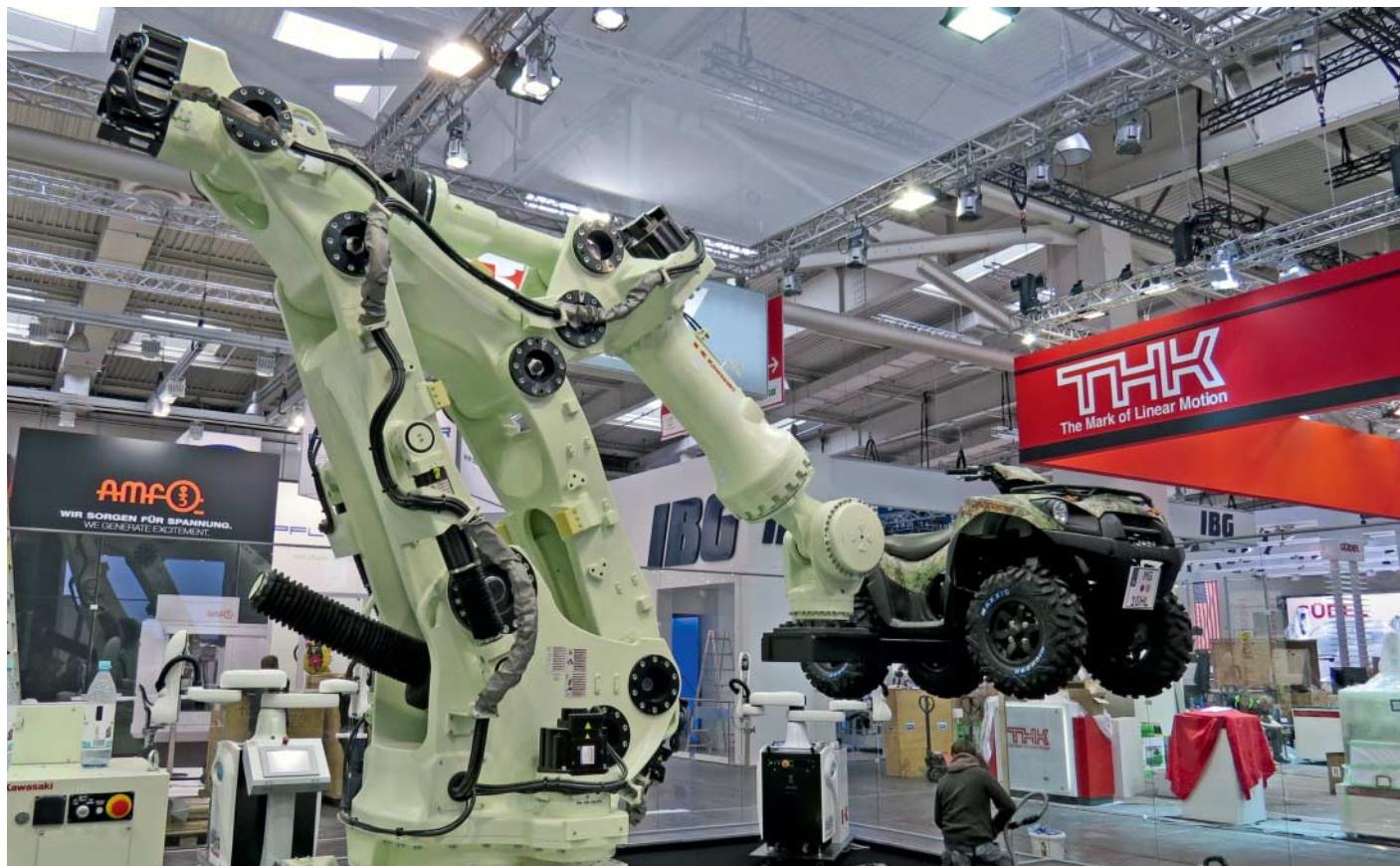
Die drei führenden Hersteller Lenovo, HP und Dell verkauften mehr als die Hälfte aller PCs, zusammen mit Asus und Apple summiert sich der Ausstoß auf zwei Drittel des Weltmarkts. Nur Asus (+1,5 Prozent) und Apple (+1 Prozent) konnten im Jahresvergleich mehr Einheiten absetzen. Bei den anderen ging es um bis zu 9 Prozent (HP) abwärts. Noch stärker, nämlich um rund 18 Prozent, schrumpfte das Geschäft bei den nicht näher bezeichneten Firmen, die sich das restliche Drittel des Weltmarkts teilen.

In Europa, dem Nahen Osten und Afrika (EMEA) sah es ebenso düster aus wie im Rest der PC-Welt, aber hier gab es

laut IDC eine Besonderheit: Business-Notebooks legten in Westeuropa um 1,3 Prozent zu, in Deutschland sogar um mehr als 10 Prozent. In der EMEA-Region sieht die Rangfolge der PC-Firmen außerdem etwas anders aus als auf dem Weltmarkt: hier führt HP vor Lenovo und Dell und statt Apple steht Acer auf Rang 5. (ciw@ct.de)



Anzeige



# Digitalisierte Industrie

## Hannover Messe 2016

**Mehr als 5200 Aussteller aus 75 Nationen haben sich an der diesjährigen Hannover Messe beteiligt. Beherrschende Themen der weltweit größten Industriemesse waren die forschreitende Digitalisierung und Vernetzung von Wirtschaft und Gesellschaft, das geplante Freihandelsabkommen TTIP – und natürlich der Besuch von Barack Obama, der das Partnerland USA repräsentierte.**

**VON PETER-MICHAEL ZIEGLER**

**M**an kann die USA mögen – oder den „American Way of Life“ ablehnen. Unbestritten ist aber, dass die Vereinigten Staaten von Amerika auch im 21. Jahrhundert eine große wirtschaftliche Bedeutung für Europa und insbesondere für Deutschland haben. So lösten die USA mit einem Handelsvolumen von mehr als 173 Milliarden Euro im vergangenen Jahr erstmals Frankreich als wichtigsten Handelspartner Deutschlands ab.

„Europa gehört bislang allerdings nicht zu den Stützen einer digitalen Ökonomie“, räumte Ulrich Grillo, Präsident des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI), bei der Eröffnung der Hannover Messe 2016 ein. „Böse Zungen sagen sogar, Europa habe die erste Halbzeit der Digitalisierung verschlafen.“

Ganz anders die Vereinigten Staaten: Auf mehr als 98 Prozent der PCs und Notebooks weltweit läuft heute ein Betriebssystem aus den USA. Microsoft, Apple, Intel, AMD, Nvidia, Qualcomm, IBM, Cisco, HP, Oracle, Google, Amazon, Facebook, Twitter – all das sind IT-Unternehmen aus den Vereinigten Staaten mit einer starken oder teilweise sogar marktbeherrschenden Position im Soft- und Hardware-Sektor.

Dass die USA ihre Vormachtstellung bei der globalen Digitalisierung nicht längst auch auf die klassische Industrie übertragen haben, hat vor allem einen Grund: Die Amerikaner haben ihre eigene industrielle Produktion lange vernachlässigt. Zeichnete das produzierende Gewerbe zu Zeiten von Jimmy Carter (US-Präsident

dent von 1977 bis 1981) noch für rund ein Drittel der Wirtschaftsleistung das Landes verantwortlich, lag dieser Anteil zum Ende der Amtszeit von George W. Bush (2001 bis 2009) bei nur noch elf Prozent. Statt selbst Waren zu produzieren, verlagerten die USA über Jahrzehnte unzählige Industriearbeitsplätze in Billiglohnländer, vor allem nach Asien. Und das blieb nicht ohne Konsequenzen: Seit vierzig Jahren importieren die USA jedes Jahr deutlich mehr Waren als sie exportieren. 2015 belief sich das Außenhandelsdefizit der USA auf 736 Milliarden US-Dollar – mehr als das Doppelte des aktuellen Haushalts der Bundesrepublik Deutschland.

### Re-Industrialisierung

Eines der vorrangigen Ziele, die sich Barack Obama bei der Amtsübernahme im Jahr 2009 setzte, war deshalb die Re-Industrialisierung des Landes. Hunderte von Milliarden Dollar wurden in Maßnahmen zur Förderung einer modernisierten heimischen Industrie investiert. Zwar benötigt ein solcher grundlegender Strukturwandel viel Zeit – aber inzwischen stellen sich bereits die ersten Erfolge ein: Großkonzerne siedeln sich wieder verstärkt in den USA an, die Arbeitslosenquote ist binnen acht Jahren von fast zehn Prozent auf aktuell fünf Prozent gesunken.

Für immer mehr US-Unternehmen ist es dank niedriger Steuern und billiger Energie inzwischen kostengünstiger, Güter in der Heimat zu produzieren, statt sie zu importieren. Tesla Motors beispielsweise baut in der Wüste von Nevada derzeit

gemeinsam mit Panasonic eine der größten und modernsten Fabriken weltweit auf. In der sogenannten Gigafactory sollen bis zum Jahr 2020 Lithium-Ionen-Akkus für bis zu 500 000 Elektroautos jährlich produziert werden.

In den rund fünf Milliarden Dollar, die für den Bau der Fabrik veranschlagt wurden, sind auch die Kosten für Tausende Industrieroboter berücksichtigt, die künftig einen Großteil der Arbeit erledigen sollen. In Teslas Hauptwerk im kalifornischen Fremont, wo sämtliche Fahr-

zeuge vom Typ Model S und Model X gefertigt werden, setzt Tesla bereits heute etwa 750 Roboter des Augsburger Automationsspezialisten KUKA ein.

„Wenn Sie eine Fabrik gründen wollen, kommen Sie in die USA“, warb Präsident Barack Obama auf der Hannover Messe. „Wir bieten Ihnen niedrige Kosten und wenig Bürokratie.“ Obama machte sich in Hannover auch noch einmal für eine rasche Umsetzung der geplanten „Transatlantischen Handels- und Investitionspartnerschaft“ (TTIP) zwischen den



Zur Eröffnung der Hannover Messe 2016 reiste Barack Obama wahrscheinlich das letzte Mal als US-Präsident nach Deutschland.



Die Bionik-Sparte des Esslinger Automationsspezialisten Festo zeigte in Hannover einen von Raupen inspirierten 3D-Produktionsroboter.



Im „SmartFactory Laboratory“ des DFKI steuern Produkte ihren Fabrikationsprozess selbst.

USA und der Europäischen Union stark. „Es gibt noch immer zu viele Hindernisse, die den Handel stören“, sagte Obama. Diese müssten abgebaut werden.

„Ich weiß, dass TTIP viele Emotionen und auch Ängste hervorruft“, erklärte Obama. Die passende Antwort darauf sei aber nicht, Brücken hochzuziehen, sondern den Handel in die richtige Richtung zu lenken. TTIP werde für „mehr Wohlstand“ sorgen, die „Sicherheit erhöhen“ und zudem helfen, „soziale Ungleichheiten in den 28 EU-Staaten zu überwinden“, versicherte der US-Präsident.

Für Barack Obama war die Beteiligung der USA als Partnerland der Hannover Messe 2016 ein letzter Gipfel der Bemühungen, die Vereinigten Staaten zurück in den Kreis der Nationen mit bedeutender eigener industrieller Produktion zu führen. Auch wenn er noch bis Januar 2017 offiziell im Amt ist, sind seine Einflussmöglichkeiten spätestens mit der Wahl eines neuen Präsidenten (oder einer Präsidentin) am 8. November erheblich eingeschränkt.

## Vernetzte Werkzeuge

Bundeskanzlerin Angela Merkel betonte in Hannover die Bedeutung einer „Verknüpfung der industriellen Stärke Deutschlands“ mit der „Vorreiterrolle der

USA in Sachen Digitalisierung“. Durch die unlängst beschlossene Kooperation der deutschen Plattform „Industrie 4.0“ mit dem US-amerikanischen Pendant „Industrial Internet Consortium“ (IIC) würden entscheidende „Weichen für die Zukunft“ gestellt, sagte Merkel. Die Digitalisierung der Wirtschaft und vor allem das sogenannte „Internet der Dinge“ (Internet of Things, IoT) eröffneten „riesige Chancen“, die man künftig gemeinsam nutzen wolle.

Während in Deutschland die „4. industrielle Revolution“ in Form einer hochkomplexen Verzahnung von industrieller Fertigung und Informations- und Kommunikationstechnik bereits 2011 ausgerufen wurde, existiert das Industrial Internet Consortium erst seit zwei Jahren. Gegründet wurde es von den US-Firmen AT&T, Cisco, General Electric, IBM und Intel – aber längst haben sich dem IIC über 200 Firmen weltweit angeschlossen, während die deutsche Industrie-4.0-Initiative Ge-



Microsoft-CEO Satya Nadella (Mitte) und Siemens-Chef Joe Kaeser (links) diskutierten in Hannover über Chancen und Risiken der Digitalisierung.

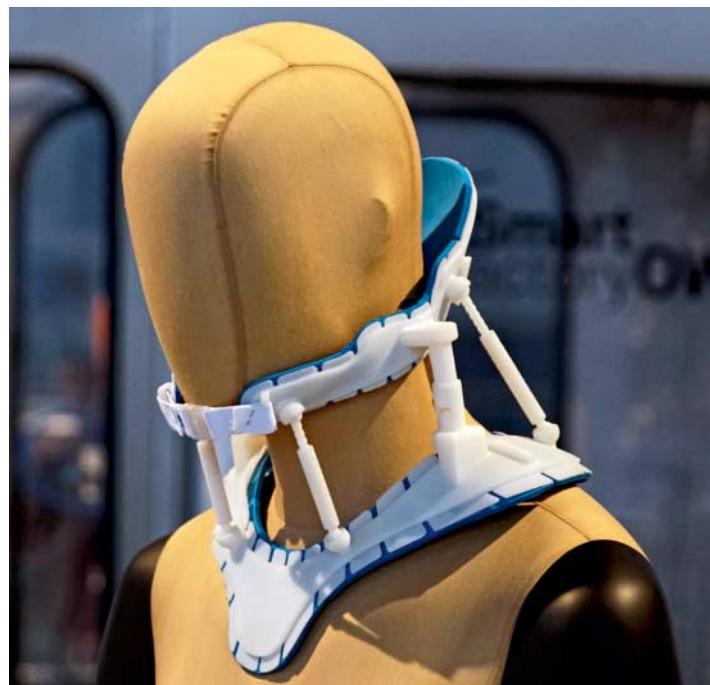
fahr läuft, sich mehr oder weniger zu einer nationalen Insellösung zu degradieren.

Zwar will man künftig auch die Referenzarchitekturen für Industrie 4.0 (RAMI4.0) und die „Industrial Internet Reference Architectur“ (IIRA) aufeinander abstimmen. Anders als Industrie 4.0 verfolgt das Industrial Internet Consortium aber weniger den Ansatz, eine einheitliche Referenz für sämtliche Aktivitäten beim Einsatz von IoT in der industriellen Produktion zu schaffen. Vielmehr konzentriert sich IIC vor allem auf den sogenannten Testbett-Ansatz, bei dem IIC-Mitglieder miteinander kooperieren, um Lösungen für bestimmte Anwendungsfälle zu finden.

So arbeiten beispielsweise die IIC-Mitglieder Bosch, Cisco und Tech Mahindra im Rahmen des sogenannten „Track and Trace“-Testbetts derzeit daran, Werkzeuge, Arbeitsschritte und Produktionsdaten in der Flugzeugwartung miteinander zu verknüpfen. Damit sicherheitsrelevante Schrauben immer mit der genau vorgeschriebenen Kraft angezogen werden, soll dazu die Position eines funkgestützten Akkuschraubers innerhalb einer Werkhalle per Triangulation exakt lokalisiert und über die Positionsbestimmung dann automatisch das richtige Drehmoment für die jeweilige Aufgabe gewählt werden.

Bosch Rexroth stellt dafür Funk-Akkuschrauber vom Typ Nexo zur Verfügung; Bosch Software Innovations steuert die Software „Bosch IoT Suite“ für die Datengewinnung und -auswertung bei. Tech

**Medizinprodukte aus dem 3D-Drucker wie diese Zervikalstütze finden eine immer größere Verbreitung.**



Mahindra erledigt die Anwendungsprogrammierung, Cisco kümmert sich um die Auswertung der Funksignale für die Positionsbestimmung der Akkuschrauber.

### Preisträger

Ein weiteres deutsches Unternehmen, das sich bereits am Industrial Internet Consortium beteiligt, ist die Harting Technologiegruppe. Das Unternehmen mit rund 4200 Mitarbeitern und Hauptsitz in Espelkamp in Nordrhein-Westfalen hat in diesem Jahr den mit 100 000 Euro dotierten

Hermes-Award gewonnen, der seit 2004 alljährlich zur Hannover Messe für innovative technische Produkte und Verfahren verliehen wird und als einer der bedeutendsten Technologiepreise weltweit gilt.

Harting hat MICA (Modular Industry Computing Architecture) entwickelt, eine Recheneinheit von der Größe einer externen Festplatte, die zur Kommunikation von Maschinen mit einem übergeordneten IT-System genutzt werden kann. Mehr zu MICA im Prozessorgespräch auf Seite 26. (pmz@ct.de)

Anzeige



# USB-Neuigkeiten

## Typ C statt Audio-Klinkenstecker, digitale Signaturen für mehr Sicherheit, neue Power-Delivery-Revision

**USB kann künftig noch mehr: Die Typ-C-Buchse soll den 3,5-Zoll-Klinkenstecker an Smartphone & Co. ersetzen, digitale Signaturen schützen vor bösartigen oder schlechten Geräten – und die Power-Delivery-Spezifikation wurde grundüberholt.**

**VON FLORIAN MÜSSIG**

Einige Mobilgeräte wie die neusten Windows-Tablets von HP (Spectre x2, siehe c't 5/16, S. 90) und Samsung (Galaxy TabPro S, siehe c't 8/16, S. 84) setzen bereits nahezu ausschließlich auf USB Typ C. Die einzige verbliebene klassische Buchse ist dort der als 3,5-Millimeter-Klinke ausgeführte Audio-Ausgang. Wenn es nach den Plänen des Standardisierungsgremiums USB-IF (Universal Serial Bus Implementers Forum) geht, dann wird auch die

Klinkenbuchse in absehbarer Zeit von USB Typ C abgelöst: Laut dem USB-IF wünschen sich die Gerätehersteller, die analoge Audiobuchse abzuschaffen.

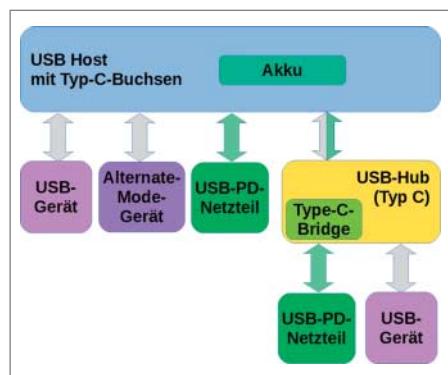
Das USB-IF erarbeitet derzeit einen Standard für Typ-C-Audio, der zwei Varianten vorsieht. In der ersten löst Typ C nur physisch die Klinkenbuchse ab. Das Audio-Signal würde dann weiterhin analog ausgegeben werden, und zwar wie DisplayPort & Co. als alternativer Betriebsmodus. In der zweiten Variante wird mit dem Wechsel der Buchse auch gleich der Umstieg hin zur digitalen Signalübertragung vollzogen. Letzteres wird wohl von den Geräteherstellern bevorzugt, die die analogen Bausteine in den Geräten loswerden wollen – sei es nun aus Kostengründen, weil die USB-Buchse weniger Bauraum benötigt oder weil die analogen Chips im Vergleich zum restlichen System überproportional viel Strom verbrauchen. Schon jetzt lassen sich Audiosignale digi-

tal per Typ-C-Buchse übertragen, nämlich per USB-Audio, wie man es von einigen Soundkarten und Headsets kennt. Um den Wechsel von analogem zu digitalem Sound attraktiver zu machen, strebt das USB-IF eine deutliche Überarbeitung des USB-Audio-Standards an, welcher schon länger nicht mehr angefasst wurde. Dazu zählen neue Audio-Formate; ältere wie AC-3 oder MP3 sollen nur noch der Abwärtskompatibilität halber im Standard verbleiben. Hinzu kommen unter anderem Stromsparfunktionen sowie die Unterstützung von Beam Forming, Geräuschunterdrückung und mehreren Mikrofonen – aber auch die Integration des Kopierschutzes HDCP.

### USB mit Signatur

Anders als der Standard für Typ-C-Audio, der erst zur Jahresmitte vollendet sein soll, ist eine weitere Spezifikation schon fertig: *Type-C Authentication* ist ab sofort Teil der USB-3.1-Norm. Auf diesem Weg können sich kommende USB-Geräte mit Typ-C-Anschluss – und mit Einschränkungen auch welche mit alten Typ-A-Steckern – gegenüber einem USB-Host mit digital signierten Zertifikaten ausweisen.

Per USB-Geräteauthentifizierung sollen sich Probleme mit mangelhaften USB-Netzteilen vermeiden lassen; auch Malware-Angriffe wie BadUSB mit manipulierter Firmware von USB-Sticks ließen sich damit eindämmen. Dazu prüft der USB-Host beziehungsweise letztlich wohl der USB-Treiber die kryptografischen Signaturen und lässt nur Geräte mit signierter Firmware zu. Die Authentifizierung



**USB Type-C Bridging: Ein Typ-C-Hub leitet Strom vom USB-PD-Netzteil zum USB-Host weiter.**

## USB Type-C\* Authentication – Cryptographic Methods

- Specification targets 128-bit security for all cryptographic methods

Method	Use
Framework (ITU X.509) OID (ITU-T X.402) DER-encoding (ITU-T X.690)	Certificate format
ECDSA (ANSI X9.62) using NIST P-256 curve (NIST-FIPS-186-4)	Digital signing of certificates and authentication messages
SHA256 (NIST-FIPS-180-4)	Hash algorithm
NIST-compliant PRNG source (SP800-90A) seeded with a 256-bit full entropy value (SP800-90B)	Random numbers

USB-Hosts sollen Geräte mittels digitalen Zertifikaten und gängigen kryptografischen Methoden überprüfen können.

von Ladegeräten setzt eine Verkabelung mit Typ-C-Kabeln voraus, weil nur diese eine CC-Leitung (Configuration Channel) zur Kommunikation vorsehen. Bei anderen Geräten wie USB-Sticks mit Typ-A-Steckern kann die Authentifizierung auch über den USB-Datenbus erfolgen.

Die Spezifikation nennt drei Nutzungsbeispiele. Hersteller von Mobilgeräten, die Schäden durch mangelhafte Typ-C-Netzteile und Typ-C-Ladekabel befürchten, können das Laden auf Netzteile mit signierter Firmware beschränken, wie es große Notebook-Hersteller über jeweils proprietäre Verfahren jetzt schon tun. Das dient als zusätzlicher Sicherheitsfaktor, um zerstörten Geräten oder verschmutzten Kabeln vorzubeugen.

Auch können Administratoren von Firmen-PCs nur USB-Sticks und -Festplatten mit signierter Firmware als Massenspeicher zulassen. Bislang werden die Buchsen häufig komplett stillgelegt, um Industriespionage vorzubeugen oder Virenbefall zu vermeiden.

Schließlich könnten Smartphone-Besitzer, sobald es die nötige Software gibt, in ihren Geräten festlegen, dass diese nur mit Ladegeräten kooperieren, die nach USB Power Delivery (USB-PD) zertifiziert sind und das mit signierter Firmware belegen – etwa um Pannen beim Aufladen an öffentlichen Ladestationen zu vermeiden.

Das USB-IF möchte offensichtlich einen offiziellen Schnelllade-Standard schaffen, der proprietäre Lösungen wie Qualcomms QuickCharge oder Apples Lightning-Verfahren ablöst. Für „norma-

le“ USB-Ladegeräte, die ausschließlich 5 Volt und 0,5 bis 1,5 Ampere liefern, sind digitale Signaturen wohl unnötig: Bei USB-PD geht es um höhere Spannungen und Ströme.

## Stromversorgung

Apropos Power Delivery: Das USB-IF hat die zugehörige Spezifikation mit Version 3.0 grunderneut. Die bisherigen Power Profiles, die starre Zuordnungen von Spannung und Maximalströmen enthielten, werden durch flexiblere Power Rules abgelöst. Ein 18-Watt-Netzteil muss gemäß USB-PD 3.0 eben jene 18 Watt als Kombination von 9 Volt und 2 Ampere bereitstellen, darf aber auch 5 Volt mit bis

zu 3 Ampere liefern. Je höher die Nennleistung, desto mehr Kombinationen sind möglich. Ein 50-Watt-Netzteil kann beispielsweise 5, 9 und 15 Volt mit jeweils bis zu 3 Ampere bereitstellen und 20 Volt mit bis zu 2,5 Ampere. Höhere Ströme als 3 Ampere sind ausschließlich bei 20 Volt vorgesehen, und zwar bis zu 5 Ampere. Außerdem können per USB-PD 3.0 längere Nachrichten zwischen den Geräten ausgetauscht werden (260 statt 28 Byte).

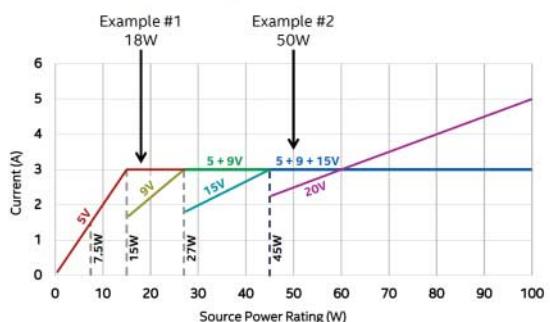
Die neue Revision sieht zudem den schnellen Wechsel eines Geräts zwischen Energiequelle und -senke vor. Dazu kann es kommen, wenn man (versehentlich) einem Dock das Netzteil wegnimmt: Dann muss sich der Stromfluss zwischen Notebook und Dock schlagartig umdrehen, damit die am Dock angeschlossenen Geräte nicht ausfallen. Das herkömmliche Verfahren, mit dem Energiequelle und -senke ausgehandelt werden, ist hierfür zu langsam; alle Geräte am Dock würden wie das Dock selbst zumindest kurzfristig stromlos werden.

Die Hub-Definition gehört hingegen nicht mehr zu USB-PD 3.0. An ihrer Stelle tritt *Type-C Bridging*: Diese Datenbrücke ist für USB-Hubs und -Docks vorgesehen, die von einem USB-PD-Ladegerät gespeist werden und ihrerseits ein Notebook oder Tablet versorgen. Mittels Bridging kann das Notebook über das Dock hinweg mit dem Ladegerät kommunizieren, also Strombedarf melden oder es authentifizieren.

(mue@ct.de)

## USB Type-C\* Power Rules – Chapter 10

- Replaces original USB PD power profiles
- Examples:
  - 18W power rating = 5V up to 3A + 9V up to 2A
  - 50W power rating = 5V up to 3A + 9V up to 3A + 15V up to 3A + 20V up to 2.5A



In der dritten Revision der USB-Power-Delivery-Spezifikation werden die bisherigen starren Power Profiles durch flexiblere Power Rules abgelöst.

# Prozessorgeflüster

## Von kleinen Armen und großen Reichen

**Das große Schlagwort auf der Hannover-Messe lautet Industrie 4.0 und dafür braucht man viele viele kleine ARM-Prozessoren und große Server. Auch da wollen ARM-Chips mitspielen, doch gibts den Platzhirschen Intel. Der fällt aber erst einmal durch eine große Entlassungswelle unangenehm auf.**

VON ANDREAS STILLER

Auch wenn Barack Obama als Eröffnungsredner zur Hannover Messe 2016 auftrat (siehe S. 20) und die amerikanische Firma DDM Systems aus Atlanta zu den fünf Nominierter gehörte, den „Oscar der Ingenieure“, den Hermes Award der Deutschen Messe AG, konnte die deutsche Firma Harting aus der Hand von Bundesministerin Dr. Johanna Wanka entgegennehmen; eine mittelständische Firma aus dem Mindener Land, nur knapp 80 km vom Messestandort Hannover entfernt.

Ihre Modular Industry Computing Architecture (MICA) vermag ältere Industrie-Hardware auf Level-4.0-Standard zu heben, also bereits existierende Maschinen und Anlagen mit „Intelligenz“ zu versehen. Dabei ist die MICA-Hardware selbst nichts Herausragendes, eine Art

Raspi für die Industrie, rund um ein BeagleBone Black, ausgestattet mit 1 GHz ARM-Prozessor von Texas Instruments (TI Sitara AM3358 ARM Cortex-A8) mit 1 GByte RAM und 10/100 MBit Ethernet. Das CPU-Board wurde aber für den Industrieeinsatz um wichtige Dinge wie TPM, Power over Ethernet sowie um ein optionales Funktionsmodul erweitert, etwa für USB oder RFID. Die Jury um den Vorsitzenden Prof. Dr. Wolfgang Wahlster war aber vor allem vom Konzept der „leichtgewichtigen Virtualisierung“ durch Linux-Container beeindruckt.

Solche kleinen ARM-Systeme reichen für viele Aufgabenbereiche von Industrie 4.0 und IoT, zumindest im Bereich der Steuerung und Datenerfassung. Für die mitunter erheblich aufwendigere Datenauswertung sorgen dann entweder vor Ort sogenannte Edge-IT-Server oder weiter entfernt ein Datenzentrum oder die Cloud.

Letztere benötigen dann durchaus eine gewisse Rechenperformance, und da tun sich real existierende ARM-Prozessoren noch recht schwer. Vereinzelte Benchmark-Ergebnisse, die hier und da aufgetaucht sind, reißen einen bislang nicht vom Hocker.

### Potenza

Aber Applied Micros dritte ARMv8-Generation X-Gene 3 (Potenza++) soll endlich

den Durchbruch bringen, mit 32 Kernen, bis zu 3 GHz Takt und mit gleich acht DDR4-2667-Speicherkanälen. Mit vier bis sechsmal so hoher Performance wie der Vorgänger soll er in die Bereiche von Xeon E5/E7 bei gleicher Energieaufnahme von 110 bis 125 Watt TDP eindringen.

Auf 550 SPECint\_rate2006 (est.) taxiert ihn Applied Micro, was gemäß eines White Papers von Linley Gwennap von der LinleyGroup mehr ist als die 524 Punkte, die ein einzelner Xeon E5-2860v4 mit ebenfalls 120 Watt TDP zustande kriegt. Bei spec.org steht jener indes mit 669 SPECint\_rate2006 (NEC Express5800/R120g-1M mit nur einem Prozessor) in der Liste. Selbst wenn man das mit realistischen 15 Prozent Abschlag vom Intel-Compiler auf den gcc herunterrechnet, kommt bei mir dann eher etwas um 570 heraus. Wie dem auch sei, das sind ohnehin nur Schätzwerke und die liegen zumindest in der gleichen Gegend.

ARMv8-Konkurrent Cavium gab für den ThunderX CP mit seinen 48 Kernen bei 95 W TDP etwa 350 SPECint\_rate2006-Punkte an. Ein Xeon-D1540, auf gcc heruntergerechnet, liegt bei rund 238 – aber dafür verbraucht er mit 45 W TDP auch nur ein Drittel vom X-Gene 3.

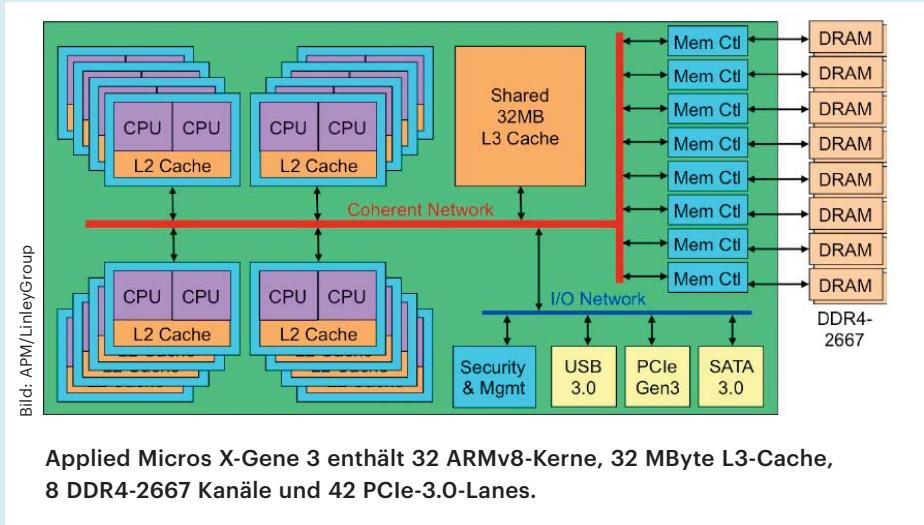
Über dessen Gleitkommafähigkeit gibts bislang noch überhaupt keine Angaben. Bei SPECfp dürfte aber seine hohe Speicherbandbreite kräftig mithelfen, denn bei den 8 DDR4-2667-Kanälen ist sie mit 170 GByte/s mehr als doppelt so hoch wie bei den Broadwell-Xeons und den Cavium-Chips mit jeweils 76,8 GByte/s.

Die X-Gene-3-Konkurrenten sind allerdings bereits lieferbar oder, wie im Falle des ThunderX CP, sollten sie es jedenfalls schon längst sein. So richtig kaufen kann man ihn offenbar noch nicht, angeblich werden alle Exemplare von einem großen Kunden – sollte das vielleicht Cray sein? – aufgekauft.

Muster des bei TSMC im 16FF-Prozess gefertigten X-Gene-3-Prozessors erwartet man erst im Verlauf des zweiten



AMD plant offenbar, das „White House“ in Sunnyvale zu verlassen und etwas Kleineres zu suchen.



Halbjahres 2016. Die Volumenproduktion dürfte dann frühestens ein Jahr später beginnen – bis dahin kann die Konkurrenz noch mächtig nachlegen.

Mit besserer Energieeffizienz gegenüber dem Xeon wird es also wohl auch mit dem X-Gene 3 noch nichts, aber vermutlich kann Applied Micro mit einem deutlich besseren Preis/Leistungsverhältnis glänzen. Intel kann kontern und hat diesbezüglich reichlich Spielraum. Um den noch weiter ausbauen zu können, hat Intel-Chef Krzanich jetzt angekündigt, sich von unprofitablen Bereichen und vor allem von unprofitablen Mitarbeitern zu trennen.

## Kahlschlag

Trotz eines Netto-Quartalsgewinnes von 2,0 Milliarden US-Dollar will Intel heftig die Axt schwingen und gleich 12 000 Mitarbeiter und damit gut 11 Prozent der gesamten weltweiten Belegschaft entlassen – ob nun freiwillig oder unfreiwillig.

Dabei ist der Umsatz gegenüber dem Vorjahresquartal um 7 Prozent gestiegen. Nicht nur die derzeit noch weitgehend konkurrenzlose Data Center Group konnte um 9 Prozent draufsatteln, auch die Client Computing Group steigerte den Umsatz trotz der verlustbringenden Mobil-Sparte

um 2 Prozent. Data Center, Cloud Computing, IoT und FPGAs, das sollen nun die Cash-Cows in der Zukunft sein – von PCs und Notebooks hört man da nichts mehr.

11 Prozent Personalabbau – bei einer notleidenden Firma wie AMD könnte man so einen Schritt vielleicht verstehen. Doch obwohl AMD wieder kräftig Miese gemacht hat, ist die Stimmung in Sunnyvale gut. Der Umsatz gegenüber dem Vorjahresquartal fiel um 19,6 Prozent und der Verlust stieg um 23 Millionen Dollar auf 96 Millionen an. Aber die Analysten hatten noch schlechtere Zahlen erwartet, der Ausblick aufs zweite Quartal sei zudem nicht schlecht und so sprang die Aktienkurve um fast 50 Prozent nach oben. Mit dazu beigebrachten hat sicherlich die Bekanntgabe eines Deals mit der chinesischen Firma Thatic. Für knapp 300 Millionen US-Dollar will die Firma von AMD SoCs in Lizenz nehmen, höchstwahrscheinlich mit x86-Prozessorarchitektur. Vielleicht hat Patentaus-

tauschpartner Intel das sogar abgesegnet. Feinheiten dazu weiß man nicht, gegenüber Anandtech hatte AMD lediglich klar gestellt, dass es dabei weder um ARM noch um GPU-Patente gehen soll.

AMD will daneben auch noch ein bisschen an anderer Stelle sparen und sich, so wie es ausschaut, von dem Hauptquartier, dem schönen White House in Sunnyvale, One AMD Place, verabschieden. Die über 30 000 m<sup>2</sup> große Immobilie gehört AMD ohnehin schon seit 17 Jahren nicht mehr, sondern ist für teure 12,4 Millionen Dollar im Jahr von W. P. Carey angemietet – eine große internationale Leaseback-Firma, die als Top-Mieter Hellweg in Deutschland aufweist. Wie es heißt, seien die Headquarters derzeit um 30 bis 40 Prozent zu groß – man sucht jetzt im Silicon Valley nach was Kleinerem. Vielleicht gibt es ja was im Freedom Circle, just vis-a-vis von Intel, da wo einst Transmeta zu Hause war. (as@ct.de) **ct**

Anzeige

## Object Storage mit 4,7 PByte pro Rack

Die WD-Tochterfirma HGST verkauft außer Festplatten auch komplett Storage-Systeme. Das Active Archive System ist ein Object Storage, das in der kleinsten Ausbaustufe einen Einschub mit 84 Festplatten mit jeweils 8 TByte enthält. Daraus ergeben sich 672 TByte Rohkapazität, von denen netto 425 TByte nutzbar sind. Die nicht näher beschriebene Storage-Software soll dabei für eine Datenverfügbarkeit von „15 Neunen“ sorgen, also 99,9... Prozent mit dreizehn Neunen nach dem Komma.

Im Rack sind außer den Festplatten-Chassis mehrere Server eingebaut, die einerseits die Daten verwalten und andererseits den externen Zugriff über bis zu sechs 10-GBit-Ethernet-Ports mit insgesamt bis zu 3,5 GByte/s abwickeln. Die Software-Schnittstelle ist kompatibel zu Amazon S3 (RESTful API). Mit weiteren Servern lässt sich auch NAS- oder NFS-Zugriff auf die Daten einrichten.

Mit maximal sechs weiteren Festplatten-Chassis sind bis zu 4,7 PByte pro Rack (knapp 3 PByte netto) möglich. Außerdem lassen sich mehrere Racks kombinieren. HGST stellt zahlreiche Dokumente mit Empfehlungen für Anwendungsszenarien bereit, darunter den Einsatz als Archiv oder Backup-System. Preise nennt HGST auf Anfrage. (ciw@ct.de)



Das Object-Storage-System HGST Active Archive speichert bis zu 4,7 PByte pro Rack.

## SSD mit 750 GByte Kapazität

Die Micron-Tochter Crucial bringt die neue SSD-Serie MX300 mit SATA-Interface heraus. Sie wird zunächst mit einer Kapazität von 750 GByte erscheinen, weitere Modelle mit bis zu 2 TByte sollen im Lauf des Jahres folgen. Die etwas ungewöhnliche Speichergröße erklärte Crucial mit neuen Prozessen in der Herstellung; ein zusätzliches Overprovisioning sei nun nicht mehr notwendig.

Erstmals nutzt Crucial 3D-NAND in 3D-Bauweise, als Controller kommt der Marvell 88SS1074 zum Einsatz. Im Lauf der fünfjährigen Garantie darf die SSD mit insgesamt 220 TByte beschrieben werden, das entspricht einer Datenmenge von 120 GByte pro Tag. Die SSD unterstützt AES-Verschlüsselung und IEEE 1667/TCG Opal 2.0, kann also unter Windows 8.1/10 Pro als eDrive eingesetzt werden. Die MX300 mit 750 GByte soll für 200 US-Dollar auf den Markt kommen, der Preis in Deutschland wird nach Crucial-Angaben etwa 210 Euro betragen. (ll@ct.de)



Die SATA-SSD MX300 von Crucial erscheint zunächst in einer Version mit 750 GByte Speicherkapazität.

### Server & Storage-Notizen

WD stellt mit der Gold-Serie eine neue **Festplattenreihe mit Helium-Füllung** vor. Die mit 4, 6 und 8 TByte erhältlichen Modelle sind für den Einsatz in Rechenzentren optimiert. Sie sollen weniger Strom verbrauchen und höhere Übertragungsraten erreichen als die Modelle aus WDs Server-Serie Re.

Bis zu **96 TByte Speicherkapazität** stellt das LaCie 12big bereit, ein RAID-System mit Thunderbolt-3-Anschluss. Das System kann mit zwölf Desktop-Festplatten bestückt werden, gemeinsam sollen sie eine Geschwindigkeit von bis zu 2,6 GByte/s erreichen.

Sicheren Datentransport verspricht Kingston mit seinen **hardwareverschlüsselten USB-Sticks** der DataTraveler-Serie. Zur Passwortverwaltung liefert Kingston eine Software mit, mit der sich vergessene Passwörter auch aus der Ferne zurücksetzen lassen sollen.

3,3 TByte lassen sich auf der zweiten Generation des **optischen Massenspeichersystems** Optical Disc Archive von Sony speichern. 100 Jahre sollen die Scheiben halten, die Datentransferraten liegen bei 250 MByte/s lesend und 125 MByte/s schreibend.

RaidSonics ICY BOX IB-RD2253-U31 ist ein **externes Gehäuse für zwei 2,5-Zoll-Laufwerke**, die intern als RAID 0 verschaltet werden. Anschluss findet das Gerät per USB 3.1, die Maximalgeschwindigkeit soll bei knapp 1 TByte/s liegen.

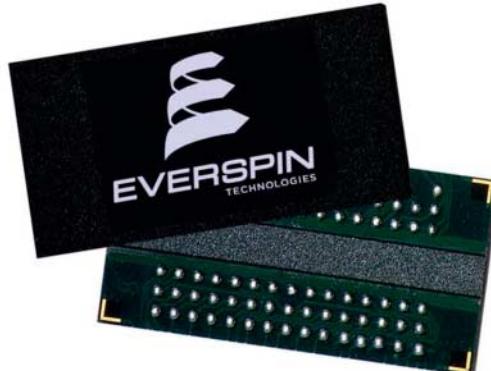
# MRAM-Chips mit 32 MByte Kapazität

Das einst als nichtflüchtige DRAM-Ablösung geseherte Magnetic RAM (MRAM) ersetzt bislang vor allem batteriepuffertes SRAM oder Flash in Embedded Systems. Nun hat Everspin die MRAM-Technik weiterentwickelt und verkauft Chips mit 256 MBit (32 MByte) Kapazität und einem Interface, das zu DDR3-SDRAM kompatibel ist. Das erweitert die Einsatzmöglichkeiten, etwa auf nichtflüchtige Speichermodule (NVDIMM) oder als Ersatz für flüchtiges Puffer-DRAM in SSDs. Die Fertigung dieses Spin-Torque-(ST-)MRAM übernimmt der Auftragshersteller Globalfoundries.

Aus 8 oder 16 MRAMs mit je 256 MBit lassen sich DDR3-NVDIMMs mit 256 oder 512 MByte Kapazität fertigen; für moderne Server ist das zu wenig, aber viele NAS-Boxen kommen damit aus. Everspin arbeitet auch an einem 1-GBit-MRAM, nennt aber noch keinen konkreten Liefertermin und auch keine Preise für die 256-MBit-Chips. Die bisherigen Everspin-MRAMs mit 16 MBit kosten einzeln über

20 Euro, also viel mehr als Flash- oder DRAM-Chips. Sie sind mit parallelen 8- oder 16-Bit-Interfaces (SRAM-kompatibel) oder mit Serial Peripheral Interface (SPI) erhältlich.

(ciw@ct.de)



ST-MRAM von Everspin mit 256 MBit Kapazität eignet sich dank DDR3-Interface für neue Anwendungen.

## Siemens-Steuerungsrechner mit neuen Intel-CPUs

Die jüngste Generation des lüfterlosen Steuerungscomputers Microbox-PC Simatic IPC427E bestückt Siemens mit Celeron, Pentium, Core i3-6000 oder Xeon E3-1200 der Intel-Skylake-Familie. In den Rechnern stecken ECC-Speicher (DDR4) und zahlreiche Schnittstellen, da-

unter DisplayPort, USB 3.0 und drei Gigabit-Ethernet-Ports, aber auch noch RS-232 und Spezialitäten wie Profibus. Als Massenspeicher können außer klassischen Magnetfestplatten auch SSDs oder CFast-Karten bestellt werden.

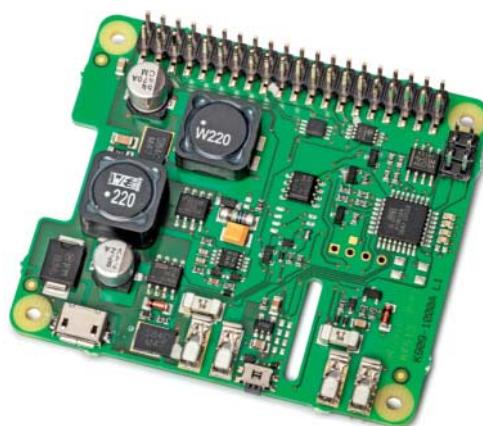
(ciw@ct.de)

Anzeige

## Verzögerungen bei PiUSV und PiUSV+

Für den Raspberry Pi (Raspi) gibt es mehrere USV-Systeme zur unterbrechungsfreien Stromversorgung. Bei den in c't 22/15 vorgestellten Produkten PiUSV und PiUSV+ der Firma CW2 kommt es derzeit zu Lieferschwierigkeiten, weil das Unternehmen Insolvenz anmelden musste.

Der ehemalige Geschäftsführer arbeitet nach eigenen Angaben allerdings derzeit mit dem Insolvenzverwalter an einer Lösung, bestellte Produkte noch auszuliefern. Angeblich liegen fertig produzierte PiUSV+-Geräte bei dem Hersteller, der die Hardware fertigt. Er liefert sie wegen der unklaren finanziellen Situation derzeit aber nicht aus. Genaue Termine für die Auslieferung konnte der ehemalige CW2-Geschäftsführer noch nicht nennen. (ciw@ct.de)



Die Firma CW2 kann die Raspberry-Pi-Stromversorgung PiUSV+ derzeit nicht liefern.

## 5K-Monitor von Philips

Nach Dell und HP bringt nun auch Philips seinen 5K-Monitor auf den Markt. Der erstmals auf der IFA 2015 vorgestellte 27-Zöller 275P4VYKEB löst mit  $5120 \times 2880$  Pixeln auf; 4K-Displays haben  $3840 \times 2160$  Pixel. Beim Sprung von 4K auf 5K verdoppelt sich die Anzahl der Pixel also annähernd – nämlich von 8,3 auf 14,7 Millionen Bildpunkte. Über eine DP-1.2-Verbindung lassen sich bei 60 Hz Bildwiederholfrequenz mangels Bandbreite maximal 4K-Signale zuspielen. Deshalb legt Philips dem 27-Zöller für den 5K-Betrieb ein Dual-DisplayPort-Kabel mit jeweils zwei Steckern bei.

Das blickwinkelstabile PLS-Panel stammt von Samsung. Es soll zu den farbstarken Wide-Color-Gamut-Displays zählen und den Adobe-RGB-Farbraum nahezu vollständig abdecken. Der ab Werk kalibrierte Monitor nimmt am DisplayPort 10-Bit-Grafiksignale entgegen und rechnet intern mit 12 Bit Genauigkeit, um für feinere Farb- und Helligkeitsabstufungen zu sorgen.

Das Display des Monitors lässt sich auf dem Standfuß neigen, in der Höhe verstellen und seitlich drehen. An weiteren



Philips' 5K-Monitor 275P4VYKEB zählt zu den farbstarken Wide-Color-Gamut-Displays.

Extras spendiert Philips Stereolautsprecher, eine Webcam und einen USB-3.0-Hub mit drei Ports. Der 275P4VYKEB ist ab sofort für 1600 Euro erhältlich. Da das deutlich über den Straßenpreisen der 5K-Monitore von Dell und HP liegt – sie bekommt man bereits für 1200 respektive 900 Euro –, dürfte auch der Preis für den Philips-Monitor bald fallen. (spo@ct.de)

## AOC startet Gaming-Monitor-Serie

Bislang besetzen BenQ und Acer den Markt für Gaming-Monitore. Von diesem Kuchen möchte sich AOC künftig etwas abschneiden und startet deshalb unter dem Namen Agon eine eigene Modellreihe.

So will das Unternehmen im Laufe des Jahres zehn spieletaugliche Displays mit Full-HD- bis 4K-Auflösung auf den Markt bringen. Einige Modelle besitzen dank TN-Panels extrem kurze Reaktionszeiten von einer Millisekunde. Sie beherrschen Bildwiederholfrequenzen bis 144 Hertz, was eine möglichst latenz- und schlierenfreie Bildausgabe garantieren soll. Je nach Modell können sie die Bildfrequenz zwischen Display und Grafikkarte zusätzlich über Nvidias G-Sync- oder AMDs Freesync-Technik dynamisch anpassen. Andere Geräte will AOC mit IPS-Panels ausstatten, die zwar nicht ganz so rasante Schaltzeiten aufweisen, aber weniger blickwinkel-abhängig sind.

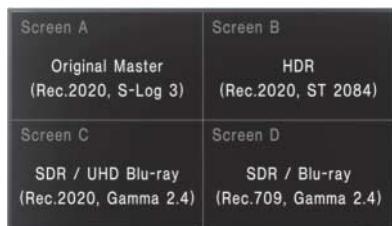
Alle Agon-Monitore sollen höhenverstellbar sein und Lautsprecher sowie USB-3.0-Ports besitzen. AOC will sie in verschiedenen Schirmgrößen und -Formaten anbieten: 16:9-Modelle mit 24 Zoll bis 21:9-Displays mit 35 Zoll Diagonale, darunter auch einige Geräte mit leicht gekrümmten Bildschirmen.

Erste Modelle der Agon-Reihe sollen im Juni auf den europäischen Markt kommen. (spo@ct.de)

In seiner neuen Agon-Serie will AOC Gaming-Monitore in verschiedenen Größen und Paneltechniken anbieten.



## OLED-Referenzmonitor für Videoprofis



Sony's 55-zölliger Trimaster-Monitor mit OLED-Display unterstützt diverse Videoformate.

Der Trimaster-Monitor PVM-X550 von Sony ist für professionelle Videostudios gedacht. Sony geht mit ihm an die Grenze des zurzeit technisch Machbaren: Das vorkalibrierte OLED-Display mit 55 Zoll Diagonale und 4K-Auflösung mit  $3840 \times 2160$  Pixeln hat 10-Bit-Paneltreiber und eignet sich für die Wiedergabe von HDR-Bildern. Die kontrastreiche Darstellung mit großem Dynamikumfang (HDR) verdankt er vor allem seinem satten Schwarzwert und der Möglichkeit, einzelne Pixel gezielt aus respektive schwarz zu schalten – das ist bei LCDs nicht möglich. Als Standard-Leuchtdichte nennt Sony  $100 \text{ cd/m}^2$ , LCDs erzielen typischerweise deutlich hellere Bilder.

Der Studiomonitor besitzt diverse Presets für Gamma und Farbtemperatur und deckt laut Sony fast die immens großen Farbräume BT-2020 und DCI-P3 ab. Mit seiner Skalamarkierung kann man in der Videoproduktion überprüfen, welche Farben außerhalb des bislang üblichen Videofarbraums BT-709 liegen. Für die Videoproduktion hält er je zwei SDI-Ein- und -Ausgänge bereit (jeweils zweimal  $4 \times \text{BNC}$ ); optional gibt es ihn auch mit HDMI-Eingang. Über die 3G-SDI-Links kann er 4K-Signale mit 24, 25 und 30 Hertz entgegennehmen.

Der blickwinkelunabhängige OLED-Monitor soll im Juli in den Handel kommen. Mit einem Preis von rund 35 000 Euro dürfte er für Privatnutzer allerdings kaum in Frage kommen. (uk@ct.de)

# Notebooks und Virtual Reality: Probleme wegen Optimus-Technik



**Der Steam-VR-Performance-Test attestiert dem Predator-15-Notebook „ausreichende“ Leistung, in der Praxis taugt das Gerät aber nicht für VR.**

Die meisten Gaming-Notebooks sind mit aktuellen Virtual-Reality-Headsets wie Oculus Rift und HTC Vive nicht zu gebrauchen – und zwar auch dann nicht, wenn Benchmark-Tools wie Valves „SteamVR-Performance-Test“ dem System „ausreichende Leistung“ bescheinigen. Grund dafür ist die bei Notebooks mit Zusatzgrafik inzwischen fast standardmäßig eingesetzte „Optimus“-Technik. Sie sorgt dafür, dass der leistungshungrige Grafikchip nur dann zum Einsatz kommt, wenn er auch wirklich benötigt wird. Desktop-Anwendungen laufen mit der langsamen Chipsatzgrafik. Das spart viel Strom, führt aber gerade bei VR-Anwendungen zu Problemen. Der Grund: Die Ausgabe des HDMI-Ports geht bei Optimus-Geräten oft über die integrierte GPU, was zu Latzenzen führen kann.

Wir haben's mit einem Predator-15-Notebook von Acer ausprobiert. Seine Nvidia GeForce GTX 980M sollte eigentlich fast so schnell sein wie ein Desktop-PC mit GTX 970 – der Steam-Leistungstest für VR meldet dann auch „ausreichende Leistung“. In der Praxis allerdings war das Gerät nicht mal in der Lage, den lediglich aus einer Drahtgitter-Kuppel bestehenden Start-Raum der Vive vernünftig darzustellen: Kopfbewegungen wirkten, als würde man in einem mit Sirup gefüllten Schwimmbecken sitzen; alles war verzögert. Das Problem tritt laut unse- ren Recherchen bei so gut wie allen Optimus-Notebooks auf.

Wer unterwegs Virtual-Reality-Anwendungen mit Oculus Rift und HTC Vive nutzen will, braucht also entweder einen großen Koffer für Desktop-PC und Monitor – oder legt sich ein Notebook ohne oder zumindest mit abschaltbarer Optimus-Technik zu. Leider findet man solche Geräte nur sehr vereinzelt. Bei einigen Herstellern unterscheidet sich das Verhalten der Optimus-Technik sogar bei Geräten mit demselben Gerätenamen.

Oculus empfiehlt übrigens lediglich Notebooks mit „echter“ GTX-980-Grafik (ohne „M“); Preispunkt: mindestens 3000 Euro. Einen VR-tauglichen Desktop-PC bekommt man dagegen schon für rund 1200 Euro. (jkj@ct.de)

# PoE-Switch für Industrieanlagen

KTI Networks erweitert sein Portfolio an PoE-Switches (Power over Ethernet) um die Geräte KGS-2461-S und KGS-2461-HP. Beide vertragen laut Hersteller Betriebstemperaturen von -30 °C bis +70 °C sowie bis zu 90 Prozent Luftfeuchtigkeit. Damit eignen sie sich für den industriellen Einsatz. Zum Funktionsumfang gehören VLANs, QoS auf Layer 2 und 3, Management per SNMP und RMON sowie ein DHCP-Server.

Die redundant ausgelegte Stromversorgung erfolgt je nach Modell per Wechselspannung (KGS-2461-S) mit 100 bis 240 Volt oder mit Gleichstrom (KGS-2461-HP). Zur normalen PoE-Versorgung reichen die industrieüblichen 48 Volt aus, für PoE+ hingegen müssen mindestens 51 Volt bereitstehen. Die maximale Leistungsaufnahme beträgt laut Datenblatt 770 Watt, der Eigenverbrauch wird mit 48 Watt angegeben.

Der Switch speist an seinen 24 Gigabit-Ethernet-Ports bis zu 30 Watt ein (PoE+, IEEE 802.3at). Zudem verfügt er über vier Combo-Ports, die sich mittels separater SPF-Einschübe zu Dual-Speed-Glasfaserports umrüsten lassen. Nicht genutzte Ports schalten sich automatisch ab, was zugunsten des Stromverbrauchs geht (IEEE 802.3az, Green Ethernet). Damit es nicht zu unbemerkt Ausfällen kommt, informiert ein Alarm-Relais über Ausfälle auf Ports.

Die Switches sind ab sofort erhältlich und kosten je nach Modell 2100 Euro (KGS-2461-S) beziehungsweise 2300 Euro (KGS-2461-HP). (apoi@ct.de)



Der Gigabit-Ethernet-Switch KGS-2461-HP von KTI läuft an den 48-Volt-Netzen von Industrieanlagen und versorgt LAN-Geräte über Ethernet-Kabel mit Strom.

## Netz-Notizen

Lancom hat den Release Candidate 2 seines Betriebssystems **LCOS 9.20** veröffentlicht. Er soll Access Points und Routern zu einer besseren Leistung verhelfen.

Das NAS N2810 Plus hat vier CPU-Kerne und 4 GByte RAM an Bord. Damit **verdoppelt Thecus** die Anzahl der Kerne sowie das RAM gegenüber dem N2810.

Edimax **erweitert sein Portfolio** an Plug&Play-fähigen Netzwerkkameras und stellt zwei Smart-Kameras vor: die IC-5150W mit 180 Grad Blickwinkel und die motorisierte MIC-7112W mit 8 Infrarot LEDs für Nachtaufnahmen.

## HTC 10: High-End mit Ultrapixel und Apple AirPlay

HTC nennt sein neues Smartphone-Flaggschiff mit Android 6.0 schlicht „10“ und zieht mit den beiden großen Konkurrenten LG G5 und Samsung S7 bei Leistung und Ausstattung wieder gleich. Das bekannte Design mit Aluminiumgehäuse wurde dezent erneuert; die Rückseite zeigt mehr Kante. An der Front dient eine Sensorfläche als Home-Button und Fingerabdrucksensor. Auf Gimmicks hat HTC ansonsten weitgehend verzichtet. Das 163 Gramm schwere Gerät ist gegen Eindringen von Staub und kleiner Mengen Sprühwasser geschützt (IP53).

Wie bei anderen Herstellern rückt die Kamera stärker in den Fokus der Entwickler und bietet ähnliche technische Werte: 12 Megapixel, optischer Bildstabilisator, eine Blende von f/1.8 und ein farbiger Doppelblitz. Mit 1,55 µm Pixelgröße auf dem Sensor (von HTC Ultrapixel getauft) liegt man leicht vor der Konkurrenz, was für bessere Bilder bei wenig Licht sorgen soll.

Auch die 5-Megapixel-Frontkamera hat einen optischen Bildstabilisator, eine Blende von f/1.8 und ebenso große Pixel auf dem Sensor wie die Hauptkamera.

Mit 2560 × 1440 Pixeln bringt es das 5,2-Zoll-Display auf scharfe 560 dpi. Die kratzfeste Frontscheibe ist an den Seiten leicht abgerundet. Der Qualcomm-Prozessor Snapdragon 820 stellt in Kombination mit 4 GByte RAM reichlich Leistung zur Verfügung. Außer 32 GByte internem Flash-Speicher beherbergt das HTC 10 einen MicroSDXC-Karten-Slot. An Funkstandards werden LTE mit bis 450 MBit/s, Bluetooth 4.2, WLAN 802.11 a/b/g/n/ac, NFC und sogar Apple AirPlay unterstützt.

Mit dem fest verbauten 3000-mAh-Akku soll das Gerät zwei Tage lang durchhalten, geladen wird er über eine USB-C-Buchse. In Deutschland wird das HTC 10 ab Anfang Mai für 700 Euro verfügbar sein.

(asp@ct.de)

## 2-in-1-Tablet kühlt Core i7 lüfterlos



Das Acer Switch Alpha 12 orientiert sich stark am Microsoft Surface Pro, kühlt die CPU aber immer passiv.

Acer hat mit dem Switch Alpha 12 ein 2-in-1-Tablet mit Windows 10 vorgestellt, das ohne Lüfter auskommt. Möglich macht das laut Acer eine Flüssigkeitskühlung. Je nach Version stecken Intel Core i3, i5 oder i7 aus der Skylake-Generation im Gerät. Wie das Surface Pro von Microsoft hat das Acer-Tablet ein 32:Display, einen stufenlos verstellbaren Standfuß, Stifteingabe und eine abnehmbare Tastatur.

Das 12-Zoll-Display zeigt 2160 × 1440 Punkte, was 216 dpi Pixeldichte entspricht. Solo wiegt das Tablet 900 Gramm und ist 9,5 Millimeter dick. Der Arbeitsspeicher ist bis zu 8 GByte groß. Maximal 512 GByte fasst die SSD, weiterer Speicherplatz lässt sich über einen MicroSDXC-Slot nachrüsten. Daneben gibt es eine USB-Typ-C-Buchse mit USB 3.1 sowie einen DisplayPort. Für die drahtlose Verbindung sorgen herkömmliches ac-WLAN und Bluetooth 4.0, LTE fehlt. Die flache und beleuchtete Tastatur hält mit Magneten. Genauere Angaben zum Stift macht Acer bisher nicht. Ab Juni soll das Switch Alpha 12 ab 800 Euro mit Tastatur erhältlich sein.

(asp@ct.de)

## Flacher E-Book-Reader mit Akku-Hülle

Amazon verpasst seinem neuen E-Book-Reader Kindle Oasis ein ungewöhnliches Gehäuse und macht ihn deutlich leichter und schlanker als die Vorgänger. Durch Auslagerung eines großen Teils des Akkus in die mitgelieferte Hülle wiegt das Gerät nur noch 130 Gramm. Dem Reader bleibt lediglich ein Akku mit circa 250 mAh für 2 Wochen Lesezeit. Mit dem zweiten und deutlich größeren Akku in der abnehmbaren Hülle hält das Gerät nach Amazon-Zählung 8 Wochen durch. Mit ihr wird der Oasis 240 Gramm schwer und über 8 Millimeter dick.

Die Technik im Gerät rückt am Rand zusammen: Zwei Drittel des Geräts sind nur 3,4 Millimeter flach, im dickeren Rest stecken Akku und Prozessor. Während die Displayränder an drei Seiten sehr schmal ausfallen, wächst die vierte Seite deutlich und bietet dem Daumen damit mehr Auflagefläche. Auf dem breiten Rand befinden sich die Hardware-Tasten zum Umblättern. Beibehalten wurde das 6-Zoll-Display mit E-Ink-Carta-Technik und 300 dpi Pixeldichte. Die Hintergrundbeleuchtung besteht aus 10 LEDs und soll heller sein, eine automatische Beleuchtungsregulierung fehlt. Mindestens 290 Euro kostet der Kindle Oasis, die UMTS-Version gibt es ab 350 Euro.

(asp@ct.de)



Dem deutlich flacheren Kindle Oasis stellt Amazon eine Akku-Hülle zur Seite, um die Laufzeiten zu verbessern.

## Restriktionen für Reddit-Apps

Die Internet-Community Reddit hat eine offizielle App für Android und iPhone veröffentlicht, vorerst aber nur in den USA, Großbritannien, Kanada und Australien. Nutzeranfragen aus anderen Teilen der Welt, unter anderem aus Deutschland, hat der Vize-Präsident für Consumer-Produkte Alex Le, alias ggAlex, mit der Begründung abgelehnt, Reddit verbreite kontroverse Inhalte und einige Länder würden darauf sensibel reagieren. Sich sofort global aufzustellen und dann Kämpfe gegen Sperrungen zu führen sei kontraproduktiv.

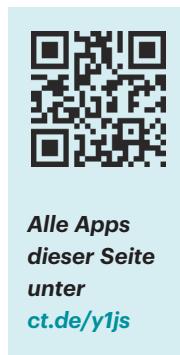
Derweil hat Apple mehrere freie Reddit-Betrachter aus dem iOS App Store geworfen, darunter Antenna, iAlien, Narwhal, Baconreader und Eggplant. Narwhal wurde mittlerweile wieder zugelassen. Der Grund waren Not-Safe-For-Work-Inhalte (NSFW), die unter anderem auch Pornografie enthalten. Das betrachtet Apples App Review Team als unpassend für den App Store. (akr@ct.de)

## Kostenlose Wörterbuch-App

Linguee, der Betreiber des gleichnamigen Web-Wörterbuchs, hat eine Wörterbuch-App für Android veröffentlicht. Sie vervollständigt eingegebene Begriffe automatisch und kennt mehr als eine Million Englisch-Übersetzungen. Laut Hersteller handelt es sich um das größte verfügbare App-Wörterbuch. Weitere Wörterbücher stehen unter anderem für Französisch, Spanisch, Portugiesisch, Italienisch, Chinesisch, Russisch, Japanisch, Niederländisch und Polnisch zur Verfügung. Auf Wunsch lassen sie sich für die Offline-Nutzung herunterladen, wahlweise auch auf SD-Karte. Die App steht ab sofort kostenlos und werbefrei im Google Play Store für Android ab 4.2 zum Download. Die iPhone-Variante wurde kürzlich auf Version 2.2 aktualisiert. Sie setzt iOS 8.2 voraus.

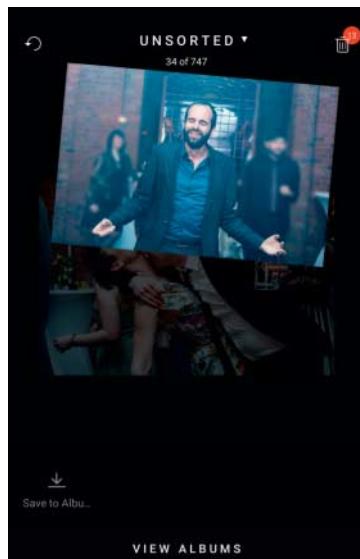
(akr@ct.de)

Die Wörterbuch-App Linguee kennt über eine Million englischsprachige Übersetzungen und vervollständigt Begriffe automatisch.



## Fotos mit Slidebox bewerten

Der Fotobetrachter Slidebox bietet eine einfache Lösung, um der ständig wachsenden Fotomenge auf dem Smartphone Herr zu werden. Das Konzept erinnert an Tinder: Wischgesten in horizontaler Richtung wechseln durch die Fotosammlung, ein Wisch nach oben schickt das gewählte Foto zunächst in den Papierkorb. Aus dem kann man es durch die Rückgängig-Schaltfläche wieder zurückholen. Erst ein Tipp auf den Papierkorb löscht die Bilder endgültig. Darüber hinaus kann man Fotos in Alben organisieren. Bisher gab es die App nur für iOS ab 8.1, nun steht auch eine Version für Android ab 4.1 im Google Play Store zur Verfügung. (akr@ct.de)



Slidebox löscht Fotos auf die gleiche Art, wie man Tinder-Nutzer ablehnt: mit einer Wischgeste.

### Apps-Notizen

Der **RSS-Reader** Quote zeigt Nachrichten der Dienste Feedly und Inoreader im Vollbild auf dunklem oder hellem Hintergrund an, speichert sie für Situationen ohne Netzzugang und bringt eine Suchfunktion mit. Quote steht kostenlos als werbefinanzierte Version für Android zur Verfügung. Für 2,37 Euro verschwindet die Werbung.

HTCs **Systemreiniger** Boost+ beendet inaktive Programme, leert den Cache und löscht nicht benötigte Dateien, um Platz zu schaffen. Die App läuft unter Android ab Version 5.0. HTC hatte sie zunächst nur auf eigenen Geräten mitgeliefert, nun aber für Geräte aller Hersteller freigegeben.

Die Taxizentralen Taxi Berlin und G7 aus Paris wollen das Angebot ihrer **Taxiruf-Apps** taxi.eu und Ecab verbinden. Ziel sei der Aufbau des europaweit größten Taxinetzwerks. Es soll konkurrenzfähig gegenüber Daimlers Dienst Mytaxi oder dem US-Unternehmen Uber sein.

Der Chef des Messenger-Dienstes **WhatsApp** Jan Koum hat einer iPad-Version der iOS-App eine Absage erteilt. Das iPad ist ihm nicht mobil genug: „Wir bauen unsere Funktionen nur für Geräte, die Menschen mit sich herumtragen.“

**Download Quote und Boost+:** [ct.de/y1js](http://ct.de/y1js)

# Zweite Preview von Android N

## Android N Developer Preview bekommt VR-Unterstützung und Google-Apps erhalten neue Funktionen

**Bis zur Entwicklermesse Google I/O sind es nur noch wenige Tage, aber schon jetzt wirft das kommende Android N seine Schatten voraus und bekommt offenbar VR-Unterstützung.**

**VON STEFAN PORTECK**

Turnusmäßig hat Google die zweite Vorbauversion von Android N für Tester und Entwickler veröffentlicht. Wer sich für das Android-Beta-Programm registriert hat und ein Nexus 5X, 6, 6P, 9, Player oder Pixel C nutzt, bekommt diese zweite Developer-Preview wie gehabt als automatisches Update zum Download angeboten. Neu ist, dass nun auch Nutzer des Xperia Z3 von Sony am Beta-Programm teilnehmen können.

Optisch fallen vor allem die neuen Ordner-Icons auf, die die Apps nicht mehr gestaffelt anzeigen. Zudem kommt ein ordentlicher Rutsch neuer Emojis hinzu. Die App-Verknüpfungen auf dem Home-Screen erlauben nun auch, Unterfunktionen einzelner Apps direkt zu starten. Spannend daran: Android lernt in diesem Zuge vielleicht das beim iPhone schon länger gebräuchliche Force Touch. Denkbar wäre, dass App-Verknüpfungen mit einem festeren Druck andere Funktionen starten als durch einfaches Antippen. Das ist dann nur noch eine Frage des fehlenden Force-Touch-API von Google – derzeit können Apps einen festen Druck bestenfalls rudimentär abfragen, und das auch nur auf wenigen Smartphones. Der alternative Android-Launcher Nova implementiert in Version 4.3-beta5 die Erweiterung der App-Verknüpfungen bereits: Wischt man von einem App-Icon

nach unten, öffnet sich das Kontextmenü der App.

Damit man das Smartphone nicht für jede Kleinigkeit entsperren muss, erlaubt Android N jetzt, Nachrichten vom Sperrbildschirm aus zu beantworten. Das klappt natürlich nur, wenn man in den Systemeinstellungen nicht festgelegt hat, dass der Sperrbildschirm sensible Informationen ausblendet.

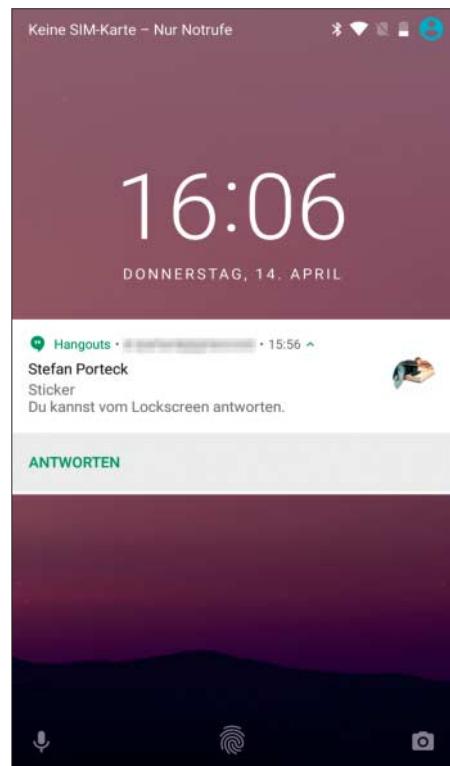
### Android lernt VR

Unter der Haube ist nun das plattformübergreifende Rendering-API namens Vulkan an Bord. Ins Leben gerufen wurde das Programmier-Interface von der Khronos-Gruppe, zu der unter vielen anderen Firmen auch AMD, Nvidia, Intel, Qualcomm, Oculus und Adobe gehören. Vulkan soll gegenüber dem derzeit verwendeten OpenGL ES unter anderem deutlich schneller werden.

Das könnte vielleicht auch bald nötig sein. Denn im App-Konfigurationsmenü der zweiten Preview findet sich ein sogenannter „VR Hilfsdienst“, der auf ein API für Virtual Reality hindeutet. Was es damit genau auf sich hat, ist zwar noch nicht ganz klar, aber es wird schon länger gemunkelt, dass Google nach Cardboard – also günstigen VR-Pappbrillen – nun an hochwertigeren VR-Halterungen aus Kunststoff arbeitet. Eine VR-Schnittstelle könnte beispielsweise die besseren Gyro-Sensoren unterstützen, wie sie in der Gear VR und den Stand-Alone-Brillen von HTC und Oculus stecken. Denkbar wäre auch, dass Apps Android in einen VR-Modus schalten, in dem keine störenden Benachrichtigungen eingeblendet werden. Genaues wird Google wahrscheinlich auf der Google I/O bekanntgeben, deren Eröffnungs-Keynote wir auf heise.de live kommentieren werden.

### Frühjahrsputz bei Google Apps

Seit Google peu à peu nahezu alle Google-Apps aus dem Betriebssystem ausgliedert hat und eigenständig im Play



Auf Wunsch lassen sich Nachrichten vom Sperrbildschirm aus direkt beantworten.

Store anbietet, kommt man auch ohne Android-Updates in den Genuss anderer Neuerungen: Der Google Kalender wird nun schlauer und hilft, selbst gesteckte Ziele zu erreichen. Will man beispielsweise mehr Sport treiben, trägt die App automatisch in gewünschter Häufigkeit und Länge passende Termine ein. Google Music hat nun – derzeit leider nur in den USA – eine Podcast-Funktion an Bord. Sie unterstützt Abos und Benachrichtigungen über neue Folgen und hat einen Offline-Modus.

Die Produktiv-Apps Keep und Drive lassen sich dank Detailverbesserungen wie farbigen Ordnern, Fortschrittsbalken beim Upload oder Hashtags in Notizen etwas komfortabler nutzen. Wie üblich veröffentlicht Google die Updates stufenweise – bis jeder sie bekommt, können also einige Tage vergehen. (spo@ct.de)



Emojis werden künftig menschlicher und bilden zusätzliche Aktivitäten ab.

Anzeige

# Androids EU-Problem

## EU untersucht Zusammenhänge zwischen Android-Monopol und Google-Suche

**Die EU-Kommission wirft Google vor, seine Dominanz im Smartphone-Markt zu missbrauchen. Google stütze seine Suchmaschine durch vorinstallierte Apps und Zahlungen an Provider und unterdrücke Alternativ-Androids.**

**VON JÖRG WIRTGEN**

Die Europäische Kommission hat ein schon länger laufendes Verfahren gegen Googles Suchmaschine auf das Smartphone-Betriebssystem Android ausgeweitet. Sie sieht drei Verstöße gegen EU-Kartellrecht: Google zwingt Hersteller zur Google-Suche und zum Chrome-Browser, Google behindert Geräte mit Android-Forks wie Cyanogen OS und Google be-

zahlt Gerätehersteller und Provider dafür, die Google-Suche vorzustellen.

Android selbst ist zwar Open Source und jeder Hersteller darf Geräte damit verkaufen. Aber die Geräte brauchen Zugang zu Apps – und der mit Abstand größte App-Supermarkt ist Googles Play Store. Will ein Hersteller den installieren, diktieren Google die Bedingungen: Viele Google-Apps müssen ebenfalls installiert sein, darunter der Browser Chrome und die App Google Suche – und das stärkt die Google-Suchmaschine laut EU kartellrechtlich unzulässig.

Mit dem gleichen Hebel verhindert Google laut EU die Forks – also Android-Weiterentwicklungen auf Basis der Open-Source-Variante. Die Google-Apps bekämen nur Hersteller, die ein „Anti-Fragmentation Agreement“ unterzeichnen. Der genaue Inhalt ist unbekannt, die Hersteller

dürfen Geräte mit solchen Forks offenbar bestenfalls unter Auflagen verkaufen: So hat der kleine Hersteller BQ zwar außer Android-Geräten auch welche mit dem Fork Cyanogen OS im Angebot, doch auf denen prangen ebenfalls die Google-Suche und Chrome auf dem Startbildschirm. Die Alternative, einen Android-Fork inklusive eigenem Appstore ganz ohne Google zu wuppen, schafft derzeit nur Amazon mit dem Fire OS seiner Tablets.

Der dritte Vorwurf der EU-Kommission besagt, dass Google einige Hersteller und Mobilfunkprovider dafür bezahlt habe, ihre Geräte mit der Google-Suche auszuliefern. Die Provider sind ein wichtiges Ziel für Google, weil sie die Voreinstellungen der Gerätehersteller zugunsten eigener Dienste umstellen könnten. Nicht nur Android ist betroffen: So wurde im Rahmen des Oracle/Google-Streits bekannt, dass Google eine Milliarde US-Dollar an Apple dafür gezahlt hat, auf den iPads und iPhones die Standardsuche zu stellen.

## Kaum Widerspruch

Google will mit der EU-Kommission kooperieren, entkräftigt die Vorwürfe aber nicht so recht: Die Gewinne aus den Google-Apps seien zur Entwicklung von Android wichtig. Doch sei der Nutzer nicht beeinträchtigt, weil er sich konkurrierende Apps installieren könne.

Sollte Google verurteilt werden, droht ein Bußgeld von maximal 10 Prozent eines Jahresumsatzes, der 2015 etwa 75 Milliarden US-Dollar betrug. Zusätzlich muss Google vielleicht in Android einbauen, dass Nutzer die Suchmaschine und den Browser wählen können. In einem ähnlichen Fall hatte die EU Microsoft nicht nur zu einer Milliardenstrafe verurteilt, sondern auch durchgesetzt, dass die Windows-Installation den Nutzer nach dem Standardbrowser fragt. (jow@ct.de)

## Meinung



**JÖRG WIRTGEN**

## Wirtschaftsförderung

Das Vorgehen der EU-Kommission sieht wie Verbraucherschutz aus, ist es aber nur nebensächlich. Die EU hat an der starken Verbreitung von Android nichts auszusetzen, will also nicht Apple, Mi-

crosoft oder die noch kleineren Mobilsysteme stützen. Auch Googles Monopol beim Appstore stört sie offenbar nicht. Darunter und unter der Vorinstallation der Google-Apps leidet der Nutzer ja tatsächlich nur wenig. Hier stimmt Googles Argument: Die Nutzer nutzen Apps wie WhatsApp, Facebook und Spotify statt der vorinstallierten von Google, weil sie einen direkten Mehrwert schaffen.

Der Wechsel einer Suchmaschine bringt dem Nutzer aber kaum Vorteile: Google hat nicht den Ruf, meinungsbeeinflussend einseitig zu sein; die wohl am stärksten profitierende Microsoft-Suche Bing legt wie Google Suchprofile an. In beiden Trefferlisten steht oben, wer am meisten zahlt, und das ist nicht immer eindeutig als Werbung erkennbar.

Ein stärkerer Wettbewerb der Suchmaschinen lässt die Preise purzeln, die werbetreibende Unternehmen für die Platzierungen zahlen – Wirtschaftsförderung also. Die Nutzer müssen jedoch weiter achtgeben, versteckte Werbung als solche zu identifizieren.



Google zwingt die Hersteller zu vielen Apps inklusive der Google-Suche.

# YouTube mit 360°-Livestreaming und Raumklang

Nach 360°-Videos aus der Konserven liefert Googles Videoportal Rundumvideos nun auch live aus. Um die Zuschauer noch stärker in das Geschehen hineinzuziehen, unterstützt YouTube dabei zusätzlich Raumklang (Spatial Audio).

Zum Auftakt hatte YouTube Ende April Auftritte verschiedener Künstler auf dem Musik- und Kunst-Festival Coachella live in 360° gestreamt. Mit einem in eine Papp-VR-Halterung wie Google Cardboard eingespannten Smartphone kam dabei ein recht überzeugendes Mittendrin-Gefühl auf, zumal Schallquellen bei Kopfbewegungen dank Headtracking an der richtigen Position im Raum bleiben.

Für das 360°-Livestreaming arbeitet Google unter anderem mit VideoStitch zusammen. Deren Kamera Orah 4i zeichnet mit vier Linsen eine 360°×360°-Kugel auf. Das Material wird in Echtzeit von zwei (aus Action-Cams bekannten) Ambarella-Videoprozessoren verarbeitet und mit maximal 4K bei 30 Hz gestreamt. Den Sound schneiden vier Mikrofone im Ambisonic-B-Format mit. YouTube Spaces (unter anderem in Berlin) sollen in Kürze mit solchen Kameras für 360°-Livestreaming ausgerüstet werden.

Spatial Audio bleibt aber nicht nur Livestreams vorbehalten, sondern kann auch bei normalen 360°-Videos genutzt werden. Unter dem c't-Link finden Sie eine Playlist mit ersten Beispielen, die man am besten mit einer VR-Halterung fürs Smartphone und Kopfhörern anschaut. (vza@ct.de)



Die Orah 4i von VideoStitch ist eine der ersten Kameras für das 360°-Livestreaming von YouTube.

# Synthesizer-Editor für Moog Sub-37



Mit dem Editor-Plug-in lässt sich der Moog Sub 37 wesentlich leichter über eine DAW steuern. Die Software bringt zudem viele neue Patches mit.

Moog hat einen Editor für seinen populären Analog-Synthesizer Sub 37 veröffentlicht. Das Plug-in bildet sämtliche Drehknöpfe ab, die in Echtzeit entweder auf Drehungen am Hardware-Synthesizer oder auf die Mausbedienung reagieren. Dadurch wird die Automation des paraphonen Synthies in einer Digital-Audio-Workstation deutlich vereinfacht.

Die Sequencer-Ansicht erleichtert darüber hinaus die Programmierung. Zudem bietet der Editor direkten Zugriff auf Parameter, die am Gerät selbst in Untermenüs versteckt sind. Die dazu nötigen MIDI-Daten werden per USB in beide Richtungen übertragen. Das analoge Audio-Signal des Sub 37 muss man über ein Audio-Interface einspeisen und etwaig auftretende Latenzen manuell ausgleichen.

Mit Hilfe des Editors lassen sich auch Patches organisieren, die sich zwischen dem Synthesizer und PC austauschen, editieren und speichern lassen. Als Appetitanreger bringt der Editor über hundert neuer Patches mit, unter anderem von Trash Audio mit Alessandro Cortini (Nine Inch Nails).

Die Editor-Software ist samt des nötigen Firmware-Updates auf Version 1.20 nach einer Nutzer-Registrierung als kostenloser Download von Moog erhältlich. Unterstützt werden Windows und OS X in den Formaten AU, VST, RTAS und AAX. (hag@ct.de)

**Sub-37-Editor-Registrierung:** [ct.de/yh8p](http://ct.de/yh8p)

## Audio/Video-Notizen

Nach 20th Century Fox und Warner haben auch Universal und Paramount **Ultra HD Blu-rays für den deutschen Markt** angekündigt; Sony will folgen.

Universal will beispielsweise „Everest“, „Lucy“ und den neuen Action-Streifen „Jason Bourne“ auf Ultra HD Blu-ray bringen. Für das Partnerstudio Paramount wird Universal „Star Trek“ und „Star Trek: Into Darkness“ vertreiben.

Netflix will bis August 100 Stunden **4K-Video mit erhöhtem Kontrastumfang (HDR)** in sein Programm aufnehmen. Die Titel werden sowohl in den HDR-Formaten Dolby Vision als auf HDR 10 übertragen, um möglichst viele 4K-Fernseher zu erreichen. Bei den HDR-Titeln handelt es sich unter anderem um Serien wie „Daredevil“, „Jessica Jones“, „Iron Fist“, „Luke Cage“ sowie „Bloodline“ und „Hibana“.

# Zucks Zehnjahresplan

## News, Kommerz, Internet-Zugang: Facebook soll zum Alles-für-alle-Netz werden

**Die Facebook-Konferenz F8 war mehr als nur eine Technik-Show, auf der reihenweise Neuerungen für Entwickler vorgestellt wurden. Zwischen den Zeilen sagte Mark Zuckerberg dem gesamten restlichen Web den Kampf an.**

VON JO BAGER

**G**ive everyone the power to share anything with anyone“ – „Jedem die Möglichkeit geben, alles mit jedem zu teilen“: Das Motto der Keynote von Facebook-Chef Mark Zuckerberg anlässlich der Entwicklerkonferenz F8 klang ziemlich überzogen. Aber nimmt man die vielen vorgestellten Neuerungen zusammen, ergeben sie ein Bild, das gut zum Motto passt. Man könnte es sogar schärfer formulieren: Es geht darum, alles *auf Facebook* zu teilen.

So gab Facebook zur F8 die sogenannten Instant Articles für alle Medienanbieter frei. Damit lassen sich Artikel direkt in Facebooks Mobil-Apps publizieren, wo sie rasend schnell auf den Schirm kommen. Die Publisher dürfen sogar selbst Werbung vermarkten.

Ähnlich konsequent baut Facebook sein Netzwerk zur Plattform für (Live-)Video aus. Seit der Konferenz dürfen nicht nur wie bisher Teilnehmer per App, sondern auch externe Geräte und Anwendungen streamen, etwa Drohnen. Die nächsten Inhalte, die das Unternehmen vereinnehmen will, sind 360-Grad-Videos. Damit in absehbarer Zeit viele Rundumbilder entstehen, hat Facebook eine eigene Kamera vorgestellt, die Facebook Surround 360. Ihre Blaupausen will Facebook im Sommer auf GitHub als Open Source veröffentlichen.

Auch in vielen kleineren Ankündigungen ging es darum, dass Facebook mehr und mehr Inhalte aufsaugt, die bisher woanders lagen. Per Teilen-Dialog übernehmen Nutzer Zitate aus dem Web, um sie an Freunde weiterzureichen. Mit dem ebenfalls neuen „Beitrag speichern“-Button lassen sich Artikel, Produkte, Videos und vieles mehr zum späteren Lesen auf der Plattform ablegen – eine Kampfansage an ähnliche Dienste wie Pocket oder Instapaper.

### Enger verweben

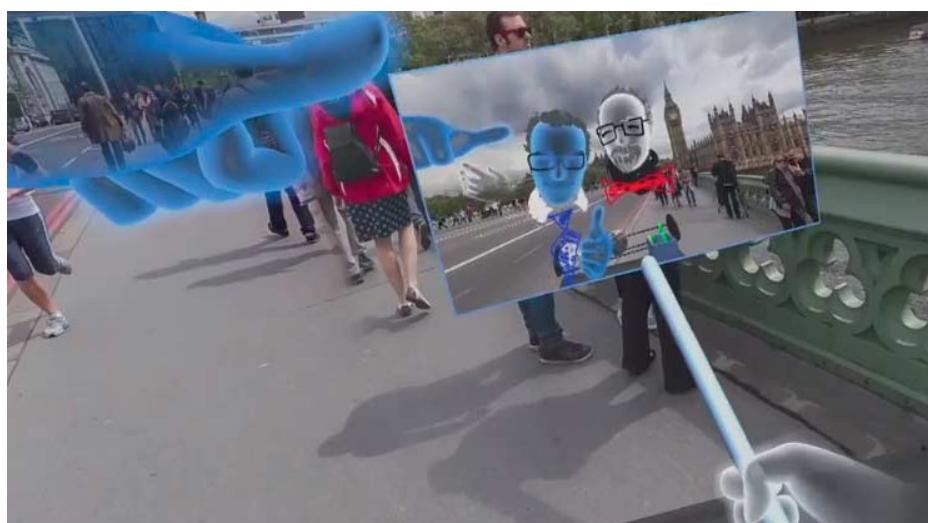
Neben diesen Aufsauge-Angeboten für neue Inhalte betreibt Facebook aber auch viel Pflege seines Ökosystems: Die wichtigste Erweiterung des eigenen Netzwerks nennt sich Messenger Platform. Facebook schaltete im Rahmen der F8 eine Betaversion frei. Auf der Plattform sollen (Chat-)Bots mit menschlichen Messenger-Nutzern kommunizieren, um

den Messenger zur Anwendungsplattform aufzuwerten.

Wie Shopping mit einem Chatbot in einem Sneaker-Store funktioniert, präsentierte der für die Messaging-Produkte zuständige Manager David Marcus bei seiner Keynote. Wann immer er eine Frage an den Bot stellte, bekam er individuelle Empfehlungen zurück.

Entwicklern stehen mehrere Programmierschnittstellen offen, um im Messenger eigene Bots anzubieten. Mit einem einfachen Send-API kümmern sie sich selbst um die Kundenansprache. Alternativ können Programmierer auf Facebooks Assistent M zurückgreifen, der Kunden wesentlich „intelligenter“ ansprechen soll, indem er von typischen Dialogen lernt.

Facebook stellt auch Werkzeuge bereit, um Kunden auf die neue Plattform zu bringen. So gibt es ein Tool, mit denen Unternehmen die Telefonnummern ihrer



Zu zweit eine 3D-Sphäre von London besuchen und vor dem Big Ben ein virtuelles Selfie machen – so stellt sich Facebook soziale VR vor.

Kundendatenbanken mit der Messenger-Plattform abgleichen können, um sie in Zukunft per Messenger statt SMS anzusprechen. Plug-ins für die Homepage oder Mails sowie passende Werbeformate für Facebook stehen ebenfalls bereit.

Auch an anderen Ecken macht Facebook Firmen Angebote, um sich enger mit der Plattform zu vernetzen. Das „Account-Kit“ etwa ermöglicht es Nutzern von Apps oder Websites, sich nur mit ihrer E-Mail-Adresse anzumelden. Dazu benötigen sie keinen Facebook-Account. Das soll Anmeldehürden abbauen; Betreiber sollen mehr Nutzer erreichen. Das Account-Kit ersetzt den bisherigen Facebook-Login für externe Apps und Websites nicht, sondern ist ein komplementäres Angebot.

Entwickler, die bereits Anwendungen für Android und iOS mit Facebooks JavaScript-Bibliothek React Native programmieren, sollen damit bald auch native Windows-Anwendungen bauen können. Große Teile des Codes lassen sich dabei weiterverwenden.

## Die Zukunft des Netzes

Die vielen Neuerungen im Detail sind aus Sicht von Zuckerberg nur für die nächsten fünf Jahre relevant. In seiner Keynote richtete er den Blick auf die nächsten zehn Jahre – in der IT ein Riesenzeitraum. Bis dahin will Zuckerberg das Internet in jeden Winkel der Welt bringen sowie die Bandbreite in bereits erschlossenen Gebieten deutlich erhöhen.

Dazu will Facebook bestehende Mobilfunk-Sendemasten aufbohren. Auf der F8 präsentierte Facebook als Proof of Concept einen Sender mit 96 Einzelantennen. In Laternenmasten integrierte Internet-Verteilknoten sollen die Bandbreite in den Städten ebenfalls verbessern.

Für dünn besiedelte Gegenden hat Facebook eine besonders spektakuläre Lösung in der Mache: fliegende Internetknoten in Form solarbetriebener Riesendrohnen, die 90 Tage in der Luft bleiben. Schließlich investiert Facebook in Internet via Satellit. Dabei peilt man vor allem jene drei Prozent der Weltbevölkerung an, die weit weg von einer Stadt leben. Der von Spacecom gebaute Satellit AMOS-6 soll in den nächsten Monaten auf eine geostationäre Umlaufbahn gehen und ländliche Gebiete in Afrika mit dem Internet verbinden.



Zum Innenleben der Rundumkamera Facebook Surround 360 zählen 17 Einzelkameras.

Ein Konzern, der als Kerngeschäft ein soziales Netzwerk betreibt, macht sich natürlich auch Gedanken über die Zukunft der sozialen Interaktion: Die soll in der virtuellen Realität liegen. Ein Social-VR-Team untersucht, auf welche Art und Weise sich Menschen in der virtuellen Realität miteinander verbinden und Erlebnisse teilen können. Dabei zeigt sich allerdings, dass VR-Technik viele Ebenen der menschlichen Kommunikation derzeit nicht ausreichend abbildet, etwa die Mimik.

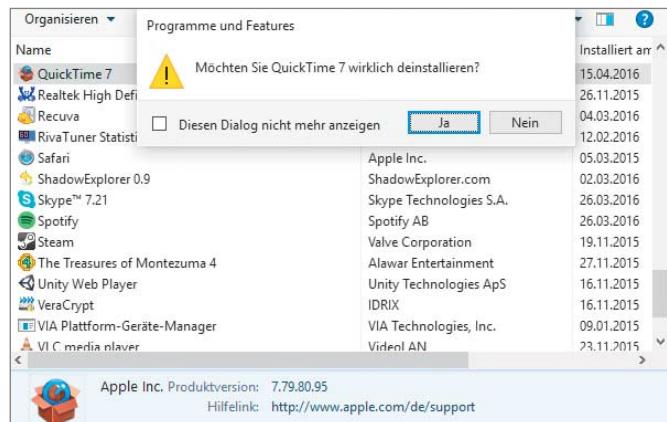
Nichtsdestotrotz lassen sich schon heute witzige gemeinsame VR-Erlebnisse kreieren. Das zeigte Facebook-CTO Mike Schroepfer, der sich eine Oculus Rift aufsetzte und zwei Controller in die Hand nahm, um einem Kollegen in der virtuellen Realität zu treffen. Gemeinsam ließen sich die beiden in Form ihrer Avatare in verschiedene 360-Grad-Fotos beamen, etwa in die Facebook-Labore und ein Rundumbild von London. Dort schossen die beiden ein Selfie ihrer Avatare mit Big Ben im Hintergrund.

Machine Learning ist ebenfalls ein großes Zukunftsthema bei Facebook, wenngleich an vielen Stellen bereits heute lernende Verfahren helfen. Sie sortieren zum Beispiel Einträge in den Newsfeeds, übersetzen Posts und erzeugen automatisch Bildbeschreibungen für visuell eingeschränkte Nutzer. Aber auch wenn bereits ein Viertel aller Entwickler mit Machine Learning arbeiten, stehe Facebook bei diesem Thema „noch völlig am Anfang“, so Candela, der „Director of Applied ML“ bei Facebook.

Man bekam während der gesamten F8 den Eindruck, dass das Unternehmen den Blick weniger auf kurzfristige Neuerungen richtet, sondern tatsächlich ganz weit nach vorne schaut – und sich dabei als die Zukunft des Netzes sieht. Angefangen beim Internet-Zugang über Medien-Inhalte bis hin zur sozialen VR: Alles soll bei Facebook sein. (jo@ct.de)

**Weiterführende Informationen:**  
[ct.de/yhq5](http://ct.de/yhq5)

# QuickTime unter Windows jetzt deinstallieren



In QuickTime für Windows klaffen zwei Sicherheitslücken und Apple hat den Support eingestellt. Nutzer sollten die Anwendung vorsorglich deinstallieren.

Apple hat den Support für die Windows-Version der Multimedia-Softwarearchitektur QuickTime eingestellt. Das ist besonders heikel, denn in der Anwendung klaffen aktuell zwei Sicherheitslücken, die nun nicht mehr geschlossen werden. Über beide Schwachstellen können Angreifer aus der Ferne Schad-Code mit den aktuellen Rechten des Nutzers ausführen. Dafür müssen sie Opfern lediglich eine präparierte Datei unterjubeln oder sie auf eine Webseite locken. Um sich keinem unnötigen Sicherheitsrisiko auszusetzen, sollten Windows-Nutzer Apples QuickTime vom Computer entfernen. Dies gelingt wie von Windows gewohnt über die Option „Programme deinstallieren oder ändern“ und dauert nur wenige Sekunden.

Wer Apple-Anwendungen wie iCloud oder iTunes unter Windows nutzt, sollte vorsichtshalber überprüfen, ob auch QuickTime auf dem Computer installiert ist. Denn es kann durchaus vorkommen, dass sich QuickTime etwa über die standardmäßig mit iTunes & Co. mitinstallierte Anwendung Apple Software Update auf Windows-Computer geschlichen hat. Mittlerweile taucht QuickTime in dem Apple Updater nicht mehr unter dem Punkt New Software auf. Wer die kostenpflichtige Pro-Version nutzt, hat Anspruch auf eine Erstattung und sollte sich an den Apple-Kundenservice wenden.

Aus Multimedia-Sicht spielt QuickTime für Windows kaum noch eine Rolle. Zumal die Windows-Version 7.7.9 hoffnungslos veraltet ist; unter Mac OS X ist die Version 10.4 aktuell. Doch einige Bild- beziehungsweise Video-Bearbeitungsprogramme von Adobe setzen unter Windows eine QuickTime-Installation voraus, damit man mit Videoformaten wie Apples ProRes arbeiten kann. Adobe will nun Maßnahmen ergreifen, um Abhängigkeiten aus dem Weg zu räumen. Einen Zeitplan dafür hat das Software-Unternehmen nicht genannt. Die Musikbibliothek iTunes läuft unter Windows seit Version 10.5 übrigens auch ohne QuickTime. (des@ct.de)

# Webseite identifiziert Ransomware

Opfer eines Verschlüsselungs-Trojaners können auf der Webseite [id-ransomware.malwarehunterteam.com](http://id-ransomware.malwarehunterteam.com) kostenlos prüfen, welcher Schädling die Daten als Geisel genommen hat; in der Regel ist das nicht ohne Weiteres erkennbar. Neben dem Namen der Ransomware zeigt die Ergebnisseite auch an, ob es ein Entschlüsselungs-Tool gibt. Nach aktuellem Stand kann ID Ransomware 60 Verschlüsselungs-Trojaner identifizieren. Um die Analyse einzuleiten, müssen Opfer entweder die Erpresser-Botschaft oder eine verschlüsselte Datei hochladen. Die Datei-Übertragung geschieht verschlüsselt per HTTPS. Anschließend werde die Datei mit einer Signatur-Datenbank abgeglichen und darauffolgend umgehend gelöscht, versichert der Webseiten-Betreiber und Sicherheitsforscher mit dem Pseudonym Demonslay335. Dennoch kann er eigenen Angaben zufolge keine hundertprozentige Vertraulichkeit garantieren, da die Daten temporär auf einem gemeinsamen Host landen. (des@ct.de)

In einem Test konnten wir die Ransomware TeslaCrypt erfolgreich über eine verschlüsselte Datei identifizieren.

## heise-Webinar: Erpressungs-Trojaner – jetzt richtig vorbeugen!

Gerade kleine und mittlere Unternehmen, aber auch Behörden fühlen sich akut durch Erpressungs-Trojaner bedroht und sind sehr unsicher, ob die eigenen Vorsichtsmaßnahmen ausreichen. Deshalb fasst heise Security die zentralen Erkenntnisse in einem Webinar zusammen. In seinem Vortrag von etwa 45 Minuten gibt der c't-Sicherheits-Spezialist und heise-Security-Redakteur Ronald Eikenberg einen kompakten Überblick zu den aktuellen Gefahren. Er analysiert konkrete Schutzmaßnahmen und gibt Tipps, wie man seine Daten nach einem Befall zurückbekommen kann.

Im Anschluss gibt es reichlich Zeit für Fragen zum Thema. Das Webinar findet am 18. Mai 2016 um 11:00 Uhr statt; die Teilnahme kostet 99 Euro. Weitere Informationen und die Möglichkeit sich anzumelden, finden Sie unter [www.heise-events.de/trojaner2016](http://www.heise-events.de/trojaner2016). (des@ct.de)

Anzeige

# Privacy Shield: EU-Datenschützer sehen Nachbesserungsbedarf



Bild: EU

Isabelle Falque-Pierrotin steht derzeit der Artikel-29-Gruppe vor. Privacy Shield ist ihrer Ansicht nach „ein großer Schritt nach vorn“.

Die Datenschutzbeauftragten der EU-Staaten melden Nachbesserungsbedarf beim EU-US-Abkommen „Privacy Shield“ an. Die Vereinbarung soll künftig den Datentransfer in die USA regeln, nachdem der Europäische Gerichtshof (EuGH) das Safe-Harbor-Abkommen für nichtig erklärt hat. „Wir glauben, da ist noch Arbeit zu erledigen“, erklärte Isabelle Falque-Pierrotin. Die Leiterin der französischen Behörde CNIL hat derzeit den Vorsitz im Kreis der nationalen Datenschützer, der Artikel-29-Gruppe. Im Vergleich zu Safe Harbor sei die Grundsatzvereinbarung allerdings ein „großer Schritt nach vorn“.

Sorge bereitet den Datenschützern laut Falque-Pierrotin unter anderem, dass immer noch massenhaft Informationen mit dem Argument der öffentlichen Sicherheit gesammelt würden. Diese Möglichkeit sei im aktuellen Entwurf von Privacy Shield eingebaut. Falque-Pierrotin appellierte im Namen der Datenschützer an die EU-Kommission, Unklarheiten zu beheben und die Vereinbarung gegebenenfalls nachzubessern, bevor die Kommission das US-Datenschutzniveau formell als ausreichend einstuft. Die Bundesdatenschutzbeauftragte Andrea Vosshoff erklärte, die Behörde sei „in der Pflicht, in Verhandlungen mit den US-amerikanischen Partnern die erforderlichen Anpassungen vorzunehmen, um ein erneutes Scheitern vor den europäischen Gerichten zu vermeiden“.

EU-Justizkommissarin Vera Jourova zeigte sich dafür offen und sprach von „nützlichen Empfehlungen“ der Datenschützer. „Die Kommission wird zügig daran arbeiten, diese in ihre Entscheidung einzuschließen.“ Endgültig angenommen werden soll die Vereinbarung im Juni. Vorher müssen noch die EU-Staaten dem neuen Datenschutzrahmen zustimmen.

Max Schrems, der das EuGH-Urteil gegen „Safe Harbor“ erstritten hatte, zweifelte den Änderungswillen der EU-Kommission an. Die Vereinbarung sei ein „kompletter Misserfolg“ und werde nur aufgrund des Drucks der US-Regierung und einiger Branchen am Leben erhalten. (hob@ct.de)

# Google News hebt Nachrichten im AMP-Format hervor

Google will künftig Nachrichten-Webseiten im AMP-Format (Accelerated Mobile Pages) prominenter platzieren, um das News-Lesen mit Mobilgeräten zu erleichtern. In Google News erscheinen bis zu 14 AMP-Nachrichten ganz oben in einer Karussell-Übersicht. Im allgemeinen Nachrichten-Strom sind AMP-Seiten mit einem kleinen Blitz-Icon gekennzeichnet. Die neue Nachrichten-Übersicht ist in der Web-Version sowie in den Android- und iOS-Apps zu sehen – vorerst allerdings nur in der US-Edition von Google News. Weitere Sprachen sollen folgen.

Google argumentiert, dass der Nachrichtenkonsum am Smartphone oftmals langsam und der Seitenaufbau schwerfällig sei. Nutzer würden eine allzu lahme Website schnell wieder verlassen. Seiten im AMP-Format laden durchschnittlich viermal schneller als herkömmliche Webseiten und verbrauchen nur ein Zehntel der Daten, versichert Google. Tausende Publisher nutzen demnach das AMP-Format bereits.

Google hatte das Project AMP vor einem halben Jahr vorgestellt. Bereits seit Februar hebt Google AMP-Seiten in seinen Suchergebnissen hervor und platziert sie prominent am Anfang. AMP-Webseiten bestehen aus Bildern und Texten. Skripte und aufwendige Elemente fallen weg. Google zielt mit AMP vor allem auf Medienhäuser mit eigenständigen Mobilauftreten. Alle anderen Website-Betreiber können die quelloffene Technik aber ebenfalls einsetzen. AMP konkurriert mit Instant Articles von Facebook. (dbe@ct.de)

# Opera-Browser enthält eine VPN-Funktion

Opera Software integriert in seinen Browser künftig ein VPN. Verfügbar ist die VPN-Integration bislang für Windows und Mac OS X; Linux-Nutzer müssen sich bis zur Veröffentlichung der finalen Version gedulden, die zirka Mitte Juni kommen dürfte. Für iOS soll es, so eine Opera-Sprecherin, „bald“ eine VPN-Lösung geben, Android-Nutzer müssen noch ein wenig länger warten.

Mit dem integrierten VPN, das Opera Software selbst betreibt, ist es Benutzern bequem möglich, nach außen hin ihre Identität oder ihre geografische Herkunft zu verschleiern. Zur Nutzung des VPNs genügt es, einen Schalter in den Einstellungen umzulegen. Beschränkungen im Transfer-Volumen gibt es nicht. Anwender können einen virtuellen Standort in Deutschland, dem Vereinigten Königreich, den USA oder Kanada auswählen.

Interessant ist das vor allem für die Nutzung von Angeboten, die nur in bestimmten Ländern verfügbar sind oder sich je nach Standort unterscheiden (Geofencing), beispielsweise Video-Dienste. Ein VPN kann auch helfen, politische Zensur zu umgehen. (Herbert Braun/hob@ct.de)

# BKA-Gesetz teilweise verfassungswidrig

Das Bundesverfassungsgericht zwingt die Bundesregierung, die Überwachungsbefugnisse des Bundeskriminalamts (BKA) zu reduzieren. In seinem Urteil vom 20. April hat das Gericht Instrumente wie heimliche Online-Durchsuchungen und die Quellen-Telekommunikationsüberwachung zwar zurechtgestutzt, im Kern aber für verfassungskonform erklärt. Prinzipiell dienten sie „einem legitimen Ziel“ und seien dafür „geeignet und erforderlich“. Die mit den Stimmen von CDU/CSU und SPD Ende 2008 im „BKA-Gesetz“ verankerten Vorschriften entsprechen aber in „verschiedener Hinsicht nicht dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz“ und „erfüllen zahlreiche Anforderungen nicht“.

Vor allem die erweiterten Möglichkeiten zur Wohnraumüberwachung alias „großer Späh- und Lauschangriff“ (etwa mit Wanzen) sowie der heimliche „Zugriff auf informationstechnische Systeme“ (mit dem Destrojaner) schießen dem Urteil zufolge übers Ziel hinaus. Überwachungsmaßnahmen sollen sich nur unmittelbar „gegen diejenigen als Zielperson richten, die für die drohende oder dringende Gefahr verantwortlich sind“, halten die Richter fest. Das BKA darf also Kontakt- oder Begleitpersonen nicht *gezielt* mit ausforschen, etwa mit einer eigens dafür eingerichteten Wohnraumüberwachung.

Der Senat beanstandet aber nicht, dass die gegen Verdächtige angeordneten Maßnahmen „auch Dritte miterfassen“, so weit dies unvermeidbar sei. So hat er kein Problem damit, wenn beispielsweise auch Computer oder Cloud-Speicher Dritter online durchsucht werden, „wenn tatsächliche Anhaltspunkte dafür bestehen, dass die Zielperson dort ermittlungsrelevante Informationen speichert und ein auf ihre eigenen informationstechnischen Systeme beschränkter Zugriff zur Erreichung des Ermittlungsziels nicht ausreicht“.

Wegen der „oft höchstpersönlichen Natur“ von Daten auf privaten Rechnern oder externen Servern sei ein Eingriff in das noch junge Grundrecht auf „Vertraulichkeit und Integrität informationstechnischer Systeme“ generell „von besonderer Intensi-

tät“: „Er ist seinem Gewicht nach mit dem Eingriff in die Unverletzlichkeit der Wohnung vergleichbar.“ Für beides gilt deshalb nun: Eine unabhängige Stelle – beispielsweise ein Richter – muss die aus der Überwachung gewonnenen Daten sichten, bevor sie zu den Ermittlern gelangen. „Höchstpersönliche“ Daten sollen aussortiert werden – sofern nicht konkrete Gefahr in Verzug ist.

Deutliche Kritik übten die Karlsruher Richter am Schutz von Berufsgeheimnisträgern im BKA-Gesetz. Der bewahrt beispielsweise Strafverteidiger zwar vor Überwachung, andere Rechtsanwälte aber nicht. Da die Maßnahmen der Gefahrenabwehr dienten, sei dieser differenzierte Ansatz „ungeeignet“. Bei Journalisten, Ärzten oder anderen Berufen, die mit besonders schutzbedürftigen Informationen umgehen, sieht das Gericht keinen Nachbesserungsbedarf.

Allgemein fehlen den Richtern im BKA-Gesetz Vorgaben für „turnusmäßige“ Pflichtkontrollen der Überwachungstätigkeiten. Außerdem soll das BKA anders als im Gesetz vorgesehen umfassend protokollieren, was es tut. Darüber muss die Behörde Parlament und Öffentlichkeit mit Berichten informieren, schreiben die Verfassungshüter dem Gesetzgeber ins Regelheft. Datentransfers an inländische Geheimdienste müsste die Bundesdatenschutzbehörde effektiv kontrollieren können.

Der Bundestag hat dem Urteil zufolge dafür zu sorgen, dass der Grundrechtsschutz „durch eine Übermittlung der von deutschen Behörden erhobenen Daten ins Ausland und an internationale Organisationen ebenso wenig ausgehöhlt wird wie durch eine Entgegennahme und Verwertung“ von Daten, die ausländische Behörden menschenrechtswidrig erlangt hätten.

Die Bundesregierung will das BKA-Gesetz nun zügig nachbessern. Dem Urteil zufolge muss dies bis Juni 2018 passiert sein. Einstweilen greifen die zahlreichen Vorgaben des Gerichts, etwa der zusätzliche Schutz von Rechtsanwälten vor Überwachungsmaßnahmen, damit die Regelung vorerst weiter angewandt werden kann.

(Stefan Krempl/hob@ct.de)

Anzeige

# Apple erhält Patent für geknicktes Objektiv

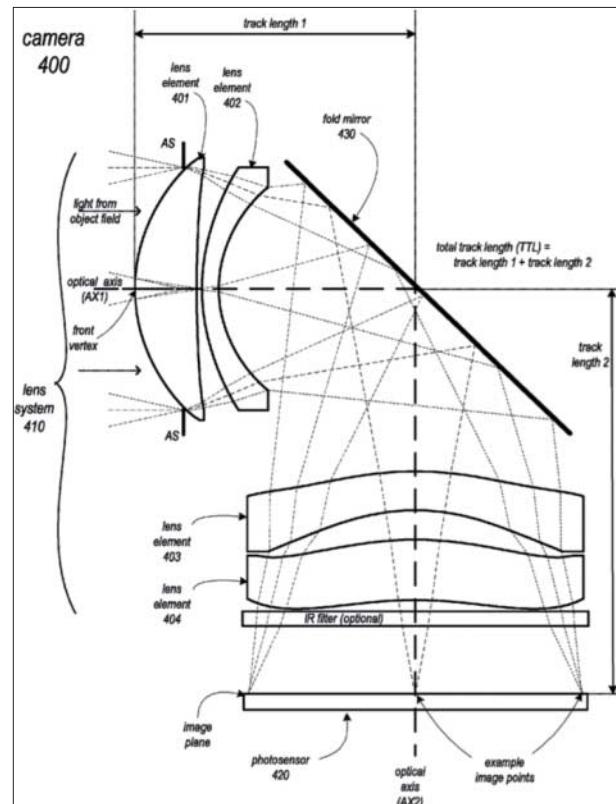
Das US-Patent- und Markenamt hat Apple ein Patent auf ein Objektivsystem erteilt, dessen Lichtweg ein Spiegel oder ein Prisma um 90 Grad umlenkt.

Indem sich das Licht nicht wie üblich vertikal zur Längsachse im Gehäuse ausbreitet, sondern parallel dazu, steht für den Lichtweg mehr Raum zur Verfügung, den man für zusätzliche Linsen verwenden kann. So lassen sich in den sehr flachen Smartphone-Gehäusen dennoch leistungsfähige Objektive unterbringen, prinzipiell auch solche mit Zoom-Vorrichtung.

Weil Fotosensoren zuletzt immer kompakter und leistungsfähiger geworden sind, seien entsprechend bessere Objektive erforderlich. Die patentierte Konstruktion, deren Lichtlenkung an ein Periskop erinnert, ermögliche beispielsweise Teleobjektive mit einer längeren Brennweite (Tele-Objektive). Denkbar seien aber auch Paare aus Tele- und Weitwinkelobjektiven.

Berichten zufolge plant Apple beim kommenden iPhone 7 ein Dual-Kamera-System. Die Firma hält im Foto-Bereich diverse Patente, darunter auch eines für ein iPhone-Objektivbajonett. Damit sind Smartphones mit Wechselobjektiven denkbar.

(dz@ct.de)



Apple hat sich eine Technik für Objektive patentieren lassen, mittels der sich der Lichtweg in das Gehäuse umlenken lässt.

# Tool warnt vor Verschlüsselungsaktivität

Der Sicherheitsforscher Patrick Wardle hat ein Programm für OS X entwickelt, das gegen Verschlüsselungstrojaner wie Ransomware helfen soll (siehe c't-Link). In Anlehnung daran nennt Wardle sein Tool „RansomWhere?“. Die Software hält Prozesse bei verdächtigen Vorgängen an und lässt den Nutzer entscheiden, ob sie weiterlaufen oder beendet werden sollen.

Das Tool traut grundsätzlich Anwendungen, die bei der Installation bereits präsent waren oder Apples Signaturen tragen oder denen der Nutzer die Start-Erlaubnis erteilt hat. Zu be-

achten ist, dass RansomWhere? nur auf die Verschlüsselungsvorgänge ein Auge hat, die sich in den Verzeichnissen des Nutzers abspielen. Auch dauert das Stoppen der Prozesse ein wenig, sodass Erpressungstrojaner unterdessen einige Dateien verschlüsseln könnten. Einen hundertprozentigen Schutz sichert Wardle ohnehin nicht zu, denn prinzipiell könnten Angreifer Prüfroutinen des Tools umgehen oder lahmlegen.

(dz@ct.de)

**RansomWhere?:** [ct.de/yues](http://ct.de/yues)



Ein Tool des Sicherheitsforschers Patrick Wardle analysiert Verschlüsselungsvorgänge und hält verdächtige Prozesse an.

# Zwölf Thunderbolt-Einschübe

Der Peripheriespezialist LaCie kündigt ein neues RAID-System namens 12big an, das mit zwölf 3,5-Zoll-Einschüben aufwartet und über zwei Thunderbolt-3-Ports auf USB-C-Basis angekoppelt wird. Mit Durchsatzraten bis 2600 MByte/s sei die Erweiterung beispielsweise beim Schneiden von 6K-Videoaufnahmen als Zuspielmedium geeignet. Im RAID-0-Modus lasse sich ein 764 GByte großes 4K-ProRes-File in fünf Minuten kopieren.

Über den Thunderbolt-Port des 12big lässt sich die Grafik-Ausgabe des Mac durchschleifen. Dafür kann man zwei 4K-fähige Bildschirme am 12big ankoppeln; auch Daisy-Chain-Betrieb ist möglich. Alternativ lässt sich ein einzelnes 5K-Display betreiben. 12big ist mit 48, 72 oder 96 TByte Fassungsvermögen erhältlich. Den Lieferstart plant LaCie für den Sommer. Preise nannte die Firma zunächst nicht.

(dz@ct.de)

# Varianten von Ubuntu 16.04

Neben Ubuntu 16.04 LTS (siehe S. 128) sind auch andere Mitglieder der Ubuntu-Distributionsfamilie in neuen Versionen erschienen. Darunter Kubuntu, das die KDE-Bedienoberfläche Plasma 5.5 und die KDE Applications 15.12 nutzt. Anders als bei früheren LTS-Ausgaben wird das neue Kubuntu nicht fünf, sondern nur drei Jahre mit Updates versorgt.

Bei anderen Distributionen der Familie ist das schon länger so. Etwa bei Xubuntu, das die Desktop-Umgebung Xfce 4.12 nutzt, oder Ubuntu Gnome, bei dem das Gros der Komponenten von Gnome 3.18 stammt. Lubuntu setzt weiterhin auf die LXDE-Oberfläche, denn die Vorbereitungen zum Umstieg auf LXQt laufen noch. Für Ubuntu Mate ist die 16.04-Version die erste mit mehreren Jahren Support. Der aus Gnome 2 hervorgegangene Mate-Desktop bietet jetzt eine Ansicht, die an den Ubuntu-Standard-Desktop Unity erinnert. Mangels Entwickler-Ressourcen gibt es keine 16.04-Ausgabe des auf Lernzwecke ausgerichteten Edubuntu. (thl@ct.de)



Ubuntu Mate 16.04 bietet die Desktop-Konfiguration „Mutiny“, die Canonicals Unity-Desktop nachempfunden ist.

Anzeige

## Linux-Notizen

Die Anwendungssammlung **KDE Applications 16.04** umfasst eine neue Version des Videoschnittprogramms Kdenlive mit zahlreichen Detailverbesserungen. Neu dabei ist die Musik-Lern-Software Minuet. Das KDE-Projekt hat zudem den Dokumentations-Browser KHelpCenter integriert, den es bislang mit der Desktop-Oberfläche Plasma ausgeliefert hat.

**Docker 1.11** unterstützt die portable Container-Runtime runC und den Container-Daemon containerd – zwei Techniken der Open Container Initiative (OCI), die offene Container-Standards entwickelt. Mit der neuen Version beherrscht Docker nun auch Load Balancing per DNS Round Robin und bringt experimentellen VLAN-Support. Frei wählbare Bezeichnungen für Netzwerke und Storage-Volumes versprechen einen besseren Überblick.

# FreeOffice 2016 exportiert E-Books



Die Bürosuite FreeOffice 2016 ist kostenlos und bringt alle wichtigen Funktionen für den Alltagsgebrauch mit.

FreeOffice, die kostenlose Variante der Bürosuite SoftMaker Office, erhält mit dem Update auf Version 2016 erweiterte PDF-Funktionen. So exportieren die Textverarbeitung TextMaker, die Tabellenkalkulation PlanMaker und die Präsentationssoftware Presentations PDF-Dateien inklusive Tags, Kommentaren und Lesezeichen. TextMaker erzeugt darüber hinaus E-Books im Epub-Format.

In PlanMaker verhält sich die bedingte Formatierung wie in Excel 2016. Sie unterstützt Farbbalken, Symbole und markiert Minimal- sowie Maximal-Werte. Pivot-Tabellen fassen Daten jetzt interaktiv auf anpassbare Art zusammen und analysieren diese. Für optisch ansprechende Präsentationen wurde Presentations um neue Animationen und Folienübergänge auf DirectX-Basis erweitert.

FreeOffice liest Dateien sowohl in den alten als auch aktuellen Microsoft-Office-Formaten, kann anders als das kostenpflichtige SoftMaker Office aber docx-, xlsx- und pptx-Dateien nicht schreiben. Auch fehlen der kostenlosen Version unter anderem Synonymwörterbücher, ein Formeleditor und erweiterte Bildbearbeitungsfunktionen. FreeOffice 2016, das eine Registrierung voraussetzt, steht für Windows ab XP und Linux zum Download bereit. (db@ct.de)

## Anwendungs-Notizen

Ashampoo Snap fotografiert und filmt Bildschirminhalte. Version 9 bearbeitet Videos bereits während der Aufnahme. Darüber hinaus exportiert die **Screenshot-Software** jetzt Aufnahmen in Grafikprogramme wie Photoshop und zeigt bei Videoaufnahmen Tastatureingaben an.

Gotomaxx verzichtet in seinem kostenlosen **PDF-Werkzeug** PDFmailer free ab sofort auf die Werbefinanzierung. Das Programm klinkt sich als virtueller Drucker ins Windows-System ein. Es übersetzt Dokumente ins Portable Document Format und verschickt sie auf Wunsch als E-Mail-Anhang.

# Adobe verwebt Marketing- und Dokumenten-Plattform

Adobes Webanalyse- und PDF-Services wachsen zusammen: Das für elektronische Signatur-Workflows entwickelte Adobe Sign erweitert bald das Content-Management-System der Marketing-Cloud, den Adobe Experience Manager. Die Document Cloud mit Diensten rund um PDF und elektronische Unterschriften verzahnt Adobe mit Diensten und Unternehmensanwendungen von SAP, Oracle und anderen. Die Updates sind im Mai zu erwarten.

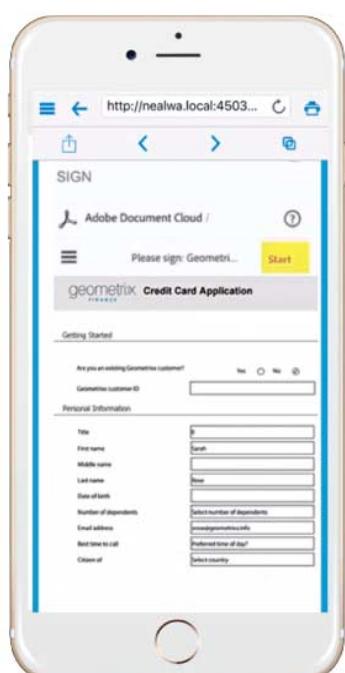
Mit der Marketing Cloud zur Datenanalyse und Dokumentenverwaltung hat sich Adobe ein solides drittes Standbein aufgebaut. Da der neue Bereich nicht weit von den etablierten Geschäftsfeldern Creative Cloud (Photoshop und Co.) und Document Cloud (PDF) entfernt liegt, kann der Konzern seine Entwicklungen geschickt mehrfach verwenden. So soll Adobe Sign helfen, Formulare über das CMS der Marketing Cloud elektronisch unterschreiben zu lassen. Der Anwender kann auch Signatur-Workflows mit mehreren Personen organisieren und nachverfolgen. Um europäische Datenschutz-Gesetze zu erfüllen, betreibt Adobe Rechenzentren in Frankfurt und Dublin. Außerdem verspricht der Hersteller Konformität mit der ab Juli dieses Jahres geltenden europäischen Signatur-Richtlinie eIDAS.

Die Anwendungen der Document Cloud arbeiten mit einer Handvoll Services anderer Unternehmen zusammen. So kann man PDF-Dokumente in der Dropbox direkt mit Acrobat DC, Acrobat Reader und Adobe eSign bearbeiten – auf dem Desktop oder mobil. Das Spektrum erweitert sich jetzt um die Cloud-Speicher Microsoft OneDrive und Box.

Document-Cloud-Abonnenten erhalten ein Update auf den PDF-Editor Acrobat DC. Mit dem neuen Markierstift lassen sich Inhalte in gescannten Dokumenten hervorheben – bislang gab es nur einen Text-Marker.

Den Scan-OCR-Prozess will Adobe ebenfalls verbessert haben. Für Nutzer mit Sehbehinderungen wurden Dialoge und Menüs überarbeitet, sie können sich beispielsweise die Hauptansicht und die Speichern-unter-Optionen von einem Screenreader vorlesen lassen.

(atr@ct.de)



Der Unterschriftendienst Adobe Sign wurde in die Marketing Cloud integriert. Damit sollen sich Anträge inklusive Unterschrift und Dokumentkopien komplett papierlos und mobil abwickeln lassen.

Anzeige

## App-Paket von CRM bis ERP

Die Programmamilie Emasos IQ läuft auf einem Server im Unternehmen oder bei einem Hoster. Sie besteht aus – auch einzeln erhältlichen – Modulen für ERP, Finanzverwaltung, Produktionsplanung, CRM, Business Intelligence, Dokumenten- sowie Workflow-Management. Anwender verbinden sich damit über native Client-Apps mit responsive Display unter Windows, OS X, iOS oder Android. Diese Clients setzen in der neu erschienenen Release 2 voll Kacheln: Sie dienen gleichermaßen als Bedienelemente sowie zur Anzeige von Kennzahlen, anste-

Kacheln im Clientprogramm zu Emasos IQ zeigen einzelne Kennzahlen, frisch berechnete Analysen oder dienen als Kommando-flächen.



henden Aufgaben oder dem Fortschritt laufender Vorgänge. Außerdem lassen sich tabellarische Anzeigen so ähnlich bearbeiten wie in Excel – mit Werkzeugen zum Verschieben, Ein- und Ausblenden von Zeilen und Spalten bis zum Anlegen von Pivottabellen. Darüber hinaus kann man neue Abläufe und weitere Server-Erweiterungen in C# und der Skriptsprache LUA programmieren.

Die Module lassen sich jeweils für mehrere Mandanten nutzen, etwa um mehrere Filialbetriebe zu verwalten. Für jeden Mandanten unterhält die Software einen gesonderten Datenbestand, der die Daten für alle Module umfasst. Zur verschlüsselten Datenübermittlung wird ein besonders kompaktes Protokoll verwendet, das laut Hersteller mit 5 kBit/s Übertragungsbandbreite auskommt. Lizenzgebühren für Emasos IQ belaufen sich etwa bei einem Betrieb mit 10 Mitarbeitern für ERP, CRM, BI und Dokumentenverwaltung auf monatlich 1250 Euro. Dazu kommen Einrichtungskosten und die Gebühren für einen SQL-Datenbankserver.

(hps@ct.de)

## Software für Steuerberater und Buchhalter

Software, die gleichzeitig Unternehmen bei der Buchhaltung und Steuerberatern bei deren Aufgaben hilft, liegt im Trend: Nach dem alt bekannten Dienst „Unternehmen Online“ der DATEV und kürzlich erschienenen Diensten von Lexoffice, Scopevisio und Exact Software mit der Schnittstelle DATEVconnect online (siehe c't 6/16, S. 25) gibt es jetzt mit Addison OneClick und ETL Edrewe zwei weitere Kombi-Anwendungen.

Das Programmpaket Addison OneClick ist in erster Linie für Steuerkanzleien gedacht, soll aber auch deren Mandanten zur Hand gehen: Sachbearbeiter im Unternehmen können eingehende gedruckte Belege scannen oder per Smartphone fotografieren und unmittelbar an OneClick übergeben. Das Programm klassifiziert die Dokumente dann mit Hilfe seiner automatischen Formularerkennung und bereitet anschließende Arbeitsschritte vor. Dazu zählt der Buchungsvorgang sowie das Bezahlen von Rechnungen per Online-Banking. Muss etwa vor einem Bezahlvorgang ein bestimmter Mitarbeiter eine Freigabe erteilen, teilt ihm die Software das per Nachricht ans Mobilgerät oder an den Arbeitsplatz mit. Die nahtlose Zusammenarbeit mit den Sachbearbeitern im Unternehmen soll den Steuerberater entlasten und dem Betrieb dadurch Gebühren sparen. Außerdem stehen dem Unternehmen so jederzeit die archivierten Dokumente und die aktuellen Geschäftsdaten für Steuerschätzungen und Business Intelligence zur Verfügung.

Die Cloud-Anwendung ETL Edrewe von Eurodata kooperiert mit der Online-Lohnbuchhaltung ETL Edlohn und dem

Portal ETL PISA. Mit Letzterem kann ein Betrieb seinem Steuerberater Ausgangsrechnungen ebenso wie gescannte und fotografierte Eingangsbelege digital zugänglich machen. Die Geschäftsvorfälle zu den im Eurodata-Rechenzentrum gespeicherten Dokumenten kann der Betrieb dann quasi unter den Augen des Steuerberaters buchen.

(hps@ct.de)

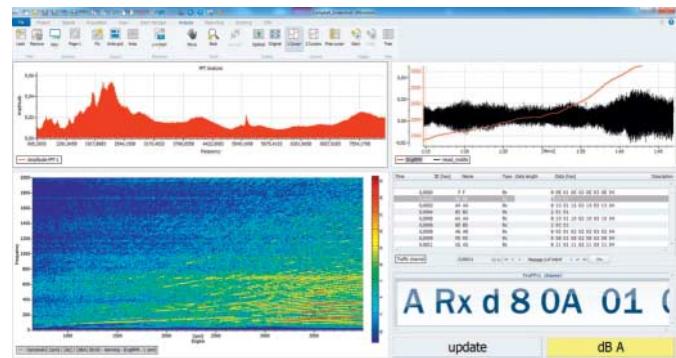


Die Startseite von Addison OneClick gibt Unternehmens-Anwendern direkte Auskunft über Geschäftslage und anstehende Aufgaben.

## Messdaten-Auswertung

Version 2016 R1 der Messdaten-Software IPEmotion speichert Messwerte jetzt zur leichteren Rückverfolgung als Key-Value-Paare in einer XML-Datei. Sie verknüpft die Messwerte auf Kanalebene mit den relevanten Metadaten. Zusätzlich ist ein Export im MDF4-Format möglich.

Mit einem optionalen Akustikmodul kann die Software nun auch Körper- und Luftschallschwingungen analysieren. Die Erweiterung berechnet Frequenzspektren in Abhängigkeit von beliebigen Führungsgrößen, sodass man etwa das Schwingungsverhalten eines Bauteils mit der Motordrehzahl korrelieren kann. Die Ergebnisse werden in einem Campbell-Diagramm als Farbteppich deutlich. (Mathias Poets/hps@ct.de)



Im Campbell-Diagramm (unten links) zeigt IPEmotion, welche Schwingungsfrequenzen bei welchen Motordrehzahlen auftreten.

## Bauteil-Bibliotheken für Zuken-Software

Durch eine Kooperation mit dem Datenbankbetreiber Accelerated Designs will die Programmschmiede Zuken den Entwurf elektronischer Geräte erleichtern. Anwender der Platinen-Designer CR-5000 und CR-8000 können über die integrierte Bauteilsuche ab sofort kostenlos auf die Komponentenbibliotheken von Accelerated Designs zugreifen. Darin finden sich

herunterladbare Symbole, Gehäuseformen und 3D-STEP-Modelle für mehr als sieben Millionen Bauteile.

Für komplexe Suchen und Änderungen in den Bibliotheken offeriert Accelerated Designs das Programm Ultra Librarian in sieben Editionen vom kostenlosen Lesewerkzeug bis zum Authoring-Paket für 10 000 US-Dollar. (Mathias Poets/hps@ct.de)

Anzeige

## Stärkere Playstation 4 „Neo“ für 4K geplant

Sony will anscheinend eine leistungsfähigere Variante der Playstation 4 vorstellen, die schnell genug für die 4K-Auflösung und aufwendige VR-Spiele sein soll. Seit Anfang des Jahres kursieren Gerüchte über die stärkere Variante, die offenbar unter dem Codenamen „Neo“ entwickelt wird. Mitte April hat die Website Giant Bomb Details über die künftige Hardware veröffentlicht und beruft sich auf mehrere Quellen.

Demnach bietet die Neo eine um 30 Prozent höhere Prozessorleistung und eine mehr als doppelt so hohe 3D-Performance im Vergleich mit der normalen Playstation 4. Der Grafikchip soll wie bisher von AMD kommen, allerdings mit verbesserter Architektur und 2304 statt 1152 Shader-Rechenkernen. Es ist denkbar, dass die GPU bereits auf die Polaris-Grafikarchitektur und ein feineres Fertigungsverfahren setzt, was die Effizienz erhöht. Die acht Jaguar-Prozessorkerne sollen mit 2,1 GHz statt 1,6 GHz laufen. Der Speicherausbau bleibt laut dem Bericht weiterhin bei 8 GByte GDDR5, allerdings steigt die Transferrate von 176 auf 218 GByte/s.

Durch die höhere Rechenleistung dürfen Playstation-Spiele im neuen „Neo“-Modus laufen, also mit einer höheren Render-Auflösung, Bildrate oder Detailstufe. Die Bildrate muss aber mindestens so hoch wie die normaler PS4-Spiele ausfallen. Ab kommenden Oktober müssen laut dem Bericht Entwickler einen Neo-Modus in ihre Spiele einbauen, manch bisheriger Titel könnte mit einem Neo-Update versorgt werden. Spiele, die nur auf der Neo-Konsole laufen, soll es allerdings nicht geben. Wann die neue Playstation erscheint, ist ungewiss – im Oktober will Sony zunächst die VR-Brille Playstation VR herausbringen. Auch über den Einführungspreis der Playstation 4 Neo gibt es derzeit noch keine offiziellen Informationen. Insidern zufolge will Sony für das Neo-Modell 400 Euro verlangen – so viel kostete einst die normale Playstation 4 zum Marktstart. Es ist denkbar, dass die Playstation 4 Neo sogar erst im kommenden Jahr erscheinen wird.

(mfi@ct.de)



Die bisherige Playstation 4 ist für 4K und hohe Detailstufen zu langsam. Der Nachfolger „Neo“ soll das dank seiner aufgebohrten GPU packen.

## Spieler-Grafikkarten der nächsten Generation



Bild: baidu.com

In einem chinesischen Forum tauchte der vermeintliche Kühlkörper einer GeForce GTX 1080 auf.

Bald kommt die nächste Generation von Spieler-Grafikkarten auf den Markt. Gerüchten zufolge will Nvidia bereits im Mai erste Exemplare mit Pascal-Grafikchips vorstellen. Sie dürften unter den Bezeichnungen GeForce GTX 1070 und 1080 laufen und genügend 3D-Leistung für 4K- und VR-Gaming bieten.

In einem chinesischen Forum ist ein Bild des vermeintlich neuen Nvidia-Referenzkühldesigns und dem Schriftzug „GTX 1080“ aufgetaucht. Ein Bericht der Website Videocardz zeigt die Einzelteile eines vermeintlichen GTX-1000-Kühlkörpers. Wahrscheinlich werden die GeForce-Varianten schnellen GDDR5- oder GDDR5X-Speicher nutzen – High Bandwidth Memory 2 dürfte zunächst der Profi-Rechenkarte Tesla P100 vorbehalten bleiben.

AMD will mit Radeon-Grafikkarten der Polaris-Generation konkurrieren und erste Exemplare auf der Hardware-Messe Computex zeigen, die vom 31. Mai bis 4. Juni in Taipeh stattfindet. Fraglich bleibt, ob solche Karten dann bereits im Handel erhältlich sein werden. Polaris-Grafikkarten sind mit Mittelklasse-Chips (Polaris 11) und Gaming-Chips (Polaris 10) geplant. Sie geben ihre Bildsignale über HDMI 2.0a und DisplayPort 1.3 aus – ein großer Schritt im Vergleich zu bisherigen Radeons, die lediglich HDMI 1.4a und DisplayPort 1.2 bieten. Die erweiterte Display-Engine kann sogar echte Hochkontrastbilder mit 10 Bit pro Farbkomponente ausgeben, wozu allerdings HDR-fähige Monitore nötig sind.

Gefertigt werden Polaris-GPUs mit 14-nm-Strukturen, wodurch ihre Effizienz im Vergleich zu den 28-nm-Vorgängern laut AMD um den Faktor 2,5 höher ausfällt. Die vierte Generation der GCN-Architektur soll Dreiecke schneller verarbeiten; außerdem will AMD die Compute Units, den Command Processor und das Speicher-Interface verbessert haben. Polaris-GPUs unterstützen wie ihre Vorgänger die DirectX-12-Funktion Asynchronous Compute, die DirectX-12-Spiele beschleunigt. Erste DirectX-12-Benchmarks mit aktuellen Grafikkarten finden Sie auf Seite 64.

(mfi@ct.de)

# Indie- und Freeware-Spiele

Der durch „Papers, Please“ bekannt gewordene Lucas Pope mischt in seinem neuen Freeware-Spiel **Return of the Obra Dinn** (Windows, OS X) Zeiträtsel mit einer Piratengeschichte. Der Spieler untersucht in diesem sehr coolen schwarzweiß gerenderten 3D-Adventure (siehe Bild) ein verlassenes Piratenschiff, auf dem Skelette herumliegen. Mittels einer Zeitkapsel kann er sich bei jedem Fund ansehen, was damals geschah, bis er das Geheimnis um das Schiff gelüftet hat.

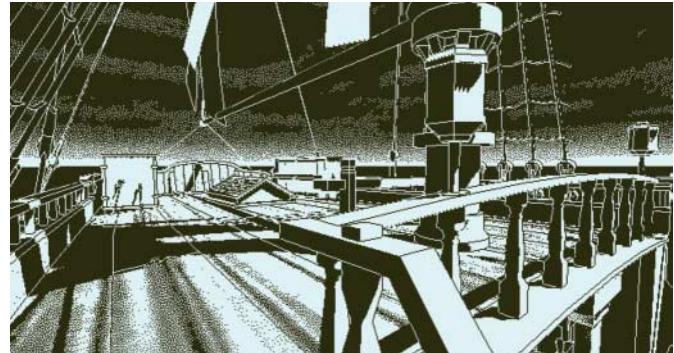
Nach dem Erfolg ihrer ersten Mini-Serie setzt The Game Kitchen **The Last Door** (Windows, OS X, Linux) nun mit der **Season Two** fort. Das Adventure lässt den Spieler hinabtauchen in die Welt des britischen Horror-Autors H. P. Lovecraft im 19. Jahrhundert. Als Psychologe Doktor Wakefield muss der Spieler das Verschwinden seiner Patienten in einer unheimlichen Nervenheilanstalt untersuchen. Der atmosphärische Soundtrack gibt all die Details akustisch wieder, die in der wunderbar düsteren Pixelgrafik nur zu erahnen sind. Die komplette Season ist für 10 Euro als Download erhältlich.

Lucy Blundel und Dan Clements erkunden in ihrem kurzen Freeware-Adventure **One Night Stand** (Windows, OS X, Linux) die Komplikationen, die ein solcher mit sich bringt. Der Spieler wacht nach einer durchzechten Nacht neben einem Mädchen auf und muss herausfinden, was geschehen ist. Außergewöhnlich ist die Rotoscope-Grafik, die die Szenen in sanfte Pastelltöne taucht.

Mehr Tipps für originelle Indie-Spiele finden Sie in unserem Video-Blog „c't zockt“ auf ct.de und auf unserer gleichnamigen Kurator-Liste auf Steam.

(hag@ct.de)

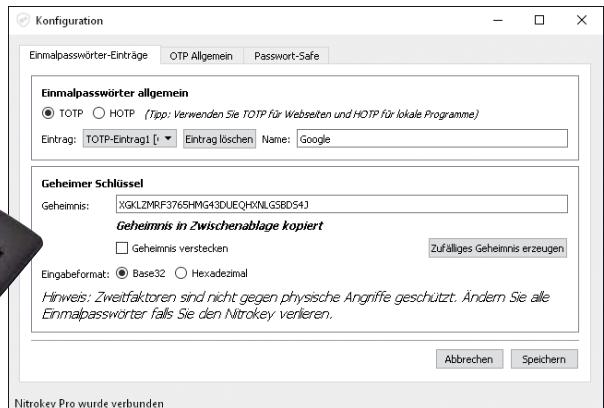
**Downloads und Video:**  
[ct.de/yh3a](http://ct.de/yh3a)



Anzeige

Anzeige

Anzeige



## Gut gerüstet

**Der Curved-Monitor S24E650C von Samsung bietet trotz kleinem Preis drei Digitaleingänge und eine gute Bildqualität.**

Samsungs 24"-Monitor S24E650C macht vor allem im Büro eine gute Figur: Seine leichtgängige und solide Mechanik erlaubt es, das Display zu neigen, in der Höhe zu verstellen und seitlich sowie ins Hochformat zu drehen.

Die leicht gekrümmte Bildfläche soll laut Samsung ebenfalls der Ergonomie dienen, da der mittlere Abstand der Augen zu den äußeren Bildschirmrändern und zur Bildmitte etwa gleich groß ist. Einen merklich positiven Effekt konnten wir indes nicht feststellen. Subjektiv fällt die Krümmung mit einem Radius von 4 Metern sehr dezent aus.

Das VA-Panel des S24E650C zeigt  $1920 \times 1080$  Bildpunkte (16:9) und ein sattes Schwarz. Der Kontrast ist mit 5050:1 sehr hoch, was zusammen mit den kräftigen Farben für eine knackige Darstellung sorgt. Die Blickwinkelabhängigkeit ist ähnlich gering wie bei IPS-Monitoren. Mit DVI, DisplayPort und HDMI stehen gleich drei Digitaleingänge bereit. Den übertragenen Ton kann man nur am Kopfhörerausgang abgreifen oder über eine 30 Euro teure Soundbar wiedergeben. Gemessen an der restlichen Ausstattung und der guten Bildqualität ist der S24E650C aber trotzdem günstig.

(spo@ct.de)

## Krypto-Multitool

**Der NitroKey Pro verschlüsselt Daten als Smartcard und arbeitet als Generator für Einmal-Passwörter.**

NitroKey Pro ist im Wesentlichen eine Smartcard in Form eines USB-Sticks. In Verbindung mit Standard-Tools wie OpenPGP hilft der Stick, Daten zu verschlüsseln und zu signieren. Zudem beherrscht er die Zwei-Faktor-Authentifizierung mit One-Time-Passwords (OTP), wodurch man etwa den Zugriff auf Webdienste absichern kann.

Als Software stellt der Hersteller dem Stick ein kleines Tool zur Seite, das unter Windows, Linux und OS X läuft. Sein Funktionsumfang ist überschaubar: Es generiert Einmal-Passwörter und speichert statische Passwörter verschlüsselt auf dem NitroKey. Zudem bietet es einige Verwaltungsfunktionen wie etwa das Zurücksetzen des Sticks, wenn man die PIN vergessen hat.

Das volle Potenzial schöpfen erst Drittanbieter-Anwendungen aus, etwa in Kombination mit Thunderbird und Enigmail, um Mails zu verschlüsseln und zu signieren. Dabei verbleibt der geheime Krypto-Schlüssel stets in einem sicheren Speicherbereich des Sticks, auf den Trojaner nicht zugreifen können. Zur Dateiverschlüsselung dient zum Beispiel GnuPG, das man unter Windows mit der zur Gpg4win gehörigen Explorer-Erweiterung GpgEX komfortabel per Rechtsklick auf Dateien ansteuern kann.

Nutzt man den NitroKey Pro wie eine Smartcard, wird er in den Programmen auch genau so konfiguriert. Wer bisher keinen Kontakt mit den smarten Karten hatte, muss sich erst mal zurechtfinden. Der Hersteller liefert auf nitrokey.com jedoch viele Anleitungen für konkrete Anwendungsszenarien. Der Stick soll laut Hersteller mit allen Anwendungen funktionieren, die GnuPG,

die Windows-Zertifikatverwaltung oder das PKCS#11-Interface nutzen. Ebenfalls unterstützt werden Zertifikate, etwa für E-Mail via S/MIME oder Client-Authentifizierung.

TrueCrypt und VeraCrypt dient der NitroKey Pro als passwortgeschützter Speicher für die sogenannten Keyfiles. In dieser Konfiguration ist neben dem Passwort auch der Stick gefragt, ehe die chiffrierten Daten entschlüsselt werden können. Wer den Zugriff auf Onlinedienste schützen möchte, nutzt den Stick als OTP-Token. Dann fragt der Dienst beim Login nicht nur nach dem statischen Kennwort, sondern auch nach einem einmalig gültigen Wegwerf-Kennwort, welches das NitroKey-Tool bei Bedarf frisch generiert. Viele prominente Webdienste wie Facebook und Google unterstützen OTP. Mit den Einmal-Passwörtern kann man auch lokale Programme absichern, zum Beispiel den Passwort-Manager KeePass in Verbindung mit dem Plug-in OtpKeyProv. Den Zwei-Faktor-Standard „Universal Second Factor“ (U2F) beherrscht der NitroKey Pro allerdings nicht.

Der NitroKey Pro eignet sich als Smartcard auch zur Anmeldung am Rechner. Unter Windows muss man dazu allerdings einen unsigneden Treiber installieren. Wird der PC nicht über ein Active Directory verwaltet, benötigt man weitere Software. Der Stick wurde in Deutschland entwickelt, Hardware-Layout, Firmware und Hilfs-Tool sind quelloffen. Der Hersteller führt unter anderem auch noch ein einfaches U2F-Token und ein Hardware Security Module (HSM).

(rei@ct.de)

### Samsung S24E650C

#### 24"-Curved-Monitor

Hersteller	Samsung, <a href="http://www.samsung.de">www.samsung.de</a>
Auflösung	$1920 \times 1080$ Pixel, 92 dpi
Ausstattung	DisplayPort, DVI, HDMI, USB-3.0-Hub (4 Ports)
Garantie	2 Jahre inkl. Austauschservice
Preis	220 €



### NitroKey Pro

#### Krypto-Stick

Hersteller	Nitrokey UG, <a href="http://nitrokey.com">nitrokey.com</a>
Betriebssystem	Windows, Linux, OS X
Preis	49 €

Anzeige

Anzeige



## AirPrint sicher

**Der kleine Printserver Primos von SEH macht zehn Netzwerk- und einen USB-Drucker fit für Apples AirPrint – inklusive SSL-Verschlüsselung.**

Aktuelle Bürodrucker mit (W)LAN nehmen zwar AirPrint-Aufträge von iOS-Geräten entgegen, mit Verschlüsselung haben sie aber nichts am Hut. Dabei unterstützt AirPrint sowohl das Internet Printing Protocol (IPP) als auch dessen SSL-gesicherte Variante IPP Secure.

Hier kommt der Primos ins Spiel: Das kleine, quadratische Kästchen hängt man per Ethernet ins LAN, an den USB-Port lässt sich ein Drucker anschließen.

Über ein übersichtliches Web-Frontend richtet man maximal elf CUPS-Printer-Queues ein. Die hierfür nötige IP-Adresse des Kästchens liefert die „Primos App“ für Windows und OS X. Der Primos enthält eine eigene Treiberdatenbank, fehlende Druckertreiber lassen sich als PPD-Datei hinzufügen. Um Drucker in anderen Teilnetzen des LANs anzusprechen, nutzt der Primos Wide-Area-Bonjour. Außerdem fragt er die Verzeichnisdienste Active Directory und LDAP ab.

Die Einrichtung der Warteschlangen ist sehr einfach. Auch mit einem alten Canon iP4850 kam er im Test gut zurecht. Der Primos löst Probleme beim mobilen Drucken dort, wo Datenschutz gefragt ist, beispielsweise in Krankenhäusern. (rop@ct.de)

### SEH Primos

#### Printserver für AirPrint mit SSL-Verschlüsselung

Hersteller	SEH Computertechnik GmbH, <a href="http://www.seh.de">www.seh.de</a>
Abmessungen	11 cm x 11 cm x 3,3 cm
Gewicht	230 g
Lieferumfang	Steckernetzteil, Kurzanleitung
Drucker-Anschlüsse	10 x Netzwerk, 1 x USB; Protokolle: IPP, IPP Secure, LPD, JetDirect Printing
Preis	300 €

## Platzwunder

**Seagates neue Mobil-Festplatte packt 2 TByte Speicherplatz in nur 7 Millimeter Bauhöhe.**

Bislang brauchten die Festplattenhersteller drei Scheiben für ein 2,5-Zoll-Laufwerk mit 2 TByte Speicherkapazität. Mit dem Aufzeichnungsverfahren Shingled Magnetic Recording (SMR) quetscht Seagate nun 1 TByte auf eine Disk – und braucht für eine 2-TByte-Platte nur noch zwei Scheiben. Das Gehäuse wird also etwas flacher und die Festplatte passt auch in ultradünne Notebooks mit 7-mm-Laufwerksschacht.

Bei SMR werden einzelne Spuren zum Teil überschrieben, wenn die daneben liegende Spur geschrieben wird (siehe c't 6/15, S. 58). Selbst bei Änderung eines einzigen Bytes muss die Platte mehrere Spuren erst einlesen und dann neu schreiben. Mit einem internen Pufferbereich kaschieren SMR-Platten dieses Problem jedoch für die meisten Anwendungsfälle. Beim Lesen hat die SMR-Technik prinzipiell keine Nachteile.

Die Datenübertragungsraten der Mobile HDD lagen beim Lesen und Schreiben bei knapp 100 MByte/s und für den Windows-Start brauchte das Laufwerk rund 42 Sekunden; ein üblicher Wert für eine 2,5-Zoll-Festplatte. Nachteile durch die SMR-Technik konnten wir nicht feststellen. Die Mobile HDD bringt viel Platz in einem dünnen Gehäuse zu einem etwas höheren Preis als gleichgroße 2,5-Zoll-Festplatten mit 9,5 mm Bauhöhe. (ll@ct.de)

### Mobile HDD

#### 2-TByte-Mobilfestplatte mit 7 mm Bauhöhe

Hersteller	Seagate, <a href="http://www.seagate.de">www.seagate.de</a>
Modellbezeichnung	ST2000LM007
Leistungsaufnahme	0,5 W (idle), 3 W (Betrieb)



## Mobile Sprachröhre

Beim Tap kombiniert Amazon einen akkubetriebenen Bluetooth-Lautsprecher mit seiner digitalen Sprachassistentin „Alexa“. Wir haben das brandneue US-Modell getestet.

Der 16 cm hohe, mit schwarzem Stoffgewebe ummantelte Zylinder des Tap erinnert stark an die Bluetooth-Dosen von Ultimate Ears oder JBL. Auf der gummierten Oberseite finden sich Tasten zur Wiedergabe- und Lautstärkesteuerung. Musik vom Smartphone, Tablet oder Notebook empfängt der Tap über das Bluetooth-Profil A2DP. Ist er über WLAN mit dem Internet verbunden, streamt er außerdem Musik von verschiedenen Streaming-Diensten wie Amazon Cloud Player, Amazon Prime Music, iHeart Radio, Spotify und TuneIn. Die eingebauten Lautsprecher liefern einen ordentlichen, wenn auch nicht sonderlich räumlichen Stereoklang, schwächeln aber im Bassbereich; das Niveau des UE Boom 2 erreicht der Tap nicht.

Nach der Ersteinrichtung benötigt man die Alexa-App für iOS und Android nicht mehr zwingend, um die Streaming-Dienste zu steuern. Stattdessen spricht man mit der eingebauten digitalen Assistentin Alexa: „Play Delta Radio Grunge

on TuneIn“ startet den gewünschten Sender; ebenso ruft man beispielsweise Künstler-Radios auf.

Dazu muss man allerdings jedes Mal die auf der Tap-Vorderseite angebrachte Mikrofontaste drücken. Dadurch geht viel vom Charme der digitalen Assistentin verloren, die beim Amazon Echo permanent auf das Signalwort „Alexa“ lauscht. Schade, dass Amazon keine Option vorsieht, dieses Verhalten wenigstens dann nachzubilden, wenn der Tap im mitgelieferten Auflade-Dock steht.

Abgesehen davon beherrscht Tap alles, was der Echo auch kann: Alexa beantwortet Fragen, kennt das Wetter, trägt Termine ein und liest Kindle- oder Audible-Bücher vor. Auch Smart-Home-Equipment von ecobee, Hue, Insteon, LIFX, Sensi, WeMO oder Wink lässt sich per Sprachbefehl steuern.

Darüber hinaus kann man Alexa mehrere Hundert weitere Fähigkeiten (Skills) beibringen, bei denen die jeweils hinterlegten Webdienste befragt werden – so spielt man sich mit „The Pianist“ warm oder bricht hinter „The Magic Door“ zu einem von Alexa erzählten interaktiven Abenteuer auf.

Kann Alexa mit einem Sprachbefehl nichts anfangen, öffnet sich in der App auf dem Telefon eine entsprechende Bing-Suche. Alexa arbeitet nur bei bestehender WLAN-Verbindung – wer auch unterwegs mit ihr sprechen will, muss sein Smartphone als mobilen Hotspot konfigurieren. Im Test spielte Amazon Tap im Akkubetrieb bei Zimmerlautstärke über WLAN 9,5 Stunden, über Bluetooth eine Dreiviertelstunde länger.

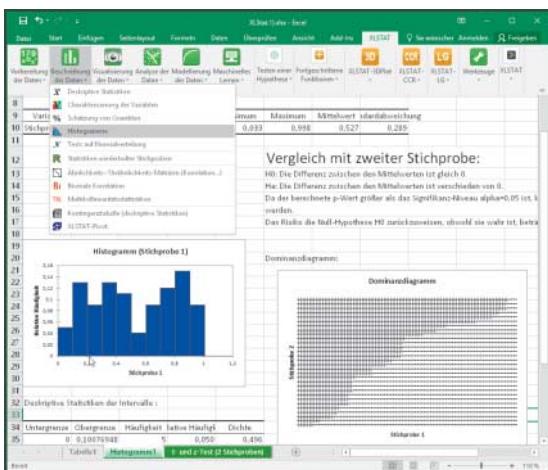
Mit dem Tap legt Amazon einen ordentlichen Einstand im Segment der mobilen Lautsprecher hin, hält klanglich allerdings nicht ganz mit den Top-Geräten mit. Durch das Knopfgedrücke verliert der Tap viel vom Alexa-Charme des Echo, außerdem eignet er sich dadurch nur beschränkt zur Smart-Home-Steuerung. (vza@ct.de)

Anzeige

### Amazon Tap (US-Modell)

Bluetooth-Lautsprecher mit Sprachsteuerung

Hersteller	Amazon, <a href="http://www.amazon.com">www.amazon.com</a>
Abmessungen	Höhe: 16 cm, Durchmesser 6,6 cm
Laufzeit	9,5 Stunden (WLAN), 10,25 Stunden (Bluetooth)
Schnittstellen	WLAN (IEEE 802.11n, nur 2,4 GHz), Bluetooth (A2DP, AVRCP), Micro-USB (zum Aufladen), Line-in (3,5 mm)
Preis	130 US-\$ (+ 50 € Importgebühren)



## Die Welt der Kunst

Googles Android-Lernapp „Arts and Culture“ öffnet viele Wege tief in die Kunstgeschichte.

Die App präsentiert zahlreiche Werke von Künstlern aus Bereichen wie Malerei und Fotografie bis hin zur Urban Art von Banksy. Die Werksauswahl übernimmt das Google Cultural Institute, dem etwa 1000 Museen, Archive und Kulturstätten angehören, darunter allerdings nur wenige Dutzend deutsche; eine Liste oder (Umgebungs-)Karte gibt es im Hauptmenü unter „Partner“.

Auf der Startseite wischt man zu themengebundenen Kunstgalerien oder wählt die Rubriken Kunst, Geschichte oder „Wonders“. Weiter unten folgen nach Künstlern und Museen sortierte Galerien; hinter „Medien“ verbirgt sich eine nach den verwendeten Materialien sortierte Übersicht. Tippen auf ein Kunstwerk vergrößert das Bild und blendet Kurzinfos mit Eckdaten zum Werk ein, die von Museen und der deutschen oder englischen Wikipedia stammen.

Die App arbeitet nur im Hochformat und benötigt eine Internetverbindung. Wer sich ohne Bücher und Museumsbesuche einen künstlerischen Überblick verschaffen will, findet in „Arts and Culture“ gute Unterstützung.

(Christian Kausche/jow@ct.de)

### Arts and Culture

App-Katalog für Museen, Kunst und Kultur

Hersteller	Google
Systemanf.	Android 4.4 oder neuer
Preis	gratis

## Statistik-Excelperte

Das Excel-Add-on XLStat kann auch anspruchsvolle Analysen direkt in der Tabellenkalkulation ausführen.

Das Statistik-Paket XLStat funktioniert als Add-on für Microsoft Excel unter Windows und OS X. Damit kann man Daten nach der Aufbereitung für eine statistische Analyse direkt in der gewohnten Tabellenkalkulation auswerten. In neueren Excel-Versionen gliedert sich das Add-on als zusätzliches Ribbon-Tab in die Bedienoberfläche ein. Darin gruppieren sich Funktionsblöcke zu statistischen Standard-Aufgaben ebenso wie sehr fortgeschrittene Methoden. Schon bei den Grundlagen, etwa zur Datenaufbereitung, geht XLstat selbst in der Basisversion weit über die Bordfunktionen von Excel hinaus. Es beherrscht zum Beispiel Tests auf alle erdenklichen Verteilungsfunktionen. Werkzeuge, um falsch formatierte Einzelwerte zu löschen oder Minima und Maxima zu suchen, bewähren sich auch in älteren Excel-Versionen, die das noch nicht serienmäßig beherrschen.

In der Vollausstattung von XLStat, bestehend aus Premium-Version und optionalen Zusatzmodulen, finden sich weit mehr Verfahren, etwa zu parametrischen, nicht-parametrischen und weiteren Testverfahren, sowie für biometrische, soziale und Marketing-Fragestellungen. Dazu gibt es anpassbare Regeln zum Umgang mit Datenlücken. Bei den „fortgeschrittenen Funktionen“ bietet das Programm jeweils zahlreiche Ansätze für Zeitreihenanalysen, statistische Prozesskontrolle und weitere Techniken.

Für ein professionelles Statistikprogramm ist eine ausführliche Dokumentation essenziell: Um Analysen für amtliche Gutachten zu verwenden, muss man auch angeben können, wie die Software zum Beispiel die Tafelwerte für statistische Tests berechnet. In dieser Hinsicht hat XLStat den dicken Handbüchern etablierter Programm Pakete wie SPSS nichts entgegenzusetzen. Für den sinnvollen Einsatz ist außerdem die Anwender-Hilfe entscheidend, um Auswertungen mit unpassenden Methoden zu vermeiden. XLStat liefert Statistikbewanderten Nutzern in der deutschen Direkt-Hilfe alle nötigen Anleitungen sowie Funktions-Erklärungen, die sich jedoch eher zum Nachschlagen anbieten als zum Lernen. Noch ausführlichere Anleitungen auf der XLStat-Webseite beziehen sich zwar auf eine überholte Bedienoberfläche, helfen aber – mehrheitlich auf Deutsch – auch bei Einsteigerfragen, etwa nach dem passenden Test für eine bestimmte Fragestellung.

Mit seinen vielseitigen Funktionen und guten Anwender-Hilfen ist XLStat für die meisten Einsatzfälle eine elegante Alternative zu etablierten Statistikpaketem. Für gewerbliche Anwender ist es allerdings auch viel teurer als etwa das einfachere, englischsprachige SOFA.

(hps@ct.de)

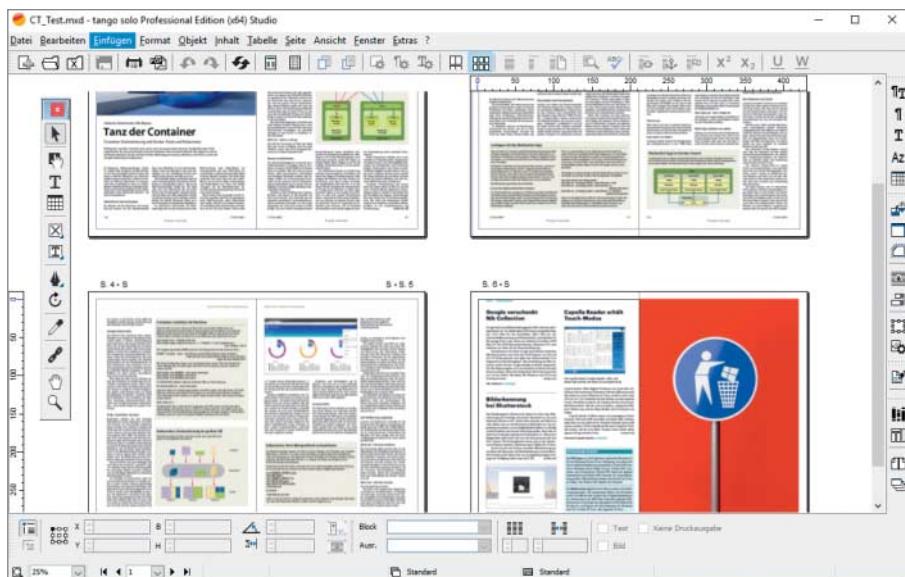
Kostenlose Testversion: [ct.de/ymxs](http://ct.de/ymxs)

### XLStat

#### Statistik-Add-in für Excel

Hersteller	Addinsoft, <a href="http://www.xlstat.com/de">www.xlstat.com/de</a>
Systemanf.	Windows ab Version XP, OS X ab Version 10.6, Excel ab Version 97 oder 2011 SP1
Preise	Basis: 600 € oder 235 €/Jahr; ab 45 €/Jahr für Studenten; Premium: 2300 € oder 940 €/Jahr

Anzeige



## Neue Perspektiven

**Mit der DTP-Software Tango Solo Professional Edition setzt man Bilder und Texte schnell zu ansprechenden Layouts zusammen. Neue Ansichtsmodi in Version 5 verschaffen mehr Überblick.**

Die Oberfläche der DTP-Software wurde für Version 5 überarbeitet. Auf den ersten Blick wirkt das Ergebnis recht spröde und schlicht. Während des Tests entpuppte es sich aber als exzellent durchdacht. Dazu tragen beispielsweise die neuen dynamischen Menüs bei: Sie blenden immer nur die Einträge ein, die für den jeweiligen Arbeitsschritt sinnvoll sind. Nach kurzer Eingewöhnung setzt man erste Layouts, legt Formatvorlagen an und exportiert Dokumente als E-Books. Sollten bei der Arbeit mit Tango Solo Fragen auftreten, hilft das rund 1500 Seiten starke Online-Handbuch.

In Version 5 haben die Entwickler unter anderem bei der seitenübergreifenden Übersicht Hand angelegt. So gibt es eine neue skalierbare Seitenansicht, die Änderungen im Dokument sofort übernimmt. Leider lässt sich die Seitenansicht nicht andocken, ebenso wenig wie die Werkzeugpalette. Andererseits löst man jetzt einzelne Paletten wie „Inhalt“ und „Gestaltung“ aus der Paletten-Symbolleiste und ordnet sie frei auf der Arbeitsfläche an. Tango Solo 5 öffnet Dokumente nach wie vor in separaten Fenstern und nicht in Registrierkarten. Praktisch: Für

einen Großteil der Funktionen legt man jetzt individuelle Tastenkürzel fest.

Die neue Tableau-Ansicht ist wie die Seitenansicht stufenlos skalierbar, ordnet Bögen sauber an und erlaubt komfortable, flüssige Navigation auch in umfangreichen Dokumenten. Tango Solo exportiert Dokumente in mannigfaltigen Formaten, darunter im Vektorgrafikformat SVG und dem E-Book-Format Epub. Beim Import soll nach Aussage des Entwicklers außer den hauseigenen Formaten ab Herbst zusätzlich das InDesign-Austauschformat IDML hinzukommen. PDFs lassen sich nur als Medieninhalt platzieren, nicht aber als zusammenhängendes Dokument öffnen und bearbeiten; andere DTP-Programme sind da schon weiter.

Tango Solo Professional punktet mit intuitiver Bedienbarkeit und sinnvollen Verbesserungen. Selbst Neulinge finden sich schnell zurecht. Wer zunächst einen unverbindlichen Einblick auf das Programm werfen will: Die Private Edition 4.12 von Tango Solo kann man von der Hersteller-Homepage kostenlos herunterladen. Sie bringt weniger Funktionen mit als Version 5. So exportiert sie beispielsweise keine PDFs und kann PDFs auch nicht in Dokumenten platzieren.

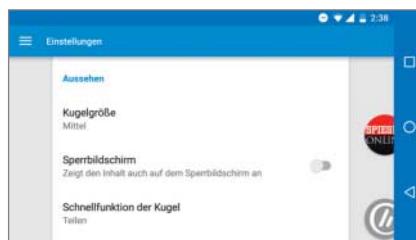
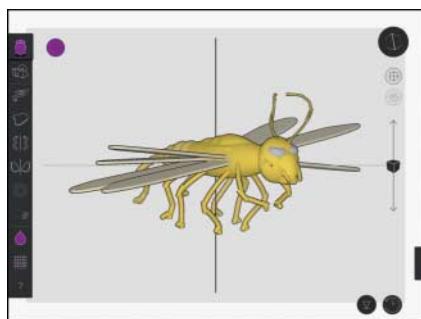
(mre@ct.de)

**Private Edition 4.12: [ct.de/yrwz](http://ct.de/yrwz)**

### Tango Solo Professional Edition 5

DTP-Software	
Entwickler	MarkStein Software, <a href="http://www.markstein.com">www.markstein.com</a>
Systemanf.	Windows 10, OS X ab 10.6.8
Preis	100 €

Anzeige



## Einfach modellieren

Mit Gravity Sketch zeichnet man 3D-Modelle auf dem iPad und leitet diese auf Wunsch an einen 3D-Druckdienstleister weiter.

Auch Einsteiger modellieren mit der kostenlosen iOS-App bereits nach kurzer Zeit einfache 3D-Modelle. Die intuitive Bedienoberfläche und zahlreiche Foto- und Video-Tutorials helfen dabei. Figuren mit vielen Details lassen sich mit Gravity Sketch allerdings nicht umsetzen.

Am linken Bildrand wählt man zwischen unterschiedlichen Pinseln und Werkzeugen zum Zeichnen geometrischer Formen und legt Farbe und Stärke der Pinselstriche fest. Die Funktion „Surface Symmetry“ spiegelt Zeichnungen automatisch an der y-Achse und vervollständigt achsensymmetrische Formen, beispielsweise Schmetterlingsflügel, von selbst. 2D-gezeichnete Dreiecke und Rechtecke verdreidimensionalisiert die App ebenfalls automatisch. Das Ergebnis lässt sich jederzeit in 3D von allen Seiten überprüfen – dazu kann man das iPad drehen und neigen.

Fertige Modelle speichert die App lokal auf dem iPad oder verschickt sie als gezippte OBJ-Datei per E-Mail. Auf Wunsch veröffentlicht man 3D-Dateien direkt aus der App heraus auf der Online-Plattform Sketchfab oder übermittelt sie an den New Yorker Druckdienstleister Shapeways. Das fertige Modell verschickt Shapeways in viele Länder – auch nach Deutschland. (mre@ct.de)

Gravity Sketch	
3D-Modellier-App	
Entwickler	Gravity Sketch, <a href="http://www.gravitysketch.com">www.gravitysketch.com</a>
Systemanf.	iOS ab 8.0
Preis	gratis

## Web-Blasen

Der Android-Browser Flyperlink vereinfacht es, mit mehreren Webseiten gleichzeitig zu hantieren.

Öffnet man eine Seite mit Flyperlink, so stellt der Browser die Seite nicht direkt dar, sondern öffnet einen kleinen Platzhalter in Form einer Blase am linken oder rechten Rand – wie ein Chathead des Facebook-Messengers. Erst wenn man auf eine Blase tippt, öffnet sich die Seite. Ein weiterer Tipp verkleinert sie wieder. Mit Wischgesten kann man schnell zwischen mehreren Seiten wechseln.

Die Blasen öffnen sich auch aus anderen Apps heraus: So lädt man Seiten auf Vorrat im Hintergrund und macht erst mal damit weiter, was man gerade tut. Verdecken die Blasen Bedienelemente, lassen sie sich verschieben. Stammen die geöffneten Seiten von unterschiedlichen Sites, unterscheiden sich die Blasen gut voneinander, da sie die jeweiligen Favicons enthalten.

Zur Darstellung der Seiten nutzt Flyperlink wahlweise Androids Standardkomponente WebView oder die Custom Tabs von Chrome, sodass man beim Layout keine Überraschungen erlebt. Ist Flyperlink als Standardbrowser eingerichtet, lässt sich die Darstellung von Seiten bestimmter Hosts per Blacklist auf einen anderen Browser umleiten. Die WebView-Version enthält einen Werbeblocker. Praktisch: Flyperlink kann Inhalte auch auf dem Sperrbildschirm darstellen. (jo@ct.de)

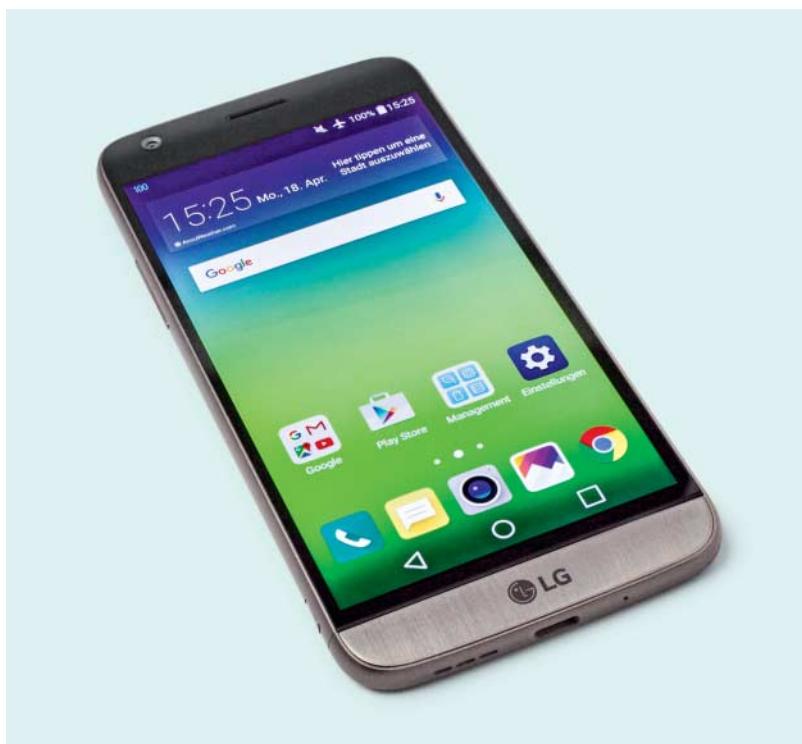
App im Play Store: [ct.de/yv52](https://play.google.com/store/apps/details?id=net.flyperlink.flyperlink)

Flyperlink	
Browser	
Hersteller	flyperinc, <a href="http://www.flyperinc.com">www.flyperinc.com</a>
Systemanf.	Android
Preis	gratis

Anzeige

# Evolutionsversuch

## Android-Smartphone LG G5 mit austauschbarem Akku und Doppelkamera



**Mit Hardware-Erweiterungen soll das LG G5 der High-End-Konkurrenz entgegenstehen. Seine wirklichen Stärken sind aber ein austauschbarer Akku trotz Unibody-Metallgehäuse, das beste Smartphone-LCD und zwei Hauptkameras mit verschiedenen Brennweiten.**

**VON HANNES A. CZERULLA**

Unter den Top-Smartphones gehören Wechselspeicher und austauschbarer Akku zur Ausnahme. Daher überrascht LG mit dem neuen G5: Es hat beides – trotz Unibody-Gehäuse aus Aluminium. Die MicroSD-Speicherkarte legt man in dieselbe Gehäuseschublade wie die Nano-SIM-Karte. Den Akku auszutauschen ist hingegen etwas komplizierter, da man den Rückendeckel nicht abnehmen kann. Stattdessen entfernt man die gesamte Unterkante des Gehäuses, zieht

den mit ihr verbundenen Akku heraus und trennt beide.

LG hat zwei Hardware-Erweiterungen namens „LG Friends“ angekündigt, die man auf dieselbe Weise einbaut: ein Kameragriff mit diversen kameraspezifischen Knöpfen und Zusatzakku mit 1200 mAh sowie ein Modul vom Audiospezialisten Bang & Olufsen mit Digital/Analog-Wandler (DAC) und hochwertigem Kopfhörerverstärker. Leider war keine der beiden Erweiterungen zum Testzeitpunkt verfügbar. Deshalb liefern wir den entsprechenden Artikel in einem der folgenden c't-Hefte nach. Bereits jetzt steht fest, dass man zum Wechsel der Module das G5 neu starten muss.

Das Gehäuse des Telefons ist zwar aus einem Stück Aluminium gefertigt, davon spürt man aber fast nichts. Die metallene Kälte bleibt aus, wenn man das Gerät anfasst; stattdessen fühlt sich das Material an wie (hochwertiges) Plastik und sieht auch so aus. Tatsächlich hat LG Metall verwendet, doch eine dicke

plastikartige Schutzschicht darüber gegossen.

Die matte Oberfläche und die abgerundeten Kanten machen das Gehäuse griffig und angenehm zu halten. LG-typisch sitzt der Home-Button auf der Rückseite, die Lautstärkewippe untypischerweise an der Seitenkante. Der Fingerabdrucksensor ist in den Home-Button integriert. Er funktioniert nicht so zuverlässig wie bei anderen aktuellen Geräten, weil man den Sensor meist nur mit der Fingerflanke trifft. Registriert man denselben Fingerabdruck mehrmals unter verschiedenen Profilen, entsperrt der Sensor eher.

### OLED-Killer?

Mit einem Kontrastwert von 2341:1 lässt das Quantum-IPS genannte Display alle anderen Smartphone-LCDs hinter sich und macht sogar den bislang unerreichten OLED-Bildschirmen Konkurrenz. Wie bei diesen stellt die Anzeige schwarze Bildelemente fast völlig dunkel dar. Den sRGB-Farbraum deckt der Bildschirm fast vollständig ab und übertrifft ihn in Teilen sogar. Die maximale Helligkeit von 536 cd/m<sup>2</sup> reicht locker, um das Display bei Sonnenschein abzulesen, wird aber nur mit automatischer Regelung erreicht.

Die guten Kontrastwerte röhren unter anderem von der partiell abschaltbaren Hintergrundbeleuchtung, die je nach Bildschirminhalt automatisch dimmt. Diese wird auch für die Funktion „Always-on“ genutzt, die während des Stand-by auf dem größtenteils deaktivierten Display Infos wie die Uhrzeit präsentiert. Always-on verbraucht zwischen 0,6 und 1 Prozentpunkt der Akkuladung pro Stunde.

LGs Android-Version präsentiert sich eigenwillig: Eine Besonderheit der UX 5.0 genannten Bedienoberfläche ist das fehlende App-Menü – alle Programm-Verknüpfungen tummeln sich wie bei Apple iOS auf den Startbildschirmen. Um Ordnung zu schaffen, muss man Ordner anlegen. Zu fast jeder Google-App liefert der Hersteller seine eigene Alternative mit. Außerdem sind Evernote, Facebook und Instagram ab Werk auf dem Gerät und nicht entfernbare. So stehen dem Nutzer gerade mal gute 23 von 32 GByte internem Flash-Speicher zur Verfügung.

Android 6 zeigt sich reaktionsschnell und so flüssig wie sonst nur auf dem Samsung Galaxy S7 – dem schnellsten Qualcomm-Prozessor Snapdragon 820 und 4 GByte RAM sei Dank. Wie alle Smartphone-SoCs reduziert die CPU ihren Takt nach mehreren Minuten Auslastung und

der entsprechenden Wärmeentwicklung. Die Benchmark-Werte brechen dann um 5 bis 20 Prozent ein. Spürbar ist der Leistungsverlust aber nicht.

Zu kurz für ein Topmodell fallen die gemessenen Laufzeiten aus, was vor allem am 2800 mAh kleinen Akku liegt. Außerhalb unserer Labortests hält das G5 immerhin knapp zwei Tage durch. Zum schnellen Laden hat das G5 eine moderne Typ-C-Buchse und Qualcomms Schnellladetechnik Quick Charge 3.0 an Bord, womit es den Akku in 28 Minuten zur Hälfte lädt. Daten überträgt die Buchse allerdings nur mit USB-2.0-Geschwindigkeit. Micro-USB-Kabel passen nicht.

Beim Telefonieren fällt die außergewöhnlich angenehme Sprachqualität auf Seiten beider Gesprächsteilnehmer auf. Die Freisprechfunktion liefert eine noch bessere Qualität und hohe Lautstärke.

Smartphone-Kameras bieten technisch bedingt nur eine Festbrennweite. LG umgeht das Problem durch zwei Kameras mit verschiedenen Brennweiten. Sie befinden sich nebeneinander auf der Gehäuserückseite und stehen einen guten Millimeter hervor. Bei der ersten Kamera handelt es sich um ein 16-Megapixel-Modell mit Smartphone-üblichem 78-Grad-Weitwinkelobjektiv; die Sekundär-Knipse nimmt 135 Grad und 8 Megapixel auf. In der Kamera-App wechselt man zwischen den beiden per Schaltfläche oder indem man herauszoomt.

Nicht nur in Bezug auf ihre Brennweite unterscheiden sich die Kameras, sondern auch in ihrer Fotoqualität: Das 16-MP-Modell knipst zwar in der Oberliga, bleibt aber wegen leichtem Rotstich und milchigen Farben im Freien qualitativ hinter den Referenzen Galaxy S7 und iPhone 6s. Auf den Superweitwinkel-Fotos mit 8 Megapixeln kommen noch starke Verzeichnungen an den Bildkanten hinzu und es fehlen im Vergleich Details. Mehr als brauchbar fallen aber auch diese Aufnahmen aus.

## Fazit

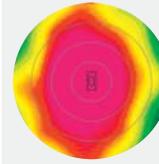
Blendet man am LG G5 das versteckte Metallgehäuse und das Erweiterungszubehör aus, bleibt ein High-End-Smartphone, das diese Bezeichnung mit nur wenigen Einschränkungen verdient. Gegenüber dem etwas preiswerteren Klassenprimus Samsung Galaxy S7 punktet das G5 mit austauschbarem Akku, gerät aber in Bezug auf Laufzeiten und Kamera ins Hintertreffen. Display und Performance der beiden Kontrahenten nehmen sich im Vergleich nicht viel. (hc@ct.de) 

Laufzeiten				
Modell	Laufzeit Videowiedergabe (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] <small>besser ▶</small>	Laufzeit Videowiedergabe (max. Helligkeit) [h] <small>besser ▶</small>	Spiele (200 cd/m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup> [h] <small>besser ▶</small>	Laufzeit WLAN-Surfen (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] <small>besser ▶</small>
LG G5	9,1	8,6	4,6	10,8
<b>zum Vergleich</b>				
Apple iPhone 6s	10,5	5,7	5,1	11,9
Google Nexus 6P	10,3	9,2	3,9	12,8
LG V10	9,2	5,9	3,3	13,7
Samsung Galaxy S7	14,8	9	7,8	15,2

<sup>1</sup> Spiel: Asphalt 8

Benchmarks					
Modell	Coremark (Singlethread) <small>besser ▶</small>	Coremark (Multithread) <small>besser ▶</small>	GFXBench 3.0 Manhattan [fps] <small>besser ▶</small>	GFXBench 3.0 Manhattan Offscreen [fps] <small>besser ▶</small>	3DMark Ice Storm Unlimited <small>besser ▶</small>
LG G5	11204	31512	18	24	28913
<b>zum Vergleich</b>					
Apple iPhone 6s	k. A.	k. A.	56	39	27667
Google Nexus 6P	7214	35531	15	23	27652
LG V10	6832	26856	8	12	18974
Samsung Galaxy S7	10772	44713	26	42	29401

<sup>1</sup> Spiel: Asphalt 8

LG G5	
Smartphone	
Ausstattung	
Betriebssystem	Android 6.0.1
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 820 / 2 × 2,2 GHz, 2 × 1,6 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 530
Arbeitsspeicher	4 GByte
Flash-Speicher (frei)	32 GByte (23,5 GByte)
Wechselspeicher / maximal	MicroSDXC / 200 GByte
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	4.2 LE / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor	✓ / ✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2800 mAh (10,8 Wh) / ✓ / –
Ladezeit auf 50 % / 100 %	28 min / 85 min
USB-Anschluss	Typ-C
Fingerabdrucksensor	im Home-Button
Abmessungen (H × B × T)	14,9 cm × 7,4 cm × 0,9 cm
Gewicht	157 g
Kamera-Tests	
Kamera-Auflösung Fotos / Video	15,9 MPixel (5312 × 2998) / 4K (3840 × 2160)
Weitwinkelkamera-Auflösung Fotos / Video	8,3 MPixel (3840 × 2160) / 4K (3840 × 2160)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (1)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	8 MPixel (3264 × 2448) / Full-HD (1920 × 1080)
Display-Messungen	
Technik / Diagonale (Größe)	LCD (IPS Quantum) / 5,3 Zoll (11,7 cm × 6,6 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	2560 × 1440 Pixel (555 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	3 ... 536 cd/m <sup>2</sup> / 82 %
Kontrast / Farbraum	2341:1 / sRGB
Display Blickwinkelabhängigkeit: Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall ist das ganze Bild pink.	
Winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand	
Gehäusefarben	Silber, Grau, Gold
Preis	700 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe

# Auf die 12

## Das bringt DirectX 12 in ersten Spielen

**Ashes of the Singularity, Hitman und Rise of the Tomb Raider sind die ersten Spiele, die mit DirectX 12 auf gleicher Hardware spürbar schneller laufen sollen als mit DirectX 11. Wir haben nachgemessen.**

**VON MARTIN FISCHER**

Spiele machen nur dann Spaß, wenn sie flüssig laufen und schick aussehen. Dafür braucht man starke PC-Hardware, vor allem eine flinke 3D-Grafikkarte ab rund 200 Euro und einen Vierkernprozessor. Doch die Hardware entscheidet nicht allein über die Performance, wichtig ist außer dem Grafiktreiber auch die 3D-Schnittstelle (API). Sie ist das Bindeglied zwischen der Hardware, dem Treiber und dem 3D-Spiel. Die für Spieler wichtigste Schnittstelle ist DirectX beziehungsweise dessen 3D-Bestandteil Direct3D, der in der aktuellen Version 12 exklusiv unter Windows 10 funktioniert. Spiele sollen damit auf gleicher Hardware spürbar schneller laufen als mit DirectX 11. Entwickler können Code hardwarenäher schreiben (Low-Level-Ansatz), dadurch Mehrkern-Prozessoren und Grafikkarten stärker auslasten und deren Speicherbereiche flexibler verwalten. Kein Wunder, dass viele Gamer zum Marktstart von Windows 10 im Juli 2015 sofort auf das neue Betriebssystem wechselten.

Zwar waren schon damals viele Grafikkarten von AMD und Nvidia zu DirectX 12 kompatibel, doch auch Monate später gab es abgesehen von Technikdemos keine Spiele. Mittlerweile hat sich das geändert: Anfang Januar erschien das Baller-

spiel Gears of War Ultimate Edition, im März das Schleichspiel Hitman und Anfang April das Echtzeitstrategiespiel Ashes of the Singularity sowie das Action-Adventure Quantum Break. Der Abenteuer-Hit Rise of the Tomb Raider erhielt ein Update, das einen DirectX-12-Renderpfad und die verbesserte Umgebungsverschattung VXAO integrierte.

Um herauszufinden, ob DirectX 12 tatsächlich für einen spürbaren Leistungszuwachs sorgt, haben wir die Bildrate in den Spielen Ashes of the Singularity, Hitman und Rise of the Tomb Raider mit fünf Grafikkarten, vier Auflösungen und unterschiedlichen Detailstufen gemessen. Die

genannten Spiele erlauben in ihren Optionsmenüs ein Umschalten zwischen dem DirectX-11- und DirectX-12-Renderpfad, sodass man die Auswirkung der jeweiligen Schnittstelle gut vergleichen konnte. Um den Einfluss unterschiedlich starker Prozessoren zu messen, setzten wir Auflösung und Detailstufe stark herunter. Um die Grafikkarte auszulasten, maßen wir in Full HD, WHQD und 4K und jeweils sehr hoher Detailstufe.

### Ases of the Singularity

Das Echtzeitstrategiespiel läuft im DirectX-12-Modus um bis zu 50 Prozent schneller – diese Leistungsexplosion gibts aber nur mit AMD-Grafikkarten dank der DirectX-12-Funktion Asynchronous Shading/Compute (Async Compute). Dadurch kann die GPU Grafik- und Compute-Kernel gleichzeitig und unabhängig voneinander ausführen. Das verringert Latenzen und erhöht die Bildrate. Selbst wenn das Spiel hunderte Einheiten gleichzeitig darstellt und deren künstliche Intelligenz berechnet, bleibt die Bildrate stabil.

AMD-Grafikchips mit GCN-Architektur enthalten spezielle Hardware-Einheiten (Asynchronous Compute Engines/ACEs), um Async Compute effizient um-

**Vergleichs-Benchmarks: DirectX 11 vs. DirectX 12**

Grafikkarte	DirectX 11 [fps] besser ▶	DirectX 12 [fps] besser ▶	DirectX 11 [fps] besser ▶	DirectX 12 [fps] besser ▶	DirectX 11 [fps] besser ▶
Ashes of the Singularity	1280 × 768 niedrig / kein AA	1280 × 768 niedrig / kein AA	1280 × 768 maximal / 4xMSAA	1280 × 768 maximal / 4xMSAA	Full HD niedrig / kein AA
GeForce GTX 970	78	79	43	40	72
GeForce GTX 980 Ti	85	93	62	56	85
Radeon R9 380	59	68	32	34	57
Radeon R9 390X	65	91	48	57	64
Radeon Fury X	61	90	45	69	60
Rise of the Tomb Raider	1024 × 768 niedrig / kein AA	1024 × 768 niedrig / kein AA	1024 × 768 maximal / SMAA	1024 × 768 maximal / SMAA	Full HD niedrig / kein AA
GeForce GTX 970	192	194	111	99	155
GeForce GTX 980 Ti	203	202	146	151	186
Radeon R9 380	162	169	77	66	109
Radeon R9 390X	167	200	109	103	149
Radeon Fury X	178	195	108	89	166
Hitman	1280 × 720 niedrig / kein AA	1280 × 720 niedrig / kein AA	1280 × 720 maximal / SMAA	1280 × 720 maximal / SMAA	Full HD niedrig / kein AA
GeForce GTX 970	128	145	79	72	120
GeForce GTX 980 Ti	128	134	100	100	126
Radeon R9 380	111	132	74	71	107
Radeon R9 390X	117	136	95	102	116
Radeon Fury X	110	135	93	105	111

<sup>1</sup> eine Stufe unter „maximal“; MSAA/SMAA: Kantenglättungsverfahren, AMD Catalyst 16.4.1 Hotfix, GeForce 364.72

zusetzen. Nvidia-Grafikkarten unterstützen Async Compute nur über Umwege und müssen bei Wechseln zwischen Grafik- und Compute-Kernel jeweils einen Context Switch ausführen. Das gilt auch für die neuesten GeForce-Modelle mit Maxwell-Chips, die Ashes of the Singularity mit DirectX 12 manchmal sogar einen Tick langsamer darstellen.

Der Leistungsgewinn mit AMD-Grafikkarten ist sogar bei maximaler Detailstufe spürbar. In Full HD springt die Bildrate auf einer Fury X von 41 auf 52 fps, in WHQD (2560×1440 Pixel) immerhin von 40 auf 44 fps. Unter DirectX 12 ist die Radeon R9 Fury X dadurch häufig schneller als die normalerweise leistungsfähigere Nvidia GeForce GTX 980 Ti.

Im Allgemeinen läuft Ashes of the Singularity mit DirectX 12 runder, da kurzzeitige Einbrüche der Bildrate kaum noch auftreten. Dank der verbesserten Command-Buffer-Verarbeitung (Multi-Threaded Command Buffer Recording) lastet das Spiel sogar acht CPU-Threads aus.

## Hitman

Das Schleichspiel Hitman nutzt die Glacier-Engine, die ebenfalls Async Compute verwendet. Dadurch steigt die Bild-

rate mit AMD-Grafikkarten, allerdings nicht so stark wie in Ashes of the Singularity – schließlich müssen in Hitman nicht so viele Einheiten gleichzeitig berechnet werden. Den Performance-Zugewinn von bis zu 20 Prozent erhält man allerdings nur bei abgespeckter Detailstufe.

Bei maximaler DirectX-12-Grafikqualität zeigt Hitman scharfe Texturen, schicke Lichteffekte und fein konturierte Schatten. Das Spiel läuft dann mit AMD-

Grafikkarten ähnlich schnell wie unter DirectX 11, auf Nvidia-Grafikkarten sinkt die Bildrate sogar. Mit dem zertifizierten Treiber 364.72 stürzte die GeForce GTX 970 im Hitman-Benchmark unter DirectX 12 reproduzierbar ab, erst mit dem Hotfix-Treiber 364.96 lief sie stabil. Wer das Spiel in 4K flüssig mit hoher Detailstufe und mindestens 35 fps spielen möchte, braucht unabhängig von der gewählten Schnittstelle mindestens eine



Ashes of the Singularity stellt hunderte Einheiten gleichzeitig dar. AMD-Grafikkarten laufen unter DirectX 12 dabei um bis zu 50 Prozent schneller dank Async Compute.

DirectX 12 [fps] besser ►	DirectX 11 [fps] besser ►	DirectX 12 [fps] besser ►	DirectX 11 [fps] besser ►	DirectX 12 [fps] besser ►	DirectX 11 [fps] besser ►	DirectX 12 [fps] besser ►
Full HD niedrig / kein AA	Full HD maximal / 4xMSAA	Full HD maximal / 4xMSAA	WQHD maximal / 4xMSAA	WQHD maximal / 4xMSAA	4K extrem <sup>1</sup> / 4x MSAA	4K extrem <sup>1</sup> / 4x MSAA
71	31	29	25	25	26	25
88	44	40	39	34	36	35
60	23	25	20	21	22	22
84	37	41	31	33	29	36
92	41	52	40	44	37	45
Full HD niedrig / kein AA	Full HD maximal / SMAA	Full HD maximal / SMAA	WQHD maximal / SMAA	WQHD maximal / SMAA	4K hoch / SMAA	4K hoch / SMAA
144	70	61	48	40	27	23
181	101	99	70	68	41	38
107	49	43	33	31	21	19
153	74	69	52	48	38	38
166	80	67	60	52	38	37
Full HD niedrig / kein AA	Full HD maximal / SMAA	Full HD maximal / SMAA	WQHD maximal / SMAA	WQHD maximal / SMAA	4K hoch / SMAA	4K hoch / SMAA
118	58	53	41	38	24	23
134	84	79	62	58	37	-
103	54	54	40	39	23	22
132	80	81	61	63	37	38
134	91	89	74	68	45	45

gemessen unter Windows 10 auf Intel Core i7-6770K, 16 GByte RAM, VSync aus



Rise of the Tomb Raider läuft mit DirectX 12 langsamer, sofern man eine hohe Detailstufe einstellt.

GeForce GTX 980 Ti oder Radeon R9 390X.

### Rise of the Tomb Raider

Das jüngste Abenteuer mit Lara Croft begeisterte viele Kritiker mit kurzweiligem Gameplay und schicker Grafik. Den Entwicklern zufolge soll der mit dem Update eingefügte DirectX-12-Pfad vor allem für eine höhere Bildrate sorgen. Spielszenen mit vielen Gegnern laufen dank des verbesserten Multi-Threadings auf Mehrkern-Prozessoren ohne Ruckeln.

Da auch Tomb Raider Async Compute verwendet, verbessert sich die Bildrate mit AMD-Grafikkarten in niedriger Detailstufe um 10 bis 20 Prozent. Bei hoher Bildqualität sinkt die Bildrate mit DirectX 12 unabhängig von Auflösung und Grafikkarte. In Full HD erreicht eine GeForce GTX 970 nur 61 statt 70 fps, eine Radeon R9 380 noch 43 statt 49 fps. Vom DirectX-12-Renderpfad sollte man in Tomb Raider folglich die Finger lassen, zumal die hübsche Voxel-basierte Verschattungstechnik VXAO nur via DirectX 11 funktioniert.

### Spielebeschleuniger

DirectX 12 erhöht die Bildrate dank des verbesserten Multi-Threadings vor allem

in prozessorlimitierten Spielszenen – also wenn der Prozessor auf Anschlag läuft und sich die Grafikkarte langweilt. Davon profitieren vor allem AMD-Prozessoren, die im Vergleich zu den Intel-CPUs wesentlich langsamer arbeiten. So stieg die Bildrate mit einem A10-7860K in Tomb Raider von 59 auf 71 fps (Radeon Fury X), während ein i7-6700K unter DirectX 12 67 fps schaffte. Für Nutzer langsamer Prozessoren könnte DirectX 12 die Zeit bis zum nächsten Aufrüsten womöglich ein wenig verlängern.

AMD-Grafikkarten mit GCN-Architektur erzeugen mit DirectX 12 mitunter

eine höhere Bildrate, da sie Befehle über Async Compute effizienter verarbeiten können als Nvidia-Modelle. Allerdings sind GeForce-Grafikkarten in den getesteten Spielen bereits unter DirectX 11 wesentlich schneller, sodass AMD häufig nur aufholt statt überholt.

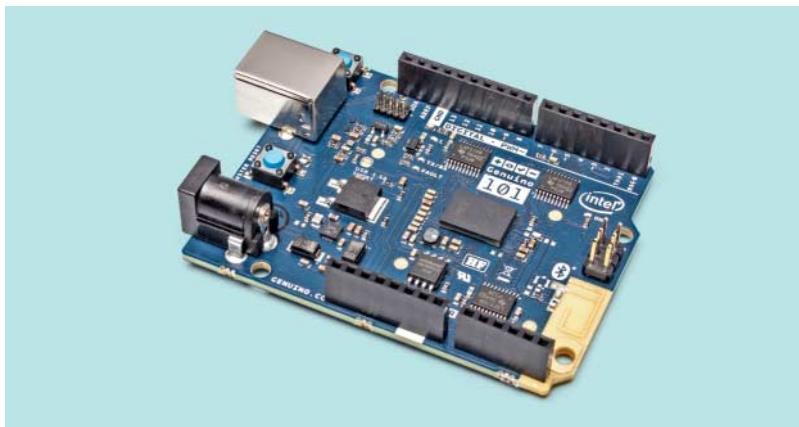
Die Ergebnisse der ersten DirectX-12-Spieletests genießt man besser mit Vorsicht, schließlich wurden die Titel nicht direkt für DirectX 12 programmiert. Bis Spiele erscheinen, die das volle Potenzial der Schnittstelle ausnutzen, dürfte es noch mindestens ein Jahr dauern.

(mfi@ct.de) **ct**

### DirectX-12-Grafikkarten

Selbst mehrere Jahre alte Grafikkarten funktionieren mit DirectX 12. Speziell für DirectX 12 programmierte Spiele nutzen allerdings das Direct3D-Funktionsniveau 12\_0, was wiederum nur ganz bestimmte Modelle unterstützen, nämlich Grafikkarten mit GCN-1.1- und GCN-1.2-Grafikchips von AMD und Maxwell-2.0-Grafikchips von Nvidia.

Konkret sind das AMD-Grafikkarten des Typs Radeon R7 260/X, R9 285, R9 290/290X, die Pendants aus der aktuellen 300er-Reihe Radeon R9 380/X, R9 390/X sowie die Radeon R9 Nano und R9 Fury/X. Die Nvidia-Grafikkarten GeForce GTX 950, GTX 960, GTX 970, GTX 980/Ti sowie GeForce GTX Titan X sind sogar schon zum Direct3D-Funktionsniveau 12\_1 kompatibel.



# Uno, Due, 101 ...

## Arduino-Board mit Beschleunigungssensor und Bluetooth

**Die Arduino-Familie hat Zuwachs bekommen. Für den jüngsten Spross Genuino 101 stand Intel Pate. Der Neue hat viele Ähnlichkeiten mit dem Klassiker Uno, es gibt aber auch einige wesentliche Unterschiede.**

VON TIM GERBER

Die Versuche Intels, auf der beliebten Arduino-Plattform Fuß zu fassen, waren bislang wenig erfolgreich. Es fehlte dabei vor allem der Charme des Schlichten, der die Arduino-Welt bei Bastlern und Hobby-Entwicklern so beliebt macht. Der gemeinsam mit Intel entwickelte Genuino 101 fügt sich deutlich besser in das Arduino-Universum ein als zuvor etwa Intels Galileo. Die Arduino-Boards heißen außerhalb der USA nunmehr Genuino, ansonsten sind die Boards identisch. Völlig integriert in die Arduino-Welt ist der Intel-Genuino aber auch noch nicht: So unterstützt ihn die IDE nicht von Haus aus. Man muss ihn erst über deren Boards-Manager nachinstallieren. Linux-User müssen nach der Installation noch ein Skript namens `create_dfu_udev_rule` ausführen. Erst dann lassen sich Programme direkt aus der IDE auf den Genuino 101 hochladen.

Der 101 ist mit dem Uno weitgehend Pin-kompatibel. Alle 14 Digital-Pins können Interrupts auslösen, beim Uno geht

das nur mit zweien. Ein weiterer wesentlicher Unterschied ist die Versorgungsspannung von nur 3,3 Volt auf dem Board des 101. Anders als etwa der ebenfalls mit 3,3 Volt arbeitende ARM-Prozessor auf dem Arduino Due vertragen die I/O-Ports von Intels Curie-Chip aber bis zu 5 Volt, somit ist die Nutzung vieler Arduino-Erweiterungen (Shields) unproblematisch, sofern sie ihrerseits mit einer Spannung von 3,3 Volt als logischen High-Level auskommen. Das ist bei vielen Peripherie-Chips wie Porterweiterungen der Fall, die – wie die klassischen Arduinos auch – Spannungen bereits ab 2,7 Volt als logisches High interpretieren. Mit Display-Treibern zum Beispiel kann es aber zu Problemen kommen, weil sie auch die Hintergrundbeleuchtung oftmals über einen (PWM-geregelten) Digitalausgang betreiben und die niedrigere Spannung dafür nicht ausreicht.

### Zwei Kerne

Der Curie-Chip auf dem 101 ist um Klassen leistungsfähiger als der in die Jahre gekommene 8-Bit-AVR-Controller ATmega328P auf dem Arduino Uno. Er beherbergt zwei 32-Bit-Prozessoren mit 196 KByte Programmspeicher (Flash) und 24 KByte Arbeitsspeicher (SRAM) sowie mehrere serielle Schnittstellen. So belegt die USB-Verbindung zum PC nicht wie sonst den UART-Port an Pin 0 und 1. Dadurch kann man gleichzeitig auch eine

Bluetooth-Verbindung zum Beispiel mit einem Smartphone nutzen. Auch die Ausgabe von Daten auf den seriellen Monitor der IDE wird dadurch nicht blockiert. Das ist besonders zum Ausprobieren und fürs Debugging während des Entwickelns von Vorteil.

Mit den zum 101 gehörenden Bibliotheken wandern auch zahlreiche Programmbeispiele auf den Rechner, wo sie über das Dateimenü der IDE zu finden sind. Sie beziehen sich vor allem auf die Nutzung der Lage- und Beschleunigungssensoren, auch Gyrosensor und Accelerometer genannt. Sie demonstrieren, wie man Sensordaten abruft, umrechnet und auf dem seriellen Monitor darstellt. Praktische Anwendungen muss sich der Nutzer selbst ausdenken und programmieren.

### Preisfrage

Der Genuino 101 kostet im Fachhandel um 40 Euro und mithin fast doppelt so viel wie ein Uno. Auch wenn die Arduino-Entwickler das Intel-Board unter die Einsteiger-Arduinos einordnen, ist Anfängern doch eher zu einem Uno zu raten. Dort kann man notfalls den Chip für wenige Euro tauschen, wenn ihn ein Schaltungsfehler in den Controller-Himmel befördert hat. Und die damit entwickelten Schaltungen lassen sich dank DIP-Gehäuse leicht auf einer Lochrasterplatine nachlöten.

Interessanter ist der Genuino 101 für Anwender, die eine drahtlose Verbindung per Bluetooth zu PC oder Smartphone nutzen wollen. Das setzt allerdings Kenntnisse der Programmierung auf den jeweiligen Systemen voraus. Die Lage- und Beschleunigungssensoren sind für manche Anwendung auch ganz nützlich. Die Tutorial-Seiten (siehe c't-Link am Ende des Artikels) führen Pulsmesser und Schrittzähler auf. Letztlich gibt es diese und andere Sensoren sowie Funkbausteine auch für herkömmliche Arduinos meist für wenige Euros.

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

**Referenz und Tutorials:** [ct.de/ym3j](http://ct.de/ym3j)

### Genuino 101

#### Arduino-Mikrocontroller-Board

Hersteller / Lizenzgeber	Arduino LLC, <a href="http://www.arduino.cc">www.arduino.cc</a>
Controller / Takt	Intel Curie / 32 MHz
Speicher	196 KByte Flash, 24 KByte SRAM
Spannungsversorgung	7 ... 12 Volt
Arbeitsspannung	3,3 Volt (5-Volt-tolerant)
digitale I/O-Pins	14 (davon 6 mit PWM)
analoge Eingänge	20
Preis	ca. 40 €



# Druck ohne Preisdruck

## Brother-Multifunktionsgerät mit günstigen Großraum-Tintenpatronen

**Der Inkbenefit MFC-J985DW von Brother bedruckt mit einem Set XL-Patronen bis zu 2400 Seiten. Dank preiswerter Ersatzpatronen kostet die Tinte pro Farbseite weniger als vier Cent – ideal für Vieldrucker.**

VON RUDOLF OPITZ

Für gewöhnlich subventionieren Druckerhersteller ihre günstigen Geräte mit teuren Tintenpatronen. Als Erster änderte Epson diese Praxis mit seiner nachfüllbaren Ecotank-Serie [1]. Nun bietet Brother ebenfalls einen hochpreisigen Drucker mit niedrigen Tintenkosten an. Brother bleibt beim Fax-Multifunktionsdrucker Inkbenefit MFC-J985DW jedoch beim teureren Patronen-System – Geräte mit festen Tanks zum Nachfüllen verkauft der Hersteller zurzeit nur in Polen und anderen osteuropäischen Staaten. Der kompakte J985DW gleicht dem 200-Euro-Gerät J880DW [2],

ist aber mit 400 Euro doppelt so teuer. Beide bedient man über einen 6,8-Zentimeter-Touchscreen. Das Papierfach nimmt magere 100 Blatt Normalpapier auf. Die Lade darüber fasst lediglich 20 Blatt 10×15-Fotopapier; größere Formate füllt man über einen Einzelblatteinzug zu.

Speicherkartenslots und ein USB-Host-Port liegen hinter einer Klappe. Der Inkbenefit druckt Fotos von eingesteckten Medien aus – wahlweise als Indexseiten – und speichert Scans als PDF oder JPEG. Bilder bringt er auch von PictBridge-Kameras zu Papier. Zum schnellen Kopieren mit Smartphones gibt es ein NFC-Tag auf dem Bedienfeld.

### Dicke Patronen

Die dicke Schwarzpatrone reicht laut Brother für 2400 ISO-Seiten und kostet rund 26 Euro; die Patronen für die drei Grundfarben kosten je 11 Euro und haben eine Reichweite von immerhin 1200 Farbseiten. Eine ISO-Farbseite kostet damit

3,83 Cent, der Schwarzanteil darin 1,08 Cent. Günstiger druckt kaum ein Tintengerät mit Patronen; nur Epsons nachfüllbare Ecotank-Modelle bleiben mit 0,7 Cent deutlich darunter.

Bis sich der Mehrpreis gegenüber dem J880DW amortisiert, muss man rund 2200 Seiten drucken. Brother legt als Starterpatronen immerhin die XL-Versionen bei. Für die Erstbefüllung des Schlauchsystems verbraucht der Drucker zwar 40 Prozent pro Farbe und 10 Prozent der Schwarztinte. Doch bleibt immer noch Tinte für über 700 ISO-Farbseiten oder 2100 Schwarzweißseiten übrig.

Dank übersichtlicher Menüs lässt sich das Inkbenefit-Modell gut bedienen. Nur die Texteingabe ist wegen des kleinen Touchscreens etwas fummelig. Störend fanden wir das klappige 10×15-Fotopapierfach: Regelmäßig zog der Drucker das Papier nicht korrekt ein, wodurch ein weißer Rand blieb. Schon im zügigen Schnell-Modus druckt der Inkbenefit gut lesbar. Die zuschaltbare Tintensparfunktion deutet größere Farbflächen nur an und umrahmt sie zwecks besserer Lesbarkeit.

Text und Grafik gelangen dem Inkbenefit in guter bis sehr guter Qualität. Bei Fotos auf Normalpapier fielen jedoch Streifen auf. Auf Kopien von Fotos verschob sich Lila zu Blau, dunkle Details sah man kaum. Text und Grafiken kopierte das Gerät dagegen ordentlich. Der Vorlageeinzug ist langsam und nicht duplexfähig.

Zum Scannen liefert Brother ein einfaches Twain-Modul und das ControlCenter mit – Letzteres erstellt mit sehr guter Texterkennung durchsuchbare PDFs. Foto-Scans leiden unter denselben Farb- und Kontrastschwächen wie die Kopien.



Damit die dicke LC-22U-Schwarzpatrone für 2400 Seiten in den Schacht des Brother InkBenefit MFC-J985DW passt, ist das Gehäuse ausgebuchtet.

Brother Inkbenefit MFC-J985DW	
Fax-Multifunktionsdrucker mit hoher Reichweite	
Hersteller	Brother, <a href="http://www.brother.de">www.brother.de</a>
Druckverfahren / Patronen	Piezo-Tintendruck / 4
Patronen-Typ	LC-22U XL BK (2400 S.), LC-22U XL C,M,Y (je 1200 S.)
Druckkosten pro ISO-Seite <sup>1</sup>	3,83 Cent, Schwarzanteil 1,08 Cent
Auflösung <sup>1</sup> / autom. Duplexdruck	6000 dpi × 1200 dpi / ✓
Papierzufuhr / Ablage	100 Blatt Normalpapier, 20 Blatt Fotopapier bis 10 × 15, Einzelblatteinzug
Scannertyp / Auflösung physik. <sup>1</sup>	CIS / 2400 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug <sup>1</sup>	600 dpi × 1200 dpi
Druck-App	Brother iPrint&Scan (Android, iOS, Windows Phone)
AirPrint / Mopria / Cloud Print	✓ / ✓ / ✓
Twain / WIA	✓ / ✓
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE 802.11n, 2,4 GHz)
Treiber für Windows / Mac / Linux	ab Windows XP, Server 2003 / OS X ab 10.8.5 / ✓
Messergebnisse	
Leistungsaufnahme	Aus: 0,2 W, Sleep: 1,6 W, Bereit: 3,3 W, Drucken: 14,4 W
Geräuschenwicklung	Schnelldruck: 7 Sone, Leise-Modus: 4,4 Sone, Fotodruck: 2,6 Sone
Druckleistung (ISO-Seite)	Schnell: 17,6 S./min, Normal: 12,1 S./min, Leise: 5,7 S./min, Beste: 2,3 S./min
Druckzeiten PC	Fontpage (Beste): 0:47 min, Foto A4: 4:58 min
Scan-Zeiten	Vorschau: 10 s, Foto 600 dpi: 41 s, A4-Text 300 dpi: 15 s
Kopierzeiten	20 Seiten Farbe: 2:43 min, A4-Foto: 2:08 min
Bewertungen	
Druck: Text / Grafik	⊕⊕ / ⊕
Fotodruck Foto- / Normalpapier	○ / ⊖
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊕ / ⊖⊖
Scanqualität Grafik / Foto / OCR	⊕ / ⊖ / ⊕⊕
Lichtbeständigkeit Foto- / Normalpapier	⊕ / ⊖
Garantie	3 Jahre
Gerätepreis (UVP)	400 €
<sup>1</sup> Herstellerangabe	
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
⊖⊖ sehr schlecht	○ zufriedenstellend
✓ vorhanden	⊖ schlecht
	— nicht vorhanden

Anzeige

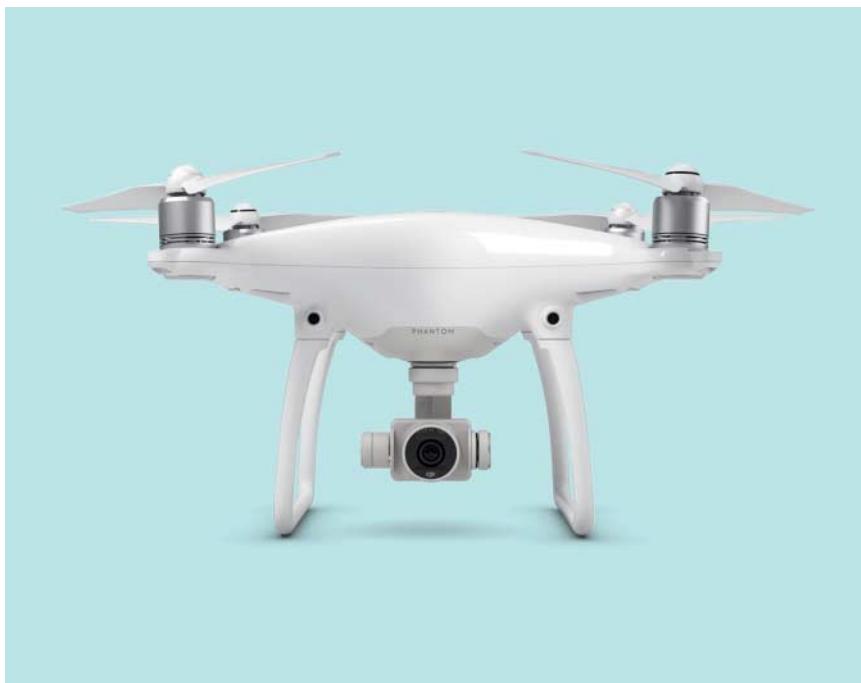
Als Faxgerät druckt der Inkbenefit nach dem Faxversand Berichte mit Bild der ersten Faxseite aus. Eingehende Faxe leitet er als PDF an den PC weiter. Das Weiterleiten in die Cloud klappte im Test nicht, dabei lassen sich per Brother Web Connect durchaus Cloud-Speicher als Scan-Ziel einbinden oder dort gespeicherte Dateien drucken.

## Fazit

Der Brother Inkbenefit MFC-J880DW eignet sich für Familien und kleine Büros. Der behäbige Drucker liefert gute Textdrucke und auf Fotopapier auch brauchbare Fotos. Wie bei Epsons Ecotank-Modellen lohnt die Anschaffung aber nur, wenn man im Jahr deutlich über tausend Seiten druckt. Nachteilig ist das kleine Papierfach. Da der Inkbenefit erst mit Erscheinen des Hefts auf den Markt kommt, können wir nur Herstellerpreise nennen; die Straßenpreise dürften 20 bis 30 Prozent niedriger liegen. (rop@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Tinte satt, Multifunktionsdrucker Epson EcoTank ET-4550 mit wiederbefüllbaren Tintentanks, c't 23/15, S. 70
- [2] Rudolf Opitz, Druck-Stationen, Multifunktions-Tintendrucker für zu Hause, c't 26/15, S. 114



# Selfie von oben

## Smarte Drohne DJI Phantom 4

**Objekt-Tracking, Anti-Kollisions-system, Sport-Modus – DJI hat sich für die vierte Auflage seines Quadroopters Phantom einiges einfallen lassen, um neue Kunden zu gewinnen.**

**VON DANIEL CLÖREN**

**S**chon beim Design des 1600 Euro teuren Phantom 4 geht Hersteller DJI neue Wege: Der Quadroopter kommt verschlankt in einem hochglänzenden weißen Gehäuse daher, die Unterseite samt Gehäuse des Kamera-Gimbals besteht jetzt komplett aus Magnesium.

Das Material wurde aber nicht nur aus optischen Gesichtspunkten gewählt, es spart auch Gewicht – und gleicht so fast die Zuladung durch den neuen, größeren Akku (5350 statt 4480 mAh) aus: Der Kopter ist mit einem Gesamtgewicht von 1,38 Kilogramm nur 100 Gramm schwerer als sein Vorgänger, bleibt dafür aber bis zu

28 Minuten in der Luft – ein Zugewinn von 5 Minuten.

### Auf Kollisionskurs

Das spannendste neue Feature ist das – abschaltbare – Anti-Kollisionsystem (Obstacle Sensing System). Die DJI-Eigenentwicklung arbeitet mit zwei optischen Sensoren an der Front, die Objekte mit einer Ausdehnung von 70 Zentimetern bis 15 Metern vor dem Phantom 4 erfassen sollen. Droht eine Kollision, bleibt er rund 2,3 Meter ( $\pm 0,5$  Meter) vor dem Hindernis automatisch stehen oder versucht, es zu umfliegen – je nach Einstellung. Die DJI-Go-App auf dem Android- oder iOS-Mobilgerät informiert darüber hinaus optisch und akustisch über die Distanz zu Hindernissen.

Das Anti-Kollisionssystem hilft Anfängern, die Drohne nicht gleich gegen den nächsten Baum zu setzen. Im „Return To Home“-Modus mindert es das Risiko von Kollisionen auf dem Rückweg zum Anwender. Doch auch Fortgeschrittenen

leistet es gute Dienste, etwa in schwierigem Terrain. Wir haben den Phantom 4 über Hügel und durch einen dichten Wald geschickt. Insgesamt schlug sich das Anti-Kollisionssystem gut, kam im Wald dann aber doch an seine Grenzen – etwa weil es kleine Äste nicht erkannte. Fairerweise muss man aber sagen, dass DJI im Handbuch ausdrücklich vor dem Durchfliegen von Baumgruppen warnt. Ein Video des Tests ist unter dem c't-Link abrufbar.

Da der Phantom 4 keine seitlichen oder hinteren Sensoren besitzt, hat das System seine Grenzen – etwa beim Rückwärtsflug und im Modus „Point Of Interest“, wo der Quadroopter um ein vorgegebenes Objekt herum fliegt. Durch den starr nach vorne ausgerichteten Gimbal verschenkt DJI hier Potenzial: Mit einem 360-Grad-Gimbal könnte der Kopter vorwärts fliegen und das Anti-Kollisionsystem nutzen, während sich die Kamera dreht.

### Verfolger

Ebenfalls neu ist die Funktion „Active Track“, bei der die Drohne automatisch einem vorher in der App markierten Objekt folgt – sogar wenn es zwischendurch seine Form ändert. So können etwa Trick-Ski-Fahrer mit dem Phantom 4 schöne Selfie-Videos von sich machen lassen. Auf freiem Feld funktionierte das mit einer Person zuverlässig. Sie blieb immer in der Bildmitte; in der Regel wählte der Phantom 4 auch einen guten Ausschnitt. In einem dicht bewachsenen Wald sollte man den Modus hingegen besser ausgeschaltet lassen: Bei unseren Ausflügen knallte der Phantom 4 unvermittelt gegen einen Baum (auch im Video zu sehen).

Wir haben den Kopter auch ein Quad verfolgen lassen, was bei einer Geschwindigkeit von circa 40 km/h gut funktionierte. Verliert der Kopter das Ziel, bleibt er einen Moment stehen und sucht es, indem er sich um die eigene Achse dreht. Entdeckt er es, wird die Verfolgung wieder aufgenommen.

### Gib Gas

Die älteren Phantom-Modelle flogen sich schon agil, der Phantom 4 legt im neue „Sport“-Modus aber noch eine Schippe drauf: Dann steigt die maximale Fluggeschwindigkeit deutlich von 16 m/s (knapp 58 km/h) auf rund 20 m/s (72 km/h) an.

Da der Quadroopter im Sport-Modus wesentlich empfindlicher reagiert und das Anti-Kollisionssystem abgeschaltet wird, sollte man aber schon erfahren im

Anzeige

Umgang mit der Drohne sein – nicht zuletzt, da sie in diesem Modus auch manchmal zum Abdriften neigt.

Die Fernbedienung hat DJI angepasst: Sie hat nun eine Taste, über die sich im Sportmodus eine Vollbremsung auslösen lässt. Weggefallen ist dafür die Möglichkeit, den „intelligenten Flugmodus“ über die Fernbedienung zu aktivieren; dies geschieht nun über die DJI-Go-App.

## Aufnahme

Die Verwendung von Magnesium und eine neue Dämpfereinheit (jetzt im Inneren der Kamera) sollen Mikrovibrationen vermeiden, die das Bild beeinträchtigen. Zur Erinnerung: Aufgrund der festen Blende der Kamera von f/2,8 lässt sich die Helligkeit nur über die Belichtungszeit einstellen. An hellen Tagen kommt es dadurch zu sehr kurzen Belichtungszeiten, wodurch beim Vorgänger eventuelle Mikrovibrationen mit aufgezeichnet wurden. Das machte sich durch ein waberndes Bild (Jello) bemerkbar und ließ sich nur durch einen zusätzlichen ND-Filter minimieren.

Beim Phantom 4 war auch bei extrem kurzer Belichtung keinerlei Jello in unserem Material festzustellen. Erst bei zusätzlich starkem Wind ließen sich ganz leichte Vibrationen im Bild ausmachen. Das Objektiv der Kamera bietet aber weiterhin die Möglichkeit, zusätzlich einen ND-Filter zu montieren.

Durch die nun höher positionierten Motoren geraten zudem die Propeller nur noch selten ins Bild. Bei ungünstiger Sonneneinstrahlung sind die Schatten der

Propeller aber leider auf den Aufnahmen zu sehen.

Die Kamera selbst wurde ebenfalls verbessert: Im direkten Vergleich mit dem Phantom 3 Professional sind die Bilder weniger verzerrt und haben weniger Randunschärfen. Der Einschub für die SD-Karte und der Mikro-USB-Anschluss befinden sich nun direkt am Kopter. Ein neuer Modus ermöglicht Full-HD-Videos mit 120 Bildern pro Sekunde; die weiteren Daten finden Sie in der Tabelle.

## Detailverbesserungen

Verbessert hat DJI auch das „Vision Positioning System“ für Indoor-Flüge, das nun mit zwei Kameras und zwei Ultraschall-Sensoren den Boden abtastet. VPS hält den Kopter nun bis zu einer Höhe von zehn Metern über dem Boden stabil auf Position, während es beim Phantom 3 noch auf drei Meter beschränkt war. Auch im Freien steht der Phantom 4 im Vergleich zur dritten Auflage etwas ruhiger in der Luft.

Messeinheiten (IMU) und Kompass sind nun redundant doppelt vorhanden. Die Systeme vergleichen ihre Daten ständig. Weichen die Werte zu stark voneinander ab, erscheint die Aufforderung, die Sensoren zu kalibrieren.

Zurück ist die von früheren Modellen bekannte „DJI Assistant“-Software für Windows-PCs und Macs, über die sich Firmwares installieren und Flight Records auslesen lassen. Zudem gibt es ein Kalibrierungsassistent für das „Obstacle Sensing System“ und einen Flugsimulator. Positiv fällt schließlich auf, dass DJI den

## Phantom 4

Hersteller	DJI, <a href="http://www.dji.com">www.dji.com</a>
<b>Fluggerät</b>	
max. Flughöhe / Geschwindigkeit	6000 m / 20 m/s (72 km/h)
max. Steig-/Sinkgeschwindigkeit	6 m/s / 4 m/s
Reichweite	5 km (laut Hersteller)
max. Flugzeit	28 Minuten
Ortung	GPS, Glonass
<b>Hinderniserkennung</b>	
Reichweite	0,7-15 m
<b>Kamera</b>	
Sensor	1/2,3", effektiv 12 MPixel
Objektiv	FOV 94°, 20mm (entspricht 35mm-Format), f/2.8
ISO-Bereiche	100-3200 (Video), 100-1600 (Foto)
max. Videoauflösungen	4K30, 2,7K30, 1080p120, 720p60
max. Bildauflösung	4000 × 3000 Pixel
Speicherung	Micro-SD-Karte (bis 64 GByte, Class 10/UHS-1)
<b>Sonstiges</b>	
Lieferumfang	Quadrokopter, Fernbedienung, Akku, Ladegerät (100 Watt), Micro-SD-Karte (16 GByte), Micro-USB-Kabel, Adapter USB-Micro-USB, Transportkoffer, Anleitung
Gewicht	1380 g
Preis	1600 €

Phantom 4 gleich mit einem ordentlichen Transportkoffer ausliefert.

## Fazit

Der Phantom 4 hat von DJI ein schönes und nützliches Neudesign bekommen. Das Anti-Kollisionssystem patzte im Test nur bei kleinen Objekten wie dünnen Ästen. Die verbesserte Kamera liefert ein sehr gutes Bild. Durch die redundant ausgelegten Sensoren bietet die Drohne zudem mehr Sicherheit. Die neuen Flugmodi machen viel Spaß, auch das verbesserte VPS-System leistet sehr gute Arbeit. Allerdings lässt sich DJI die neuen Features mit 1600 Euro für die Drohne und 170 Euro für jeden zusätzlich Akku auch gut bezahlen.

Video-Enthusiasten, Einsteiger und Sportflieger kommen mit dem Phantom 4 voll auf ihre Kosten und werden schnell Gefallen an den neuen Flugmodi und dem Anti-Kollisionssystem finden. Für Besitzer einer Phantom 3 Professional lohnt sich ein Upgrade indes kaum. Zu marginal sind die Verbesserungen der Kamera. Außerdem lässt sich der exklusive Phantom 4 Flugmodus „Active Track“ durch andere Apps wie Litchi und Vertical Studio auch bei den übrigen DJI-Modellen nachrüsten.

(Daniel Clören/nij@ct.de) 



DJIs Quadrokopter Phantom 4 verfolgt automatisch ein zuvor in der DJI-Go-App markiertes Ziel.

Testvideo: [ct.de/y7vn](http://ct.de/y7vn)

Anzeige

# Charmante Kanten

## Android-Smartphone Nextbit Robin mit einzigartiger Cloud-Anbindung



**Über 100 GByte Platz bietet das Nextbit Robin, und zwar nicht wie andere Smartphones als interner Speicher oder per MicroSD-Karte. Stattdessen lagert das spezielle Android bei Bedarf Apps und Fotos automatisch in die Cloud aus. Zudem sticht es auch optisch aus dem Smartphone-Einheitsbrei heraus.**

**VON JÖRG WIRTGEN**

Ein per Kickstarter finanziertes Smartphone von einer unbekannten Firma, das muss doch schiefgehen oder bestenfalls ein klappiges China-Billigphone ergeben? Nein: Uns erreichte ein einwandfrei verarbeitetes Android-Smartphone, kantig und eigenständig im Design – bei Nextbit arbeiten Ex-Mitarbeiter von Google, HTC, Apple und Amazon.

Schon der Text auf der Schutzfolie macht auf eine Besonderheit aufmerksam: Die runde Mulde dort, wo andere

Smartphones ihren Home-Knopf haben, sei ein Lautsprecher, ebenso wie die Mulde oben. Hält man das Robin quer, spielt es daher Stereo, und zwar hörenswerter als so mancher Bluetooth-Brüllwürfel.

### Cloud-Anbindung

Die wichtigere Besonderheit: Wenn der interne Speicher knapp wird, schafft das Telefon selbstständig Platz, indem es Fotos und Apps löscht. Die hat es vorher automatisch in der Nextbit-Cloud gesichert, einem 100 GByte großen, im Kaufpreis enthaltenen Online-Speicher. Laut Nextbit überträgt und speichert er alle Daten verschlüsselt und steht in den USA. Die Apps landen dort inklusive ihrer Daten und Konfigurationen. Auch die mit der Kamera aufgenommenen Fotos lädt das Telefon hoch, ebenso aufs Gerät kopierte. Vier Lämpchen an der Rückseite zeigen einen laufenden Upload an.

Bei Speichermangel löscht das Telefon die am längsten nicht benutzten Apps und Fotos, ersetzt sie durch Platzhalter und meldet das per Android-Benachrichti-

tigung. Eine gelöschte App erscheint als graues Icon; tippt man es an, lädt das Telefon die App und installiert sie samt Konfigurationen, Spielständen und weiteren Dateien. Im Test funktionierte das problemlos und dauerte ähnlich lange wie bei ihrer ersten Installation aus dem Play Store. Man kann einzelne Apps vom Löschen ausnehmen, indem man das Start-Icon kurz nach unten zieht; die App bleibt dann immer auf dem Telefon.

Gelöschte Fotos erscheinen als pixelfige Vorschaubilder und werden beim Antippen heruntergeladen – allerdings nur in der mitgelieferten Gallery-App. Alternative Apps wie Google Foto sehen nicht einmal diese Vorschaubilder, sondern nur die auf dem Gerät verbliebenen Fotos.

Unter Einstellungen/Smart Storage findet man Angaben zur Speicherbelegung und die Optionen, die Daten nur im WLAN sowie nur bei eingestecktem Ladegerät hochzuladen. Zudem lässt sich die Hochlade-Löscher-Automatik auf Apps oder auf Fotos beschränken oder ganz ausschalten.

Das Telefon nutzt keine weiteren Datentypen zum Platzschaffen: Filme (auch selbst gedrehte), Musik oder von Apps in öffentlichen Verzeichnissen gespeicherte Daten werden nicht hochgeladen und somit nicht gelöscht. Apps haben keinen Zugriff auf den Cloud-Speicher und können nur den internen Gerätespeicher nutzen.

Der Nutzer hat bisher nur übers Robin Zugriff auf die Cloud. Mit Android-Geräten anderer Hersteller oder vom PC aus kommt er nicht an seine Daten. Nextbit arbeitet laut einem Sprecher an einem Web-Zugang.

### Fast gesichert

Als Backup dient die Cloud nur eingeschränkt. Meldet man sich nach dem Zurücksetzen auf Werkseinstellungen wieder an oder hat etwa wegen Diebstahl oder Defekt ein neues Robin gekauft, lassen sich die Apps aus der Nextbit-Cloud zwar installieren, aber im Test fehlten danach sämtliche Einstellungen und Daten. Die Fotos kann man in der vorinstallierten Gallery-App nur anschauen; das Speichern gelang nur über den Umweg, die Fotos an eine andere App weiterzureichen.

Der Nextbit-eigene und für die Cloud-Anbindung notwendige Launcher benimmt sich ungewohnt: Er zeigt ledig-

lich die Icons der Apps in sortierbarer Reihenfolge an und erlaubt keine Widgets. Erst eine Zoom-kleiner-Geste öffnet eine zusätzliche Ansicht für Widgets. Davon abgesehen entspricht die Oberfläche weitgehend der von Android 6.

Die Kamera schießt ganz gute, vielleicht etwas blasse Fotos. Sie löst langsam aus, was sich etwas beschleunigen lässt, indem man den ISO-Wert manuell vorwählt. Der Fingerabdruckscanner im Einschalter könnte schräg aufliegende Finger zuverlässiger erkennen.

## Fazit

Die Cloud-Anbindung sorgt zuverlässig für genügend freien Platz auf dem Handy. Bei Apps funktioniert der Mechanismus gut: So nehmen etwa Spiele, deren Fortschritt man nicht verlieren möchte, oder nur im Jahresurlaub benötigte Reiseführer keinen Platz weg und sind dennoch schnell genug wieder präsent.

Bei Fotos bleiben Wünsche offen, vor allem ein Zugriff vom PC auf die Cloud. Auch sieht man Fotos und Alben nicht an, in welcher Auflösung sie auf dem Gerät vorhanden sind. Flexibler und mit PC-Zugang ausgestattet sind hier spezialisierte Cloud-Dienste wie Google Photo und Lightroom Mobile oder einfach ein Datenspeicher mit Foto-Upload wie Dropbox oder das verschlüsselnde TresorIt.

Gegenüber der Speicherkarten-Verwaltung von Android 5 hat die Nextbit-Cloud einige Vorteile, doch Android 6 verändert das Urteil: Damit ist eine MicroSD praktisch wie interner Speicher nutzbar; für 50 Euro Aufpreis lässt sich ein 128-GByte-Handy basteln, das den Speicher flexibler als das Nextbit-Handy nutzt und nicht von einer schnellen Internetverbindung abhängt. Einige Kontrahenten mit ähnlichem Preis wie das Google Nexus 5X oder das Samsung Galaxy S6 haben allerdings gar keinen MicroSD-Slot.

Dem sonst in dieser Preisklasse an Kameraqualität, Performance, Ausstattung und Laufzeit Gebotenen hinkt das Nextbit Robin etwas hinterher; vieles wie LTE und Full-HD-Display gibts schon in billigeren Geräten. So bleiben hauptsächlich einige Detaillösungen wie das ungewöhnliche Design und die für Filme tollen Lautsprecher, die aus dem Robin ein charmant aus der Reihe tanzendes Smartphone machen.

(jow@ct.de) 

Laufzeiten und Benchmarks im Vergleich					
Modell	Laufzeit Video-wiedergabe (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] besser ▶	Laufzeit WLAN (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] besser ▶	Coremark Single-Thread [Punkte] besser ▶	Coremark Multi-Thread [Punkte] besser ▶	3DMark Ice Storm Unlimited [Punkte] besser ▶
Nextbit Robin	6,8	11,1	6391	19290 <sup>2</sup>	19726
zum Vergleich <sup>1</sup>					
Gigaset ME	8,4	13,7	6588	27525	24505
Google Nexus 5X	8,6	14	6772	27147	18703
OnePlus X	6,9	9,3	7525	30375	15271
Samsung Galaxy S6	12	13,2	6825	37308	23726

<sup>1</sup> siehe c't 27/15, S. 106 <sup>2</sup> Prozessor drosselt

## Android-Smartphone mit spezieller Cloud-Anbindung

Modell	Robin					
Hersteller	Nextbit, <a href="http://www.nextbit.com">www.nextbit.com</a>					
Betriebssystem / Sicherheitspatch	Nextbit OS (Android 6.0 mit u. A. eigenem Launcher) / 1. 1. 2016					
Varianten	türkis, dunkelgrau					
Ausstattung, Funktionstests						
Prozessor / Kerne × Takt	Qualcomm Snapdragon 808 / 4 × 1,4 GHz, 2 × 1,8 GHz					
Grafik	Qualcomm Adreno 418					
RAM / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	3 GByte / 32 GByte (24,6 GByte) / –					
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓					
Bluetooth / NFC / GPS	4.0LE / ✓ / ✓					
weitere Sensoren	Fingerabdruckscanner, Gyrosensor					
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE Cat 4 (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)					
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2680 mAh / – / –					
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	14,9 cm × 7,2 cm × 0,71 cm / 144 g					
USB-Buchse / USB-OTG / HDMI	USB 3.1 (Typ C) / – / –					
Test: Kamera						
Kamera-Auflösung Fotos / Video	4160 × 3120 (13 MPixel) / 3840 × 2160 (4K)					
optischer Bildstabilisator / Fotoleuchte (Anzahl)	– / ✓ (2)					
Selbstauslöser / HDR / Panorama	✓ / ✓ / –					
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	2560 × 1920 / 2560 × 1920					
Test: Display						
Technik / Größe (Diagonale)	LCD (IPS) / 11,1 cm × 6,5 cm (5,1 Zoll)					
Auflösung / Seitenverhältnis	1920 × 1080 Pixel (439 dpi) / 16:9					
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	39 ... 307 cd/m <sup>2</sup> / 89 %					
Test: Benchmarks						
Laufzeit Video-Wiedergabe / WLAN (200 cd/m <sup>2</sup> )	6,8 h / 11,1 h					
Coremark Single-Thread / Multi-Thread	6391 / 19290 (Prozessor drosselt)					
GFXBench 3.0 Manhattan offscreen / onscreen	16 fps / 13 fps					
3DMark Ice Storm Unlimited	19726					
Geekbench 3.4.1 Single-Core / Multi-Core	1093 / 3185					
Bewertung						
Bedieneung / Performance	⊕ / ○					
Ausstattung Software / Hardware	⊕ / ⊕					
Display	○					
Laufzeit	○					
Kamera Fotos / Videos	○ / ○					
Preis und Lieferumfang						
Garantie / Gewährleistung	– / – (30 Tage Rückgaberecht)					
Lieferumfang	USB-Kabel; kein Headset, kein Ladegerät					
Preis	399 US-\$ (inkl. Versand und Steuern ca. 455 €)					
<sup>1</sup> Herstellerangabe						
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden



# Krieg der Sterne

## Ein Amazon-Kunde warnt vergeblich vor verdächtigen Rezensionen

**Amazon will das kunden-freundlichste Unternehmen der Welt sein. Wer auf offensichtlich gefälschte Bewertungen hinweist, macht jedoch andere Erfahrungen.**

**VON CHRISTIAN WÖLBERT**

**Ü**ber 200 Bestellungen gab Lutz T. aus Maintal im Jahr 2014 bei Amazon auf. Er schätzte die gigantische Auswahl, den schnellen Versand und das kundenfreundliche Verhalten, falls mal etwas nicht so funktioniert wie versprochen. „Ich war von Anfang an ein Heavy User“, sagt er über seine Beziehung zu dem Online-Kaufhaus.

Im Frühjahr 2015 sucht er einen günstigen Zweit-Staubsauger, denn seit Kurzem haben er und seine Frau einen Hund, der seine Haare überall im Haus verteilt. Beim Herumstöbern auf Amazon entdeckt er ein interessantes Modell: beutel-

los, sehr gute Bewertungen, nur 60 Euro. Er wundert sich allerdings über die Marke, denn von „Jolta“ hat er noch nie gehört. Außerdem fällt ihm auf, dass keine der 15 5-Sterne-Bewertungen mit dem Hinweis „verifizierter Kauf“ versehen ist, den Amazon hinzufügt, wenn der Rezentsent das Produkt tatsächlich bei Amazon gekauft hat.

**Sechs Sauger, sechzig Töpfe**  
T. klickt auf eine der Rezensionen und schaut sich das Profil des Verfassers an: „Marvin Merkel“ hat bis dato 24 Bewertungen auf Amazon.de verfasst. Seltsa-

merweise alle mit voller Sternezahl. Seltensamerweise alle für Produkte der Marke „Jolta“ oder des gleichnamigen Verkäufers. Und seltsamerweise für jeweils mehrere Heizdecken, Dampfreiniger, Wischmops, Staubsauger und Topfssets. „Wer kauft bitteschön innerhalb von ein paar Monaten 6 Staubsauger und über 60 Töpfe?“, fragt sich T.

Systematisch geht er die Profile der Nutzer durch, die den Staubsauger ebenfalls mit 5 Sternen bewertet haben. Fast überall sieht er das gleiche Muster: Die Rezessenten haben jeweils mehrere Jolta-Produkte bewertet, viele von ihnen sogar über 20. Und stets haben sie diese mit 5 Sternen ausgezeichnet.

T. klickt auf die „Missbrauch melden“-Schaltfläche und schildert Amazon seine Eindrücke. „Bei Durchsicht der Bewertungen ist schnell erkennbar, dass es bezahlte Fakes sind“, schreibt er. Höflich bittet er Amazon, schnell tätig zu werden, „im Interesse aller vertrauensvollen Kunden“. Am selben Tag erhält er eine Eingangsbestätigung. Dann passiert allerdings eine Woche lang nichts. Der Kundenservice schweigt, die verdächtigen Rezessenten stehen weiterhin online. Also schreibt T. erneut an Amazon: „Ich muss leider sagen, dass ich enttäuscht bin.“

Am nächsten Tag findet T. in seinem Mail-Postfach eine Antwort. Als er sie liest, traut er seinen Augen kaum: „Ich habe mir die Rezessenten auf Ihre Anfrage hin durchgelesen“, schreibt der Service-Mitarbeiter. „Ich kann Ihre Bedenken nachvollziehen, aber die Rezessenten entsprechen unseren Rezessionsrichtlinien.“

T. ist verwirrt. Ein Mitarbeiter hat sich die Rezessenten angesehen, sieht aber kein Problem? T. kann sich das nicht vorstellen. Über die Hilfeseiten vereinbart er einen Rückruf durch den Kundenservice. Am Telefon schildert er einem anderen Amazon-Mitarbeiter sein Problem und bittet diesen, eins der verdächtigen Rezessenten-Profile zu öffnen. „Finden Sie es nicht seltsam, dass jemand innerhalb von 2 Wochen 5 Staubsauger einer Marke mit 5 Sternen bewertet?“, fragt er. Aber auch dieser Mitarbeiter sieht keinen Handlungsbedarf. T. verlangt, einen Vorgesetzten zu sprechen. Der Mitarbeiter verspricht, dass dieser zurückrufen werde.

Doch der Rückruf bleibt aus. Und auch eine weitere E-Mail-Beschwerde von T. prallt an Amazon ab. „Dies ist unsere abschließende Entscheidung. Es tut mir leid, falls Sie weiterhin Bedenken haben“, schreibt eine Mitarbeiterin. Die Mail en-

det mit einer Signatur, die in T.'s Ohren hohl klingt: „Unser Ziel: das kundenfreundlichste Unternehmen der Welt zu sein.“

## Warnung schnell gelöscht

Anfang 2016, über ein halbes Jahr später, sieht er sich noch einmal die Jolta-Produkte an – und stellt fest, dass die verdächtigen Rezessenten weiterhin 5-Sterne-Bewertungen schreiben. Jetzt platzt ihm der Kragen, er will zumindest andere Käufer warnen. Also verfasst er kritische Bewertungen unter 3 Jolta-Produkten: Es sei doch merkwürdig, dass viele der anderen Rezessenten so viele Jolta-Produkte mit 5 Sternen bewerten, schreibt er. Vor allem, wenn sie jeweils ein halbes Dutzend fast identische Staubsauger bejubeln.

3 Tage später erhält er überraschend eine Mail von Amazon: Man habe seine Rezessenten von der Webseite entfernt. „Wir bitten Sie, davon abzusehen, dieselben Rezessenten auf verschiedenen Produktseiten einzustellen“, schreibt das Unternehmen.

T. ist baff. Amazon findet und entfernt seine kritischen Rezessenten innerhalb von nur 3 Tagen, aber Hunderte verdächtige 5-Sterne-Rezessenten bleiben monatelang online? Trotz seiner Hinweise? Entgeistert bitte T. die c't-Redaktion um Hilfe.

Binnen weniger Minuten finden auch wir ein gutes Dutzend Profile, die auffällig viele Jolta-Produkte bewertet haben, und zwar fast ausschließlich mit 5 Sternen. Einige Rezessenten haben sogar rund 50 Jolta-Produkte angepriesen. Auch aus unserer Sicht liegt der Verdacht nahe, dass die Bewertungen gegen Entgelt verfasst wurden oder vom Hersteller beziehungsweise Verkäufer selbst stammen. Amazons Rezessionsrichtlinien schließen beides eindeutig aus. Deswegen bitten wir Amazon sowie Jolta um Stellungnahme.

Die Presseabteilung von Amazon verspricht, den Fall zu prüfen, meldet sich dann bis Redaktionsschluss allerdings nicht mehr. Jolta teilt uns mit, dass man keine Stellungnahme zur Veröffentlichung abgeben werde.

T. kauft weiterhin bei Amazon ein. Aber begeistert ist er von der Firma nicht mehr. Immer öfter fallen ihm unter No-Name-Produkten verdächtige Bewertungen auf. „Einen großen Teil der Fakes könnte man mit simplen Algorithmen sogar automatisch ausfiltern“, meint er. Darauf habe Amazon aber offensichtlich kein Interesse. (cwo@ct.de) **ct**

**Rezension: Scheffler 3kg Pflanzen Set in Granit / Keramik Beschichtung**

5★ ★ ★ ★ ★ Top Pflanzen!

2015-04-04

Ich habe die Pflanzen im Rahmen eines Preistests kauftest erhalten. Datum nochmals weiter Dark. Dieses hat aber keinen Einfluss auf meine Bewertung.

Plus: + Schnell und sichere Lieferung  
- Sehr gute Antritt - Beschreibung (Unter Keramik ?)  
- Gute und gut isoliert und werden nicht heiss  
- Pflanze erntet sich gleichmaessig

[Mehr lesen >](#)

**Rezension: NEUHEIT: Aqua Laser® Vacuum Jet PLUS Turbostart bestellbar**

5★ ★ ★ ★ ★ Guter Sauger!

2015-04-01

An diesem Sauger gibt es nichts zu rötheln. Er ist saugstark, leicht zu bedienen, leicht zu reinigen und verzichtet seine Arbeit, wie er will.

**Rezension: JOLTA @ KITCHEN STAR Haushaltgeräte für 7 Niedertarife...**

5★ ★ ★ ★ ★ Sehr gut!

2015-03-18

Die nutzmaschine ist durchaus robust für den geringen Preis. Beim Test funktioniert alles top. Die Reinigung ist auch einfach. Preis Leistung ist also top.

**Rezension: NEUHEIT: Aqua Laser Jet Stream Staubsauger Bodenstaubsauger**

5★ ★ ★ ★ ★ Top!

2015-03-07

Der Staubsauger ist wirklich sehr gut, scheckt die Wäschestapel als auch die Saugkette. Ich würde diesen Sauger jedenfalls weiter empfehlen

**Rezension: NEUHEIT: GENERATOR JOLTA® 11 kg Dampfreiniger Dampfreiniger**

5★ ★ ★ ★ ★ Guter Dampfreiniger!

2015-03-12

Der Jolta Staubsauger ist ein wundervoll entwickelter Dampfreiniger mit einem Preis an Zuhörer. Der Nutzer kann nicht alles ausprobieren ob Gänsesteck die Rückenbürste lassen sich leicht reinigen.

**Rezension: JOLTA® Staubsauger, Bodenstaubsauger, Bodenstaubsauger, Beutellos**

5★ ★ ★ ★ ★ Starke Sauger!

2015-03-05

Ich habe den Staubsauger selbst bereits ausprobiert. Ich finde ihn sehr handlich, da unsere Treppenhaus sehr eng ist, wie allerdings 2 Etagen oben, muss man den Staubsauger schwenken von oben nach unten und andernfalls tragen. Auch der Filter war sehr einfach herauszubekommen und zu reinigen.

**Rezension: JOLTA® Staubsauger, Bodenstaubsauger, Bodenstaubsauger, Beutellos**

5★ ★ ★ ★ ★ Sehr guter Sauger!

2015-03-23

Der Staubsauger ist SEHR SEHR stark. Stärker als immer 2400 W Staubsauger. Er ist wendig und das Kabel ist lang. Guteff mit

**Rezension: JOLTA® / HOFMANN Dual Zylinder Bodenstaubsauger**

5★ ★ ★ ★ ★ Sehr guter Sauger!

2015-03-09

Der Staubsauger ist überzeugend. Stärker als immer 2400 W Staubsauger. Er ist wendig und das Kabel ist lang. Guteff mit

**Rezension: JOLTA® Werkzeugkoffer 207kg Werkzeugkoffer Werkzeugkoffer**

5★ ★ ★ ★ ★ Top Werkzeugkoffer!

2015-03-06

Der Werkzeugkoffer ist ein mobiler Trolley mit allen Werkzeugen dass man so braucht. Die Qualität ist für Otto-Hausmann - Verbraucher wie mich vollkommen in Ordnung. Es ist einfach alles da was man an brauchen könnte. Preis / Leistung ist sehr sehr gut.

**Rezension: JOLTA® Werkzeugkoffer 207kg Werkzeugkoffer Werkzeugkoffer**

5★ ★ ★ ★ ★ Sehr guter Sauger

2015-03-06

Der Staubsauger ist überzeugend. Sieht fast aus wie ein Spiezeug aber die Saugleistung ist überzeugend. Durch die Größe (hah) ist es leicht zu reinigen. Handlich und auch das saugen die Treppen ist kein Problem mehr. Überzeugend zuhieden!

**Rezension: NEUHEIT: Version 2014: AQUA LASER GOLD ++ Dampfreiniger Dampf...**

5★ ★ ★ ★ ★ Spitze!

2015-03-08

Das Gerät ist großartig und sehr zu empfehlen! Es ist ein Klassiker und bringt damit zu saubern und ich möchte es nicht mehr missen!

**Rezension: JOLTA® / EB 10kg Topfset Marmor Granit Beschichtung Kochtopf...**

5★ ★ ★ ★ ★ Sehr guter Sauger!

2015-03-08

Das Topfset ist überzeugend. Sehr gut und sehr leicht. Ich kann es nicht mehr missen!

**Rezension: JOLTA® / ECO Staubsauger mit Wasserfilter 1400 Watt mit...**

5★ ★ ★ ★ ★ Super Sauger!

2015-03-11

Saugleistung ist sehr gut. Viel Ersparnis. Keine Heizschwund. Schlechtes Geräusch aufgrund des Wasserfilters. Laufstöcke I.O. (kratzt ein bisschen leicht an).

**Rezension: JOLTA® Miniautos 5 in 1 Pünktchen / Schreibset Set au...**

5★ ★ ★ ★ ★ Top!

2015-11-05

Sehr, sehr, sehr, sehr, sehr gut.

**Auszug aus dem Amazon-Profil von „Marvin Merkel“: 15 Dampfreiniger und Staubsauger von Jolta hat er mit 5 Sternen bewertet.**



# Fremdgänger

## Windows Subsystem für Linux und die Alternativen

**Vielbeachtete Neuerung auf Microsofts diesjähriger Entwicklerkonferenz Build war die Ankündigung eines „Windows Subsystem for Linux“ – mit seiner Hilfe soll eine bei Ubuntu geliehene Bash-Shell in Windows 10 Einzug halten. Mancher sah dadurch die Hölle zufrieren, andere hatten ein Déjà-vu: Für sie ist Linux oder Unix unter Windows selbstverständlich.**

**VON PETER SIERING**

Was Microsoft erklärtermaßen mit dem „Windows Subsystem für Linux“ (WSL) im Schilde führt, ist schnell beschrieben: Die enthaltene Ubuntu-Bash-Shell mit Bibliotheken und Paketverwaltung soll interessierte Entwickler ab-

halten, Linux-Distribution zu installieren, um neue Web-Techniken auszuprobieren, die auf einen reichhaltigen Open-Source-Stack angewiesen sind. Unter Windows lassen sich Perl, PHP, Rails und Co. nämlich bisher nur unter Schmerzen nutzen. In einer Ubuntu/Linux-Umgebung ist es dagegen ein Leichtes: Ein paar apt-get-Aufrufe und schon kann es losgehen.

Die Botschaft freilich, die viele aus Microsofts Ankündigung ableiten, ist eine andere: Windows lernt, Linux-Programme auszuführen. Die Übrigen reiben sich die Augen, denn das ist doch technisch schon seit Windows NT vorgesehen: Microsoft selbst hat mit den Services for Unix etwas im Angebot gehabt, mit der Cygwin-Umgebung ist es möglich, sogar Git für Windows bringt eine minimale Bash-Umgebung mit und Virtualisierung hilft ebenfalls dabei. Also: Wo sind die Unterschiede?

Noch ist der Weg zu einer Ubuntu-Bash-Shell unter Windows 10 à la Microsoft recht umständlich: Es geht nur mit einer aktuellen Vorabversion von Windows 10. Die lässt sich nicht direkt in einer als ISO verfügbaren Insider-Preview einrichten, sondern erfordert zunächst eine Aktualisierung auf Build 14316. Das gibt es nur im Fast-Ring als Upgrade. Erst dann steht die Beta des „Windows Subsystem für Linux“ (WSL) in der Systemsteuerung als Windows-Feature bereit. Die einzelnen Handgriffe für das Einrichten wiederholen wir nicht, unser Hands-on auf heise online fasst sie zusammen (siehe c't-Link).

Nach erfolgreicher Installation öffnet die Suche nach „Bash“ im Startmenü ein Fenster, das einen Prompt der Bash als Benutzer Root zeigt. Mit der Debian-Welt Vertraute können ganz normal wirbeln: Per apt-get install weitere Programme

installieren, sich mit den üblichen Befehlen vergewissern, dass es sich wirklich um eine Ubuntu-Umgebung handelt, und so weiter. Die Laufwerke von Windows sind im Unix-Dateibaum unter /mnt/ als Verzeichnis eingebunden. Die Zugriffsrechte entsprechen dem aktuell angemeldeten Windows-Nutzer.

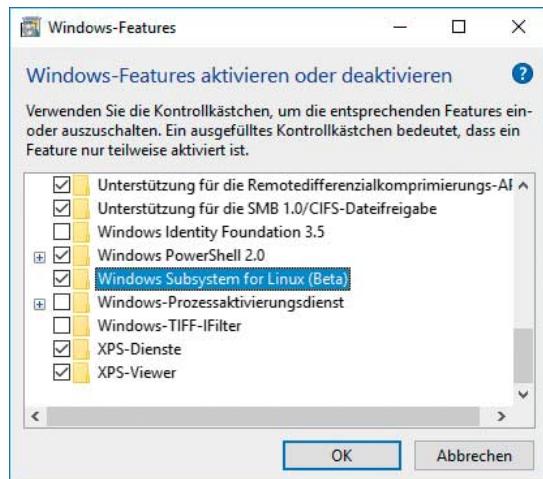
## Wo es krankt

Die Grenzen sind schnell ausgelotet: Dienste wie Apache laufen nicht freiwillig. Die in einer Unix-Umgebung nützlichen Log-Dateien bleiben leer (es läuft kein Daemon, der sie befüllen würde). Die Installation einer Rails-Umgebung mit einigen selbstzubackenden Gems gelingt auch nicht ad hoc. Gemeinheiten wie ein apt-get dist-upgrade, um Ubuntu 14.04 auf 16.04 zu aktualisieren, schlagen ebenfalls fehl. Immer wieder schimmert durch, dass in der Beta noch Linux-Syscalls, Geräteknoten oder Einträge im /proc-Dateisystem fehlen – also die Nachbildung der Schnittstellen eines Linux-Kernels unvollkommen ist.

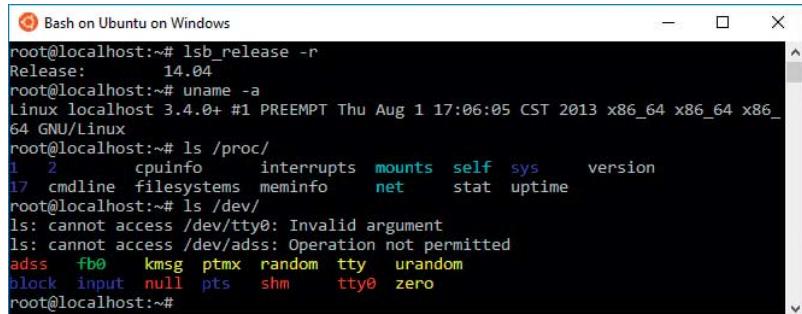
Ähnliches erlebt, wer Anwendungen für den Textmodus startet: Schon top oder nano überfordern derzeit die integrierte Terminal emulation im Windows-Konsolen-Gewand. Verblüffenderweise soll es klappen, auf Windows-Seite einen X-Server und dann Firefox auf Ubuntu-Seite zu starten. Wir haben darauf verzichtet, das Experiment nachzustellen, weil die Berichte im Netz auch diesen Programmen keine überzeugende Stabilität nachsagen.

Ein Blick hinter die Kulissen zeigt, dass die Ubuntu-Umgebung eine benutzerspezifische Installation ist. Sie landet in „AppData\Local\lxss\rootfs“ im Benutzerprofil. Wenn ein zweiter Nutzer ebenfalls Ubuntu ausprobieren will, lädt Windows eine weitere Kopie aus dem Netz herunter. Ein Fedora-Fan hat sich dieses Wissen zunutze gemacht und ersetzt mit ein wenig Trickseri die Ubuntu- durch Fedora-Dateien (siehe c't-Link).

Anzeige



Wer Bash-Luft unter Windows schnuppern will, muss mindestens Build 14316 der Insider-Preview von Windows installieren.

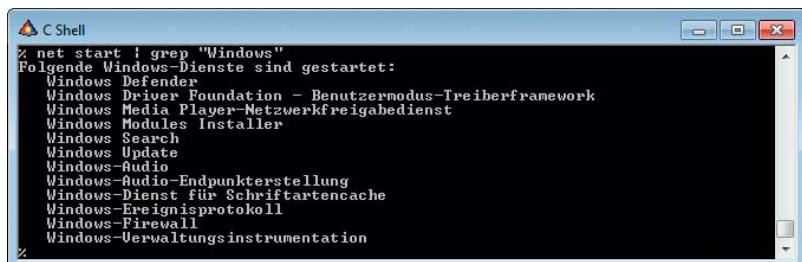


```

Bash on Ubuntu on Windows
root@localhost:~# lsb_release -r
Release:        14.04
root@localhost:~# uname -a
Linux localhost 3.4.0+ #1 PREEMPT Thu Aug 1 17:06:05 CST 2013 x86_64 x86_64 x86_64
64 GNU/Linux
root@localhost:~# ls /proc/
1 2  cpufreq  interrupts  mounts  self  sys  version
17 cmdline  filesystems  meminfo  net  stat  uptime
root@localhost:~# ls /dev/
ls: cannot access /dev/tty0: Invalid argument
ls: cannot access /dev/adss: Operation not permitted
adss  fb0  kms0  ptmx  random  tty  urandom
block  input  null  pts  shm  tty0  zero
root@localhost:~#

```

Mit der Beta-Version des Linux-Subsystems hat Microsoft viele überrascht, bis es wirklich die Installation einer Linux-Distribution ersetzen kann, ist noch viel Feinschliff nötig.



```

C Shell
z net start | grep "Windows"
Folgende Windows-Dienste sind gestartet:
Windows Defender
Windows Driver Foundation - Benutzermodus-Treiberframework
Windows Media Player-Netzwerkfreigabedienst
Windows Modules Installer
Windows Search
Windows Update
Windows-Audio
Windows-Audio-Endpunktsteuerung
Windows-Dienst für Schriftartencache
Windows-Ereignisprotokoll
Windows-Firewall
Windows-Verwaltungsinstrumentation
z

```

Die von Microsoft aufgegebenen Services for Unix waren vor allem ein Angebot an Entwickler, Unix-Software auf Windows ans Laufen zu bringen. Trotzdem war deren Integration deutlich weiter fortgeschritten als die des Linux-Subsystems.

Der Vergleich des aktuellen Ansatzes Microsofts mit einer älteren Lösung, den Services for Unix (SFU) liegt nahe – die gab es als nachinstallierbares Feature für Windows 7 Ultimate, Windows 8 Enterprise und Server 2012. Die Verankerung in Windows scheint sich vom Namen her zu gleichen: SFU und Ubuntu scheinen als Subsystem implementiert zu sein, nutzen also als Basis eine mit Windows NT eingeführte Software-Schicht, die nicht auf dem Windows-API, sondern einem abstrakteren NT-API aufbaut.

Mit solchen Subsystemen trachteten die NT-Entwickler seinerzeit subtile Unterschiede von Systemarchitekturen besser ausgleichen zu können: Groß-/Kleinschreibung von Dateinamen, Unterschiede in der Prozesserstellung, Details in der Thread-Implementierung und so weiter. Richtig Fahrt nahmen die aber nie auf: Das OS/2-Subsystem blieb schnell auf der Strecke, Posix, an das SFU andockte, später. Nur Windows überlebte.

Ob jetzt Linux als Subsystem hinzukommt oder ob Microsoft einen anderen

Weg zur Implementierung gewählt hat, ist nicht ganz klar. Sucht man nach den typischen Anzeichen für das Hinzufügen eines Subsystems, nämlich Einträgen in der Registry unter HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Session Manager\SubSystems, so finden sich dort keine Spuren.

Ein vergleichender Blick per Process Explorer auf laufende Unix/Linux-Programme zeigt ein ähnliches Bild: Ein in den SFU gestarter Editor Vi ist als Prozess neben Explorer und so weiter sichtbar. Ein in WSL ausgeführter Vi dagegen ordnet der Process Explorer unterhalb von services.exe ein. Das sieht nicht nach Subsystem, sondern nach Dienst aus.

Kurz vor Redaktionsschluss verriet Microsoft weitere Details: Für WSL haben die Entwickler dem Windows-Kernel Übersetzungskomponenten an die Seite gestellt, die versuchen, die Linux-Kernelschnittstellen nachzubilden. Der verantwortliche Projektmanager erklärte, dass dort die Anzahl der zu berücksichtigen APIs deutlich geringer sei, als wenn man

sich an höheren Schnittstellen in Linux versucht hätte. Details erläuterte er in einem Channel-9-Video (siehe c't-Link).

Ein wesentlicher Unterschied zwischen WSL und SFU besteht darin, in welchem Format die ausführbaren Programme vorliegen. Für SFU hat Microsoft „Portable Executable“ (PE) benutzt, also das selbe wie für Windows-Programme. Bei den per WSL gestarteten Programmen handelt es sich hingegen um das „Executable and Linking Format“ (ELF), das Linux verwendet. So gelingt es überhaupt nur, die Ubuntu-Programmdateien ohne jede Änderung unter Windows auszuführen.

Praktisch bedeutet das aber, dass die Korn-Shell der SFU-Umgebung beliebige Programme startet. Sie führt etwa Notepad zum Bearbeiten einer Textdatei aus oder verbindet die Ausgabe des Windows-Kommandos net start mit Unix-Tools wie awk, um sie dort zu verarbeiten. Aus einer WSL-Bash heraus gelingt so etwas zur Zeit nicht. WSL isoliert Windows- und Linux-Welten. Nur das Dateisystem ist sichtbar.

## Was alternativ hilft

Der Wunsch, unter Windows Linux-Programme auszuführen, ist so alt wie die anderen Lösungen dafür. Viele sind verwaist: coLinux etwa, das einen Linux-Kernel parallel zu Windows ausführte, sich dort aber einen eigenen Adressraum abknipste, wird schon lang nicht mehr weiterentwickelt. Eine 64-Bit-Version ist nie erschienen. So bleiben heute zwei sinnvolle Ansätze: Das Ausführen von für Windows kompilierten Binärdateien als reguläre Windows-Prozesse, wie es die Cygwin-Umgebung erlaubt, oder Virtualisierung.

Cygwin liefert einen Großteil der Programme, die eine Linux/Unix-Umgebung ausmacht, als freie Software, die nativ unter Windows läuft. Das gelingt durch eine DLL, die die Posix-üblichen Schnittstellen auf Windows-API-Aufrufe abbildet. Damit ließ sich ein Großteil der Software aus der Unix/Linux-Welt auf Windows portieren.

Wie auch bei den Programmen aus der Microsoft-SFU-Welt handelt es sich bei den Binärdateien um das PE-Format. Windows- und Unix-Programme und Aufrufe lassen sich nach Belieben mischen, also die Ausgaben von net start mit awk verarbeiten. Die Cygwin-Bash kann direkt

Notepad aufrufen. Wer mit `ps -W` unter Cygwin die Prozessliste abruft, sieht darin auch Windows-Programme. Die lokal erreichbaren Dateisysteme sind als `/cygdrive/c/` et cetera zugänglich.

Die Installation von Software und das Einspielen von Updates ist mit Cygwin gewöhnungsbedürftig. Letztlich übernimmt diese Aufgabe die Installationsroutine. Die Suchfunktion hilft aber, gezielt einzelne Komponenten aufzutreiben, etwa eine bash zu installieren. Die Installationsroutine lädt wie ein Linux-Paketmanager abhängige Pakete automatisch.

Ausgehend von einer Anleitung für die Installation einer Rails-Umgebung für Linux muss man mit Cygwin schon eine ganze Weile zirkeln, bis man die nötigen Programme in der Installationsroutine markiert und installiert hat. Das wird sich nur antun, wer hier Windows- und Unix-Welt vereinen muss. Nützlich sein kann Cygwin durchaus schon für einfache Aufgaben, etwa wenn man sich einen SSH-Zugang zu Windows schaffen möchte.

Als Binärpaket ausgelieferte Open-Source-Software wie „Git für Windows“ greift oft auf einen anderen Ansatz zurück: MinGW liefert eine Umgebung, um Programme mithilfe der GNU-Entwicklungstools als native Windows-Software zu übersetzen. Wer solche Software auf Windows installiert, findet hinterher eine minimale Bash ohne den Overhead einer Cygwin-Umgebung vor.

Zu Virtualisierung gibt es nicht viel zu sagen: Nehmen Sie für den Wirt die Lösung Ihrer Wahl und installieren Sie eine Linux-Distribution als Gast hinein. Sogenannte Integrationsdienste helfen dabei, Daten zwischen Wirt und Gast auszutauschen. Ein transparenter Zugriff auf das vollständige Dateisystem des Wirts ist nicht vorgesehen, sondern meist ein Austausch über spezielle Freigaben.

Snapshots erlauben mutige Experimente in den virtuellen Maschinen. Per Mausklick ist eine vergurkte Installation wieder aufgerichtet – passende Funktionen fehlen SFU und WSL komplett. Deswegen scheinen sie heute doch etwas aus der Zeit gefallen. Apropos: Hätte Microsoft vor einigen Jahren Linux nicht für ein Krebsgeschwür gehalten und alle Entwicklungen rund um SFU eingesammelt, so gäbe es heute bereits ein echtes, prosperierendes Linux-Subsystem (einige Highlights unserer Recherche finden Sie über den c't-Link).

Unabhängig von Fehlern und Unzulänglichkeiten der aktuellen Beta-Version: Das Windows-Subsystem für Linux bleibt nicht nur hinter dem technisch machbaren, sondern auch hinter den Erwartungen zurück. Die schürt Microsoft auch nicht gerade: Das Feature soll irgendwann in den Desktop-Versionen von Windows 10 auftauchen, um dort Entwicklern das Leben zu erleichtern. Die Server soll es nicht bereichern. Vorerst bleibt Virtualisierung das Mittel der Wahl, wenn Linux unter Windows laufen soll. Wer hingegen Linux-Tools unter Windows nutzen will, greift vorerst weiter zu Cygwin. (ps@ct.de) **ct**

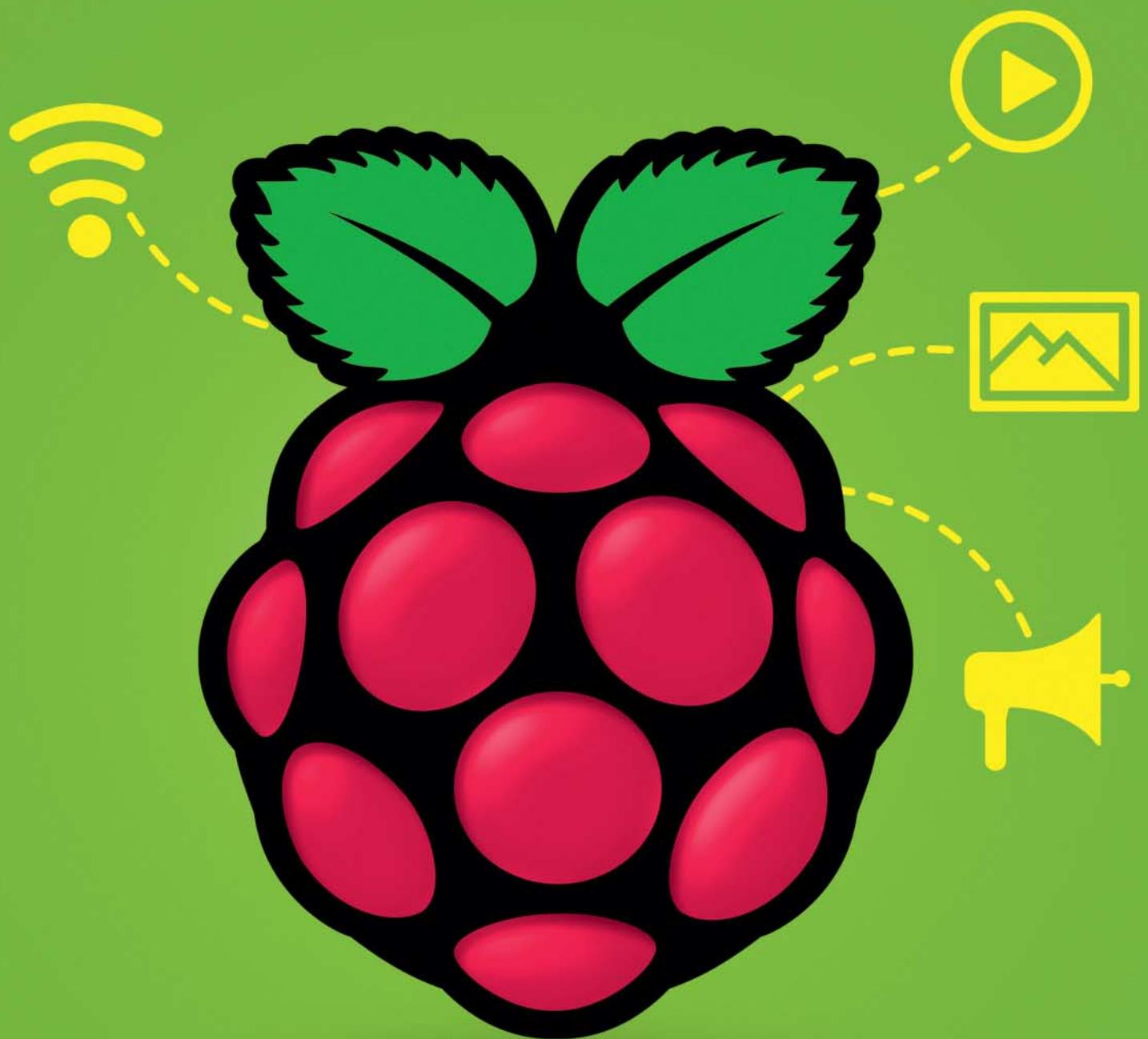
**Hands-on, Downloads, Historisches zu SFU,**  
**Channel-9-Video: [ct.de/ykev](http://ct.de/ykev)**

Anzeige

# Originelle Raspi- Projekte

**Nützliche, nerdige und neue  
Ideen für den Raspberry Pi**

<b>Erste Schritte mit dem Raspberry Pi ..</b>	<b>Seite 82</b>
<b>Raspi in the Middle .....</b>	<b>Seite 88</b>
<b>Raspi-Mediencenter mit Kodi .....</b>	<b>Seite 94</b>
<b>Raspi als Gäste-WLAN-Automat .....</b>	<b>Seite 98</b>
<b>Raspi als Foto-Server .....</b>	<b>Seite 104</b>
<b>Raspi als Entropie-Server .....</b>	<b>Seite 108</b>



# Frisch gebacken

## Erste Schritte mit dem Raspberry Pi

**Der Raspberry Pi ist die ideale Grundlage für Hardware-Basteleien. Egal ob Heimserver, Steuerzentrale oder Medienspieler: An Ideen für den sparsamen Minirechner mangelt es nicht. Unser Einstieg hilft bei den ersten Schritten: von der Auswahl des richtigen Modells über das passende Betriebssystem bis zum ersten Python-Code.**

VON JOHANNES MERKERT

**K**lein, billig, sparsam, einfach: Der Raspberry Pi ist ein kompletter Computer mit den Seitenmaßen einer Kreditkarte, der nicht mal 40 Euro kostet. Die aktuelle Version 3 bietet sowohl eine Ethernet-Schnittstelle als auch integriertes WLAN, wodurch er sich zur Netzwerkanalyse eignet (siehe Seite 88). Sein System on a Chip (SoC) enthält neben vier ARMv8-Kernen (1,2 GHz) auch einen Hardware-Videodecoder [1]. Damit eignet er sich als Medienspieler mit dem Player-Frontend Kodi (siehe Seite 94). Mit seinem Hardware-Zufallszahlengenerator verteilt er sicheren Zufall im Heimnetz (siehe S. 108). Über ein passendes Display (Display- und Touch-Controller sind integriert) kann er einen täglich wechselnden WLAN-Schlüssel anzeigen

(siehe S. 98). Ein Audioausgang mit 3,5-mm-Klinkenbuchse ist genauso an Bord wie ein Anschluss für eine HD-Kamera. Trotzdem verbraucht er im Leerlauf nur 2 und unter Last weniger als 5 Watt. Das macht ihn zum sparsamen Heimserver, beispielsweise für die Fotosammlung (siehe S. 104).

Dieser Artikel zeigt Ihnen, wie Sie einen Raspi in Betrieb nehmen und konfigurieren. Als Start ins erste eigene Projekt erklären wir, wie ein paar Zeilen Python eine angeschlossene LED zum Blinken bringen – das „Hallo Welt“ der Hardware-Bastler.

### Beschaffung

Raspis gibt es bei Elektronik-Versendern, die auch die zum Beispiel-Projekt passen-

de LED liefern können. Außerdem haben ihn einige gut sortierte Elektronikmärkte im Programm. Es gibt mehrere Modelle: Aktuell ist der Raspberry Pi 3 (Modell B) die erste Wahl. Der billigere (und langsame) Pi Zero eignet sich nur für sehr spezielle Aufgaben, da ihm einige Schnittstellen fehlen. Ältere Modelle bieten deutlich weniger Leistung bei unwesentlich kleinem Preis.

Strom bezieht der Raspi über ein Micro-USB-Netzteil, das mindestens 2 Ampere liefern sollte. Passende Modelle kosten weniger als 15 Euro. Handy-Netzteile sind für den Raspi oft zu schwach; umgekehrt können Sie mit dem Netzteil Ihres Raspi aber Ihr Handy laden. Wenn Sie ein vorhandenes Netzteil verwenden möchten, sollten Sie überprüfen, ob es genug Strom liefert. Die relevante Angabe ist meist irgendwo klein aufgedruckt.

Das Betriebssystem residiert auf einer Micro-SD-Karte. Der Hersteller empfiehlt mindestens 4 GB mit Klasse 4. Wir haben mit 32 GB großen Klasse-10-Karten gute Erfahrungen gemacht: Sie kosten 9 Euro, sind schnell und bieten auch dann genug Platz, wenn bei Projekten ein paar Daten anfallen. Zur Installation müssen Sie die Karte von einem PC oder Mac aus bespielen. Da viele Notebooks nur normal große SD-Karten lesen, legen



**Auf dem Raspberry Pi läuft ein Linux mit grafischem Desktop. Das Tool raspi-config dient als Oberfläche für die häufigsten Einstellungen**

Hersteller üblicherweise Adapter auf Micro-SD bei.

## Installation

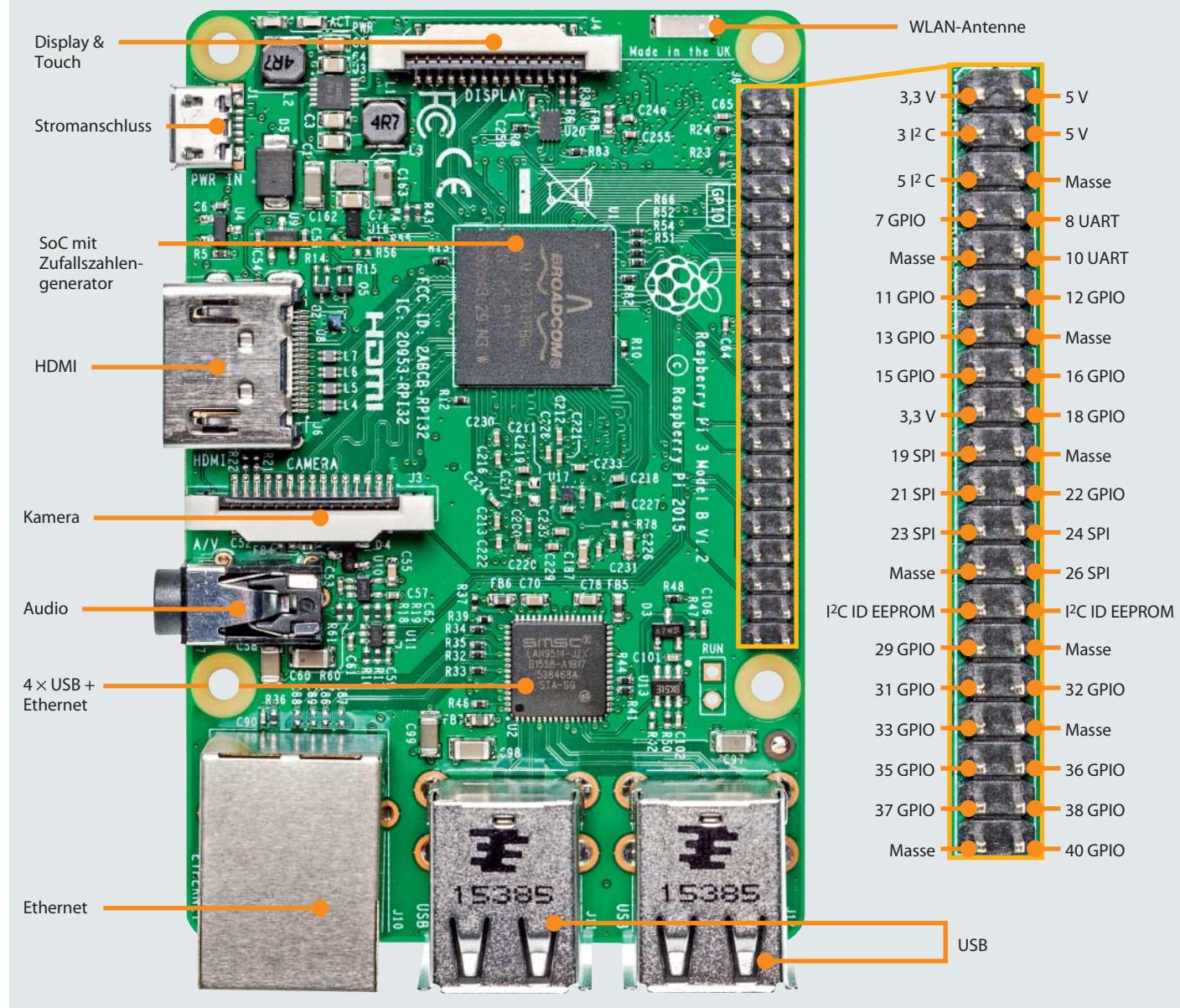
Auf raspberrypi.org stehen verschiedene kompatible Betriebssysteme zum Download. Statt zu grübeln, welchen Sie brauchen, laden Sie am besten das Installer-System NOOBS (New Out Of the Box Software) herunter. NOOBS verwandelt sich beim ersten Start in das Linux, das Sie auswählen.

Formatieren Sie die Micro-SD-Karte zunächst mit FAT32. Entpacken Sie das heruntergeladene Zip-Archiv auf Ihrem Rechner und kopieren Sie seinen gesamten Inhalt auf die Karte. Wenn Sie später das System wechseln wollen, müssen Sie diese beiden Schritte wiederholen. Stecken Sie die Karte in den Raspi und schließen einen Monitor per HDMI, Tastatur und Maus über USB und zuletzt das Netzteil an. Der Raspi hat keinen Power-Knopf: Er fährt hoch, sobald er Strom bekommt.

NOOBS begrüßt Sie mit der Betriebssystemauswahl. Wählen Sie für den Einstieg das Standardsystem „Raspbian“ aus, eine Version von Debian. Anleitungen für Debian oder Ubuntu funktionieren fast immer auch unter Raspbian. Das System eignet sich für fast alle Projekte. Falls ein Projekt ein anderes System voraussetzt, steht dies explizit dabei. Die Verwandlung von NOOBS in Raspbian dauert ein paar Minuten. Ein Klick auf OK beendet NOOBS, woraufhin Rasp-

# Komponenten des Raspberry Pi

Im Gegensatz zu kleinen PCs eignet sich der Raspi durch seine GPIO-Pins auch für Steuerungsaufgaben.





Der NetworkManager zeigt die verfügbaren WLAN-Netze.

bian direkt in seinen grafischen Desktop startet.

## Einstellungen

Zum Ändern von Systemeinstellungen steht `raspi-config` bereit. Beim Tastaturlayout hat das Tool im Test allerdings versagt: Die Einstellung für die deutsche Tastatur ging bei jedem Neustart wieder verloren. Die Einstellungen des grafischen Desktops zeigten sich weniger vergesslich: Dort lässt sich ebenso bequem auf die deutsche Tastatur umschalten – und es hält.

Für Netzwerkeinstellungen einschließlich der Auswahl des WLAN dient der NetworkManager. Sie erreichen ihn über das Netzwerk-Symbol links neben der Uhr in der oberen Leiste.

Um mit Python eine LED anzusteuern, müssen Sie eine kleine Schaltung aus einer LED und einem Vorwiderstand aufbauen. Für solche Schaltungen gibt es Steckbretter (engl. Breadboards), auf denen sich Bauteile ohne Lötkolben zusammenstecken lassen. Steckbrett, LED und 220-Ohm-Widerstand sind günstige Standardbauteile, die Sie für insgesamt drei bis vier Euro beim Elektronikhändler bekommen. Spartipp: Alte IDE-Kabel passen exakt auf die Pin-Leiste des Raspi.

Betreiben Sie keine LED ohne Vorwiderstand, da das die LED oder sogar den Raspi beschädigen kann. Das Beispielprojekt verwendet zwei Verbindungen, die auf der äußeren Reihe der Pin-Leiste liegen: GPIO-Pin 12 und eine Masseverbindung (Pin 6). Sie können auch eine beliebige andere Masse-Verbindung der Stiftleiste verwenden. Wenn Sie einen anderen GPIO-Pin wählen, müssen Sie das Programm anpassen.

## Programmieren

Für das Programm legen Sie im Home-Verzeichnis eine neue Datei namens `blink.py` an. Ein Doppelklick darauf öffnet

```
1 import RPi.GPIO as IO
2 import time
3 IO.setmode(IO.BOARD)
4 IO.setup(12, IO.OUT)
5 state = True
6 while True:
7     IO.output(12, state)
8     state = not state
9     time.sleep(1)
```

Diese neun Zeilen Python bringen eine LED an Pin 12 zum Blinken.

automatisch die einfache Entwicklungsumgebung IDLE.

Das Beispielprogramm kommt mit neun Zeilen aus: Die erste bindet das Modul zum Zugriff auf die GPIO-Pins unter dem Namen „IO“ ein. Das Einbinden einer installierten Bibliothek heißt in Python `import`. Die zweite Zeile importiert das Modul `time`, das das Programm eine bestimmte Zeitspanne schlafen legen kann.

Zeile 3 legt fest, welches Nummerierungsschema das Programm für die Pins verwendet. Zur Wahl stehen die Nummern auf dem Raspi (`IO.BOARD`) oder die an den Lötverbindungen des SoC (`IO.BCM`). Zeile 4 konfiguriert Pin 12 zur Ausgabe. Sie können Pins auch als Eingänge konfigurieren, um beispielsweise einen Taster abzufragen.

Zum Blinken schaltet der Code die Variable `state` (Zeile 5) von `True` auf `False` und zurück (Zeile 8). In der Endlosschleife ab Zeile 6 setzt das Programm den GPIO-Pin 12 auf den Wert von `state`. Damit geht die LED bei jedem Schleifendurchlauf entweder an oder aus. Die letzte Zeile legt das Programm zwischendurch für eine Sekunde schlafen. Ohne diese Verzögerung würde die LED so schnell blinken, dass es wie ein kontinuierliches Leuchten aussähe.

In IDLE starten Sie das Programm über „Run“, „Run Module“ oder F5. Auf der Konsole startet es mit:

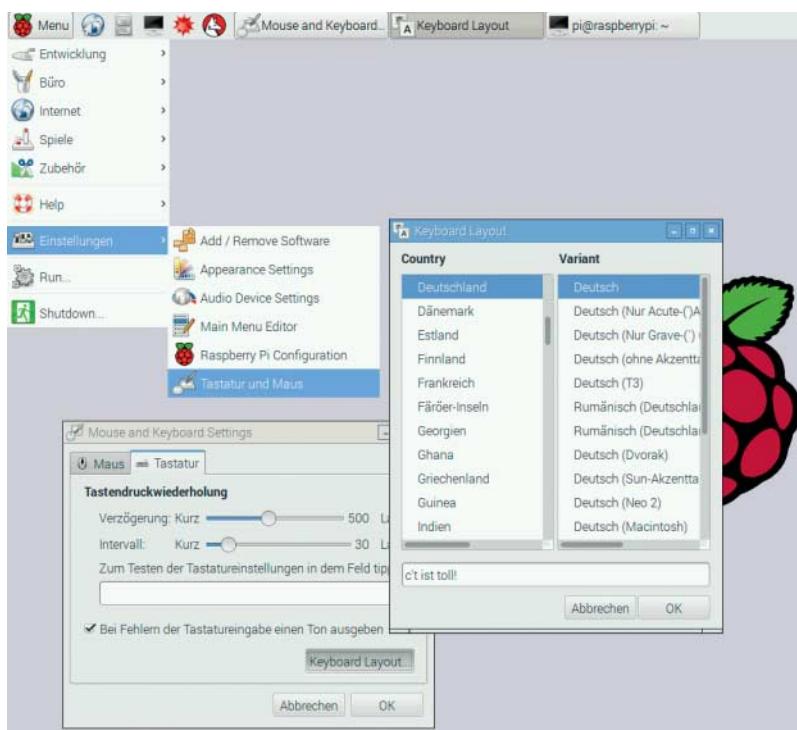
```
python blink.py
```

Viel Spaß beim Steuern, Automatisieren, Programmieren und Basteln.

(jme@ct.de)

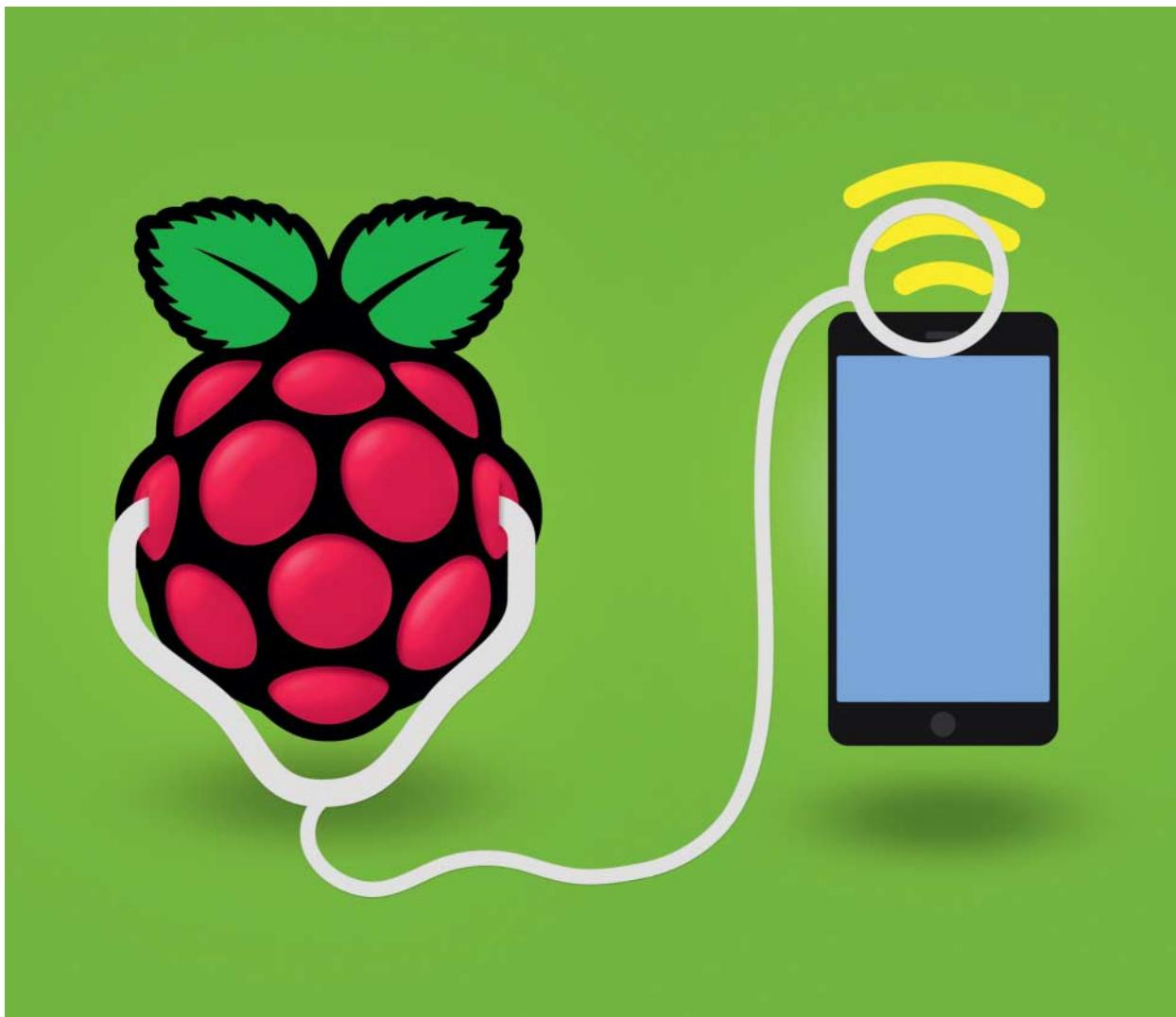
## Literatur

[1] Maik Merten, Überreife Himbeere, Wie es mit dem Raspberry Pi weitergeht, c't 08/16, S. 148



Über die grafischen Einstellungen lässt sich das Tastaturlayout bequem auf Deutsch umstellen.

Anzeige



# Mittendrin aufgehackt

## Raspberry Pi als Hacking-Werkzeug für SSL- und Man-in-the-Middle-Angriffe

**Wissen Sie eigentlich, was Ihr PC und Smartphone an Daten ins Internet übertragen? Mit einem zum Hacking-Werkzeug umgebauten Raspberry Pi können Sie den Netzwerkverkehr analysieren – und sogar verschlüsselte Daten abfangen. Wir zeigen, wie Sie sich das Gerät leicht selbst bauen.**

VON MIRKO DÖLLE

**W**ehe, wenn sie eingeschaltet: iPhone und iPad melden sich ganz selbstverständlich in Cupertino und fragen nach den neuesten Updates, Android-Geräte kontaktieren zuvorkommend ihre Hersteller, und Dutzende installierte Apps im Hintergrund sind auch äußerst kommunikationsfreudig, wenn sie einen Internetzugang entdeckt haben. Beim PC ist es kaum besser, nicht nur das Betriebssystem telefoniert auf der Suche nach Updates nach Hause, auch der VirensScanner lädt sich sofort die neuesten

Signaturen herunter und bekundet nebenbei seine Anwesenheit im Netz der Netze – welche Dienste sonst noch im Hintergrund Daten übertragen, wissen nur die Wenigsten. Bei vernetzten Geräten wie NAS, IP-Kamera oder intelligenter Heizungssteuerung hat man meist gar keinen Einblick, was wann wohin gesendet wird.

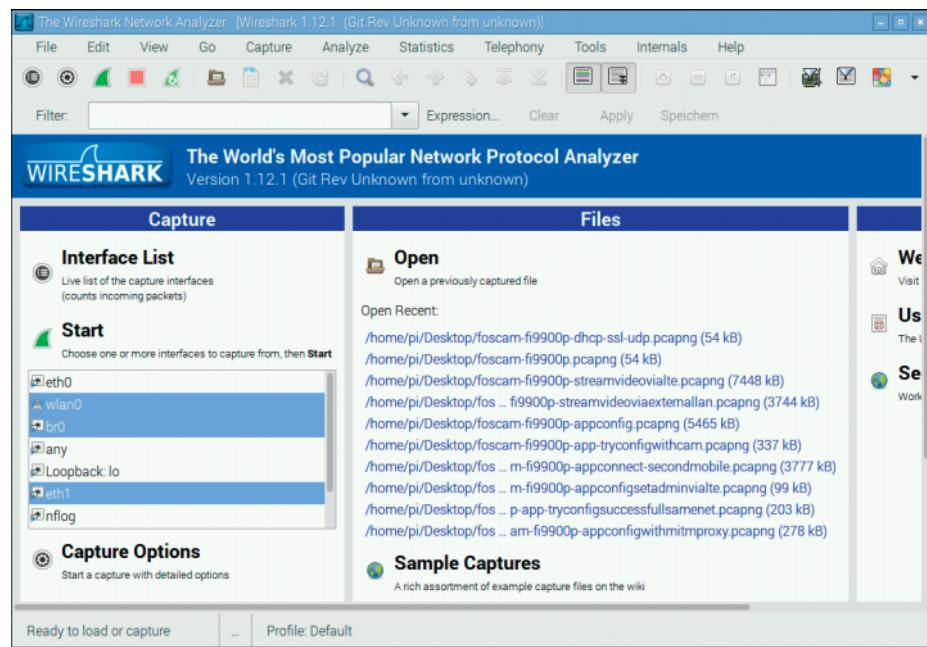
Solche Einblicke bringt ein zum Hacking-Werkzeug umgebauter Raspberry Pi, der sich als WLAN- und Ethernet-Router ausgibt und als „Raspi in the Middle“ den Datenverkehr belauscht – so-

gar, wenn dieser verschlüsselt ist. Dazu kommen der Netzwerk-Sniffer Wireshark und zwei spezielle Proxy-Dienste zum Einsatz: Der eine versucht, Links zu verschlüsselten Websites gegen unverschlüsselte URLs auszutauschen, der zweite greift die Verschlüsselung mit gefälschten Zertifikaten an und enthüllt so, was die Programme tatsächlich übertragen. Der Nachbau kostet gut 60 Euro.

## Raspi als Router

Seine Internetverbindung erhält der Raspi über seine Ethernet-Buchse, etwa von Ihrem DSL-Router, und stellt sie als NAT-Router den Opfern zur Verfügung. Damit sich auch der Netzwerkverkehr von Smartphones und anderen drahtlosen Geräten mitschneiden lässt, empfiehlt sich der Raspberry Pi 3 – Sie können aber auch einen Raspi 2 mit einem WLAN-Adapter ausstatten. Ein USB-Ethernet-Adapter für gut 10 Euro erlaubt außerdem die Beobachtung kabelgebundener Netzwerkgeräte.

Als Betriebssystem verwenden wir Raspbian, dessen Einrichtung auf Seite 84 beschrieben ist. Die Netzwerkkonfiguration erfolgt jedoch nicht über den Network Manager, sondern manuell in der Datei /etc/network/interfaces. Hintergrund dafür ist, dass WLAN und USB-Ethernet-Adapter später gemeinsam genutzt werden sollen. Seine eigene Internetanbindung (WAN) erhält der Raspi über den internen Ethernet-Anschluss, die Konfiguration er-



Wireshark eignet sich gut als Netzwerk-Sniffer. Durch die Wahl des richtigen Interface – br0 für alle Opfer, eth1 für die per Ethernet angeschlossenen und wlan0 für die WLAN-Geräte – behält man leichter den Überblick.

folgt per DHCP – weshalb Sie folgende Zeilen an die Datei /etc/network/interfaces anfügen:

```
auto eth0
iface eth0 inet dhcp
```

Für die Opfergeräte, die per USB-Ethernet- oder WLAN-Adapter angebunden sind, soll der Raspi als Router inklusive NAT (Network Address Translation) fungieren und ihnen eine Internetverbindung bereitstellen. Damit wie bei einem herkömmlichen WLAN-Router auch die per

Ethernet angebundenen Geräte jene aus dem WLAN kontaktieren können und sich außerdem im selben Subnetz befinden, fassen Sie den USB-Ethernet-Adapter eth1 und den WLAN-Adapter wlan0 zu einer Bridge zusammen. Dazu müssen Sie das Paket bridge-utils nachinstallieren, die Konfiguration der Bridge erfolgt in der Datei /etc/network/interfaces durch folgende Zeilen:

```
auto br0
iface br0 inet static
    bridge_ports eth1 wlan0
    address 192.168.250.1
    netmask 255.255.255.0
```

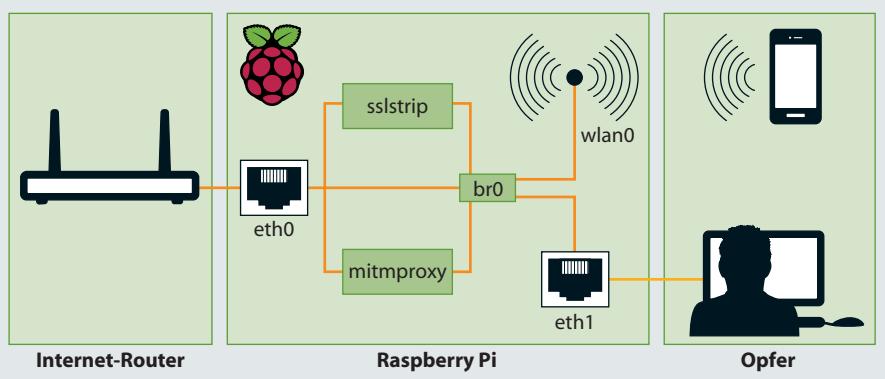
Das fügt die Schnittstellen eth1 und wlan0 zur Bridge br0 zusammen und konfiguriert die Bridge mit der statischen IP-Adresse 192.168.250.1. Damit die Schnittstellen eth1 und wlan0 unkonfiguriert bleiben und auch vom Network Manager in Ruhe gelassen werden, müssen Sie noch zwei weitere Zeilen ergänzen:

```
iface eth1 inet manual
iface wlan0 inet manual
```

Damit der Raspberry Pi als WLAN-Access-Point arbeitet, installieren Sie das Paket hostapd nach. Anschließend laden Sie sich über den c't-Link am Ende des Artikels die von uns vorbereitete Konfigurationsdatei hostapd.conf herunter, speichern sie in /etc/hostapd und passen die Einstellungen an – vor allem die Netz-

## Raspi in the Middle

Über einen USB-Ethernet- und einen WLAN-Adapter, die zur Bridge zusammengefasst sind, arbeitet der Raspberry Pi wie ein herkömmlicher WLAN-Router inklusive NAT. Seine eigene Internetverbindung erhält er über die interne Ethernet-Schnittstelle.



werk- und Bridge-Einstellungen sowie die SSID und die Verschlüsselung:

```
interface=wlan0
bridge=br0
ssid=raspi-in-the-middle
wpa=1
wpa_passphrase=raspi-in-the-middle
wpa_key_mgmt=WPA-PSK
wpa_pairwise=CCMP
rsn_pairwise=CCMP
```

Das Beispiel zeigt die Konfiguration des WPA-verschlüsselten WLAN raspi-in-the-middle mit dem gleichnamigen Pre-Shared Key. Wir haben die SSID absichtlich so auffällig gewählt, damit sich niemand versehentlich mit dem WLAN verbindet. Verwenden Sie einen günstigen WLAN-Adapter mit Realtek-Chip, benötigen Sie den HostAP-Daemon des Herstellers, den Adafruit fertig übersetzt zum Download anbietet (c't-Link am Ende des Artikels). Kopieren Sie die Binärdatei aus dem Zip-Archiv einfach in das Verzeichnis

/usr/sbin. Außerdem müssen Sie den Namen des Treibers in der Konfigurationsdatei hostapd.conf korrigieren:

```
driver=rtl8171drv
```

Für den Raspi 3 und alle anderen WLAN-Adapter können Sie den Standard-Treiber nl80211 und den vorinstallierten HostAP-Daemon benutzen. Damit der Dienst in Zukunft automatisch startet, tragen Sie noch den Pfad der Konfigurationsdatei in /etc/default/hostapd unter DAEMON\_CONF ein.

### DHCP für die Opfer

Wie für einen WLAN-Router üblich sollte der Raspi seinen Opfern auch einen DHCP- und DNS-Server bereitstellen. Diese Aufgabe übernimmt der Dienst dnsmasq aus dem gleichnamigen Paket. Damit der Dienst lediglich die USB-Adapter bedient, müssen Sie die Bridge als einziges Interface in der Datei /etc/dnsmasq.conf angeben. Außerdem benö-

tigt der Dienst noch den Adressbereich für die DHCP-Clients:

```
interface=br0
dhcp-range=192.168.250.50,192.168.250.150,24h
```

Schließlich müssen Sie noch dafür sorgen, dass der Raspi künftig die von den USB-Adaptoren empfangenen Pakete ins Internet weiterleitet. Dazu aktivieren Sie die Paketweiterleitung für IPv4 und IPv6 durch folgende Einträge in der Datei /etc/sysctl.conf:

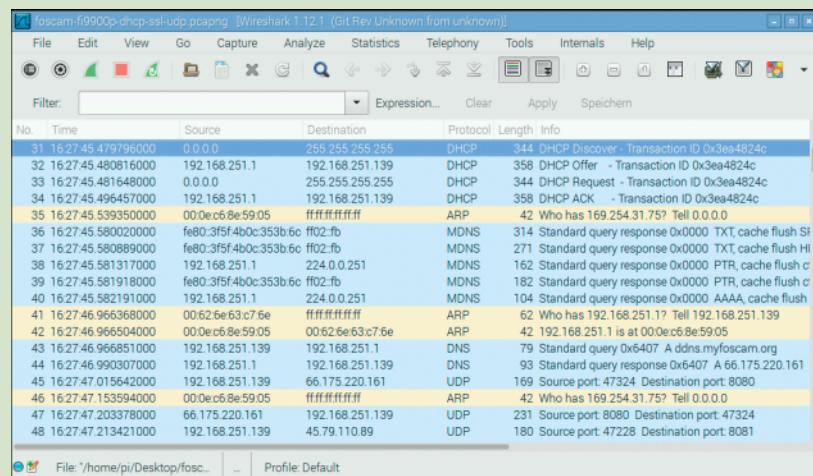
```
net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

Nun fehlt noch die Adressumsetzung per NAT, damit die Antwortpakete aus dem Internet auch ihren Weg zu den Opfergeräten finden. Dafür ist die Firewall des Raspi zuständig, der notwendige Befehl lautet:

```
sudo iptables -t nat -A POSTROUTING \ -o eth0 -j MASQUERADE
```

## Telefonitis diagnostiziert

Ob ein Gerät von sich aus Server im Internet kontaktiert, lässt sich mit Wireshark auf dem Raspi in the Middle leicht feststellen. Dazu starten Sie zuerst Wireshark und wählen als Device die Schnittstelle aus, an der Sie das Opfergerät anschließen wollen. Wir haben das mit einer IP-Kamera von Foscam [1] am Ethernet-Anschluss eth1 ausprobiert. Zuletzt schließen Sie das Kamera-Netzteil an und sehen in Wireshark von der ersten Sekunde an, was das Opfer tut.



Dabei ist es meist gar nicht nötig, in die Datenpakete (siehe Abbildung links) selbst hineinzusehen: Schon anhand der Kommunikationspartner und der Kurzinformation in der letzten Spalte von Wireshark sehen Sie, dass die Kamera unmittelbar nach Zuweisung der Adresse 192.168.251.139 per DHCP (Pakete 31 bis 34) den Nameserver unseres Raspi (192.168.251.1) nach der Adresse von Foscams DDNS-Dienst fragt (Paket 44). Die Antwort aus Paket 44, die IP-Adresse 66.175.220.161, benutzt die Kamera gleich darauf zum Aufbau einer UDP-Verbindung (Pakete 45 und 47). Zudem baut die Kamera mit Paket 48 eine Verbindung zur IP-Adresse 45.79.110.89 auf – mit unbekanntem Zweck. Das Log beweist auch, dass die Kamera die Adresse des zweiten Servers nicht beim Nameserver erfragt hat, sie also entweder fest programmiert oder zuvor von Foscams DDNS-Dienst übertragen worden sein muss.

**Ein Blick auf das Kommunikationsprotokoll enthüllt, dass die IP-Kamera sofort zwei Server kontaktiert, nachdem sie per DHCP eine IP-Adresse erhalten hat.**

Damit Sie diesen Befehl nicht nach jedem Neustart wieder neu eingeben müssen, installieren Sie das Paket `iptables-persistent` nach und lassen im automatisch gestarteten Konfigurationsdialog des Pakets die aktuelle Firewall-Konfiguration speichern. Haben Sie später weitere Regeln hinzugefügt, die Sie automatisch nach jedem Start wiederherstellen lassen wollen, genügt der Aufruf von

```
dpkg-reconfigure iptables-persistent
```

um die aktuellen Firewall-Regeln dauerhaft zu speichern. Damit ist die Konfiguration des Raspberry Pi als NAT-Router abgeschlossen und Sie sollten den Mini-Rechner neu starten, damit alle Dienste und Einstellungen neu geladen werden.

## Abgehört

Sie können nun die Opfer-Geräte mit dem Raspberry Pi verbinden. Für die Beobachtung empfehlen wir Ihnen das grafische Sniffing-Tool Wireshark aus dem gleichnamigen Paket: Das Programm können Sie auch auf Ihrem PC unter Windows, Mac OS oder Linux einsetzen und dort bequem zuvor auf dem Raspberry Pi gespeicherte Logs analysieren. Ein Beispiel, wie Sie mit Wireshark in der Praxis solchen Plaudertaschen auf die Spur kommen, zeigt der Kasten links.

Beim Start von Wireshark wählen Sie entweder eine oder mehrere Schnittstellen aus, die Wireshark abhören soll, oder öffnen ein Log. Bei der Schnittstellenauswahl können Sie auf dem Raspi sowohl die Bridge `br0` als auch die physischen Geräte `eth1` oder `wlan0` auswählen. Das hilft, den Datenverkehr zu begrenzen: So wählen Sie am besten nur `wlan0`, wenn Sie etwa erst einmal die Kommunikation einer Smartphone-App untersuchen wollen. Geht es Ihnen um die Daten, die zwei per Ethernet und WLAN verbundene Opfer untereinander und mit dem Internet austauschen, ist `br0` eine gute Wahl. Auch die Daten, die der Raspi ins Internet überträgt, können Sie sich ansehen, indem Sie die Schnittstelle `eth0` überwachen lassen.

Das Wireshark-Fenster ist dreigeteilt: Oben werden Quelle, Ziel und Typ des empfangenen Pakets aufgelistet, darunter ist das Protokoll aufgeschlüsselt und unten steht schließlich der Inhalt des Pakets in hexadezimaler Darstellung. Für eine erste Analyse genügt das oberste Fenster,

Der Man-in-the-Middle-Proxy `mitmproxy` schiebt dem Opfer gefälschte Zertifikate unter und kann so den verschlüsselten Datenverkehr leicht entschlüsseln.

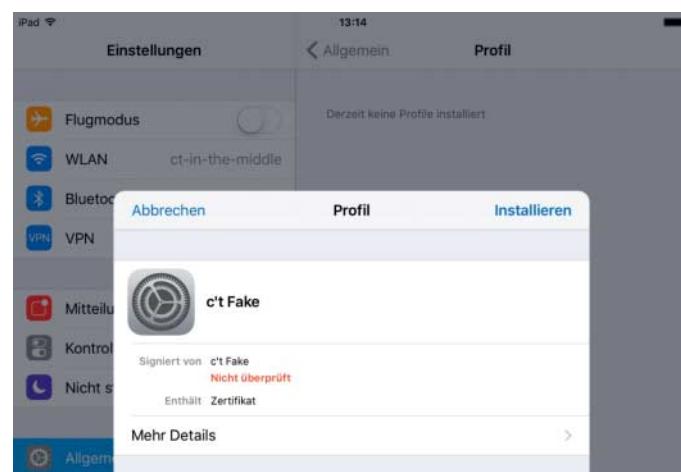
dort sehen Sie schnell, wer mit wem kommuniziert und welche Art Daten ausgetauscht werden – etwa eine DHCP-Anfrage. Über das Textfeld oberhalb des oberen Darstellungsbereichs können Sie Filterkriterien eingeben. Interessiert Sie etwa die Kommunikation, die von oder an das Gerät mit der IP-Adresse 192.168.250.139 geht, tragen Sie `ip.addr==192.168.250.139` als Suchkriterium ein. Um den Datenverkehr zwischen diesem und einem zweiten Gerät mit der IP-Adresse 192.168.250.103 zu beobachten, kombinieren Sie beide Suchkriterien zu `(ip.addr==192.168.250.139) && (ip.addr==192.168.250.103)`. Ein Klick auf die Schaltfläche „Expression“ öffnet ein Fenster mit allen verfügbaren Filterfunktionen und erleichtert Ihnen die Eingabe.

Der unterste Bereich des Fensters ist interessant, wenn Sie einen verdächtigen Datenaustausch beobachtet haben und nun genau wissen wollen, welche Daten dabei übertragen wurden. Das gelingt al-

lerdings nur bei unverschlüsseltem Datenaustausch, SSL-verschlüsselte Pakete kann Wireshark nicht im Klartext anzeigen.

## Verschlüsselung angreifen

Das Programm `sslstrip` aus dem gleichnamigen Paket ist ein erster Schritt, um die normalerweise verschlüsselte Kommunikation mitzuhören. Das Programm arbeitet als transparenter HTTP-zu-HTTPS-Proxy und ersetzt in über ihn abgefragten HTML-Seiten HTTPS-URLs durch HTTP-URLs und merkt sich, für welche Adressen diese Ersetzung stattgefunden hat. Lädt das Opfer eine von `sslstrip` modifizierte HTTP-URL, ruft `sslstrip` die Original-HTTPS-URL verschlüsselt ab und leitet das Ergebnis unverschlüsselt an das Opfer weiter. So kann der Server gar nicht bemerken, dass der Datenverkehr nur bis `sslstrip` verschlüsselt ist, das Opfer und somit auch Wireshark aber unverschlüsselte Daten erhalten. Der Kasten auf der nächsten Seite beschreibt, wie Sie damit zum



Damit Browser und Apps die von `mitmproxy` ausgestellten Fake-Zertifikate klaglos akzeptieren, importieren Sie das vom Programm generierte CA-Zertifikat auf dem Opfer. Unter iOS wird es als Profil abgelegt.

Beispiel an Zugangsdaten verschlüsselter Websites gelangen.

Um den Datenverkehr der Opfer durch sslstrip zu leiten, müssen Sie (mit Root-Rechten) eine Firewall-Regel hinzufügen, die für Port 80 bestimmte Anfragen auf den Standard-Port 10000 von sslstrip umleitet:

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i br0 \
-p tcp --dport 80 -j REDIRECT \
--to-port 10000
```

Verwendet der HTTP-Server der Gegenseite einen anderen Port, so müssen Sie dafür eine weitere Regel hinzufügen. Anschließend starten Sie sslstrip ohne wei-

tere Parameter, wozu Sie keine besonderen Rechte mehr benötigen. Das Programm läuft im Vordergrund und meldet seine Veränderungen an den HTML-Seiten auch auf der Konsole.

Lässt sich eine SSL-verschlüsselte Verbindung nicht vermeiden, etwa weil die HTTPS-URLs dynamisch mit JavaScript erzeugt werden oder das Opfer eine Adresse direkt ansteuert, können Sie versuchen, mit dem transparenten SSL-Proxy mitmproxy und gefälschten Zertifikaten trotzdem an den Inhalt zu gelangen. Während sslstrip die URLs in den HTML-Seiten manipuliert, sitzt mitmproxy (Man-in-the-Middle Proxy) im Datenstrom und verwendet für verschlüsselte Verbindungen gefälschte SSL-Zertifikate. Signiert sind die Fake-Zertifikate von einer eigenen CA (Certificate Authority), die mitmproxy beim ersten Start generiert.

Damit SSL-Anfragen über mitmproxy umgeleitet werden, müssen Sie wie bei sslstrip eine Firewall-Regel einrichten:

```
iptables -t nat -A PREROUTING -i br0 \
-p tcp --dport 443 -j REDIRECT \
--to-port 8080
```

Das Programm wird interaktiv im Terminal bedient und listet die URLs der Datenpakete auf, die von ihm mit gefälschten Zertifikaten übertragen wurden. Indem Sie ein Paket mit den Cursor-Tasten auswählen und dann Enter drücken, gelangen Sie in die Detailansicht, wo Sie die genaue Anfrage und, nachdem Sie mit der Tabulator-Taste umgeschaltet haben, die Antwort des Servers sehen können.

Bei aktuellen Browsern bewirkt der Austausch der Zertifikate, dass die Verbindung entweder gänzlich abgelehnt wird oder der Browser vor einem ungültigen Zertifikat warnt. Wird das Zertifikat vom Browser oder einer App ohne jegliche Warnung akzeptiert, ist dies ein konkreter Hinweis darauf, dass es das Programm mit der Sicherheit nicht so genau nimmt. Das gilt auch für manche Smartphone-App, der Kasten rechts zeigt, wie wir mit mitmproxy den Passwortverrat einer IP-Kamera-App unter iOS nachweisen konnten.

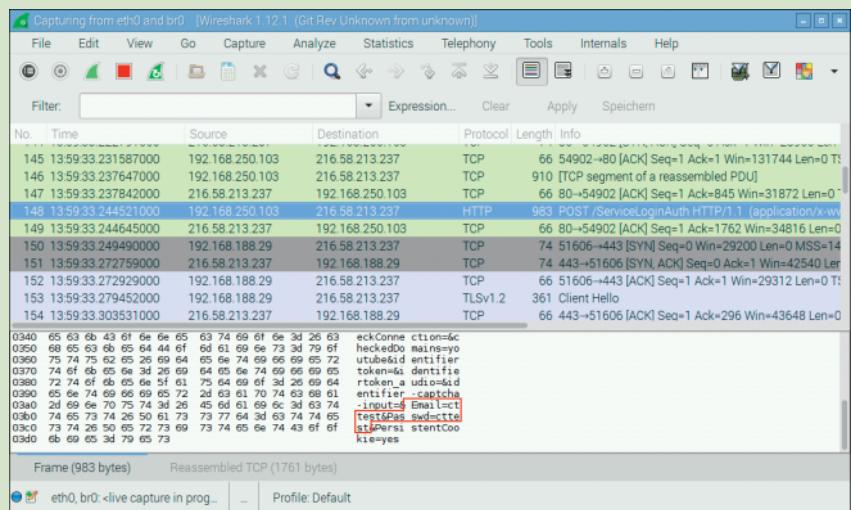
Um bei aufmerksamen Programmen trotzdem den Datenverkehr kontrollieren zu können, importieren Sie einfach die von mitmproxy generierten CA-Zertifikate auf dem Opfergerät. Damit wird mitmproxy für die Opfer zu einer vertrauens-

## Zugangsdaten ausgespäht

Die Verschlüsselung von Websites lässt sich mit sslstrip aushebeln, etwa um an Zugangsdaten zu gelangen. Dazu starten Sie sslstrip auf dem Raspi im Terminal und richten die Firewall-Regel ein, die den Surfverkehr auf sslstrip umlenkt. Anschließend lauschen Sie mit Wireshark auf br0 oder dem Device, über das das Opfer angebunden ist. Erst jetzt starten Sie den Browser des Opfers. Dabei nutzt sslstrip aus, dass selbst bei der Eingabe eines Domainnamens wie „google.de“ in der Adresszeile des Browsers zunächst eine HTTP-Verbindung aufgebaut wird.

Spätestens für den Anmeldevorgang wird der Benutzer auf eine verschlüsselte Seite weitergeleitet –

und hier greift sslstrip an: Der transparente Proxy ersetzt den HTTPS-Link auf die Anmeldeseite durch einen unverschlüsselten HTTP-Link, sodass der Browser weiterhin unverschlüsselte Kommunikation erwartet und auch akzeptiert. Klickt man nun auf den Anmeldelink, baut sslstrip als Proxy in der Mitte eine HTTPS-Verbindung zur Anmeldeseite auf – liefert das Ergebnis aber unverschlüsselt an den Browser zurück. Den unverschlüsselten Teil können Sie problemlos in Wireshark beobachten und so etwa Passwörter ausspähen. Das Opfer bemerkt diesen Angriff nur, wenn es darauf achtet, ob die Anmeldeseite wirklich per HTTPS im Browser abgerufen wird.



Der transparente Proxy sslstrip ersetzt HTTPS-Links durch HTTP-URLs. So können Sie in Wireshark die unverschlüsselte Kommunikation zwischen Opfer und sslstrip leicht mitlesen.

würdigen CA, deren Fake-Zertifikate anstandslos als echt akzeptiert werden.

Die dafür nötigen CA-Zertifikate finden Sie im Verzeichnis .mitmproxy, der Name beginnt mit mitmproxy-ca-cert, und sie haben die Endungen .pem, .cer, und .p12. Letztere ist das CA-Zertifikat im PKCS#12-Format, die beiden anderen enthalten das Zertifikat im PEM-Format. Am leichtesten ist es, die Zertifikate per Browser des Opfergeräts zu importieren. Dazu installieren Sie auf dem Raspi das Paket apache2. Im nächsten Schritt legen Sie im Apache-Dokumentenverzeichnis Hardlinks zu den von mitmproxy generierten Zertifikatdateien an:

```
sudo ln /root/.mitmproxy/mitmproxy- ↵
↳ ca-cert.pem /var/www/html/ca-cert.pem
sudo ln /root/.mitmproxy/mitmproxy- ↵
↳ ca-cert.cer /var/www/html/ca-cert.cer
sudo ln /root/.mitmproxy/mitmproxy- ↵
↳ ca-cert.p12 /var/www/html/ca-cert.p12
```

Schließlich legen Sie im Document-Root des Webservers, dem Verzeichnis /var/www/html, eine neue Datei index.html an, die lediglich drei Links auf die drei Zertifikatsdateien erhält. Rufen Sie dann die URL <http://192.168.250.1> von einem der Opfergeräte auf, sehen Sie die Links auf die Zertifikate und können sie direkt herunterladen und einrichten.

Verweigert eine App oder eine Anwendung die Zusammenarbeit trotzdem, kann es daran liegen, dass sie eine eigene Liste vertrauenswürdiger CAs pflegt oder dass die Zertifikate der betreffenden Websites gepinnt sind, also nur noch von bestimmten CAs akzeptiert werden. Können Sie das CA-Zertifikat von mitmproxy dort nicht hinzufügen, bleibt Ihnen der Blick in die Daten leider verwehrt. In den meisten Fällen können Sie nach dem Import des CA-Zertifikats auch SSL-verschlüsselte Aufrufe in mitmproxy mitlesen und so he-

rausbekommen, ob ungewöhnliche Kommunikation stattfindet oder sensible Daten übertragen werden. Sollten Sie fündig werden, freuen wir uns über Hinweise.

Vergessen Sie aber nicht, nach Abschluss einer Untersuchung das Fake-Zertifikat und die WLAN-Konfiguration für das Opfernetz wieder zu löschen: Sonst laufen Sie Gefahr, dass sich ein Mobilgerät unbemerkt mit dem Opfernetz verbindet und der vermeintlich verschlüsselte private Datenverkehr versehentlich lesbar übertragen wird. (mid@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Mirko Dölle, Passwort-Petze, Passwortverrat und Firewall-Untertunnelung bei Foscam-Kameras – und wie man es unterbindet, c't 4/16, S. 74

**HostAP-Konfiguration und Daemon für Realtek-WLAN-Adapter:** [ct.de/ytak](http://ct.de/ytak)

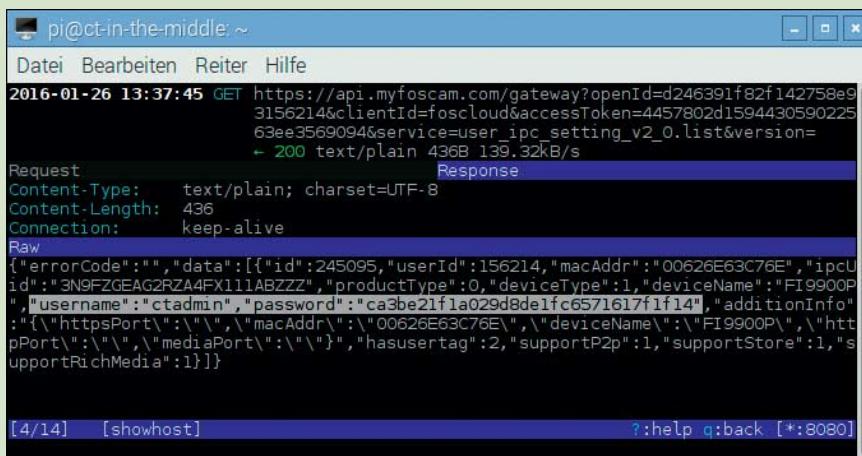
## Verräter enttarnt

Baut etwa eine Smartphone-App unmittelbar eine SSL-Verbindung zu einem Server auf, ohne einem Link aus einem HTML-Dokument zu folgen, kann sslstrip keine Links austauschen und ist somit wirkungslos. Hilfe verspricht mitmproxy auf dem Raspi, das nicht die Daten, sondern die Verschlüsselung selbst angreift. Wir haben dieses Verfahren in [1] bei der Foscam-App für IP-Kameras angewandt. Haben Sie die Firewall-Regel eingerichtet, die HTTPS-Verkehr auf mitmproxy umleitet, starten Sie das Programm im Terminal. Erst dann öffnen Sie die App auf dem Opfer – den entschlüsselten Datenverkehr können Sie dann im Terminal mitlesen.

Mitmproxy verwendet ein gefälschtes Zertifikat, um den Datenverkehr mit der App zu verschlüsseln. Das kann das Opfer aber leicht bemerken, indem es die Signatur des Zertifikats überprüft: Da es von keiner als vertrauenswürdig eingestuften Certificate Authority signiert wurde, ist es höchstwahrscheinlich gefälscht. Ein Browser würde an dieser Stelle warnen. Die Foscam-App hingegen störte die Fälschung nicht, sodass mitmproxy den Datenverkehr entschlüsseln und somit auch die Übermittlung von Benutzernamen und Passwort von Foscams Server mitschneiden konnte (siehe Abbildung links).

Damit kritischere Apps das gefälschte Zertifikat als echt betrachten, genügt es meist, das von mitmproxy generierte CA-Zertifikat auf dem Opfer zu installieren. Dann ist die Fälschung korrekt von einer vermeintlich vertrauenswürdigen CA unterzeichnet und damit nicht zu beanstanden.

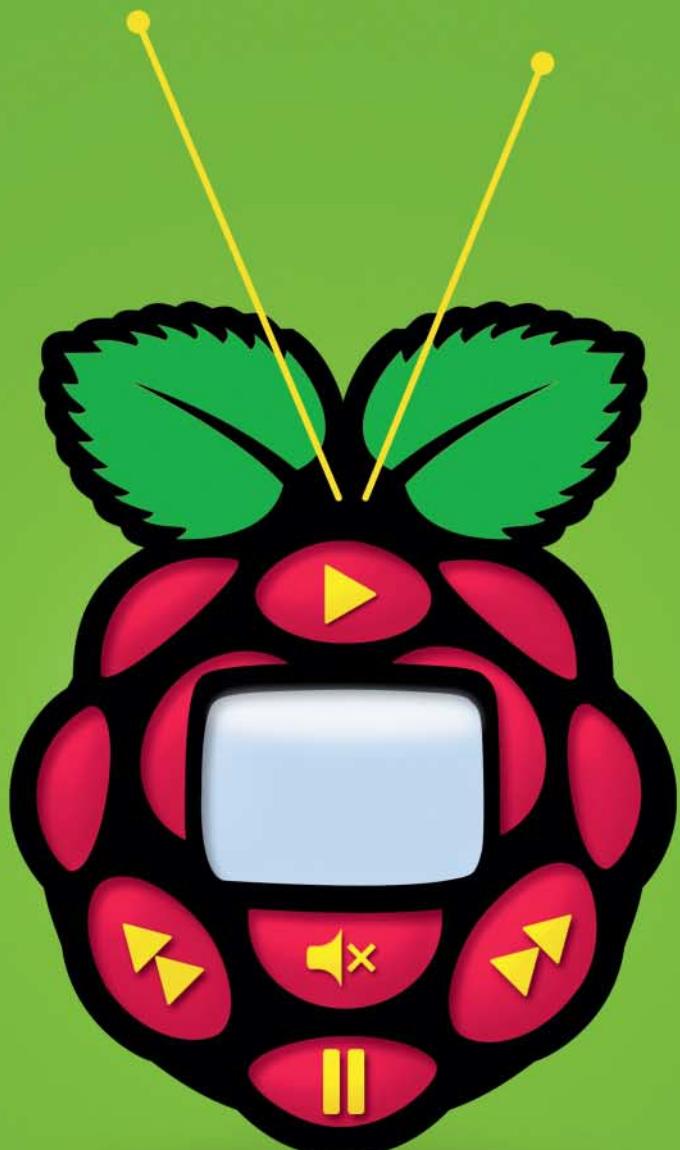
**Der Mitschnitt von mitmproxy** beweist, dass die Foscam-App Benutzernamen und Passwort vom Server abruft – wenn auch verschlüsselt. Das gefälschte SSL-Zertifikat störte die App dabei nicht.



```
pi@ct-in-the-middle: ~
Datei Bearbeiten Reiter Hilfe
2016-01-26 13:37:45 GET https://api.myfoscam.com/gateway?openId=d246391f82f142758e9
3156214&clientId=foscloud&accessToken=4457802d1594430590225
63ee3569094&service=user_ipc_setting_v2_0.list&version=
+ 200 text/plain 436B 139.32kB/s
Request
Content-Type: text/plain; charset=UTF-8
Content-Length: 436
Connection: keep-alive
Raw
{"errorCode": "", "data": [{"id": 245095, "userId": 156214, "macAddr": "00E26E63C76E", "ipcU
id": "3N9F2GEAG2RZA4FX111ABZZZ", "productType": 0, "deviceType": 1, "deviceName": "FI9900P
", "username": "ctadmin", "password": "ca3be21f1a029d8defc6571617f1f14", "additionInfo": "
"\httpsPort": "\\", "macAddr": "\00E26E63C76E\", "deviceName": "\FI9900P\", "htt
pPort": "\\", "mediaPort": "\\"", "hasusertag": 2, "supportP2p": 1, "supportStore": 1, "s
upportRichMedia": 1}]}
[4/14] [showhost] ?:help q:back [*:8080]
```

# Mini- Entertainer

**Der Raspberry Pi  
als Medienzentrale**



**Viele ältere oder billige Fernseher besitzen weder einen Internetzugang noch einen USB-Anschluss für Festplatten oder andere Speichergeräte. Ein passend konfigurierter Raspberry Pi rüstet beides preisgünstig nach und bietet zusätzliche Komfort-Funktionen.**

**VON HAJO SCHULZ**

**E**in Mediencenter-PC für den Betrieb am Wohnzimmer-TV sollte mit wenig Platz im Regal auskommen, geräuschlos und sparsam arbeiten, sich bequem fernsteuern lassen und einen HDMI-Anschluss besitzen. All diese Eigenschaften vereint der Raspberry Pi in sich. Es liegt also nahe, den Mini-Rechner als heimische Medienzentrale zu verwenden.

Für die Minimalausstattung brauchen Sie außer dem Computerchen nur kostenlose Software aus dem Internet. Die mit Abstand populärste Mediencenter-Anwendung für den Raspi ist Kodi, ehemals bekannt als XBMC.

Im Prinzip können Sie Kodi wie andere Pakete unter Raspbian mit apt-get oder dem grafischen PiPackages aus dem Software-Repository installieren. Soll der Raspi exklusiv als Medienzentrale arbeiten, greift man besser zu einer vorkonfigurierten Mediencenter-Distribution. Die gängigsten hören auf die Namen OpenELEC und OSMC.

Für welche Distribution Sie sich entscheiden, ist Geschmackssache: OpenELEC empfiehlt sich für Anwender, die mit dem zugrunde liegenden Linux-System so wenig wie möglich zu tun haben möchten. Es enthält außer Kodi nur sehr wenige zusätzliche Dienste. Das hält den Speicherplatzbedarf klein und sorgt für einen schnellen Systemstart. Allerdings sind die Konfigurations- und Erweiterungsmöglichkeiten auf die Optionen beschränkt, die Kodi mitbringt.

OSMC – die Abkürzung steht für Open Source Media Center – ist hingegen ein fast vollständiges Raspbian-System mit einem vorkonfigurierten Kodi. Der Preis für die größere Flexibilität ist, dass beim Booten und bei System-Updates noch gelegentlich die Text-Konsole von Linux durchschimmert. Ist die Konfiguration erst einmal abgeschlossen, unter-

scheidet sich die Bedienung aber nicht von der in OpenELEC.

Sowohl OpenELEC als auch OSMC gibt es als fertige Images, die man wie andere Raspi-Betriebssysteme auf eine Speicherplatte kopiert, um den Mini-Computer davon zu starten – Download-Adressen im c't-Link am Ende dieses Artikels. Beide Systeme lassen sich alternativ auch über den Setup-Assistenten NOOBS installieren, den der Artikel auf Seite 84 beschreibt.

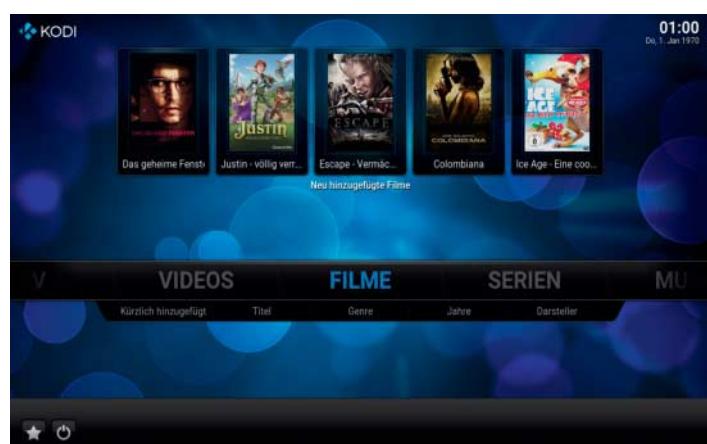
## Einrichten

Für die Grundeinrichtung sollten Sie der Bequemlichkeit halber eine Tastatur an Ihren Raspi anschließen; auch eine Maus ist praktisch. Für den reinen Medienkonsum brauchen Sie beide später nicht mehr. Seien Sie beim ersten Systemstart nicht zu ungeduldig: Kodi ist eine Weile damit beschäftigt, sich auf der Speicherplatte breitzumachen. Wenn das erledigt ist, erscheint automatisch ein Einrichtungsassistent, mit dem Sie einige – je nach Distribution unterschiedliche – grundlegende Einstellungen definieren. Alle hier getroffenen Entscheidungen können Sie später überarbeiten.

Die Auswahl des Standorts ist bei OSMC Teil des „Welcome“-Assistenten. Der Eintrag „Germany“ setzt aber nicht alle Sprach- und Regionseinstellungen korrekt. Nachbearbeiten können Sie sie unter „Einstellungen/Darstellung/Sprache & Region“ beziehungsweise in OpenELEC unter „Settings/Appearance/International“.

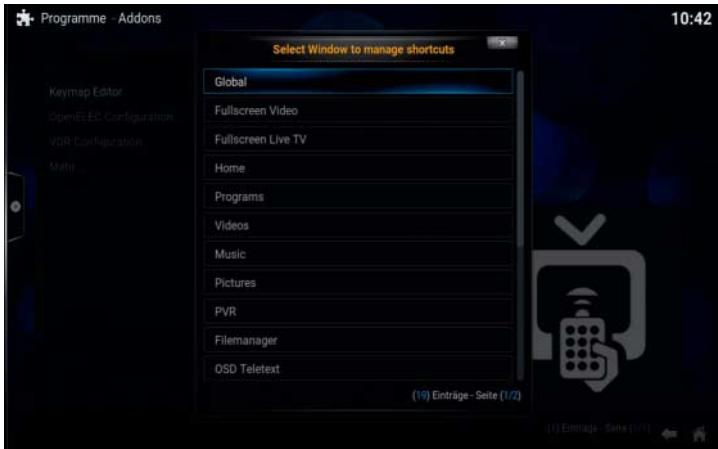
Ein wichtiger Teil der Grundeinstellungen betrifft den Netzwerkzugang. Sowohl OSMC als auch OpenELEC fragen den Host-Namen ab, unter dem das System im Netzwerk erreichbar sein soll; Sie können ihn später unter „Einstellungen/Dienste/Allgemein“ ändern. Die eigentlichen Netzwerkeinstellungen, also die verwendete Schnittstelle, gegebenenfalls WLAN-SSID und -Kennwort sowie erweiterte IP-Optionen finden Sie bei OpenELEC unter „Optionen/OpenELEC“ in den Kategorien „Netzwerk“ und „Verbindungen“, bei OSMC unter „My OSMC/Network“. Um das System in allen Lebenslagen mit Netzwerk-Tools erreichen zu können, empfiehlt es sich, ihm hier eine feste IP-Adresse zuzuweisen.

Die Einrichtungsassistenten beider Distributionen wollen wissen, ob Sie Ihr System mit oder ohne SSH-Server betreiben wollen. Dieser stellt einen Zugang zur Verfügung, mit dem erfahrene Anwender von einem anderen Rechner aus Wartungs- und Diagnoseaufgaben in einer Textkonsole durchführen können. Wenn Sie mit Linux nichts am Hut haben, lassen Sie SSH besser ausgeschaltet. Zum SSH-Login geben Sie unter OSMC `osmc` als Benutzernamen und als Password ein, OpenELEC verwendet den Benutzernamen `root` mit dem Kennwort `openelec`.



Die Medienzentrale Kodi setzt sich aus einer Vielzahl von Addons zusammen, die man aus Repositories nachinstallieren kann. Auch die Oberfläche lässt sich so austauschen.

Mit dem Keymap Editor kann man haarklein einstellen, welche Taste auf der Fernbedienung welche Kodi-Funktion auslösen soll.



Empfehlenswert ist, das Kodi-System um einen Samba-Server zu erweitern: Er macht an den Raspi angeschlossene Festplatten und andere Datenträger als „Windows-Freigabe“ zugänglich, sodass Sie Ihre Medienbibliothek auch von anderen Rechnern aus befüllen können. Bei OpenELEC können Sie diese Entscheidung bereits im Einrichtungsassistenten treffen und später unter „OpenELEC/Services“ revidieren. OSMC bietet den Samba-Server in dem in „My OSMC“ enthaltenen App Store zum Download an. Benutzername und Kennwort sind unter OSMC dieselben wie bei SSH; an die Freigaben von OpenELEC kommen Sie standardmäßig ohne Passwort.

## Gute Unterhaltung

Als Speicherort für Ihre Bilder, Musikalben und Videos kommen neben einer direkt an den Raspi angeschlossenen USB-Festplatte so ziemlich alle Netzwerk-Quellen infrage: Kodi greift von Haus aus auf Samba- und NFS-Freigaben sowie auf UPnP/DLNA-Server zu. Internetdienste für Audio- und Video-Streams sind zwar im Auslieferungszustand nicht enthalten, lassen sich aber leicht nachrüsten.

Ein Großteil seiner Funktionen realisiert Kodi mithilfe sogenannter Addons – selbst die Bedienoberfläche ist eines. Zum Verwalten von Addons dient der gleichnamige Eintrag in den Einstellungen. Unter „Benutzer-Addons“ finden sich hier die bereits installierten Erweiterungen; ein Klick auf einen Namen öffnet einen Dialog zum (De)aktivieren, Deinstallieren und Konfigurieren. „Aus Repository installieren“ bietet ein oder mehrere öffentliche Verzeichnisse an, aus denen sich

weitere Addons herunterladen und installieren lassen. Um die Stabilität des Systems nicht zu gefährden, sollte man sich tunlichst auf das offizielle „Kodi Addon repository“ beschränken. Aus demselben Grund ist auch der Punkt „Aus ZIP-Datei installieren“ mit Vorsicht zu genießen, über den man heruntergeladene Addons an den Repositories vorbei direkt einspielen kann. Der Eintrag „System-Addons“ dient zum Konfigurieren systemnaher Dienste, die als Addons realisiert sind.

In den Benutzer-Addons und Repositories sind die Einträge thematisch sortiert. Den höchsten Unterhaltungswert versprechen die Kategorien „Bilder-Addons“ mit Diensten wie den „Big Pictures“ des Boston Globe und verschiedenen Comics, „Musik-Addons“ mit diversen Web-radio- und Podcast-Empfängern sowie „Video-Addons“, unter denen sich YouTube, Vimeo und Clipfish ebenso finden wie die Mediatheken der deutschen öffentlich-rechtlichen Fernsehsender. Stöbern lohnt sich.

Von der Bedienung sind die Addons einander sehr verwandt. Der Anwender navigiert meistens in einem Ordner- und Dateibaum, etwa so, wie man sich auf der Suche nach Bildern, Musikstücken oder Videos durch Datenträger und Freigaben von anderen Geräten hangelt.

Der Weg in diese Hierarchien führt bei einem frisch installierten Kodi zunächst nur über den Menüeintrag „Dateien“ der Kategorie. Als Einstiegspunkte sind hier die lokalen Datenträger sowie je nach Distribution einige Verzeichnisse auf der SD-Karte vorgegeben. Mit dem letzten Eintrag lassen sich Abkürzungen zu beliebigen weiteren Ordnern hinzufügen, auch

auf Netzwerkfreigaben. Per USB angeschlossene Datenträger finden Sie im dazugehörigen „Durchsuchen“-Dialog mit der Klick-Folge „Root-Dateisystem“, „media“, „Partitionsbezeichnung“.

Bei Musikstücken und Videos ist der Einstieg über das Dateisystem nur der zweitbeste Weg: Kodi kann sie nämlich indizieren und in „Bibliotheken“ aufnehmen. Diese Arbeit erledigen sogenannte Grabber, die sich in den Addon-Einstellungen unter „Informationsanbieter“ installieren und konfigurieren lassen. Für deutschsprachige Anwender empfiehlt es sich, vor der ersten Indizierung die Optionsdialoge sämtlicher vorinstallierten Grabber einmal aufzurufen und dort die bevorzugte Sprache auf „de“ zu ändern.

Die Grabber versuchen, Meta-Informationen zu den einzelnen Musikstücken, Filmen und TV-Serienfolgen aus Verzeichnis- und Dateinamen sowie aus Dateiinhalten zu gewinnen. Diese reichern sie dann mit weiteren Daten aus dem Internet an, unter anderem mit Bildern von DVD- oder Albumhüllen, Fotos von Schauspielern und Musikern oder Inhaltsangaben von Filmen. Übrigens gibt es für praktisch alle angezeigten Listen verschiedene Darstellungsformen, etwa mit kleinen oder großen Vorschaubildern. Auswählen lassen sie sich, indem man bei senkrechten Listen nach links, bei waagerechten nach oben steuert oder mit einer Maus an den linken Bildschirmrand fährt.

## Fernsteuern

Im Wohnzimmerbetrieb ist es auf Dauer nicht besonders komfortabel, Kodi mit Maus und Tastatur zu bedienen. Allenfalls empfiehlt sich eine kompakte Funktastatur mit eingebautem Touchpad oder Trackball, aber die kostet noch einmal mindestens so viel wie ein Raspi. Glücklicherweise gibt es mehrere Möglichkeiten, Kodi mit vorhandener Hardware zu steuern. Beispielsweise leiten Fernseher neuerer Bauart die Befehle von ihrer Fernbedienung über den HDMI-Anschluss an angeschlossene Quellen weiter. Je nach Modell muss man diese Option im TV für den jeweiligen Anschluss aktivieren, wobei sich jeder Hersteller einen anderen Namen dafür hat einfallen lassen – siehe Tabelle auf Seite 149. Damit dieses offiziell als „HDMI Consumer Electronics Control“ (HDMI-CEC) bezeichnete Fea-

ture funktioniert, ist außerdem ein voll durchverbundenes HDMI-Kabel nötig, zu erkennen an Attributen wie „High Speed“ oder „With Ethernet“.

Ein Problem bei dieser Steuerung ist, dass für die vielen Tasten moderner Fernbedienungen nicht standardisiert ist, was sie bewirken sollen. Ziffern und Pfeiltasten, OK sowie „Lauter“ und „Leiser“ funktionieren meist wie gewünscht, aber danach herrscht Durcheinander. Was welche Taste in welcher Situation bewirkt, legt man innerhalb von Kodi in „Keymaps“ fest. Zum Bearbeiten dient der Keymap Editor aus der Kategorie „Programme“ im offiziellen Kodi-Addon-Repository. Damit ordnet man jeder Funktion, die Kodi kennt, einmal global und auf Wunsch gesondert für einzelne Fenster eine Taste zu.

Komfortabler als mit der TV-Fernbedienung lässt sich Kodi per Smartphone oder Tablet steuern. Dafür gibt es in den App Stores aller gängigen Betriebssysteme passende, meist auch kostenlose Apps – der Suchbegriff „Kodi“ führt Sie hin. Ganz ohne Installation kann man Kodi außerdem mit dem Browser steuern: Standardmäßig ist ein Webserver aktiv, dessen Optionen Sie in den Kodi-Einstellungen unter „Dienste“ anpassen können.

## Live-TV

Einen an einen Fernseher angeschlossenen Computer dazu zu verwenden, Live-TV zu empfangen, erscheint auf den ersten Blick widersinnig. Aber Kodi als TV-Empfänger kann mehr als nur berieseln: zum Beispiel Sendungen aufnehmen oder das Fernsehbild an andere Rechner im Netz weiterreichen.

Als Hardware für den Empfang bietet sich ein per USB angeschlossener DVB-Stick an. Leider unterstützt Linux nicht alle am Markt verfügbaren Empfänger. Vor dem Einkauf sei daher ein Blick in das Wiki von [www.linuxtv.org](http://www.linuxtv.org) angeraten. Auf der Seite „DVB via USB“ (siehe c't-Link) haben die Betreiber ausführliche Listen mit bekannten Sticks zusammengestellt und erklären eventuelle Besonderheiten beim Einsatz mit einem Linux-System.

Die Software-Infrastruktur, mit der Kodi einen DVB-Stick zum Leben erweckt, besteht aus mindestens zwei Teilen: einem sogenannten PVR-Backend und dem dazu passenden Frontend. Bei

der Auswahl dieser Komponenten gehen OpenELEC und OSMC verschiedene Wege: OpenELEC verwendet den VDR, OSMC setzt auf Tvheadend.

VDR für OpenELEC installieren Sie als Addon; es steckt nicht im Kodi-, sondern im OpenELEC-Repository. Wenn Sie unter „Dienste“ den Eintrag „VDR PVR Backend“ auswählen, werden das passende Frontend und ein Konfigurationsprogramm gleich mit installiert. Die weitere Konfiguration beschreibt [1].

Den bei OSMC benötigten Tvheadend-Server gibt es im App Store unter „My OSMC“. Auch er installiert alle zugehörigen Addons automatisch mit. Für die weitere Konfiguration brauchen Sie einen Browser auf einem zweiten Rechner im selben Netzwerk. Der Tvheadend-Server lauscht auf Port 9981; in die Adresszeile des Browsers geben Sie also <http://osmc:9981/> ein. Falls das nicht funktioniert, ersetzen Sie osmc durch die IP-Adresse Ihres Raspi.

In der Web-Oberfläche klicken Sie nacheinander auf „Configuration“, „DVB Inputs“, „Networks“ und „Add“. Wählen Sie die passende Empfangsart, also DVB-T oder -C. Den „Network Name“ können Sie beliebig festlegen. Suchen Sie aus der Liste „Pre-defined Muxes“ ein Preset aus, das zu Ihrem Standort beziehungsweise Kabelanbieter passt. Sollten Sie nicht fündig werden, müssen Sie die Option „Network Discovery“ eingeschaltet lassen, ansonsten schalten Sie sie aus. „Skip Initial Scan“ sollte immer deaktiviert sein.

Nach einem Klick auf „Create“ schalten Sie auf den Reiter „TV adapters“. Klicken Sie den Eintrag Ihres Tuners auf der untersten Ebene an. In dem aufpoppenden Dialog aktivieren Sie „Enabled“ und wählen aus der Liste „Networks“ den zuvor vergebenen Namen.

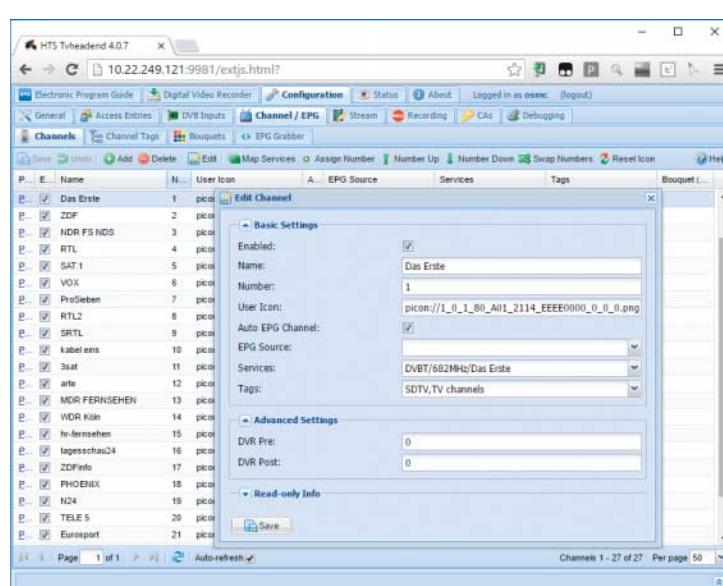
Nach einem Klick auf „Save“ kontrollieren Sie auf dem Tab „Muxes“, ob die Einträge in der Spalte „Scan Status“ nach und nach von „PEND“ über „ACTIVE“ nach „IDLE“ wechseln. Falls nicht, wählen Sie auf dem Tab „Networks“ Ihr Netzwerk und klicken oben auf „Force Scan“. Wenn der Sendersuchlauf beendet ist, können Sie über den Reiter „Services“ aufräumen und unerwünschte Sender deaktivieren. Eine Etage höher unter „Channel / EPG/Channels“ können Sie die Senderliste durch Einträge in die Spalte „Number“ sortieren.

Zurück in Kodi können Sie endlich in den Einstellungen unter „TV“ den Fernsehempfang aktivieren. Daraufhin sollte der Eintrag „Live-TV“ im Hauptmenü erscheinen. Falls Sie Sendungen aufnehmen wollen, ist wichtig, dass Sie im Tvheadend-Web-Frontend unter „Configuration/Recording/Digital Video Recorder Profiles“ als „Recording System Path“ einen Pfad eintragen, der auf einer angeschlossenen Festplatte liegt. (hos@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Mirko Dölle, Live und in OpenELEC, Live-TV-Empfang mit OpenELEC und VDR, c't 20/15, S. 152

**Software und Literatur:** [ct.de/yc2f](http://ct.de/yc2f)



Die für den Live-TV-Empfang in OSMC genutzte Software Tvheadend wird über ein umfangreiches Web-Frontend konfiguriert.

# WLAN-Butler

## Raspberry Pi als Gäste-WLAN-Automat

**Je jünger die Gäste, desto früher kommt die unvermeidliche Frage: „Hast du mal das WLAN-Passwort?“ Den Schlüssel zum heimischen WLAN zu verraten ist riskant, schlecht gesicherte Gäste-WLANS mit leicht zu merkenden Passphrases sind es aber auch. Abhilfe bringt ein Raspi 3 als Gäste-WLAN-Router, der das Passwort automatisch regelmäßig wechselt und als abfotografierbaren QR-Code anzeigt.**

**VON MIRKO DÖLLE**

Dank knausrig bemessener Inklusiv-Datenvolumen und lückenhafter UMTS-Abdeckung außerhalb der Ballungsräume dauert es nicht lange, bis Besucher nach dem WLAN-Passwort für ihr Smartphone oder Tablet fragen. Doch den Schlüssel zum heimischen WLAN weiterzugeben ist äußerst riskant, weiß man doch nicht, wie es der Gast mit Betriebssystem-Updates, Virensuchern und zwielichtigen Apps hält. Einmal im Heimnetz angemeldet sind die eigenen Mobilgeräte, aber auch NAS und PC etwaigen Angriffen durch Schädlinge ausgesetzt. Doch es fällt schwer, Freunden und Verwandten das WLAN zu ver-

weigern: Viele verstehen das in Unkenntnis der Sicherheitsrisiken als persönlichen Affront.

### Raspi als Gäste-AP

Die Lösung ist ein getrenntes Gäste-WLAN mit eigener SSID. Viele Router bieten diese Funktion inzwischen ab Werk. Doch sichere Passwörter sind umständlich einzugeben; Tippfehler und damit Frust ist vorprogrammiert – unsichere, aber dafür leicht einzugebende WLAN-Keys sind keine Alternative. Außerdem sollte der Schlüssel des Gäste-WLANS regelmäßig wechseln, damit nicht irgendwann die halbe Nachbarschaft seit einem Kurzbesuch nur noch über Ihren Internetanschluss surft, weil Sie die bessere WLAN-Abdeckung haben. Das alles können Sie mit einem Raspberry Pi leicht selbst umsetzen.

Als Basis für unseren Gäste-WLAN-Automaten verwenden wir einen Raspberry Pi 3, weil darin bereits ein WLAN-Modul eingebaut ist. Man kann aber genauso gut einen vorhandenen Raspi 2 mit USB-WLAN-Adapter verwenden. Aufgrund der hervorragenden Softwareunterstützung haben wir uns außerdem für den 7-Zoll-



Dank Touchscreen und schicken Gehäuse passt der Raspi als Gäste-WLAN-Automat gut ins Wohnzimmer.

Raspi-Touchscreen für gut 75 Euro entschieden, der direkt mit dem Display-Anschluss des Raspi verbunden wird und unter Raspbian out of the Box funktioniert. Damit das Ganze wohnzimmertauglich wird, empfehlen wir das passendes Display-Gehäuse für knapp 50 Euro – macht unterm Strich mit Raspi, Speicherkarte und Netzteil rund 175 Euro. Beim Zusammenbau ist allerdings darauf zu achten, dass die vier Anschlussdrähte für den GPIO-Port des Raspi und das Folienkabel nicht versehentlich unter dem Display eingeklemmt werden.

Die Installation von Raspbian als Betriebssystem ist bereits auf Seite 84 beschrieben. Einziges Problem: Aufgrund der Bauweise des Rahmens steht das Bild zunächst auf dem Kopf. Das lässt sich aber leicht korrigieren, indem man folgende Zeile am Anfang der Datei `/boot/config.txt` einfügt:

```
lcd_rotate=2
```

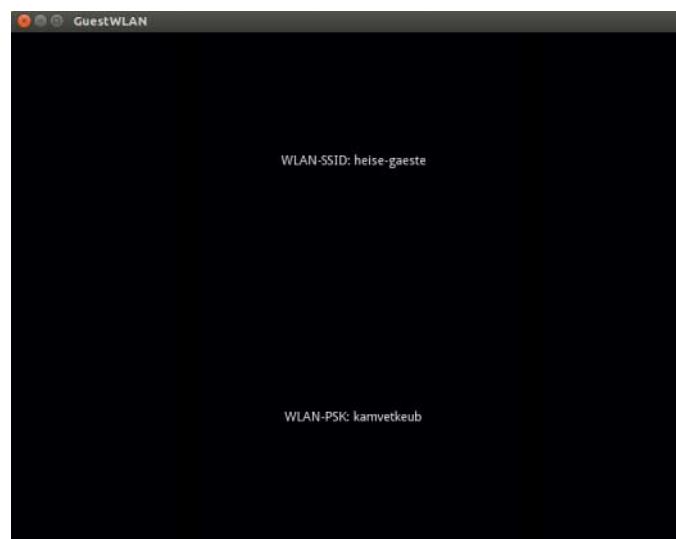
Nach dem nächsten Neustart erscheint das Bild dann richtig herum.

Seine eigene Internetverbindung soll der Raspi über die Ethernet-Schnittstelle herstellen. Für die Sicherheit ist es optimal, wenn er dafür am Gäste-Port des DSL-Routers betrieben wird – dann sind der Raspi und alle Gäste vom Heimnetz getrennt. Wie Sie den Raspi als Access Point konfigurieren, haben wir bereits im Artikel auf Seite 88 ausführlich beschrieben. Die Konfiguration für einen Gäste-WLAN-Automaten ist die gleiche, Sie verwenden lediglich anstelle des Bridge-Devices `br0` die WLAN-Schnittstelle `wlan0` des Raspi.

## Schlüsselwechsel

Damit der Raspi zum Automaten wird, benötigen Sie noch ein kurzes Shell-Skript, das täglich einen neuen WLAN-Schlüssel erzeugt und einträgt. Die Schlüssel, die folgendes Shell-Skript erzeugt, bestehen aus zehn Kleinbuchstaben:

```
#!/bin/bash
WLANPSK=$(dd if=/dev/urandom count=1 \
status=none|tr -d -c 'a-z'|cut -b1-10)
sed -ie \
"s/wpa_passphrase=.*wpa_passphrase=\
${WLANPSK}/" \
/etc/hostapd/hostapd.conf
service hostapd reload
```



Für die Gestaltung der Bedienoberfläche ist bei Kivy die sogenannte KV-Datei zuständig. Sie besteht hier aus zwei übereinander angeordneten Textelementen mit SSID und Schlüssel.

Die Verwendung von `/dev/urandom` ist nicht ganz unproblematisch, da dessen Pseudo-Zufallszahlen unter Umständen vorhergesagt werden können. Wie Sie echte Zufallszahlen als Quelle für Ihr WLAN-Gästepasswort erzeugen, erklärt der Artikel auf Seite 108.

Speichern Sie das Skript unter `/usr/local/bin/wlankeygen` und machen Sie es ausführbar. Anschließend legen Sie als Root-Benutzer per `crontab -e` einen Cron-Job an, der das Skript jeden Morgen um 6 Uhr ausführt:

```
0 6 * * * /usr/local/bin/wlankeygen
```

Die Root-Rechte sind erforderlich, damit das Skript die HostAP-Konfigurationsdatei ändert und anschließend den Daemon zum Neuladen der Datei auffordern darf. Damit trennt es die WLAN-Verbindungen sämtlicher Endgeräte, deren Benutzer erst das neue Passwort eingeben müssen, bevor sie das Gäste-WLAN wieder nutzen können.

## Auf den Schirm

Um den Gästen die jeweils gültige WLAN-Passphrase anzuzeigen, nutzen wir den Touchscreen – die grafische Oberfläche brauchen wir dazu aber nicht, weshalb man sie im Raspi-Konfigurationsprogramm `raspi-config` deaktiviert. Für die Aufbereitung und Darstellung einer grafischen Benutzeroberfläche verwenden wir die Python-Bibliothek Kivy aus dem Paket `python-kivy`, die

sich über die Paketverwaltung nachinstallieren lässt (die Programmbeispiele finden Sie im Paket `python-kivy-examples`).

Die plattformübergreifende Bibliothek enthält viele Standard-Bedienelemente wie Knöpfe, Listen und Auswahldialoge, die sich ohne großen Aufwand zu einer eigenen grafischen Oberfläche verknüpfen lassen. Gestaltung und Funktionen sind bei Kivy in zwei Dateien aufgeteilt, sodass sich später die Oberfläche in der KV-Datei (Endung `.kv`) neu gestalten lässt, ohne den Programmcode im Python-Skript (Endung `.py`) verändern zu müssen.

Kern einer Kivy-App ist die App-Klasse im Python-Skript – wir haben sie `GuestWLANApp` genannt. Der Name muss stets mit „App“ enden, denn die Bibliothek sucht automatisch nach einer Gestaltungsdatei mit dem gleichnamigen Präfix – also in diesem Fall nach der Datei `guestwlan.kv`. Hier der vollständige Python-Code eines Programms, das die SSID und den Schlüssel auf dem Raspi-Touchscreen anzeigt:

```
from kivy.app import App
from kivy.uix.boxlayout import BoxLayout
class WLAN(BoxLayout):
    pass
class GuestWLANApp(App):
    pass
if __name__ == "__main__":
    GuestWLANApp().run()
```

Anzeige



Drei ineinander verschachtelte Box-Layouts ordnen die Beschriftungen und Grafiken auf dem Bildschirm an. Das Ergebnis könnte schöner sein, würde aber den Beispiel-Code aufblähen.

Die zugehörige Gestaltungsdatei guestwlan.kv sieht so aus:

```
WLAN:
BoxLayout:
    orientation: 'vertical'
    Label:
        text: 'WLAN-SSID: heise-gaeste'
    Label:
        text: 'WLAN-PSK: kamvetkeub'
```

Die KV-Datei enthält das Gestaltungselement WLAN, das ein aus vertikal angeordneten Kästen bestehendes Layout (BoxLayout) besitzt. Es gibt insgesamt zwei Kästen, die jeweils aus einem Label-Element mit einem vorgegebenen Text bestehen, wie in der Abbildung auf der vorhergehenden Seite oben zu sehen. Aktive Funktionen hat das Programm nicht: Kivy erzeugt einfach das WLAN-Element als oberstes, sogenanntes Root-Element und zeigt die dort angegebenen Elemente auf dem Bildschirm an. Die Formatierung der KV-Datei folgt Python-Konventionen, jede Ebene wird mit Leerzeichen eingerückt.

## Variable Schlüssel

Da sich der Schlüssel des Gäste-WLAN täglich ändert, müssen Sie für das zweite Label eine Variable einführen:

```
WLAN:
wlanpsk: ''
BoxLayout:
    orientation: 'vertical'
    Label:
        text: 'WLAN-SSID: heise-gaeste'
    Label:
        text: 'WLAN-PSK: %s' % root.wlanpsk
```

Tatsächlich darf hinter dem Label `text:` beliebiger Python-Code stehen – hier eine Zeichenkettenformatierung aus einem festen Text und dem Inhalt von `root.wlanpsk`. Das Root-Objekt des Label ist `WLAN`, dort ist auch die Variable `wlanpsk` definiert und zunächst leer. Diese Definition ist entscheidend für die Verknüpfung von KV-Datei und Python-Code:

```
from kivy.properties import StringProperty
class WLAN(BoxLayout):
    wlanpsk = StringProperty(None)
```

Durch die Definition von `wlanpsk` in der `WLAN`-Klasse als Textobjekt `StringProperty()` erfolgt der Brückenschluss zur gleichnamigen Variablen aus der KV-Datei. Anschließend können Sie den Wert beliebig verändern:

```
class GuestWLANApp(App):
    def build(self):
        w = self.root
        w.wlanpsk = 'kamvetkeub'
```

Der Code enthält noch eine Besonderheit: Im App-Objekt ist `self.root` stets das Root-Objekt der KV-Datei – in diesem Fall also von `WLAN`. So erreichen Sie die korrekte Instanz von `WLAN.wlanpsk`.

### QR-Code statt Schlüsseleingabe

Anstatt den WLAN-Schlüssel von Hand einzugeben, können Sie bei Smartphones und Tablets die integrierte Kamera als Barcode-Leser benutzen und die WLAN-Zugangsdaten einfach abfotografieren. Wie ein solcher 2D-Barcode aufgebaut sein muss, erklärt [1]. Für Android genügt es, das Programm `qrencode` aus dem gleichnamigen Paket mit den aufbereiteten WLAN-Daten aufzurufen:

```
qrencode -t PNG -o /var/guestwlan/android.png -s 4 \
"WiFi:T:WPA;S:heise-gaeste;P:${WLANPSK};H:false;"
```

Der Aufruf zur Erzeugung eines QR-Codes für Windows ist fast gleich, es unterscheiden sich lediglich der Dateiname der Bilddatei und das fünfte Zeichen des Daten-Strings: Während Android einen Doppelpunkt nach `WiFi` erwartet, verlangt Windows dort ein Semikolon. Beide Systeme erkennen den Daten-String als WLAN-Zugangsdaten und fügen das WLAN nach Rückfrage hinzu.

Bei iOS-Geräten ist die Verbindung nicht so einfach herzustellen, iOS verlangt ein Zugangsprofil. Dessen Aufbau ist ebenfalls in [1] erklärt, allerdings lässt sich ein solches Profil nicht als QR-Code einlesen: Sie müssen die Profildatei mit Safari herunterladen oder per E-Mail empfangen, um sie dann hinzuzufügen und sich ohne manuelle Eingabe des Schlüssels mit dem WLAN verbinden zu können.

Indem Sie den Webserver Nginx aus dem gleichnamigen Paket auf dem Raspberry Pi installieren, können iOS-Gäste künftig das Profil von dort herunterladen. Damit Safari es erkennt, muss es mit korrektem Mime-Type übertragen werden, den Nginx standardmäßig nicht

Anzeige

kennt. Um das zu ändern, fügen Sie am Ende der Datei `/etc/nginx/mime.types` vor der schließenden Klammer folgende Zeile an:

```
application/x-apple-aspen-config ↵
    ↵mobileconfig;
```

Abweichend von [1] bekommen die Profile die Dateiendung `.mobileconfig`; ein Beispielprofil `gaestewlan.mobileconfig.in` finden Sie über den c't-Link am Ende des Artikels. Um dort das WLAN-Passwort einzutragen, verwenden Sie den Aufruf:

```
sed -e \
"s/<string>wlanpsk</string>${WLANPSK}/" \
    ↵/var/www/html/gaestewlan. ↵
    ↵mobileconfig.in \ ↵
>/var/www/html/${WLANPSK}.mobileconfig
```

Damit landet das vollständige Profil in einer eigenen Datei, die den Namen des WLAN-Schlüssels und die Endung `.mobileconfig` trägt. Indem Sie den vom Zufallszahlengenerator erzeugten WLAN-Schlüssel als Teil des Dateinamens verwenden, verhindern Sie, dass ein Angreifer den Namen der Profildatei erraten kann. Wer es doppelt sicher mag, erzeugt etwa per `mktemp` einen vom WLAN-Key verschiedenen zufälligen Dateinamen für das Profil.

Als Nächstes richten Sie in Ihrem DSL-Router eine Portfreigabe ein, sodass der Nginx-Webserver des Raspi von außen erreichbar ist – wobei Sie zur Verschleierung einen anderen Port als 80 verwenden sollten. Ab jetzt kann jeder das iOS-Profil herunterladen, der die URL kennt, etwa `http://my.example.com:82/kamvet-`

keub.mobileconfig

Für diese URL generieren Sie einen Barcode:

```
qrencode -t PNG -o \
/var/guestwlan/ios.png -s 4 "http:// ↵
my.example.com/kamvetkeub.mobileconfig"
```

Es geht auch ohne dynamische Hostadresse, indem Sie etwa wie in [2] gezeigt mit unserem My-IP-Dienst zunächst Ihre eigene öffentliche IP-Adresse ermitteln und diese im Link angeben. Allerdings müssen Sie dann regelmäßig überprüfen, ob Ihr DSL-Router eine neue Verbindung mit neuer IP-Adresse aufgebaut hat und außerdem die automatische 24-Stunden-Trennung synchronisieren.

Durch die Verwendung des WLAN-Passworts als Dateiname müsste ein externer Angreifer zufällig die richtige URL

```
class WLAN(BoxLayout):
    wlanssid = StringProperty(None)
    wlanpsk = StringProperty(None)
    android_qrcode = ObjectProperty(None)
    ios_qrcode = ObjectProperty(None)
    windows_qrcode = ObjectProperty(None)

    def updatesettings(self):
        wlancfg = ConfigParser.RawConfigParser()
        wlancfg.read('/var/guestwlan/wlan.cfg')
        self.wlanssid = wlancfg.get('WLAN', 'wlanssid')
        self.wlanpsk = wlancfg.get('WLAN', 'wlanpsk')

        self.android_qrcode.reload()
        self.ios_qrcode.reload()
        self.windows_qrcode.reload()
```

Die WLAN-Zugangsdaten liest das Python-Programm (oben) aus der Konfigurationsdatei und sorgt dafür, dass die QR-Codes für Android, iOS und Windows neu geladen werden. Die Anordnung der QR-Codes nebeneinander legt die KV-Datei (rechts) fest. Mittels `StringProperty()` und `ObjectProperty()` verknüpft Kivy die Objekte aus dem Python-Code und der KV-Datei.

```
WLAN:
    wlanssid: ''
    wlanpsk: ''
    android_qrcode: android
    ios_qrcode: ios
    windows_qrcode: windows
BoxLayout:
    orientation: 'vertical'
    Label:
        text: 'WLAN-SSID: %s' % root.wlanssid
    Label:
        text: 'WLAN-PSK: %s' % root.wlanpsk
BoxLayout:
    BoxLayout:
        orientation: 'vertical'
        Label:
            text: 'Android'
        Image:
            id: android
            source: '/var/guestwlan/android.png'
    BoxLayout:
        orientation: 'vertical'
        Label:
            text: 'iOS'
        Image:
            id: ios
            source: '/var/guestwlan/ios.png'
    BoxLayout:
        orientation: 'vertical'
        Label:
            text: 'Windows'
        Image:
            id: windows
            source: '/var/guestwlan/windows.png'
```

erraten, um an Ihr WLAN-Profil und damit den Schlüssel zu gelangen. Dann könnte er aber genauso gut per Brute-Force-Angriff direkt Ihren WLAN-Schlüssel zu erraten versuchen. Da alte Profile nicht gelöscht werden, sammeln sie sich mit der Zeit im Verzeichnis des Webservers – und das ist gut so: Denn sollte ein Angreifer es mit einem Brute-Force-Angriff versuchen, findet er viele veraltete Profile mit falschen Zugangsdaten unter den Treffern.

Indem Sie den Befehl zum Erzeugen des iOS-Profils und die drei `qrencode`-Aufrufe ans Ende der Datei `/usr/local/bin/wlankeygen` anfügen, sorgen Sie dafür, dass im Verzeichnis `/var/guestwlan` täglich neue Barcodes erzeugt werden. Außerdem sollten Sie am Ende des Skripts die WLAN-Zugangsdaten so in der Datei `/var/guestwlan/wlan.cfg` speichern, dass sie sich mit der Funktion `ConfigParser()` bequem einlesen lassen:

```
cat > /var/guestwlan/wlan.cfg <<EOF
[WLAN]
wlanssid=heise-gaeste
wlanpsk=${WLANPSK}
EOF
```

Um das Einlesen der WLAN-Konfiguration und Update der QR-Codes kümmert sich künftig eine neue Funktion in der Klasse `WLAN()`. Das Listing links zeigt die neue WLAN-Klasse und daneben die neue KV-Datei. Das ist eine elegante Lösung, um Konfigurationsdateien einzulesen, hier die Werte für `wlanssid` und `wlanpsk` aus dem Abschnitt `[WLAN]`. Neu sind die Variablen für die drei QR-Codes vom Typ `ObjectProperty()` – das Konzept ist das gleiche wie bei `StringProperty()`, es handelt sich allerdings um Objekte und nicht nur um Zeichenketten. So verknüpft Kivy den Python-Code

```
android_qrcode = ObjectProperty(None)
```

aus der Python-Programmdatei aufgrund des gleichen Namens mit

```
android_qrcode: android
```

aus der KV-Datei. Hinter dem Doppelpunkt steht eine Referenz für das Objekt mit der `id`: `android` – sodass `android_qrcode` auf das Bild (`Image`) mit dem QR-Code für Android verweist. Mit `android_qrcode.reload()` lädt Kivy den QR-Code erneut.

Damit können Besucher einfach den für ihr Betriebssystem gedachten Barcode



**Zusätzliche Formatisierungsanweisungen** verschönern die Bedienoberfläche etwas und sorgen für die Zentrierung des Zurück-Buttons, mit dem Sie von den WLAN-Einstellungen zur Dia-Show zurückwechseln.

abfotografieren und sich anschließend ins Gäste-WLAN einbuchen. Durch den ständig nahezu unveränderten Bildschirminhalt nimmt allerdings das Display über die Zeit Schaden; es fehlt ein Bildschirmschoner. Die Lösung ist, den Raspi zusätzlich als digitalen Bilderrahmen mit automatischer Dia-Show zu verwenden. So gibt es ständig wechselnde Bildinhalte. Tippt man auf den Touchscreen, erscheinen die WLAN-Zugangsdaten mit den QR-Codes.

Die Umsetzung mit Kivy macht wenig Aufwand, da die Bibliothek einen Screen Manager besitzt, der virtuelle Bildschirme unterstützt und leicht zwischen ihnen umschalten kann. Wir haben uns für zwei virtuelle Screens entschieden, einen für die Dia-Show und einen für die WLAN-Zugangsdaten. Von den virtuellen Screens abgesehen kommt im Code wenig Neues vor, weshalb wir auf den Abdruck des Listings verzichten – Sie können sich das vollständige, um zusätzliche Gestaltungsanweisungen ergänzte Programm über den c't-Link herunterladen und im Verzeichnis `/usr/local/bin` speichern. Achten Sie darauf, dort auch die KV-Datei `guestwlan.kv` abzulegen. Mit einigen zusätzlichen Formatisierungsanweisungen in der KV-Datei könnten wir die Gestaltung etwas aufhübschen, das Ergebnis sehen Sie oben.

Damit der Gäste-WLAN-Automat beim Booten des Raspi automatisch startet, haben wir ausgenutzt, dass Systemd eine Sonderbehandlung für das Login auf dem ersten Terminal vorsieht: Bei ihm wird das Terminal nicht gelöscht, damit

die Bootmeldungen zu sehen sind. Die Konfiguration erfolgt über die Datei `/lib/systemd/system/getty@.service`. Dort ersetzen Sie im Abschnitt `[Service]` die Zeile beginnend mit `ExecStart` durch:

```
ExecStart=-/usr/local/bin/guestwlan.py
```

Mit dem Kommando `service getty@tty1 restart` lassen Sie Systemd das erste Terminal neu laden, womit der Gäste-WLAN-Automat startet. Dieses Kommando verwenden Sie auch, wenn Sie die Bilder im Verzeichnis `/var/guestwlan/images` ausgetauscht haben und möchten, dass die Dia-Show die neuen Bilder berücksichtigt.

Schließlich müssen Sie sich noch um den Bildschirmschoner des Kernels kümmern: Auf Textkonsolen wird er üblicherweise nach zehn Minuten aktiv. Sie sollten den Kernel-Screensaver abschalten, damit er nicht die Dia-Show ausblendet. Dazu fügen Sie den Kernel-Boot-Parameter `consoleblank=0` ans Ende der Datei `/boot/cmdline.txt` an. Nach einem Neustart bleibt der Bildschirmschoner des Kernels inaktiv und stört die Dia-Show Ihres Gäste-WLAN-Automaten nicht mehr.

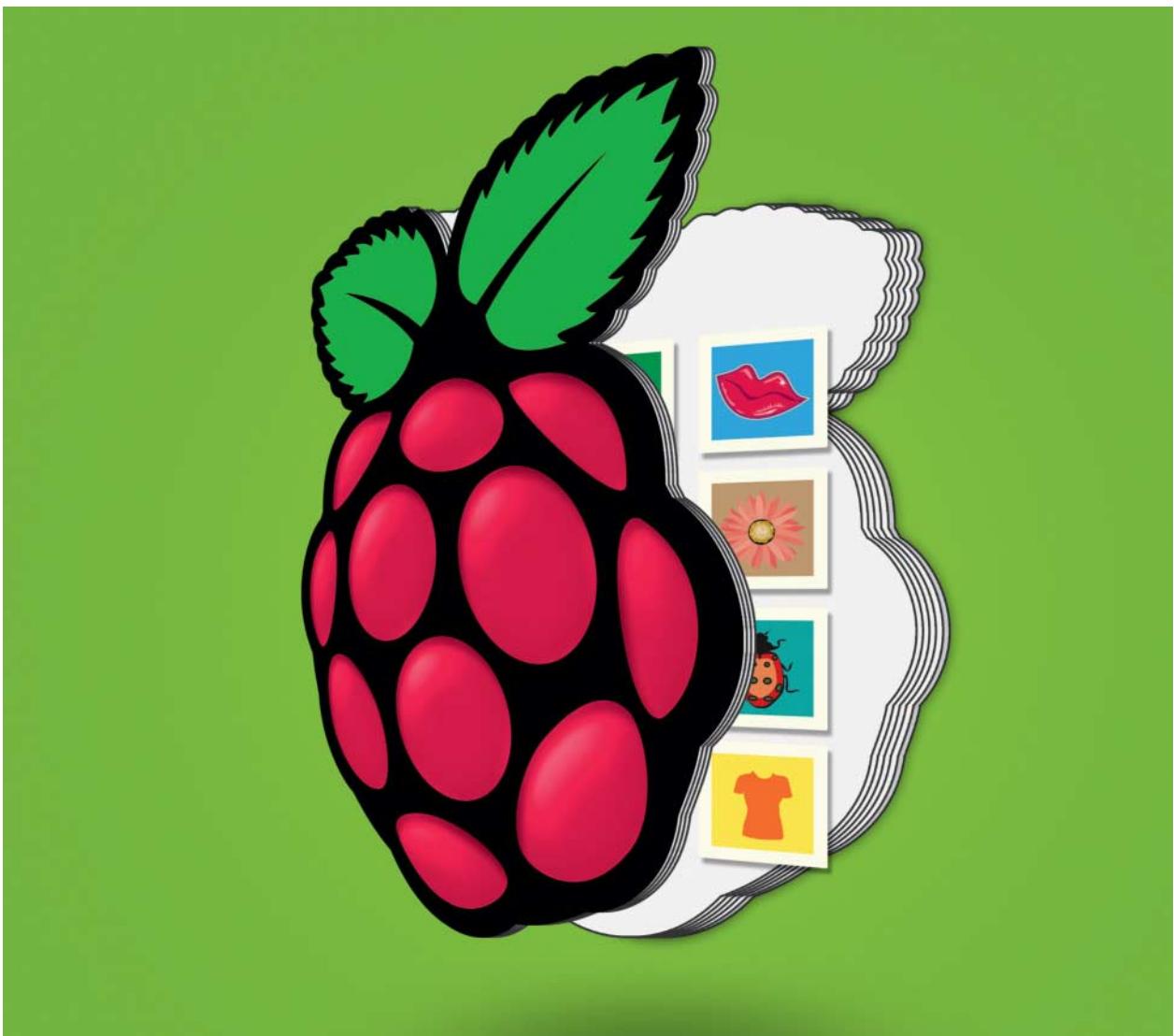
(mid@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Dr. Oliver Diedrich, Per Kamera ins Netz, WLAN-Zugang über QR-Code für iOS und Android, c't 23/15, S. 174

[2] Mirko Dölle, Strukturfilter, Daten aus XML-Daten extrahieren, c't 14/15, S. 172

**Gäste-WLAN-Automat:** [ct.de/yd7n](http://ct.de/yd7n)



# Bilder auf die Schirme!

## Raspi statt Cloud: PicApport verteilt Fotos im Heimnetz

**Wer Freunden und Familie sein Fotoarchiv öffnen möchte, braucht dafür keinen Cloud-Dienst. Der kostenlose Fotoserver PicApport ermöglicht abgestuften Zugriff und gestattet es Besuchern sogar, eigene Bilder beizusteuern.**

**VON ANDREA TRINKWALDER**

**M**enschen dokumentieren viele lustige, schöne und traurige Momente, aber schnell verschwinden Fotos auch wieder aus dem Blickfeld. Mit Fine-Art-Prints tapezierte Wände und mehrere Regalmeter Fotobücher lösen das Problem nur ansatzweise; digitale Bilderrahmen sind häufig teuer, unpraktisch oder beides.

Der Fotoserver PicApport macht aus nahezu jedem Groß- und Kleincomputer im Haus einen digitalen Bilderrahmen, der Erinnerungen wach hält. Pflegt man sein Archiv mit Metadaten, läuft PicAp-

port zu Hochform auf. Fotos mit Geodaten werden auf eine Weltkarte gepinnt. Anhand von Beschreibungen und Stichwörtern entstehen Diashows zu verschiedensten Themen, die sich automatisch erweitern. So kann man sich mit den schönsten Fotos der blauen Stunde auf den Tag einstimmen, zu Familienfeiern den Nachwuchs in einer Endlosschleife präsentieren und pünktlich zum Jahresende die Best-of-Sammlung. Dabei behält der Hausherr die Kontrolle darüber, wer was zu sehen bekommt. Und: Die Bilder müssen auch nicht in die Cloud

auswandern, sondern bleiben in den eigenen vier Wänden. Eine Bildverwaltung ist PicApport übrigens nicht, es liest nur im XMP-Format vorliegende Metadaten. XMP-Metadaten vergeben Sie mit Bildverwaltern wie Digikam, Photo Supreme oder Workflow-Paketen wie Lightroom und ACDSee, siehe c't-Link am Ende des Artikels.

PicApport zeigt die Bilder vom Netzwerkspeicher auf Rechnern, Handys und Tablets. Auf allen Systemen dient der Web-Browser als Client; für Android gibt es zusätzlich eine App. Wer seine Lieblingsfotos immer dabei haben möchte, kann sie mit wenigen Handgriffen auf Smartphone oder Tablet synchronisieren. Umgekehrt lädt der Client Handy-Aufnahmen automatisch ins Zentralarchiv. Schick für Party-Abende: Auch Gäste können ihre Fotos einspeisen; die Diashow zeigt aktuelle Uploads dann bevorzugt an.

Für den Raspi hat Hersteller Conecto einen schlanken Installer ohne GUI gepackt; unsere Testinstallationen via Raspbian-Konsole und über den SSH-Client Putty auf OSMC verliefen problemlos. Downloads und ausführliche Dokumentationen finden Sie über den c't-Link.

## Installation

Weil PicApport reichlich Speicher braucht, wählen Sie am besten ein Raspi-B-Modell, das mit einem GByte RAM und einem Vierkern-Prozessor ausgestattet ist. Als System bietet sich Raspbian an, da dort Oracle Java 8 und der Browser Epiphany vorinstalliert sind. Dank Epiphany kann PicApport die Fotos und Diashows direkt auf einem per HDMI angeschlossenen Fernseher präsentieren. Um auf anderen

Raspi-Systemen die Java Runtime nachzurüsten, geben Sie im Terminal den Befehl `sudo apt-get install default-jre` ein. PicApport arbeitet sowohl mit Oracle Java als auch dem OpenJDK zusammen, empfohlen wird die Java-Version 8.

Laden Sie die schlanke Headless-Version von PicApport von der Seite des Herstellers [1] in Ihr Home-Verzeichnis herunter und führen nacheinander folgende Kommandos aus:

```
sudo dpkg -i picapport.deb
sudo apt-get update
sudo apt-get install -f
```

Im ersten Schritt – bei der Installation des PicApport-Pakets – treten diverse Abhängigkeitsprobleme auf. Diese können Sie ignorieren, weil sie über die folgenden apt-get-Kommandos aufgelöst werden. Updates auf die neueste Version erhalten Sie, indem Sie die aktuelle `picapport-headless.jar` von [2] herunterladen und direkt im Verzeichnis `/opt/picapport` gegen



Zusammen mit dem Raspi holt PicApport Erinnerungen aus dem Archiv und präsentiert sie auf Rechnern, Tablets, Smartphones und Fernseher im Heimnetz.

die vorhandene austauschen. Für Diagnose und Debugging gibt es eine Systemkonsole. Wie Sie darauf zugreifen, steht in [1]; im Normalbetrieb benötigen Sie die Konsole nicht.

## Bilder katalogisieren

Bereits jetzt können sich beliebige Geräte im Heimnetz mit dem PicApport-Server verbinden, indem Sie in die Adresszeile des Browsers IP-Adresse-Ihres-Raspi/picapport eingeben – allerdings fehlen dem Server noch die Bilder. Für erste Tests können Sie ein paar Fotos ins Standard-Bildverzeichnis kopieren, das PicApport unter `/srv/photos` eingerichtet hat.

Soll die Fotosammlung auf einem Netzwerk- oder USB-Speicher bleiben, müssen Sie diese externe Quelle erst ins System einhängen (mounten). Verknüpfen Sie also zunächst Ihr NAS-Bildverzeichnis mit einem lokalen Verzeichnis auf dem Pi. Im Beispiel haben wir als Einhängepunkt den vorhandenen „Pictures“-Ordner im Home-Verzeichnis gewählt und die notwendigen Verknüpfungen in der `fstab`-Datei verworfen. So wird die komplette Baumstruktur der Fotobibliothek bei jedem Start des Pi automatisch dort angezeigt. Der Befehl

```
sudo nano /etc/fstab
```

öffnet die Datei im mit Raspbian ausgelieferten Editor Nano, wo Sie die Zeile mit der Verknüpfung eintragen (siehe Bild Seite 106 links oben). `Strg+O` speichert die Änderungen, `Strg+X` schließt den Editor. Im Beispiel greift PicApport mit der Option `guest` auf die freigegebenen Bereiche des NAS zu. Die `uid`- und `gid`-Ziffern

## PicApport für Windows, OS X und Linux

Als Java-Applikation läuft der Server auf allen gängigen Plattformen, also Windows, OS X und Linux. Wer PicApport ohne Aufwand kennenlernen möchte, kann die meisten Funktionen auf dem Testserver des Entwickler-Teams ausprobieren. Für Windows steht ein Installer zum Download bereit, der auch Oracle Java enthält. Nach der Installation startet der Server automatisch im Hintergrund. Die `picapport.exe` rufen Sie nur noch auf, um Bildverzeichnisse auszuwählen, die der Server katalogisieren soll. Wie er Ihre Bilder anzeigen oder verarbeiten soll, beeinflussen Sie wie auf der folgenden Seite beschrieben über die `picapport.properties`-Datei. Sie liegt unter Benutzer/Benutzername/.picapport.

```
pi@raspberrypi: ~ sudo nano /etc/fstab
# GNU nano 2.2.6 Datei: /etc/fstab Verändert
proc /proc defaults 0 0
/dev/mmcblk0p6 /boot vfat defaults 0 2
/dev/mmcblk0p7 / ext4 defaults,noatime 0 1
//IP-Adresse-NAS/Bildverzeichnis /home/pi/Pictures cifs guest,uid=1000,gid=1000,iocharset=utf8,x-systemd.automount,noauto 0 0
```

```
pi@raspberrypi: ~ sudo nano /opt/picapport/.picapport/picapport.properties
# GNU nano 2.2.6 Datei: ...ort/.picapport/picapport.properties

server.port=8080
robot.root.0.path=/home/pi/Pictures
robot.root.0.id=Fotos
foto.jpg.usecache=2
thumbs.mode=2
#server.port=8443
#server.ssl=true
```

**Eine zusätzliche Zeile (hier umbrochen) in der fstab-Datei spiegelt Ihr Bildarchiv vom Netzwerkspeicher auf dem Pi.**

**Mit den passenden Zeilen in den picapport.properties findet der Server die verknüpften Bilder und beginnt sofort, sie zu indizieren.**

stehen für den Raspbian-Standard-Nutzer „pi“. Diese müssen Sie ändern, wenn Sie mit einem anderen Account auf dem Raspi arbeiten. Beim Zugriff auf geschützte Bereiche ersetzen Sie guest durch `username=name, password=password`. Im Dauerbetrieb ist es sicherer, die Zugangsdaten in einer verborgenen.credentials-Datei zu hinterlegen und diese über die Option `credentials=/home/pi/.credentials` aufzurufen. Die `automount`-Option stellt sicher, dass Ihre Bildersammlung beim Neustart automatisch verbunden wird.

Nun muss nur noch PicApport erfahren, wo es nach Bildern suchen soll. Diese und andere Server-Einstellungen konfigurieren Sie über die `picapport.properties`-Datei per

```
sudo nano /opt/picapport/.picapport/picapport.properties
```

Sie enthält zunächst nur den Pfad zum Standard-Bildverzeichnis `robot.root.0.path=/srv/photos`. Ersetzen Sie den Eintrag durch das eben verknüpfte Verzeichnis und geben dem Ganzen den sprechenden Namen „Fotos“ – andernfalls würde es mit der nichtssagenden Bezeichnung `id0` im Client erscheinen, siehe Bild oben.

PicApport sammelt auch Bilder von Smartphone und Tablet ein und speichert sie automatisch im ersten Verzeichnis (hier: `robot.root.0.id`). Das können Sie ändern, indem Sie einen zusätzlichen Pfad als Upload-Ziel definieren.

```
robot.root.1.path=/home/pi/Pictures/Upload
robot.root.1.isuploadroot=true
```

Nach dem Speichern der Konfigurationsdatei und einem Neustart des Pi ist PicApport theoretisch einsatzbereit. Allerdings können auf dem Raspi einige Stunden ver-

streichen, bis er Vorschauen aus (zig-)tausenden Bildern berechnet hat.

## Finden, filtern, schauen

Im (Smartphone-)Browser oder per Android-App können Sie Ihre Bilder klassisch Verzeichnis für Verzeichnis durchstöbern oder etwas raffinierter über das Suchfeld. Ein Beispiel: Bei Eingabe des Begriffs „Familie“ sucht PicApport global nach diesem Begriff, also in sämtlichen indizierten Metadatenfeldern. Dann tauchen außer den gewünschten Personen aber auch alle Fotos aus dem Verzeichnis „Besuch bei Familie XYZ“ im Ergebnis auf. Um die Anfrage aufs Stichwortfeld einzuschränken, tippen Sie `key:Familie` ein.

Jede Suchanfrage kann man dauerhaft speichern. Daraus wird dann ein dynamisches Album, das sich automatisch erweitert, wenn neue Bilder die zuvor festgelegten Kriterien erfüllen. Außerdem bestimmen Sie, wer Ihren Suchfilter zu sehen bekommt: nur Sie selbst, alle Personen in Ihrer Gruppe oder jeder, der die Adresse des Servers kennt. Wer seine Lieblingsbilder auf dem Android-Gerät immer mit dabei haben möchte, kann Alben zur Synchronisation freigeben. Unter iOS steht diese Upload-Möglichkeit systembedingt leider nicht zur Verfügung.

Damit lokale Alben nicht unkontrolliert wachsen, übertragen Sie sinnvollerweise nur die besten und/oder die aktuellsten Fotos: So präsentiert die Abfrage `key:Familie*****2016` Fotos mit dem Stichwort Familie, die mit fünf Sternen bewertet und in diesem Jahr aufgenommen wurden. Mit dem Zusatz `limitresult:n` begrenzen Sie den Upload auf eine bestimmte Anzahl von Bildern, etwa  $n=100$ . Sie können auch `oder-` und  `ohne-`Verknüpfungen bilden; die Dokumentation stellt zahlreiche Beispiele bereit.

Urlaubsbilder mag man jedem zeigen, die Entgleisungen der letzten Party nur Auserwählten. Wer was ansehen oder hoch- und runterladen darf, bestimmen Sie nicht für jede Einzelperson, sondern gruppenweise, indem Sie sich als Administrator einloggen. Ab Werk sind in PicApport die Gruppen Administratoren, Familie und Gäste eingerichtet. Dazu gehören die Nutzer `admin`, `picapport` (Gruppe `Familie`) und `gast`, jeweils mit den gleichnamigen Passwörtern. Als `admin` definieren Sie über die Benutzerverwaltung im Menü rechts oben Zugriffsrechte und Filter, damit bestimmte Fotos gar nicht erst erscheinen. Gäste dürfen sich beispielsweise die Bilder nicht lokal aufs Handy kopieren – und alles, was Sie als „privat“ gekennzeichnet haben, landet ausschließlich auf Ihren eigenen Geräten.

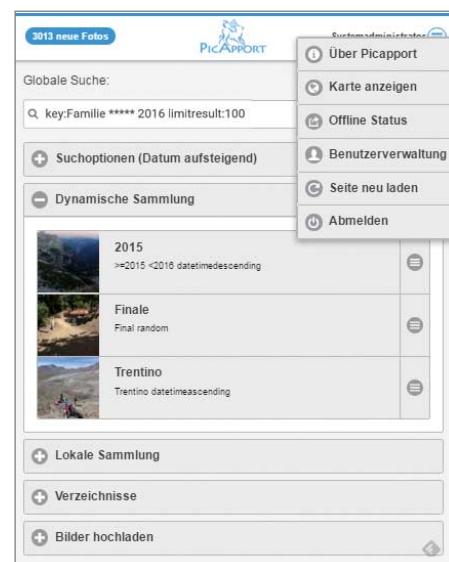
Und jetzt: Füße hochlegen. Bilder gucken.

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

## Literatur

- [1] [PicApport Download und Dokumentation: wiki.picapport.de/display/PIC/PicApport+auf+Raspberry+Pi](http://wiki.picapport.de/display/PIC/PicApport+auf+Raspberry+Pi)
- [2] [Downloads PicApport, www.picapport.de/photo-server-download.php](http://www.picapport.de/photo-server-download.php)

**Dokumentation, Installer, Listings: [ct.de/y8c1](http://ct.de/y8c1)**



**Praktisch, wenn sich Fotoalben automatisch füllen: Dynamische Sammlungen entstehen aus einem Suchfilter, der neue Fotos gleich einsortiert.**

Anzeige

# Entropie-Genie

## Mit dem Raspberry Pi Zufallszahlen erzeugen und verteilen

**Sicher generierte Zufallszahlen sind das A und O für effektive Verschlüsselung. Insbesondere virtuelle Maschinen und Embedded-Systeme registrieren nicht immer genug zufällige Ereignisse, um starke Zufallswerte zu erzeugen. Ein Raspberry Pi versorgt das Heimnetz kosten-günstig mit kryptografisch sicheren Zufallszahlen.**

VON JOHANNES MERKERT

Anders als viele andere Kleincomputer enthält der Raspberry Pi einen eingebauten Hardware-Zufallszahlengenerator. Damit qualifiziert er sich nicht nur für kryptografische Berechnungen, sondern auch als Entropie-Server, der im heimischen Netz virtuellen und echten Maschinen mit frischen Zufallszahlen aushilft.

Die Entropie bezeichnet den Informationsgehalt in einer Zufallszahl. Wir haben mit RandPi einen freien Entropie-Server programmiert, von dem andere Rechner bei Bedarf Zufallszahlen laden können. Unser Linux-Client `rngatherd` auf dem Desktop fordert von dort verschlüsselte Zufallszahlen an, prüft ihre Herkunft und stellt sie unter `/dev/hwrandom` zur Verfügung. Von dort speist der Systemdienst `rngd` den Entropie-Pool des Kernels, wodurch die Entropie für alle Anwendungen unter `/dev/random` zur Verfügung steht.

Windows bringt keine systemweite Schnittstelle für Zufallszahlen mit. Nach dem Vorbild des Linux-Clients können prinzipiell aber auch Windows-Programme die Zufallsquelle direkt in ihrem Code anzapfen.

### Zufall marsch!

Raspbian aktiviert den integrierten Zufallszahlengenerator nicht automatisch. Folgender Befehl lädt das dafür zuständige Kernel-Modul:

```
sudo modprobe bcm2708-rng
```

Damit taucht unter `/dev/hwrng` ein Device mit den Zufallszahlen auf. Um das Modul beim Start automatisch zu laden, ergänzen Sie folgende Zeile in `/etc/modules`:

```
bcm2708-rng
```

Der Raspi-Kernel lädt die Zufallszahlen aus `/dev/hwrng` nicht automatisch in seinen Entropie-Pool. Das Füllen des Pools ist die Aufgabe von `rngd` aus den `rng-tools`. Das Toolset lässt sich aus den Paketquellen nachinstallieren:

```
sudo apt-get install rng-tools
```

`rngd` liest standardmäßig von `/dev/hwrng`. Starten Sie den Daemon am besten über dessen Init-Skript:

```
sudo service rng-tools start
```

### RandPi

RandPi setzt einen Webserver und die Python-CGI-Schnittstelle WSGI voraus, da er auf Django basiert. Nginx arbeitet ressourcenschonend und hat sich bereits bei der in [2] und [3] beschriebenen OwnCloud-Installation auf dem Raspi bewährt. Als WSGI-Server dient im Folgenden Uwsgi. Git lädt RandPi aus dem Repository:

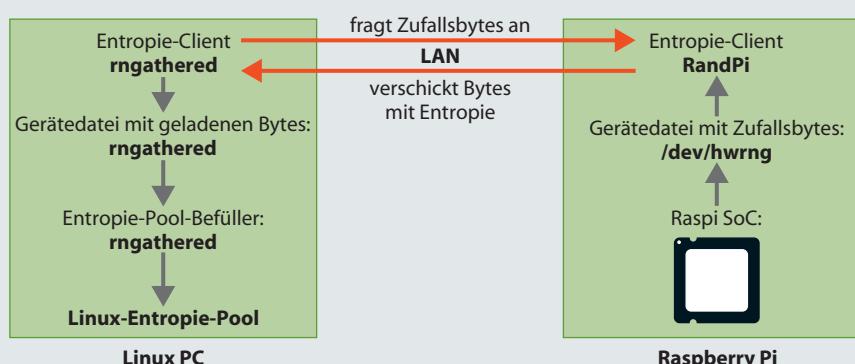
```
sudo apt-get install nginx uwsgi uwsgi-plugin-python3 git virtualenv
```

Der RandPi-Server ist in `/var/www/vhost/gut` aufgehoben:

```
sudo mkdir -p /var/www/vhost
sudo chown -R www-data:www-data /var/www
```

## RandPi bei Client und Server

Der RandPi-Server auf dem Raspi stellt die Zahlen des im Chipsatz integrierten Zufallsgenerators bereit. Braucht ein Linux-Rechner im Heimnetz gute Zufallszahlen, ruft es sie über `rngatherd` ab und speist sie über `/dev/hwrandom` in `rngd` ein, der den Zufall über den Kernel allen Programmen zur Verfügung stellt.



```
cd /var/www/vhost
sudo -u www-data git clone ↵
  https://github.com/pinae/RandPi.git
cd RandPi
```

Danach liegen in /var/www/vhost/RandPi die Python-Quelltexte des Entropie-Servers, und der Benutzer des Webservers (www-data) hat darauf Zugriff.

Das Tool Virtualenv erzeugt eine Python-Umgebung, die Pakete für den RandPi Server von den Python-Paketen des Systems trennt. Damit kommen sie sich gegenseitig nicht in die Quere:

```
sudo -u www-data virtualenv ↵
  -p /usr/bin/python3 venv
```

Um die benötigten Python-Module (aufgelistet in requirements.txt) zu installieren, müssen Sie das Virtualenv als Benutzer www-data aktivieren:

```
sudo -u www-data bash
source venv/bin/activate
pip install -r requirements.txt
deactivate && exit
```

So kommt die Installation der Voraussetzungen ohne Root-Rechte aus.

## Uwsgi einrichten

Damit Uwsgi RandPi findet, braucht es eine Konfigurationsdatei, die eine „App“ definiert. Uwsgi verwaltet Apps unter /etc/uwsgi/ in den Ordnern apps-available/ und apps-enabled/. Eine Datei im Ordner apps-available/ konfiguriert die App und ein Symlink auf diese Datei im Ordner apps-enabled/ schaltet sie aktiv.

Die oben rechts gezeigte Konfigurationsdatei /etc/uwsgi/apps-available/RandPi.ini definiert, unter welchem Benutzerkonto sie ausgeführt wird, dass sie Python3 statt des veralteten Python2 verwendet, wo die WSGI-Konfiguration im RandPi-Verzeichnis liegt und welches Virtualenv Uwsgi starten soll, um die App zu betreiben. Über den angegebenen Unix Socket /tmp/RandPi.sock kommuniziert Uwsgi mit dem Webserver.

Nach dem Setzen des Symlinks muss Uwsgi neu gestartet werden, damit es die Konfiguration lädt:

```
sudo ln -s /etc/uwsgi/ ↵
  apps-available/RandPi.ini ↵
  /etc/uwsgi/apps-enabled/RandPi.ini
sudo service uwsgi restart
```

```
[uwsgi]
vhost = true
gid = www-data
uid = www-data
plugins = python3
socket = /tmp/RandPi.sock
master = true
enable-threads = true
processes = 1
wsgi-file = /var/www/vhost/RandPi/RandPi/RandPi/wsgi.py
virtualenv = /var/www/vhost/RandPi/venv
chdir = /var/www/vhost/RandPi/RandPi
touch-reload = /var/www/vhost/RandPi/RandPi/reload
```

Der WSGI-Server Uwsgi kann eine Virtualenv-Umgebung benutzen, um die Python-Webanwendung auszuliefern. So kommen sich die Python-Installation des Systems und des Entropie-Servers nicht in die Quere.

## Nginx einrichten

Die folgenden Ausführungen gehen davon aus, dass RandPi der einzige Webdienst bleibt, weshalb kein virtueller Host benötigt wird. Egal, ob man lediglich /etc/nginx/sites-available/default modifiziert oder einen eigenen VHost aufsetzt: Der folgende Location-Block leitet alle Anfragen im Verzeichnis /entropy/ an Uwsgi und damit den Django-Server weiter.

```
location /entropy/ {
  uwsgi_pass unix:///tmp/RandPi.sock;
  include uwsgi_params;
}
```

Nach einem Neustart des Webservers (sudo service nginx restart) steht dann Zufall zum Download bereit. Zum Test reicht es, im Browser <http://<Raspi-IP>/entropy/random> aufzurufen. Es erscheinen die verschlüsselten Zufallszahlen, Base64-kodiert und in einer JSON-Datenstruktur mit einem HMAC – zu letzterem gleich mehr.

## Verschlüsselung konfigurieren

Der RandPi-Server verschlüsselt seine Zufallszahlen per AES256, mit einem Schlüssel, der mit PBKDF2 aus einem Geheimnis und einem Salt berechnet wurde. Diese beiden Werte stehen in settings.py und müssen auch dem Client bekannt sein, damit er die Zahlen entschlüsseln kann. Da man die Werte nur einmal konfiguriert, spricht nichts dagegen, ein langes und sicheres Geheimnis zu wählen. Die

Einstellungsdatei befindet sich unter /var/www/vhost/RandPi/RandPi/RandPi/settings.py. Die Einstellungen heißen SHARED\_SECRET und SHARED\_SALT.

RandPi überträgt die Zufallszahlen unverschlüsselt per http. Ein Angreifer im Netzwerk könnte versuchen, die Pakete auszutauschen und so schlechte Zufallszahlen zu verbreiten. Vermeintlicher Zufall, der aber keine Entropie enthält, könnte Angriffe gegen SSL-Verbindungen oder PGP-Keys ermöglichen. Um das zu vermeiden, müssen die Clients sicherstellen, dass die Zahlen tatsächlich vom Entropie-Server stammen. Dafür versendet RandPi mit jedem Zufallszahlen-Paket einen Keyed-Hash Message Authentication Code (HMAC), in den der Schlüssel und die Nachricht einfließen. Anhand des HMAC prüft der Client, ob er den gleichen Schlüssel verwendet.

Änderungen an der Konfiguration werden nach einem Neustart von Uwsgi aktiv:

```
sudo service uwsgi restart
```

## Zufall empfangen

Der zu RandPi kompatible Linux-Client `rngatherdaemon.py` steht im Python-Package-Index (PyPi) und kann daher mit `pip` installiert werden:

```
sudo pip3 install rngatherd
```

Pip installiert nicht nur `rngatherdaemon.py`, sondern auch das Init-Skript `/etc/init.d/rngatherd`. Bevor der Hintergrunddienst

(Daemon) Zufallszahlen lädt, muss er mit der URL des RandPi-Servers und den Geheimnissen für die Verschlüsselung konfiguriert werden. Eine Grundkonfiguration kann der Daemon alleine erzeugen:

```
sudo rngatherdaemon.py config
```

Auf diesen Befehl hin fragt der Daemon zuerst nach der URL des Servers. Die URL sollte das Präfix `http://` die IP-Adresse des Servers und die Pfadangabe `/entropy/random` enthalten. Sorgen Sie zuvor in der Konfiguration Ihres Routers dafür, dass der Raspi eine feste IP bekommt.

Nach Angabe der Server-URL erzeugt der config-Befehl die Konfigurationsdatei `/etc/rngatherd.conf`. Findet er unter `/dev/hwrng` ein Device, fügt er es in der Konfiguration als Quelle ein. Dieses Device kann es auch auf Systemen ohne Hardware-Zufallszahlengenerator im Chipsatz geben, sofern die `rng-tools` installiert sind. Dann liefert `/dev/hwrng` keine Zufallszahlen. Ob das der Fall ist, lässt sich leicht testen:

```
cat /dev/hwrng
```

Gibt dieser Befehl keine Zeichen aus, liefert `/dev/hwrng` keine Zahlen. Der Abschnitt `[Hwrng]` sollte dann aus `/etc/rngatherd.conf` herausfliegen.

Im Abschnitt `[RandPi]` gilt es noch, `secret` und `salt` passend zu den Einstellungen auf dem Server anzupassen.

Der Daemon startet dann ganz normal über sein Init-Skript:

```
sudo service rngatherd start
```

Damit der Daemon beim Booten automatisch startet, muss `update-rc.d` die Init-Skripte neu verlinken:

```
sudo update-rc.d rngatherd defaults
```

Solange der Daemon aktiv ist, stellt er das pseudo-Device `/dev/hrandom` bereit. Von diesem können Anwendungen Zufallszahlen laden. Besonders interessant ist das für den Systemdienst `rngd`, der die Zahlen in den Entropie-Pool des Kernels einspeist. Linux-Anwendungen greifen über den Kernel und dessen Schnittstelle `/dev/random` auf sichere Zufallszahlen zu. Debian und Ubuntu installieren `rngd` mit folgendem Befehl:

```
sudo apt-get install rng-tools
```

Damit `rngd` `/dev/hrandom` nutzt, muss das Device in der Konfiguration unter `/etc/default/rng-tools` eingetragen sein:

```
HRNGDEVICE=/dev/hrandom
```

Nach einem Neustart des Diensts benutzt `rngd` das neue Device:

```
sudo service rng-tools restart
```

## Nie endender Zufall

Solange RandPi auf Ihrem Raspi läuft, geht Ihren virtuellen Maschinen die Entropie nicht mehr aus. Damit blockiert auch `/dev/random` nicht, was die Schlüsselerzeugung in einigen Programmen deutlich beschleunigen kann.

Einige Anleitungen im Netz schlagen als Maßnahme gegen leere Entropie-Pools vor, `/dev/urandom` als Entropie-Quelle für

`rngd` einzustellen. Damit umgeht man jedoch einen vernünftigen Schutzmechanismus des Kernels: Nur Anwendungen, die wirklich unvorhersehbare Zahlen brauchen, lesen von `/dev/random`. Wollte ein Programmierer die Blockade von `/dev/random` bei fehlender Entropie umgehen, hätte er ohnehin `/dev/urandom` benutzt. Mit RandPi sparen Sie sich schmutzige Hacks und verhindern trotzdem leere Entropie-Pools.

Auch wer dem Hardware-Zufallszahlengenerator in Intel-CPUs nicht vertraut, dürfte sich über die zusätzliche Entropie-Quelle freuen. Sollten Sie an der Qualität des Zufalls aus dem Raspi zweifeln, können Sie über `rngd` einstellen, dass der Kernel die Menge eingespeister Entropie in einem geringeren Verhältnis als 1:1 schätzt. Damit gewichtet der Kernel andere Quellen wie Netzwerk- und Interrupt-Timings im Vergleich wieder stärker.

RandPi belastet einen Raspi kaum. Er hat also durchaus Ressourcen frei, um eine Owncloud zu hosten, Videos abzuspielen oder die Wohnung zu automatisieren.

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

## Literatur

- [1] Oliver Lau, *Faites vos jeux!*, Zufallszahlen erzeugen, erkennen und anwenden, c't 2/09, S. 172
- [2] Mirko Dölle, Wölkchen, Owncloud auf Raspberry Pi und Cubietruck, c't 21/14, S. 74
- [3] Stefan Porteck, Heim-Wolke, Raspi-Projekt: Owncloud auf dem Raspberry 2 installieren, c't 9/15, S. 98

**Quelltext, Dokumentation:** [ct.de/y4gf](http://ct.de/y4gf)

## Entropie im Linux-Kernel

Linux zapft Entropie aus verschiedenen Quellen an. Standardmäßig nutzt er Netzwerk- und Interrupt-Timings, um pseudozufällige Zahlen zu berechnen, die ein Angreifer nicht vorhersagen kann. Mit seinem Entropie-Pool schätzt der Kernel, wie viele unvorhersagbare Bits für die Zufallszahlengeneratoren `/dev/random` und `/dev/urandom` zur Verfügung stehen. Der Kernel schätzt dabei sehr konservativ, sodass aus mehreren Zeitmessungen nur je ein Bit Entropie entsteht.

Wenn wie in einer virtuellen Maschine viele Interrupts wegfallen, kann der Entropie-Pool leer laufen. Während `/dev/urandom` dann weiter Pseudozufallszahlen erzeugt, blockiert `/dev/random` und liefert erst wieder Zufallszahlen, wenn der Kernel wieder Entropie gesammelt hat.

Jeder Prozess kann auf `/dev/random` schreiben. Die angelieferten Daten integriert der Kernel in seine Zufallszahlen. Das System ist so konzipiert, dass selbst gar nicht zufällige Zahlen die Ausgabe nicht weniger zufällig machen. Sicherheitshalber erhöht der Kernel die Entropie-Zählung aber auch nicht.

Der Systemdienst `rngd` kann Zufallszahlen aus einem Device in den Entropie-Pool befördern und dabei auch angeben, wie viel Entropie diese Zahlen dem Kernel hinzufügen. Auf diese Weise kann ein Hardware-Zufallszahlengenerator den Entropie-Pool befüllen. Die Zufallszahlenquelle ersetzt die anderen Entropie-Quellen des Kernels nicht, sondern ergänzt sie.

Anzeige

# 3D by Intel

## 言论 Aldi-Notebook mit schneller Intel-GPU Iris 550



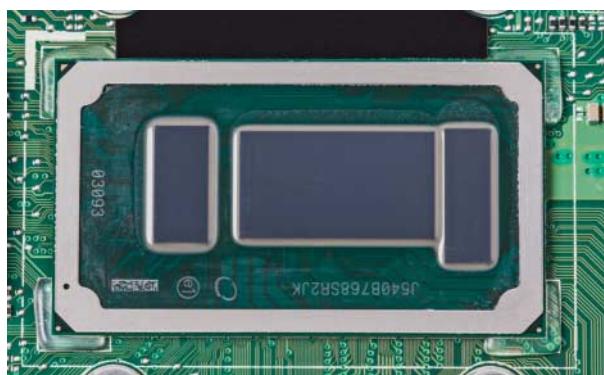
**Bereits im September 2015 hatte Intel Sondermodelle seiner Skylake-Prozessoren mit der leistungsstärkeren integrierten Grafikeinheit Iris angekündigt, doch erst jetzt kommen damit bestückte Geräte in den Handel. Zu den ersten zählt das neue Aldi-Notebook Medion Akoya E6424 – für 600 Euro.**

VON FLORIAN MÜSSIG

Nach Stückzahlen ist der Chip-Gigant Intel der weltgrößte GPU-Hersteller, weil seit Jahren in jedem Mobil-Prozessor (und davor in den meisten Notebook-Chipsätzen) integrierte Grafikeinheiten stecken. Für das Arbeiten mit Desktop-Anwendungen, die Wiedergabe von HD- und 4K-Videos oder das Anschließen von bis zu zwei Monitoren zusätzlich zum Notebook-Display reichen diese aus – mehr Grafikleistung brauchen nur Spieler.

Doch selbst dort will Intel den Konkurrenten AMD und Nvidia das Feld nicht kampflos überlassen: Abseits der normalen integrierten Grafikeinheiten gibt es seit mehreren Jahren leistungsstärkere Varianten mit mehr Shadern, die unter dem Marketing-Namen Iris laufen. Eines der ersten Notebooks mit einer Iris-GPU der aktuellen Skylake-Generation ist das Aldi-Notebook Medion Akoya E6424 mit dem Prozessor Core i5-6267U.

Die Grafikeinheit Iris 550 enthält doppelt so viele Shader wie die HD 520, die in den meisten anderen Skylake-Notebooks zum Einsatz kommt – theoretisch also die doppelte 3D-Leistung. Zusätzlich stehen 64 MByte EDRAM als L4-Cache parat, der Engpässe bei Speicherzugriffen verringern soll. In der Praxis erreicht man dadurch ein ordentliches Plus: Im 3DMark FireStrike etwa haben wir die rund anderthalb fache 3D-Leistung gegenüber der HD



Im Aldi-Notebook Medion Akoya E6424 arbeitet der Core i5-6267U. Der SoC-Prozessor versammelt gleich drei Silizium-Dice auf seiner Trägerplatine, nämlich den Prozessor (Mitte), den bei Iris-Varianten obligatorischen L4-Cache (rechts) sowie den Chipsatz (links).

520 gemessen. Damit erreicht die Iris 550 Leistungsregionen von Low-End-Zusatzchips à la GeForce 930 und taugt für Spiele mit einfacher 3D-Grafik wie DOTA 2 oder League of Legends [1]. Wer sich auf eines dieser Spiele eingeschossen hat, dem ist es egal, dass Intel seine Grafiktreiber nicht so schnell an neue Blockbuster-Titel anpasst wie AMD und vor allem Nvidia: Für solch detailreiche 3D-Welten ist die Iris 550 eh zu lahm.

Core-i-Prozessoren mit Iris-550-Grafik gesteht Intel eine höhere TDP (Thermal Design Power) zu: Sie beträgt 28 Watt statt den sonst bei U-Modellen üblichen 15 Watt. Dieses Abwärme-Budget ist allerdings nicht für die Grafikeinheit reserviert: Auch die CPU-Kerne dürfen es aus schöpfen, weshalb Intel beim i5-6267U eine hohe nominelle Taktfrequenz von 2,9 GHz vorsieht. Bei längeren Berechnungen wie der Batch-Verarbeitung von Raw-Bildern, in denen die CPU nicht dauerhaft in den hohen Turbo-Frequenzen verweilen kann, bricht die Performance also nicht so stark ein wie bei 15-Watt-Modellen. Benchmarks untermauern das: Im Cinebench schafft der Core i5-6267U (28 Watt) deutlich höhere Ergebnisse als der Core i7-6500U (15 Watt) mit 2,5 GHz Nominaltakt.

### Ich will aber nicht schlafen!

Die höhere TDP bedingt keinen höheren Stromverbrauch, weil sich alle modernen CPUs zum Stromsparen heruntertakten. Im Medion-Gerät stimmt allerdings genau hier etwas nicht: Selbst ohne Rechenlast

lief der Prozessor nie mit weniger als 1,3 GHz. Im Test schwankte der Takt beim Nichtstun in der Regel sogar zwischen 1,4 und 1,7 GHz, statt auf unter 1 GHz abzufallen – und schon bei wenigen Prozessoren CPU-Last ging der Takt auf über 2 GHz hoch.

Dass die CPU im Akoya E6424 die tiefstmöglichen Schlafzustände verweigert, hat gleich zwei unschöne Nebeneffekte. So schaltet sich der Lüfter nie vollständig ab, sondern läuft immer leise hörbar mit (0,2 Sone), sobald das Notebook warmgelaufen ist. Immerhin bleibt der Lärmpegel unter Volllast im erträglichen Rahmen (0,7 Sone). Im Akkubetrieb haben wir bestenfalls rund vier Stunden Laufzeit gemessen, was einem Verbrauch

von über 10 Watt entspricht. Angemessen wäre etwa die Hälfte an Verbrauch (respektive das Doppelte an Laufzeit); gut gemachte mobile Core-i- und Core-m-Systeme kommen sogar mit weniger als 4 Watt aus.

Auf das Problem angesprochen schickte uns Medion die neuere BIOS-Version 218 zu, die am Taktverhalten jedoch nichts änderte. Gegenüber der ab Werk aufgespielten Version 214 verbesserte sich allerdings die CPU-Performance, die anfangs zu niedrig lag. Bei Aldi verkauft Geräte werden laut Medion mindestens mit Version 217 ausgeliefert; Updates auf neuere BIOS-Versionen soll es ab Verkaufsstart auf Medions Support-Webseite geben.



Intels Grafikeinheit Iris 550 bringt Spiele wie DOTA 2 bei mittlerer Detailstufe flüssig auf den Bildschirm.

Spiele-Benchmarks							
	3DMark Firestrike	Anno 2070		Dirt Showdown		DOTA 2	
	Standard besser ►	mittel besser ►	hoch besser ►	2 × MSAA/4 × AF, Einstellung: mittel besser ►	4 × MSAA/4 × AF, Einstellung: hoch besser ►	Stufe 2 von 4, Schatten mittel besser ►	Maximum besser ►
Intel Iris 550	1313	46	35	68	53	96	40
Zum Vergleich (aus [1])							
Intel HD 520	919	35	19	54	39	71	30
Intel HD 5500	621	19	15	29	22	38	22
AMD Radeon R7 M260	1022	26	18	49	39	73	37
Nvidia GeForce 930M	1304	34	23	63	50	74	58
Nvidia GeForce GTX 960M	3734	85	55	83	80	104	83
Intel Iris 550	1920 × 1080		1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 080	1920 × 1080
	32	23	47	36	36	70	29
Zum Vergleich (aus [1])							
Intel HD 520		22	12	33	25	45	21
Intel HD 5500		12	9	19	15	27	14
AMD Radeon R7 M260		16	12	33	26	59	22
Nvidia GeForce 930M		21	15	46	35	64	36
Nvidia GeForce GTX 960M		57	37	82	75	97	81

Möglicherweise hängt das mangelhafte Stromsparen mit der neuen Iris-Grafik zusammen, denn bei abgeschaltetem Display zeigte sich am Leistungsmessgerät, dass das E6424 plötzlich sehr genügsam war. Ein Treiber-Update auf die bei Redaktionsschluss aktuellen Intel-Treiber (20.19.15.4380) brachte allerdings keine Besserung.

## Spieglein, Spieglein ...

Der Full-HD-Bildschirm mit 15,6 Zoll Diagonale ist dank IPS-Technik blickwinkelunabhängig, spiegelt jedoch stark. Touch-Bedienung ist nicht vorgesehen. An der Verarbeitung des Vollplastikgehäuses gibt es nichts auszusetzen; Deckenaußenseite und Handballenablage imitieren Metalloberflächen. Die Tastatur bietet einen gut spürbaren Druckpunkt und nahezu dieselbe Tastengröße wie bei Desktop-Tastaturen. Das Layout ist gelungen, sogar die vier Cursor-Tasten sind gleich groß – dafür weist allerdings die 0-Taste des Ziffernblocks nicht die übliche Überbreite auf. Auf eine Tastenbeleuchtung muss man ebenso verzichten wie auf separate Maustasten am Touchpad.

Das WLAN-Modul beherrscht 5 GHz und spricht 11ac, allerdings mit nur einem Datenstrom. An älteren Hotspots, die nur gemäß IEEE 802.11n funken, gibt es also bestenfalls 150 MBit/s Brutto-Datenrate; gemäß unseren Messungen liegen die nutzbaren Datenraten deutlich darunter. Per LAN-Kabel bekommt man Gigabit-Ethernet. Der per USB 2.0 angebundene Kartenleser bremst schnelle SDXC-Karten aus. Zum Anschluss externer Monitore stehen eine VGA- und eine HDMI-Buchse bereit; über letztere lassen sich 4K-Displays nur mit 30 Hz ansteuern.

Die Vorinstallation von Windows 10 Home enthält etliche Desktop-Verknüpfungen zu Aldi-Diensten sowie Software-Beigaben. Da Windows auf einer 128-GByte-SSD residiert, fühlt es sich trotz der Beigaben flott an; zusätzlich ist eine 1-TByte-Platte vorhanden. Wer Daten auslagern möchte, kann sie nicht nur per USB 3.0 auf externe Sticks oder Festplatten packen, sondern auch über das optische Laufwerk auf CDs oder DVDs. Massenspeicher, RAM-Module und WLAN-Adapter sind über eine verschraubte Bodenplatte zugänglich.

## Fazit

Mit dem Aldi-Notebook Akoya E6424 setzt Medion den Core i5-6267U samt Iris-550-Grafik in einer sinnvollen

Konfiguration in Szene, doch dem Notebook fehlt der Feinschliff. Am mangelhaften Stromsparverhalten der CPU könnte sich durch ein BIOS- oder Treiber-Update noch etwas ändern, am Spiegel-Display hingegen nicht. Aldi Nord, Aldi Suisse und Hofer (Österreich) verkaufen das Akoya E6424 ab dem 28. April, bei Aldi Süd ist es eine Woche später im Angebot.

Iris-Grafik wird man künftig häufiger antreffen: Etliche Notebook-Hersteller wollen ihre seit dem Winter verkauften

Skylake-Notebooks mit Prozessoren samt Iris-Grafik ausstatten. Das muss aber nicht zwangsläufig die Iris 550 sein: Es gibt bei den Skylake-Doppelkernen auch noch die Iris 540 (in 15-Watt-CPUs) und für Quad-Cores die Iris Pro 580 – mit nochmals erhöhter Shader-Anzahl und 128 MByte EDRAM. (mue@ct.de) **ct**

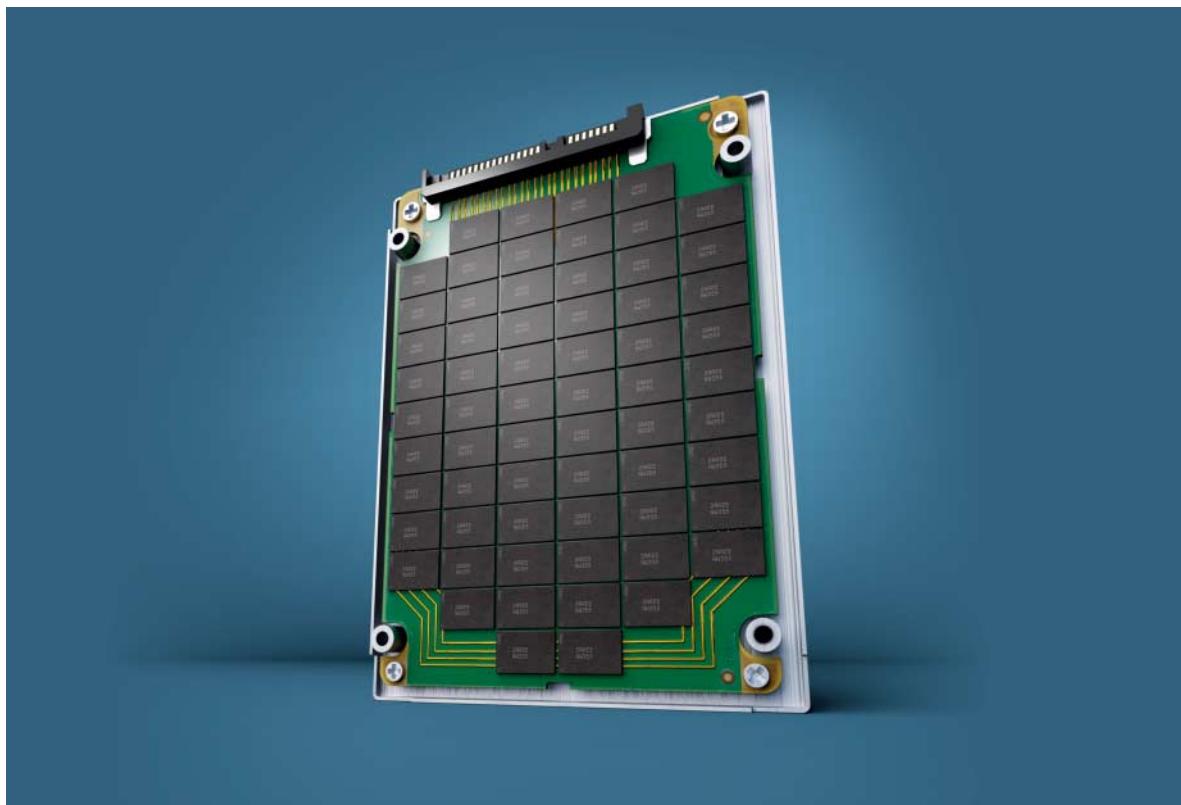
## Literatur

[1] Martin Fischer, Florian Müsing, Mit GPÜchen, Notebooks mit Einsteiger-Grafikchips, c't 26/15, S. 104

### Medion Akoya E6424: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	MD99850
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Cyberlink Media Suite, Cyberlink YouCam 6, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	L / - / L / - / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	2 × R / 2 × L / - / L
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	V (SD) / L / -
<b>Ausstattung</b>	
Display	AUO B156HANO3.0: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 32 ... 258 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd
Prozessor	Intel Core i5-6267U: 2 Kerne mit HT, 2,9 GHz (Turbo bis 3,3 GHz), 2 × 256 KByte L2-, 4 MByte L3-, 64 MByte L4-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	6 GByte PC3-12800 / Intel Skylake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris 550 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC269
LAN / WLAN	PCIe: Realtek (GBit) / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 3165 (a/b/g/n-150/ac-433)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel 4.2 (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	SMB: Elan (max. 3 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD + Festplatte: Phison PS3109-S9 + Toshiba MQ (128 + 1000 GByte) / HL-DT-ST GUDON (DVD-Multi)
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	44 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 347 g, 12,3 cm × 5,1 cm × 3,2 cm, Kleingerätestecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	2,28 kg / 38 cm × 26,8 cm / 2,8 ... 2,9 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	2 cm / 18,5 mm × 18,5 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>	
Suspend / ausgeschaltet	0,6 W / 0,4 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max)	4,8 W / 7,9 W / 9,9 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	29,4 W / 12,9 W / 39,9 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	65,8 W / 0,6
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>	
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / WLAN (200 cd/m <sup>2</sup> )	4,1 h (10,7 W) / 3,1 h (14,1 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	3,3 h (13,4 W) / 1,2 h (36,8 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1 h Laden	1,8 h / 2,2 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,2 Sone / 0,7 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	431,2 / 143,5 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	32678 / 19579
Leserate Speicherkarte (SD / xD / MS)	27,4 / – / – MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	17,3 / 7,1 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / -95,2 dB(A)
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	3,49 / 3,73
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	16334 / 44980 / 816 fps
3DMark (Ice Storm / Cloud Gate / Sky Diver / Fire Strike)	88917 / 7709 / 5671 / 1313
<b>Preis und Garantie</b>	
Straßenpreis Testkonfiguration	600 €
Garantie	3 Jahre
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend	⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden

Anzeige



# Speicherplatz, schnell und günstig

## Terabyte-SSDs für Desktop und Notebook

**SSDs mit 256 GByte reichen zwar für Büro-PCs aus, für private Desktop-Rechner und Notebooks wünscht man sich aber oft viel mehr Platz. Einige Terabyte-SSD sind mittlerweile für kaum mehr als 200 Euro erhältlich.**

**VON LUTZ LABS**

**D**er Preisverfall bei SSDs setzt sich fort: 256-GByte-Versionen bekommt man für weniger als 80 Euro, doppelt so große SSDs kosten 150 Euro. Dann kommt aber die Schmerzgrenze: Für eine 1 TByte große SSD rufen einige Hersteller 300 Euro und mehr auf – da greifen viele

Nutzer eben doch zu einer konventionellen Festplatte als Datenablage.

Doch einige Terabyte-SSDs sind bereits für wenig mehr als 200 Euro erhältlich. Grund genug, eine Reihe großer und günstiger SSDs auf den Prüfstand zu holen. Wir haben uns dabei nicht auf SATA-SSDs im 2,5-Zoll-Gehäuse beschränkt; zwei Hersteller haben es bereits geschafft, auch die kleinen M.2-Kärtchen mit 1 Terabyte Flash-Speicher zu bestücken. Dazu gesellt sich noch eine SSD mit mSATA-Anschluss.

Im Test sind damit die 2,5-Zoll-SSDs Crucial BX200, OCZ Trion 150, Samsung 850 Evo, SanDisk Ultra II, Toshiba Q300 und Transcend SSD370. Die M.2-Vertreter sind die SanDisk X400 und die Transcend

MTS800; Samsung liefert die mSATA-SSD 850 Evo.

Bei der Samsung 850 Evo im 2,5-Zoll-Gehäuse gibt es eine Besonderheit: Es gibt sie in zwei Versionen, die sich äußerlich kaum unterscheiden lassen. Die alten Modelle mit 32-lagigem 3D-NAND heißen MZ7LE1T0, die neuen mit 48-Lagen-Flash MZ7LN1T0.

Die Modelle mit 120 GByte und 2 TByte werden noch mit 32-lagigem Speicher ausgeliefert. Bei der kleinen Version nutzt Samsung bereits jetzt nur einen einzigen Flash-Chip. Die 2-TByte-Version soll demnächst umgerüstet werden; und die kommende 4-TByte-Version dürfte wohl ausschließlich mit 48-Lagen-NAND erscheinen. Zum Redaktionsschluss waren bereits



## Crucial BX200

Im Inneren der BX200 arbeitet TLC-Flash von der Crucial-Mutter Micron; als Controller nutzt Crucial den SM2256 von Silicon Motion mit vier Kanälen. Wie üblich, kommt ein DRAM-Cache zum Einsatz; dieser ist bei der 1-Byte-Version 1 GByte groß. Vor allem beim Schreiben auf eine fast volle SSD lahmt die BX200: Bei leerer SSD lag die Schreibrate noch bei halbwegs guten 440 MByte/s, bei voller SSD sank sie auf die Hälfte ab – so „schnell“ sind sogar einige Festplatten.



## OCZ Trion 150

OCZ nutzt in der Trion 150 TLC-Flash mit 15 nm Strukturbreite von der Konzernmutter Toshiba. Die Schreibleistung liegt mit 400 MByte/s im Mittelfeld – diesen Wert erreicht die SSD auch bei hohem Füllstand.

Über einen ShieldPlus genannten Service erhalten Kunden schnell Kontakt zum Service-Team von OCZ. Sollte eine SSD als defekt eingestuft werden, macht sich innerhalb von 24 Stunden eine Ersatz-SSD mitsamt Rücksendeschein für das defekte Laufwerk auf den Weg.



## Samsung 850 Evo

Samsung nutzt bei den 850ern wie üblich Flash-Speicher aus der eigenen Fabrik. Bei den Benchmarks unterscheiden sich die beiden Versionen kaum; die neue schreibt mit 485 MByte/s allenfalls einen Tick langsamer. Große Unterschiede gibt es hingegen beim Energieverbrauch: Die neue Version nimmt beim Lesen nur noch 2,1 Watt auf, rund 1,5 Watt weniger. Die Verpackung der neuen Version zierte ein blaues V – sonst sind sie kaum auseinanderzuhalten.

die ersten Angebote gelistet, zunächst wird sie wohl stolze 1400 Euro kosten.

## Nachgemessen

Die Leistungsaufnahme der 2,5-Zoll-SSDs haben wir wie üblich mit einem Präzisionsleistungsmessgerät LMG95 im Stromzweig der SSDs gemessen, bei den Mobil-SSDs kamen passende SATA-Adap-

ter zum Einsatz. Deren Energiebedarf lässt sich nicht herausrechnen, da sie ohne SSD gar keinen Strom verbrauchen. Daher liegen die im Diagramm angegebenen Leistungen etwas zu hoch; der Fehler beträgt jedoch nur wenige Milliwatt.

Für die Geschwindigkeitsmessungen kamen zwei Benchmark-Programme zum Einsatz: IOmeter und CrystalDiskMark.

Bei Messungen mit IOmeter schreiben wir jede SSD zunächst mit einer Testdatei voll; die Messungen finden dann innerhalb dieser Datei statt. Einige SSDs reagieren auf die hohe Befüllung mit Leistungseinbußen; Messungen mit CrystalDiskMark und fast leerer SSD treffen die Praxis mit nur wenig gefüllten Laufwerken besser. In den Benchmark-Tabellen finden Sie beide

### 1-Byte-SSDs – Benchmarks und Leistungsaufnahme

	seq. Transferraten schreiben/lesen <sup>1</sup> [MByte/s]	seq. Transferraten schreiben/lesen <sup>2</sup> [MByte/s]	IOPS schreiben/lesen <sup>3</sup> besser ►	Leistungsaufnahme <sup>4</sup> [W]
Samsung 850 Evo mSATA	493/546	513/551	68239/83587	0,2/0,6/5,4/4,6
SanDisk X400	283/546	418/547	38468/60920	0,1/0,5/1,9/2,7
Transcend MTS800	448/557	463/559	57336/69574	0,2/0,5/1,9/3,3
Crucial BX200	217/548	454/553	46829/72031	1,1/1,1/3,1/3,4
OCZ Trion 150	401/551	521/562	57159/79857	0,2/0,3/2/3
Samsung 850 Evo 32 Lagen	498/549	527/556	64659/85141	0,1/0,3/3,6/3
Samsung 850 Evo 48 Lagen	483/545	521/550	66539/84706	0,1/0,3/2,1/1,9
SanDisk Ultra II	292/550	504/552	32484/82365	0,1/0,5/1,8/2,7
Toshiba Q300	182/510	461/562	30310/83212	0,3/1,2/2,2/4,5
Transcend SSD370S	435/526	437/551	60080/66613	0,1/0,5/1,9/4,7

<sup>1</sup> gemessen mit IOmeter, Blockgröße 128 KByte

<sup>2</sup> gemessen mit CrystalDiskMark

<sup>3</sup> gemessen mit IOmeter, Blockgröße 4 KByte

<sup>4</sup> idle mit LPM/idle/lesen/schreiben



### Samsung 850 Evo mSATA

Praktisch nur in älteren Notebooks gibt es mSATA-Steckplätze, moderne Laptops booten von einer SSD im M.2-Format. Wer sein altes Schätzchen mit einer 1-TByte-SSD aufrüsten möchte, dem bleibt nur die 850 Evo von Samsung oder die ältere und teurere Samsung 840 Evo.

Die Benchmarks absolvierte die 850 Evo mSATA mit ähnlich hohen Werten die die 2,5-Zoll-Versionen; die Aufnahmefähigkeit lag jedoch deutlich höher: Beim Schreiben nahm die SSD mehr als 5 Watt auf.



### SanDisk Ultra II

Die SanDisk Ultra II ist die günstigste SSD in diesem Vergleich; als Sonderangebot war sie schon mehrfach für weniger als 200 Euro erhältlich. SanDisk verwendet 19-nm-TLC-Speicher aus der Gemeinschaftsproduktion mit Toshiba.

Zur Beschleunigung von Schreibvorgängen schaltet SanDisk einen Teil des TLC-Speichers in den schnelleren SLC-Modus, beim 960-GByte-Modell sind es 40 GByte. Wie andere günstige SSDs schwächt sie beim Schreiben auf gut gefüllter Platte.



### SanDisk X400

1 TByte auf einer M.2-SSD mit 80 Millimeter Länge (2280-Format) – das ist noch selten. SanDisk möchte die X400 vornehmlich an OEM-Kunden verkaufen. Der Hersteller nutzt ebenfalls TLC-Speicher und Pseudo-SLC-NAND zur Schreibbeschleunigung; für den Business-Einsatz unterstützt die X400 TCG Opal 2.0 zum Einsatz als verschlüsseltes eDrive unter Windows 8.1/10 Pro. Bei vollem Laufwerk schreibt die X400 nur mit knapp 300 MByte/s, bei geringerem Füllstand erreicht sie mehr als 400 MByte/s.

Werte – wer absehen kann, dass sich seine SSD schnell füllen wird, sollte sich unbedingt die IOmeter-Werte anschauen.

Beim Einsatz in einem Büro-PC spielen die IOPS-Werte eine geringe Rolle. Sie geben die Zahl der pro Sekunde verarbeiteten Lese- oder Schreibzugriffe auf zufällig verteilte Speicherblöcke an. Auch bei der lahmsten SSD liegen die IOPS-Werte um den Faktor 100 bis 200 über denen einer schnellen Festplatte. Selbst eine Verdopplung merkt man lediglich, wenn eine Anwendung an die SSD sehr viele Anfragen fast gleichzeitig stellt. Bei der normalen Arbeit am Windows-PC läuft oft nur eine einzige leistungshungrige Anwendung im Vordergrund, und die schickt sehr wenige Anfragen parallel an den Massenspeicher.

### Mobil-SSDs

SSDs für den Einsatz in Mobilrechnern sind zwar prinzipiell ähnlich aufgebaut wie ihre Verwandten im 2,5-Zoll-Gehäuse; sie müssen jedoch besonders klein sein.

Da die Chips auf den kleinen Plättchen nicht gekühlt werden, können sie die Wärme bei anhaltenden Belastungen nicht so gut abführen wie 2,5-Zoll-SSDs, deren Chips gelegentlich mittels Wärmeleitplättchen am Gehäuse kleben. Hohe Temperaturen können dazu führen, dass die Leistung sinkt. Bei unseren Testmustern war dies jedoch nicht der Fall: Auch nach rund 10 Minuten Dauerbelastung lag

die Schreibrate bei allen Mobil-SSDs auf unverändertem Niveau. Heiß wurden die Kärtchen allerdings schon: Zwischen 60 und 70 °C lag die Temperatur am Ende des Schreibvorgangs.

### Fazit

Für die Aufrüstung eines alten Notebooks eignet sich die mSATA-SSD von Samsung gut, dennoch sollte man sich die Investi-

#### Desktop- und Mobile-SSDs mit SATA-Interface

Modell	850 Evo mSATA	X400	MTS800
Hersteller	Samsung, <a href="http://www.samsung.de">www.samsung.de</a>	SanDisk, <a href="http://www.sandisk.de">www.sandisk.de</a>	Transcend, <a href="http://www.transcend.de">www.transcend.de</a>
Typenbezeichnung	MZ-M5E1T0BW	SD8SN8U1T00	TS1TMTS800
Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup>	1024 GByte	1024 GByte	1024 GByte
v. Windows erkannte Kapazität	934,51 GByte	953,74 GByte	953,74 GByte
Schreibleistung pro Tag <sup>2</sup>	80 GByte	171 GByte	1049 GByte
Garantie	3 Jahre	5 Jahre	3 Jahre
Preis pro Gigabyte	30 Cent	24 Cent	38 Cent
Straßenpreis	312 €	242 €	390 €
weitere erhältliche Kapazitäten	120 GByte (70 €), 250 GByte (88 €), 500 GByte (160 €)	128 GByte (48 €), 256 GByte (73 €), 512 GByte (130 €)	32 GByte (25 €), 64 GByte (34 €), 128 GByte (47 €), 256 GByte (92 €), 512 GByte (190 €)

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1 000 000 000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1 073 741 824 Byte, die angezeigte Kapazität daher kleiner.



### Toshiba Q300

Toshiba nutzt bei der Q300 Flash-Speicher aus der Kooperation mit SanDisk; der Controller stammt aus dem eigenen Haus.

Zur Schreibbeschleunigung baut Toshiba nicht nur einen DRAM-Cache ein, sondern setzt auch auf einen adaptiven SLC-Cache. Dennoch holt sich die Q300 beim IOMeter-Benchmark mit hoher Befüllung die rote Laterne: Gerade einmal knapp 200 MByte/s schafft die SSD beim Schreiben; bei leerer SSD sind es rund 460 MByte/s.



### Transcend SSD370

Die Transcend SSD370 bestückt der Hersteller mit dem Controller TS6500, einem Silicon Motion SM2246EN mit veränderter Firmware. Beim Speicher setzt Transcend auf Flash der Micron-Tochter Spectek. Beim Schreiben lässt sich die SSD auch von hohen Füllständen nicht beeindrucken, mit knapp 400 MByte/s liegt das Tempo aber nur im Mittelfeld. Die SSD punktet mit einer hohen Ausdauer: Sie darf mit rund 1 TByte pro Tag beschrieben werden; das reicht selbst für große Videoschnitt-Projekte.



### Transcend MTS800

Transcend benötigt für seine erste 1-Byte-SSD im M.2-Format noch beide Seiten der Platine – beim Nachrüsten eines Notebooks ist das wahrscheinlich egal. Bemerkenswert ist die hohe Endurance (Ausdauer): Im Lauf der dreijährigen Garantie kann die SSD mit insgesamt 1180 TByte Daten beschrieben werden; das entspricht etwa einem TByte pro Arbeitstag. Die Geschwindigkeit ist gut und lässt auch bei hohem Füllstand der SSD nicht nach.

tion gut überlegen: Wenn das Notebook schon einige Jahre auf dem Buckel hat und demnächst ausgetauscht werden könnte, kann man die mSATA-SSD lediglich noch über einen mSATA-USB-Adapter als externes Laufwerk einsetzen.

In aktuellen Notebooks und auch auf vielen modernen Mainboards für Desktop-PCs finden sich ausschließlich M.2-Steckplätze. Wer dafür eine große

SSD benötigt, muss sich entscheiden: Die Transcend MTS800 ist schneller, aber auch deutlich teurer als die SanDisk X400.

Die Performance bei den 2,5-Zoll-SSDs liegt weit auseinander. Zwar lesen alle SSDs schnell, aber beim Schreiben auf volle Laufwerke gehen die Werte stark auseinander. Zu den Schnellschreibern gehören die Samsung 850 Evo, die Transcend SSD370 und die OCZ Trion 150, gefolgt

von der SanDisk Ultra II. Crucials BX200 und die Toshiba Q300 schreiben unter diesen Bedingungen nur mit rund 200 MByte/s – bei großen Kopieraktionen oder beim Videoschnitt muss man deutlich länger warten als bei der Konkurrenz. Für die normale Arbeit an einem Büro-PC spielt dies eine untergeordnete Rolle; hier sind alle SSDs wesentlich schneller als konventionelle Festplatten.

(ll@ct.de)

BX200	Trion 150	850 Evo	Ultra II	Q300	SSD370S
Crucial, <a href="http://www.crucial.de">www.crucial.de</a>	OCZ, <a href="http://www.ocz.com">www.ocz.com</a>	Samsung, <a href="http://www.samsung.de">www.samsung.de</a>	SanDisk, <a href="http://www.sandisk.de">www.sandisk.de</a>	Toshiba, <a href="http://www.toshiba.de">www.toshiba.de</a>	Transcend, <a href="http://www.transcend.de">www.transcend.de</a>
CT960BX200SSD1	TRN150-25SAT3-960G	MZ-75E1T0B	SDSSDHII-960G-G25	HDT796EZSTA	TS1TSSD370S
960 GByte	960 GByte	1024 GByte	960 GByte	960 GByte	1024 GByte
894,13 GByte	894,13 GByte	931,39 GByte	894,13 GByte	894,13 GByte	953,74 GByte
64 GByte	213 GByte	80 GByte	k. A.	128 GByte	1049 GByte
3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	3 Jahre
25 Cent	22 Cent	27 Cent	22 Cent	24 Cent	31 Cent
237 €	212 €	275 €	212 €	226 €	320 €
240 GByte (63 €), 480 GByte (114 €)	128 GByte (48 €), 256 GByte (73 €), 512 GByte (130 €)	120 GByte (63 €), 250 GByte (83 €), 500 GByte (142 €), 2 TByte (598 €), 4 TByte (1400 €)	120 GByte (55 €), 240 GByte (71 €), 480 GByte (125 €)	120 GByte (45 €), 240 (70 €), 480 GByte (116 €)	32 GByte (29 €), 64 GByte (38 €), 128 GByte (47 €), 256 GByte (81 €), 512 GByte (153 €)

<sup>2</sup> Herstellerangaben

✓ vorhanden

– nicht

vorhanden

k. A. keine Angabe

# Gezielte Suche

## Den richtigen Mobilfunktarif finden



**Die Mobilfunkanbieter lassen sich einiges einfallen, um Kunden zu gewinnen. Einige Angebote sehen aber bloß günstig aus – nur wer sich gut informiert, kann ein Schnäppchen machen.**

**VON URS MANSMANN**

Die Preise im Mobilfunkmarkt fallen. Internet-Zugang, Telefonminuten und SMS gibt es zu immer günstigeren Tarifen. Zwar ist E-Plus als Wettbewerber

weggefallen, weil O2 das Unternehmen übernommen hat, diese Lücke füllt nun aber der Service-Provider Drillisch. Mit insgesamt rund zehn Marken, beispielsweise Smartmobil, Winsim, Maxxim oder Discotel, läutet er immer wieder neue Preisrunden ein.

Übersichtlich ist der Markt aber noch lange nicht, zahllose Tarife, viele Fußnoten und unübersichtliche Angebotsstrukturen machen einen Vergleich schwer. Auf Seite 126 finden Sie eine Tabelle mit aktuellen Smartphone-Tarifen mit einem Datenvolumen zwischen rund

0,5 und 5 Gigabyte, die sich auch zum Telefonieren eignen. Wer einen neuen Vertrag schließen will, muss zunächst einmal die grundlegende Entscheidung treffen, ob er sich vertraglich binden will. Prepaid-Karten gelten vielen Kunden immer noch als unkomfortabel. Sie empfinden regelmäßiges Nachladen des Guthabens als lästig und fürchten, dass das Handy ausgerechnet dann streikt, wenn sie gerade dringend telefonieren müssen.

Bei der Einführung von Prepaid-Angeboten vor rund 15 Jahren waren die Preise für Telefonate und SMS deutlich höher

als die von Laufzeitverträgen, dafür entfielen die Grundgebühren. Das haben viele Kunden immer noch im Hinterkopf, wenn sie das Stichwort Prepaid hören. Das Verhältnis ist inzwischen aber vollständig zu Ungunsten der Vertragskunden gekippt: Die zahlen nicht nur höhere Gebühren, sondern werden in vielen Verträgen obendrein bei den Verbindungskosten gemolken.

Bei Preisänderungen sind flexible Prepaid-Kunden im Vorteil. Sie erhalten Preissenkungen und Leistungsverbesserungen umgehend – Vertragskunden müssen darauf oft bis zum Ende der maximal zweijährigen Laufzeit warten und zahlen in der Zwischenzeit kräftig drauf, wenn die Preise am Markt sinken.

Der Komfort eines Laufzeitvertrags wird mit einigen Nachteilen erkauft. Zunächst einmal ist da das Kostenrisiko: Kriminelle Profis können durch automatisierte Anrufe binnen weniger Minuten einen Schaden in fünfstelliger Höhe anrichten, wenn ihnen ein entsperrtes Handy oder eine SIM-Karte ohne PIN-Abfrage in die Hände fällt. Auch Minderjährige können erhebliche Rechnungen verursachen, wenn sie mangels Erfahrung in eine geschickt aufgestellte Kostenfalle laufen, beispielsweise durch Anrufe oder SMS an kostenpflichtige Rufnummern.

Kunden mit Laufzeitverträgen müssen rechtzeitig kündigen. Wer Sorge hat, das zu vergessen, sollte bereits beim Vertragsschluss die Kündigung aussprechen. Wirksam wird sie dann mit Ablauf der Mindestvertragslaufzeit. Vergisst man die Kündigung, kann sich ein Privatkundenvertrag um bis zu 12 Monate verlängern. Die Kündigungsfrist kann maximal drei Monate betragen.

Laufzeitkunden bekommen als vermeintlichen Vorteil oft ein hochwertiges Handy versprochen. Schaut man genauer hin, stellt man fest, dass dessen Kosten im Vertrag eingepreist werden. Klickt man auf der Bestell-Webseite erst auf „Vertrag ohne Handy“ und spielt dann den gleichen Prozess mit Handy durch, ändert sich die Preise erheblich. Wenn ein 700-Euro-Handy für sensationell günstige 100 Euro über den Ladentisch geht, aber man dafür noch 2 Jahre lang 30 Euro monatlich dafür bezahlen muss, hat man am Ende 120 Euro draufgelegt. Oft ist es günstiger, das Handy selbst zu bestellen und zu be-

zahlen und sich einen passenden, günstigen Tarif herauszusuchen.

Im Trend liegen derzeit Laufzeitverträge mit sehr kurzer Laufzeit. Dafür muss man zwar bei einigen Anbietern einen Aufschlag bezahlen, kann dafür aber jederzeit zu einem günstigeren Tarif wechseln. Besonders viele Angebote mit einer Vertragslaufzeit von nur einem Monat finden Sie bei den Marken des Service-Providers Drillisch. Diese lassen sich problemlos und schnell mit einem Mausklick im Kundenportal der jeweiligen Marke kündigen.

### Prepaid mit Komfort

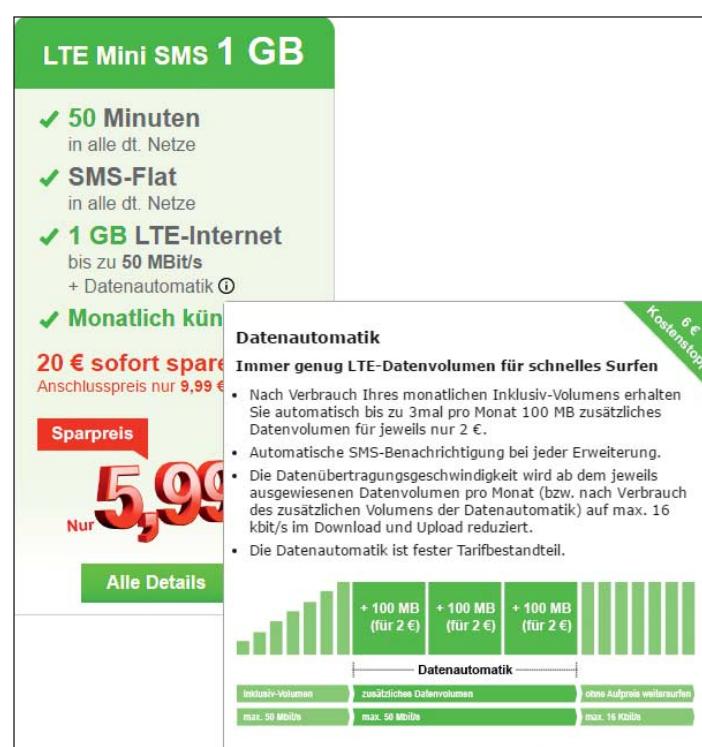
Bei den meisten Prepaid-Anbietern lässt sich das Konto automatisch aufladen. Fällt das Guthaben unter einen Mindestwert, bucht das Unternehmen eine vorher vereinbarte Summe ab und stellt sie auf das Prepaid-Konto. Das ist komfortabel, aber auch riskant. Ist die Zahl der Abbuchungen nicht begrenzt, können dadurch wie beim Laufzeitvertrag unbemerkt hohe Kosten anfallen. Man sollte sich daher vom Mobilfunkanbieter oder dem Zahlungsdienstleister unbedingt per SMS oder wenigstens E-Mail über jeden Ladevorgang benachrichtigen lassen.

Für Kinder empfiehlt sich eher ein Dauerauftrag, bei dem monatlich ein fes-

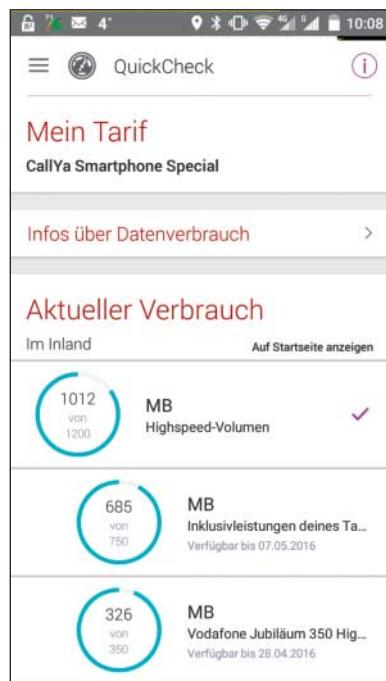
ter Betrag aufs Prepaid-Konto verbucht wird – idealerweise dann, wenn die monatliche Abbuchung für den Pauschaltarif erfolgt, damit dessen Buchung gesichert ist. Je nach Anbieter kann das über eine Einstellung im Kunden-Frontend oder per Überweisung erfolgen.

Lastschriften sind für den Mobilfunkanbieter ein Risiko, denn diese können zurückgehen, sei es, weil die Kunden widersprochen haben, sei es, weil auf dem Konto keine Deckung vorhanden ist. Hat der Kunde das Guthaben bereits verbraucht, muss der Anbieter seinem Geld hinterherlaufen. Richtet der Kunde eine solche Automatik ein, überprüft der Anbieter, ob jener auch wirklich kreditwürdig ist, beispielsweise indem er die Schufa abfragt. Wer das vermeiden will oder bei der Prüfung durchfällt, muss das Konto ganz konventionell per Ladekarte auffüllen, wie sie im Einzelhandel allerorten erhältlich ist. Auch online lassen sich Aufladungen vornehmen, beispielsweise beim Dienstleister Prelado ([www.prelado.de](http://www.prelado.de)), der Guthaben für alle gängigen Prepaid-Angebot bereithält und entweder einen Aufladecode zustellt oder die Aufladung direkt vornimmt.

Die meisten Anbieter stellen ihren Kunden eine App bereit, mit der sich das aktuelle Guthaben und der Verbrauchstand bei den Freieinheiten bequem und



Erst wenn man mit der Maus über das Info-Zeichen fährt, sieht man die Mehrkosten für den Datentransfer.



Die meisten Prepaid-Anbieter bieten eine App, mit der sich alle wichtigen Verbrauchsdaten abfragen lassen.

schnell erfassen lässt. Beim Freivolumen gibt es stets Abweichungen zum Zähler des Smartphones, zum einen durch abweichende Erfassungszeiträume, vor allem aber durch die „Taktung“, also die kundenunfreundliche und technisch vollkommen unnötige Unterteilung in große Abrechnungsschritte zu 1, 10 oder 100 Kilobyte, statt einfach die übertragenen Bytes kumulativ zu zählen. Für eine grobe Schätzung reicht die Anzeige des Smartphones aber aus.

## Spezialtarife

Auslandstelefonate sind in vielen Verträgen immer noch teuer. Zwar schreibt die EU vor, was ein Telefonat innerhalb der EU im Roaming kosten darf, nicht aber, wenn Sie vom Heimatnetz ins Ausland telefonieren. Das führt zu der bizarren Situation, dass Telefonate in andere Länder der EU für deutsche Mobilfunkkunden jenseits der Landesgrenzen inzwischen meist preiswerter sind als daheim.

Wer viel ins Ausland telefoniert, sollte sich dafür eine separate SIM-Karte zulegen [1]. Die kann man entweder in ein preiswertes Einfach-Handy packen oder, erheblich komfortabler, in den zweiten

SIM-Slot eines Dual-SIM-Geräts. Dafür gibt es in freien Handy-Shops spezielle Angebote mit günstigen Auslandstelefontarifen, beispielsweise von Lycamobile oder Lebara. Die Preise für Inlandstelefonate und den Internet-Zugang sind bei solchen Tarifen aber meist teuer.

## Schnell ins Netz mit LTE

Die meisten aktuell verkauften Smartphones beherrschen bereits den Mobilfunkstandard LTE, der besonders schnelle Verbindungen ermöglicht. Dabei ist nicht nur die Datenrate entscheidend für das Tempo. Durch die spürbar höhere Latenz ist der Datenaustausch in den UMTS-Netzen deutlich träge als im auf schnellen Datendurchsatz optimierten LTE-Netz. Vielerorts ist LTE die einzige schnelle Alternative zum für heutige Smartphones viel zu langsamen GSM-Netz. Das LTE-Netz ist bei der Telekom und Vodafone inzwischen deutschlandweit ausgebaut, den Ausbau der UMTS-Netze haben die Netzbetreiber im Gegenzug inzwischen weitgehend eingestellt.

Seit Kurzem haben die Netzbetreiber ihre LTE-Netze auch für Prepaid-Kunden freigegeben. Allerdings muss man hier immer noch genau hinsehen: Die Billigmarken der Netzbetreiber – Congstar von der Telekom, Fyve von Vodafone und Fonic von O2 – stellen ihren Kunden keinen LTE-Zugang zur Verfügung. Den erhält man nur, wenn man einen Prepaid-Vertrag direkt beim Netzbetreiber abschließt.

Die verfügbare Datenrate ist bei den verschiedenen Angeboten sehr unterschiedlich. Vodafone stellt allen Kunden, auch denen mit Prepaid-Karte, neuerdings 225 MBit/s bereit. Die Telekom speist Prepaid-Kunden mit 8 bis 16 MBit/s ab, spendiert den Vertragskunden aber 150 bis 300 MBit/s. Drillisch stellt in neueren Verträgen 50 MBit/s bereit und O2 liefert Prepaid- und Vertragskunden derzeit gerade einmal rund 21 MBit/s.

Die GSM-, UMTS- und LTE-Mobilfunknetze in Deutschland haben durchaus unterschiedliche Qualität, was die Abdeckung in der Fläche angeht. In Tests liegen die Telekom und Vodafone Kopf an Kopf vorne, auf den Plätzen folgten O2 und E-Plus. Mit der Zusammenlegung der beiden letztgenannten hat sich die Abdeckung nicht wesentlich verbessert. Zusammengelegt ist auch bislang nur das UMTS-Netz,

GSM und LTE sollen erst noch folgen. In drei Jahren soll das Netz vollständig konzentriert sein, viele redundante Senderstandorte fallen dann weg. Beim schnellen Internet mit UMTS oder gar LTE weisen das O2- und E-Plus-Netz auf dem Land immer noch große Lücken auf. In Großstädten und Ballungszentren hingegen stellt man in der Praxis kaum einen Unterschied zwischen den verschiedenen Netzbetreibern fest. Wer in der Stadt lebt und arbeitet, hat also die freie Auswahl zwischen allen Angeboten. Die Netzbetreiber veröffentlichen auf ihren Seiten detaillierte Funkabdeckungskarten, siehe c't-Link am Ende des Artikels.

## Sparen mit Flatrates

Für den Internet-Zugang gibt es am Markt kein einziges echtes Flatrate-Angebot, sondern nur Volumenarife, bei denen die Datenrate nach Verbrauch des Monatskontingents bis zur Unbrauchbarkeit gedrosselt wird. Nominell stehen zwar in den meisten Angeboten dann noch 32 kBit/s zur Verfügung, die aber hinten und vorne nicht reichen, weil sich alle Apps diese Bandbreite teilen müssen. Selbst mit 64 kBit/s ist eine vernünftige Nutzung meist nicht mehr möglich, weil schon der Abruf von Mails oder Webseiten häufig an einem Timeout scheitert.

In vielen Tarifen kann man Volumen mit voller Bandbreite nachkaufen, wenn man damit einmal nicht über den Monat kommt. Das ist dann pro Megabyte oft deutlich teurer als der Grundtarif. Drillisch, O2 und Vodafone setzen da aber noch einen drauf: In einigen Laufzeittarifen schalten sie eine sogenannte Datenautomatik. Dann wird zwangsläufig zusätzliches Volumen hinzugebucht, wenn das Monatsvolumen verbraucht ist, und zwar bis zu dreimal pro Abrechnungszeitraum, bevor dann doch noch die Drosselung einsetzt. Dieser Abrechnungskniff kann die Rechnung um 6 bis 9 Euro pro Monat nach oben treiben.

Anders als für den Internet-Zugang bieten einige Netzbetreiber und Service-Provider für die Telefonie echte Flatrates ins Festnetz und alle Mobilfunknetze an. Das Angebot ist allerdings noch nicht allzu groß. Für viele gängige Tarife gibt es keine Flat-Option.

Die Zahl der verschickten SMS ist in den vergangenen drei Jahren um rund 75 Prozent zurückgegangen. Statt über

Anzeige

SMS verschicken die meisten Mobilfunkkunden ihre Textnachrichten inzwischen über Instant Messenger wie WhatsApp oder Telegram. SMS wird in vielen Fällen nur noch genutzt, um TANs oder Systembenachrichtigungen zu empfangen. SMS-Flatrates benötigt kaum mehr ein Nutzer, deshalb bekommt man sie in immer mehr Tarifen als kostenlose Dreingabe.

### Schnell gewechselt

Wer zu einem neuen Anbieter wechselt will, muss nicht bis zum Ende der Vertragslaufzeit beim alten Provider warten, um die Rufnummer mitzunehmen. Das ist jederzeit möglich – für den alten Vertrag erhält man dann eine neue Rufnummer.

Grundgebühren muss man allerdings bis zum bitteren Ende bezahlen, auch wenn man den Vertrag nicht mehr benötigt.

Viele Anbieter zahlen dem Kunden einen sogenannten Willkommensbonus, wenn er eine Rufnummer mitbringt. Diesen Bonus braucht er, um die Gebühren für die Rufnummernmitnahme beim alten Anbieter zu bezahlen, die meist zwischen 25 und 30 Euro liegen.

Zwar hat man als Kunde einen Anspruch darauf, eine Nummer mitzunehmen, nicht aber darauf, eine Nummer mitbringen zu dürfen. Vodafone beispielsweise buhlt aggressiv um Kunden für seinen Prepaid-Tarif Callya Smartphone Special, vergibt dafür aber zwangsläufig eine neue

Rufnummer, was viele von einem Wechsel abhalten dürfte.

Wer die Rufnummer wechselt will, schneidet sich damit nicht automatisch von allen Kontakten ab. Man kann das allen Kommunikationspartnern mit wenig Aufwand per Instant Messenger mitteilen. Die alte Rufnummer kann man bei Vertragsende zu einem Anbieter ohne Grundgebühr portieren und dort eine Ansage auf die Mailbox sprechen, die auf die neue Rufnummer verweist. (uma@ct.de) **ct**

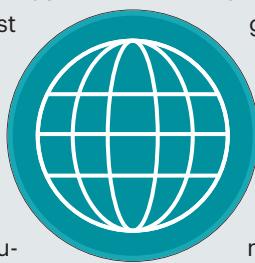
### Literatur

[1] Urs Mansmann, Kostenbremse, Auslands-Spezialtarife im Mobilfunk, c't 3/14, S. 132

**Netzabdeckungskarten:** [ct.de/yb1d](http://ct.de/yb1d)

## Großes Datenvolumen für Vielsurfer

Für monatliche Datenvolumina jenseits von 1 Gigabyte muss man immer noch tief in die Tasche greifen. Das Preis/Leistungsverhältnis ist bei den Vielnutzer-Angeboten mitunter deutlich schlechter als bei typischen Privatkundenangeboten für einen mittleren Bedarf. Für die Tarife mit sehr geringem Datenvolumen wiederum fällt gewissermaßen ein Mindestmengenzuschlag an. Zwischen den Tarifen der unterschied-



lichen Netzbetreiber gibt es ein erhebliches Preisgefälle. Das hängt vor allem vom verwendeten Netz ab: Der günstigste 3-Gigabyte-Laufzeitvertrag, Maxxim „LTE Mini SMS 3 GB“ für rund 13 Euro im Monat nutzt das O2-Netz. Bei Aldi Talk, ebenfalls im E-Plus-Netz, bekommt man für nur 2 Euro mehr bereits 5 Gigabyte Datenvolumen pro Monat. Will oder muss man ein besser ausgebautes Netz nutzen, muss man für ein Ange-

bot im Vodafone- oder Telekom-Netz tiefer in die Tasche greifen. Die Telekom verlangt im Tarif Magenta Mobil L und L Plus für 6 Gigabyte 50 Euro, für 10 Gigabyte 80 Euro im Monat. Bei Vodafone zahlt man für den 6-Gigabyte-Tarif „Red 3GB“ 55 Euro monatlich. Bei der Billig-Tochter Fyve kosten 3 Gigabyte nur 20 Euro im Monat, allerdings ist dort bislang kein LTE verfügbar. In Vertragstarifen sind bei hohen Datenvolumina stets auch Allnet-Telefonie-Flatrates und weitere Leistungen im Preis inbegriffen.

## Allnet-Flatrates für Dauertelefonierer

Auch bei Telefonaten gibt es Qualitätsunterschiede zwischen den Anbietern. Alle bieten HD Voice, also die Nutzung des Codecs AMR-Wideband beziehungsweise G.722.2 und damit eine spürbar verbesserte Sprachqualität gegenüber konventionellen Mobilfunkangeboten. HD Voice ist allerdings nur im UMTS-Netz verfügbar. Lediglich die Telekom bietet derzeit HD-Voice-Gespräche auch im GSM-Netz an. Die neue Technik Voice over LTE, bei der auch Sprachtelefonate über das LTE-Netz laufen, ist von vornherein HD-Voice-tauglich.

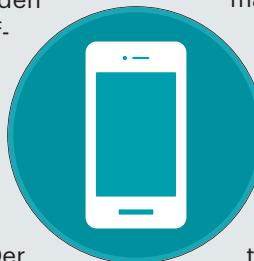
Bei Tarifen ab 30 Euro Monatsgebühren ist eine Allnet-Flat üblicherweise im Preis inbegriffen. Bucht man sie separat als Option zu, werden häufig Preise um 10 Euro aufgerufen. Das günstigste Telefonie-Flatrate-Angebot ist der „LTE All“ von Winsim mit einem Monatspreis von 8 Euro, der außerdem 1 Gigabyte Transfervolumen und eine SMS-Flatrate enthält. Der Tarif ist monatlich kündbar. Bei Simquadrat ist sogar eine EU-Flat erhältlich, die Telefonate in die Fest- und

Mobilfunknetze der EU für monatlich 20 Euro umfasst.

Bei Flatrate-Angeboten muss man stets genau hinschauen.

Mitunter umfassen sie nur netzinterne Telefonate, also zu Anschlüssen des gleichen Netzes oder sogar nur des gleichen Mobilfunk-Providers oder sie gelten nur für Telefonate zu Festnetzanschlüssen.

Solche Angebote sind als Option meist für rund 3 Euro Aufpreis im Monat erhältlich.



## Wenignutzer mit geringen Kosten

Für Gelegenheitsnutzer empfehlen sich Prepaid-Tarife ohne Grundgebühren und ohne Vertragslaufzeiten. Die Preise für Telefonminuten und SMS sind mit je 9 Cent vergleichbar mit denen von Laufzeitverträgen. Allerdings lauert für den Wenignutzer eine kleine Falle: Nach 6 bis 12 Monaten ohne Aktivität oder ohne Aufladung deaktivieren die meisten Anbieter die SIM-Karte; nach weiteren drei Monaten wird sie komplett abgeschaltet und die Rufnummer verfällt. Zwar erfolgt vorher eine Warnung per SMS, zu deren Emp-

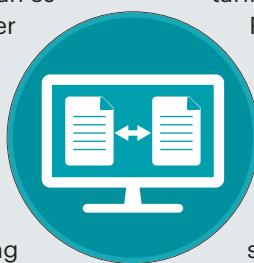
fang das Gerät aber eingeschaltet sein muss. Besser ist, es solche Hinweise per E-Mail zu empfangen; es empfiehlt sich also, dem Anbieter eine ständig genutzte Adresse anzugeben. Man kann auch einen Vertrag ohne Grundgebühren abschließen, beispielsweise bei Congstar, Blau oder Simyo, aber auch dort riskiert man auf längere Sicht eine Kündigung, wenn man die Karte zu wenig oder gar nicht nutzt.

Will man ab und zu ins Internet, ist eine Tages-Flatrate, etwa von Fonic, oft günstiger als der meist aufgerufene Standardpreis von 24 Cent pro Megabyte. Wer das plant, sollte gleich einen Tarif mit einer solchen Option wählen. Solche Wenignutzertarife eignen sich auch dazu, eine Rufnummer vorübergehend oder längerfristig zu parken, beispielsweise während eines Auslandsaufenthalts.



## Tablets ins Netz bringen

Ein Tablet dient üblicherweise als Zubehör zu einem vorhandenen Smartphone. Zwar kann man es problemlos per WLAN über die Hotspot-Funktion des Smartphones ins Internet bringen, das aber ist fummelig, weil man bei jeder Nutzung die Funktion erst im Smartphone freischalten und nach der Nutzung wieder deaktivieren muss. Bequemer wird es mit einer eigenen SIM-Karte, die aber teuer wird.



Nutzt man das Tablet nur gelegentlich unterwegs, gibt es Spezialtarife für die Datennutzung. Der ProSieben Surf-Tarif, der nicht in der Tabelle enthalten ist, weil er keine Telefonie ermöglicht, lässt sich für eine Stunde, einen Tag, drei Tage, eine Woche oder einen Monat zu Preisen zwischen 77 Cent und 19,99 Euro spontan buchen. Er nutzt das Vodafone-Netz, allerdings nur UMTS und kein LTE.

Eine Alternative ist eine Multicard, die in einigen hier vorgestellten Tarifen angeboten wird, siehe weitere Leistungen in der Tabelle auf Seite 126. Dabei erhalten Sie für ein geringes monatliches Entgelt eine oder mehrere zusätzliche SIM-Karten für die Datennutzung. Vor deren Einsatz sollten Sie aber bedenken, dass Notebooks nicht auf Traffic-optimierte Mobilseiten geleitet werden, schon durch Updates deutlich daten hungriger als Smartphones sind und ein Volumenkontingent schnell aufzehren können.

## Kostensicherheit für Kinder

Kindern und Jugendlichen sollten Sie unter gar keinen Umständen eine SIM-Karte mit Laufzeitvertrag anvertrauen. Das damit verbundene Kostenrisiko ist erheblich und kann zu hohen Rechnungen führen. Allerdings reicht es nicht, eine Prepaid-SIM mit voller Kostenkontrolle zu wählen. Sie müssen zusätzlich unbedingt die Drittanbietersperre beim jeweiligen Provider aktivieren lassen, um Abrechnungen für Mehrwertdienste zu unterbinden. Zwar kann ein Prepaid-Konto nicht ins Minus laufen, irrtümlich abgeschlossene Abos können

vorhandenes Guthaben mit monatlichen Abbuchungen aber schnell aufzehren.

Wenn Sie sicherstellen wollen, dass Ihr Kind Sie auch ohne Guthaben auf dem Handy erreichen kann, sollten Sie eine passende Flatrate buchen, die solche Anrufe zum Pauschalpreis erlaubt. Über die Anrufbeschränkungsfunktion können Sie für kleinere Kinder festlegen, dass diese nur bestimmte, von Ihnen festgelegte Nummern anrufen kön-

nen. Für die Änderung oder Aufhebung der Sperre muss am Telefon vor jedem nicht genehmigten Anruf die PIN2 eingegeben werden. Die Einstellung erfolgt über das Menü des Handys und wird auf der SIM-Karte gespeichert, sodass die Konfiguration auch an einem anderen Handy erfolgen kann. Ein Smartphone mit Internet-Zugang ist erst für Jugendliche sinnvoll, jüngeren Kindern sollten Sie ein Einfach-Handy (ab 20 Euro) spendieren.



**Smartphone-Tarife (Daten, Telefonie und SMS, Auswahl)**

Anbieter	Aldi Talk	Blau	Blau	Congstar	Congstar
Tarif	Basistarif	9 Cent	9 Cent	Wie ich will	Prepaid wie ich will
Tarifart	auf Guthabenbasis (Prepaid)	auf Guthabenbasis (Prepaid)	Laufzeitvertrag (1 Monat), optional auf Guthabenbasis	Laufzeit, jederzeit kündbar	auf Guthabenbasis (Prepaid)
URL	www.alditalk.de	www.blau.de	www.blau.de	www.congstar.de	www.congstar.de
Netz	02 (E-Plus)	02 (E-Plus)	02 (E-Plus)	Telekom	Telekom
<b>Grundkonditionen</b>					
max. Datenrate	21,6 MBit/s	7,2 MBit/s	7,2 MBit/s	7,2 MBit/s	7,2 MBit/s
LTE-Nutzung	✓	✓	✓	—	—
Grundvolumen ohne Aufpreis	—	0,01 GByte/Monat ohne Datenoption	0,01 GByte/Monat ohne Datenoption	—	1 GByte/Monat mit 32 kBit/s
Grundpreis Telefonate Deutschland	11 Cent/Minute	9 Cent/Minute	9 Cent/Minute	9 Cent/Minute	9 Cent/Minute
Grundpreis SMS	11 Cent/SMS	9 Cent/SMS	9 Cent/SMS	9 Cent/SMS	9 Cent/SMS
Grundpreis Daten	24 Cent/MByte	24 Cent/MByte	24 Cent/MByte	—	—
<b>Optionen und Erweiterungen</b>					
Optionen Daten	1 GByte, 1,99 €/24 Stunden, 150 MByte, 3,99 €/Monat, 500 MByte, 6,99 €/Monat, 1,5 GByte, 9,99 €/Monat, 5 GByte, 14,99 €/Monat	300 MByte, 9,99 €/Monat <sup>2</sup> , 450 MByte, 14,99 €/Monat <sup>2</sup> , 600 MByte, 19,99 €/Monat <sup>5</sup>	300 MByte, 7,99 €/Monat <sup>2</sup> , 450 MByte, 8,99 €/Monat <sup>2</sup> , 1,2 GByte, 17,99 €/Monat <sup>3</sup> , 1,8 GByte, 20,99 €/Monat <sup>5</sup>	200 MByte pro Tag, 1 € <sup>3</sup> , 100 MByte, 2 €/Monat, 300 MByte, 4 €/Monat, 500 MByte, 8 €/Monat	25 MByte pro Tag, 0,99 €, 100 MByte, 2 €/Monat, 300 MByte, 4 €/Monat, 500 MByte, 8 €/Monat
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	Flat Telefonie und SMS Aldi Talk, 2,99 €/Monat, 150 Minuten Telefonie in Europa, 4,99 €/Monat	(je nach Datentarif, ab 300 Min. inklusive)	(je nach Datentarif, ab 300 Min. inklusive)	100–500 Minuten, 2–8 €/Monat	100–500 Minuten, 2–8 €/Monat
Optionen SMS	—	(je nach Datentarif, ab 300 SMS inklusive)	(je nach Datentarif, ab 300 SMS inklusive)	100–500 SMS, 2–8 €/Monat	100–500 SMS, 2–8 €/Monat
weitere Leistungen (Auswahl)	Top-Up für 3 € bis 1,5 GByte/Monat	Kostenstopp bei 39 €/Monat	—	—	—
<b>Kosten</b>					
einmalige Gebühren	12,99 €	9,99 bis 19,99 €	9,99 €	10 bis 30 €	9,99 €
Gutschrift bei Abschluss	10 €	1 kostenloser Monat	48 bis 144 €	—	10 €
monatliche Kosten	—	—	—	—	—

<sup>1</sup> MVNO: Virtueller Netzbetreiber

<sup>2</sup> Kombitarif, gleiche Anzahl an Telefonminuten oder SMS pro Abrechnungszeitraum

<sup>3</sup> nur 200 MByte/Monat insgesamt, dann auf 32 kBit/s gedrosselt

<sup>4</sup> inklusive 200 Minuten oder SMS

<sup>5</sup> inklusive Flat für Telefonie und SMS

**Smartphone-Tarife (Daten, Telefonie und SMS, Auswahl), Teil II**

Anbieter	02	Simply (oder Maxim)	Simquadrat	Simyo	Simyo
Tarif	All-In M	LTE Mini SMS 1/2/3 GB	Prepaid	Starter 9 Cent	All-on L
Tarifart	Laufzeitvertrag (1 Monat)	Laufzeitvertrag (1 Monat)	Laufzeitvertrag (1 Monat) auf Guthabenbasis	Laufzeitvertrag (1 Monat), optional auf Guthabenbasis	Laufzeitvertrag (1 Monat), optional auf Guthabenbasis
URL	www.o2online.de	www.simply.de, www.maxim.de	www.simquadrat.de	www.simyo.de	www.simyo.de
Netz	02	02	02 (E-Plus) (MVNO <sup>1</sup> )	02 (E-Plus)	02 (E-Plus)
<b>Grundkonditionen</b>					
max. Datenrate	21,1 MBit/s	50 MBit/s	21,1 MBit/s	21,6 MBit/s	21,6 MBit/s
LTE-Nutzung	✓	✓	—	✓	✓
Grundvolumen ohne Aufpreis	1/2/5 GByte/Monat	1/2/3 GByte/Monat	—	—	1 GByte
Grundpreis Telefonate Deutschland	inklusive	15 Cent/Min.	9 Cent/Minute	9 Cent/Minute	inklusive zu 02/E-Plus, sonst 29 Cent/Min.
Grundpreis SMS	inklusive	Flatrate	9 Cent/SMS	9 Cent/SMS	9 Cent/SMS
Grundpreis Daten	—	—	—	24 Cent/MByte	—
<b>Optionen und Erweiterungen</b>					
Optionen Daten	—	Datenautomatik: 3-mal zusätzlich 100 MByte/Monat, 2 €	1 GByte, 9,95 €/Monat, 2,5 GByte, 14,95 €/Monat, 5 GByte, 24,95 €/Monat, 10 GByte, 39,95 €/Monat	200 MByte, 4,90 €/Monat, 1 GByte, 9,90 €/Monat, 3 GByte, 14,90 €/Monat	2 GByte zusätzlich, 5 €/Monat Aufpreis
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	—	50/100/200 Minuten inklusive	Flatrate Festnetz, 9,95 €/Monat, Allnet- Flatrate EU, 19,95 €/Monat	200 Minuten oder SMS, 4,90 €/Monat, 400 Minuten oder SMS, 8,90 €/Monat	200 Minuten oder SMS, 4,90 €/Monat, 400 Minuten oder SMS, 8,90 €/Monat
Optionen SMS	—	—	—	(nur in Kombination mit Telefonie)	(nur in Kombination mit Telefonie)
weitere Leistungen (Auswahl)	kostenlose Multicard für 2-GByte-, 2 für 5 GByte-Tarif	Multicard 2,95 €/Monat	kostenlose Festnetzrufnummer	Kostenstopp bei 39 €/Monat	Kostenstopp bei 39 €/Monat
<b>Kosten</b>					
einmalige Gebühren	—	4,95 €	—	4,90 €	4,90 €
Gutschrift bei Abschluss	—	—	—	5 €	5 €
monatliche Kosten	34,98/44,95/54,95 €	5,99/9,99/12,99 €	4,95 €	—	14,80 €

<sup>1</sup> MVNO: Virtueller Netzbetreiber

<sup>2</sup> Kombitarif, gleiche Anzahl an Telefonminuten oder SMS pro Abrechnungszeitraum

<sup>3</sup> nur 200 MByte/Monat insgesamt, dann auf 32 kBit/s gedrosselt

<sup>4</sup> inklusive 200 Minuten oder SMS

<sup>5</sup> inklusive Flat für Telefonie und SMS

Fonic	Fyve	Klarmobil	Klarmobil	02	02
Classic Internet	Basis-Tarif	Allnet-Spar-Flat	Smart-Flat	Loop Smart M/L/XL	Blue Smart Flex
auf Guthabenbasis (Prepaid)	auf Guthabenbasis (Prepaid)	Laufzeitvertrag (24 Monate)	Laufzeitvertrag (24 Monate)	auf Guthabenbasis (Prepaid)	Laufzeitvertrag (1 Monat)
www.fonic.de	www.fyve.de	www.klarmobil.de	www.klarmobil.de	www.o2-freikarte.de	www.o2online.de
02	Vodafone	Vodafone	Vodafone oder 02	02	02
21,6 MBit/s	3,6-7,2 MBit/s	14 MBit/s	7 MBit/s	21,6 MBit/s	21,1 MBit/s
–	–	–	–	✓	✓
0,5 GByte/Monat	–	0,5/1/2 GByte/Monat	0,5/1 GByte/Monat	0,75/1/1,5 GByte/Monat	0,5/2/5 GByte/Monat
9 Cent/Minute	9 Cent/Min.	9 Cent/Min.	9 Cent/Min.	9 Cent/Minute	200 Minuten/SMS, dann 9 Cent/Min.
9 Cent/SMS	9 Cent/SMS	9 Cent/SMS	9 Cent/SMS	9 Cent/SMS	inklusive
–	–	–	–	30 MByte, 0,99 €/Tag	–
–	150 MByte, 5 €/Monat, 500 MByte, 10 €/Monat, 1 GByte, 15 €/Monat, 3 GByte, 20 €/Monat	–	–	Datenautomatik: 3-mal zusätzlich 100/100/250 MByte monatlich für je 2/2/3 €	Datenautomatik: 3-mal zusätzlich 100 MByte monatlich für je 2 €
All-Net-Flat, 10 €/Monat	Flatrate, 20 €/Monat, Flatrate Fyve und Vodafone, 10 €/Monat	inklusive	150 Minuten inklusive	200 Minuten oder SMS inklusive	–
–	Flatrate, 10 €/Monat	inklusive bei Buchung von 2000 MByte/Monat	150 SMS/Monat inklusive im 02-Netz	–	–
Kostenstopp bei 40 €/Monat	–	–	–	–	kostenlose Multicard für 2-GByte-, 2 für 5 GByte-Tarif
9,95 €	–	19,95 €	9,95 €	–	–
9,95 €	1 €	120 €	36 €	1 €	–
9,95 €	–	19,95/24,95/34,95 €	9,95/12,95 €	9,99/14,99/19,99 €/Monat	24,98/34,97/44,97 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden				
Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	Vodafone	Wimsim
MagentaMobil Start	Magenta Mobil S/M/L/L Plus	CallYa Smartphone Special	CallYa Allnet Flat	Red /1.5/2/8GB	LTE All 1/2/3 GB
auf Guthabenbasis (Prepaid)	Laufzeitvertrag (24 Monate)	auf Guthabenbasis (Prepaid)	auf Guthabenbasis (Prepaid)	Laufzeitvertrag (24 Monate)	Laufzeitvertrag (1 Monat)
www.t-mobile.de	www.t-mobile.de	www.callya.de	www.callya.de	www.vodafone.de	www.wimsim.de
Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	Vodafone	02
8-16 MBit/s	150-300 MBit/s	225 MBit/s	225 MBit/s	225 MBit/s	50 MBit/s
✓	✓	✓	✓	✓	✓
–	1/3/6/10 GByte/Monat	0,75 GByte/Monat	1 GByte/Monat	3/6/10 GByte/Monat	1/2/3 GByte/Monat
9 Cent/Minute	inklusive	9 Cent/Minute	inklusive	inklusive	inklusive
9 Cent/SMS	inklusive	9 Cent/SMS	inklusive	inklusive	inklusive
25 MByte/24 Stunden, 0,99 €	–	9 Cent/Minute	–	–	–
100 MByte, 2 €/Monat, 500 MByte, 7 €/Monat, zusätzlich 250 MByte/31 Tage für einmalig 4,95 €	zusätzlich 250 MByte/31 Tage für einmalig 4,95 €	zusätzliches Volumen für einmalig 4,99 bis 19,99 €	–	Datenautomatik: 3-mal zusätzlich 250 MByte/Monat, 3 €	Datenautomatik: 3-mal zusätzlich 100 MByte/Monat, 2 €
Flatrate Telefonie und SMS netzintern, 2,95 €/Monat	–	200 Minuten oder SMS inklusive, 100/500 Top-Up-Minuten für 4,99/9,99 €	–	–	–
–	–	–	–	–	–
Flat zu einer Festnetz-Nummer und ins Telekom-Mobilnetz	2 zusätzliche SIM, je 4,95 €/Monat	–	–	optional bis zu 2 zusätzliche Daten-SIM	Multicard 2,95 €/Monat
9,95 €	29,95 €	–	–	34,98 €	9,99 €
10 €	60/60/60/96 €	–	2,50 €	300/420/420 €	–
2,95 €	29,95/39,95/49,95/79,95 €	9,99 €	25 €	44,99/54,99/74,99 €	7,99/10,99/13,99 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden				



# Langläufer

## Ubuntu 16.04 LTS: Linux mit Langzeitunterstützung

**Die neueste Desktop-Ausgabe von Ubuntu Linux ist mit ihrem Fünf-Jahres-Support-Zeitraum eine für den Langzeitgebrauch. Die wohl größte Veränderung auf dem Desktop: Das Ubuntu Software Center hat ausgedient. Mit Neuerungen wie den Snap-Paketen und dem ZFS-Dateisystem hat sich außerdem einiges unter der Haube getan.**

**VON LIANE M. DUBOWY  
UND THORSTEN LEEMHUIS**

Der Desktop wirkt auch in Ubuntu 16.04 „Xenial Xerus“ auf Anhieb vertraut. Das Hintergrundbild ist nur eine Variation der für Ubuntu typischen lila-braunen Farbkombination. Noch nicht einmal das zugehörige Icon im Launcher am linken Bildschirmrand weist darauf hin, dass Canonical sein selbst entwickeltes Ubuntu Software Center in den Ruhestand geschickt hat. Mit der Einführung des für Anwendungspakete gedachten Snap-Formats gibt es weitere Veränderungen bei der Paketverwaltung. Die Vermarktung kommerzieller Software über das Ubuntu Software

Center ist ganz offensichtlich gescheitert. Schon vor einer Weile waren Kaufangebote sang- und klanglos aus dem Programm verschwunden. Jetzt schickt Ubuntu das eigens entwickelte Werkzeug ganz in Rente; als grafisches Tool zum Installieren und Entfernen von Programmen dient nun „Gnome Software“, das hier „Ubuntu Software“ heißt. Das Programm aus dem Gnome-Projekt ist zwar einfach zu bedienen, eignet sich aber nur zur Installation grafischer Anwendungen. Wer ein bestimmtes Paket, etwa eine benötigte Bibliothek installieren möchte, muss daher Synaptic nachinstal-

lieren oder die Apt-Werkzeuge auf der Kommandozeile bemühen.

Über „Aktualisierungen“ lassen sich mit Ubuntu Software auch Updates einspielen. Updates für Konsolertools spielt das Programm über den Sammelpunkt „Betriebssystemaktualisierungen“ ein. Die Schaltfläche „Installieren“ oben rechts aktualisiert alle Programme in einem Rutsch. Die bessere Wahl zur Aktualisierung des Systems samt aller Programme bleibt aber vorerst die Aktualisierungsverwaltung, die in regelmäßigen Abständen prüft, ob Updates verfügbar sind.

## Neues Paketformat

Neu ist auch Unterstützung für das aus „Snappy Apps“ hervorgegangene Paketformat „Snap“. Über die Snaps genannten Pakete sollen Anwender einfacher an Software kommen, die Ubuntu nicht oder in älteren Versionen beiliegt. Dadurch sollte man zukünftige Versionen von LibreOffice unter 16.04 einspielen können, denn dort bleibt die Office Suite auf dem jetzigen Versionsstand. Um Konflikte mit anderen Teilen des Systems zu vermeiden, landet jede per `sudo snap install` eingespielte Anwendung in einem eigenen Bereich. Dort liegen dann auch eventuell vom Programm benötigte Bibliotheken, damit sie die Software des Ubuntu-Basisystems nicht stören können. Das neue Paketformat soll es Entwicklern zudem erleichtern, quelloffene oder proprietäre Software in Paketen anzubieten, die sich leicht unter verschiedenen Ubuntu-Varianten installieren lassen.

Die Ubuntu-Macher wollen viele ihrer Anwendungen in Zukunft nicht mehr als Debian-Paket, sondern als Snaps ausliefern. Diese Pläne samt der zugehörigen Werkzeuge hat Canonical allerdings erst kurz vor dem Xenial-Release veröffentlicht, daher bleibt abzuwarten, ob das in der Praxis alles wie geplant läuft. Bislang findet ein `sudo snap find` auch nur ein gutes Dutzend Snaps.

## Aktuelle Versionen

Ubuntu 16.04 bringt die Paketbasis der Linux-Distribution auf einen modernen Stand – allerdings nicht in allen Fällen. Ein Rundumschlag an Programmen ist bereits vorinstalliert, darunter Firefox 45, Thunderbird 38, LibreOffice 5.1.2, der Dokumentenbetrachter Evince, der Standard-Bildbetrachter Shotwell und der Media-player Totem. Einen Messenger hält Canonical nicht mehr für essenziell, ein Tool

wie Empathy oder Pidgin muss man erst nachinstallieren.

Neu mit an Bord ist Gnome Calendar, der sowohl lokale als auch entfernte Kalender einbindet. Die Paketquellen liefern bei Bedarf weitere Anwendungen wie die Bildbearbeitung Gimp 2.8, das Vektorgrafikprogramm Inkscape 0.91, die DTP-Software Scribus 1.4.6 und zahlreiche weitere Anwendungen bis hin zur ausgewachsenen Telefonanlagen-Software Asterisk. Ebenfalls in den Paketquellen liegt Chromium, die Open-Source-Version des Google-Browsers, in Version 49. Flash beherrscht diese nicht, dazu muss man auf Google Chrome zurückgreifen, für den es ein Paket auf der Google-Website gibt.

Weniger aktuell ist Wine, eine Laufzeitumgebung für Windows-Programme: Die Ubuntu-Repositories enthalten statt der stabilen Version 1.8 die ältere 1.6, dafür aber zusätzlich die Entwicklerversion 1.9.6. Auch alternative Desktop-Oberflächen lassen sich aus den Paketquellen nachinstallieren, darunter Xfce 4.12, Cinnamon 2.8, Mate 1.12 und der KDE-Desktop Plasma 5.5.

Das Installationsprogramm hat sich kaum verändert. Die Pakete mit den deutschen Sprachdateien ergänzt es jetzt auch ohne Internet-Anbindung. Der Installer bietet mit der Option für „Software von Drittanbietern“ nun an, neben MP3-Codecs gleich proprietäre Treiber einzuspielen. Bei Tests mit GeForce-Gra-

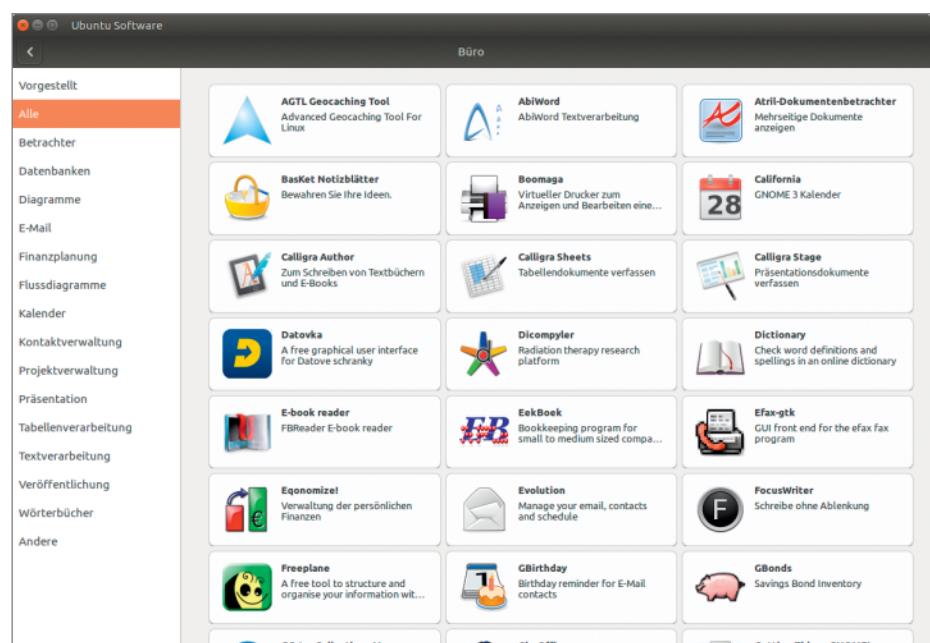
fikkarten wurde Nvidias Treiber allerdings nicht automatisch installiert. Das Upgrade von früheren Versionen funktioniert wie bisher über die Aktualisierungsverwaltung. In der letzten LTS-Version 14.04 muss man dazu den Befehl `update-manager -d` aufrufen. In Ubuntu 15.10 bietet die Aktualisierungsverwaltung das Upgrade automatisch an.

## Der Ubuntu-Desktop

Die seit Langem angekündigte Umstellung des Unity-Desktops auf die nächste Generation ist erneut verschoben. Unity 8 steht in den Paketquellen nur als Preview bereit. Die grafische Oberfläche stellt in Ubuntu 16.04 noch immer Unity 7, das erneut kleine Verbesserungen mitbringt. Von seinem Derivat Ubuntu Kylin hat Xénial Xerus eine Option übernommen, die sich viele Desktop-Anwender schon lange wünschen: Der seitliche Launcher mit den Anwendungsstartern und dem Icon zum Öffnen des Dash lässt sich jetzt an den unteren Bildschirmrand verlegen. In den Systemeinstellungen fehlt dafür jedoch ein Schalter, der Konsolbefehl lautet:

```
gsettings set com.canonical.Unity.Launcher launcher-position Bottom
```

Um zum Standard zurückzukehren, ersetzt man „Bottom“ durch „Left“. Aber es geht bequemer: Version 0.7 des Unity-Tweak-Tools aus der Universe-Paketquelle enthält die Option bereits.



Ablöse fürs Ubuntu Software Center: Die Software-Verwaltung der Linux-Distribution übernimmt ab sofort Ubuntu Software.

In den Systemeinstellungen fand sich unter „Darstellung / Verhalten“ schon zuvor eine Option, die die Programmnenüs in die Titelleiste eines Fensters zurückbringt. Standard ist das immer noch nicht. Eine weitere Option stellt nun sicher, dass die Menüs dauerhaft sichtbar sind. Das kleine Menü des System-Sound-Indicators wurde erweitert und bietet nun neben Lautstärkeregler und Stumm-Schalter zusätzlich einen Regler für die Aufnahmelautstärke.

Mehr Privatsphäre bringt eine neue Standardeinstellung: Das Dash zeigt nun von Haus aus keine „Online-Suchergebnisse“ mehr an, die entsprechende Option in den Systemeinstellungen ist deaktiviert.

## Unter der Haube

Der Ubuntu-Kernel basiert auf dem Mitte Januar veröffentlichten Linux 4.4. Er enthält ausgewählte Änderungen aus neuen Kernel-Versionen, um AMDs neuesten Grafikprozessoren mehr Leistung zu entlocken. Diese sitzen unter anderem auf Radeon-Grafikkarten der Fury-Reihe. Zur 3D-Beschleunigung setzt Ubuntu jetzt auf Treiber von Mesa 11.2. Dadurch laufen von Haus aus mehr Spiele, denn damit unterstützt Ubuntu erstmals OpenGL 4.1 bei vielen modernen Radeon-GPUs. Auf neuere OpenGL-Versionen angewiesene Spiele laufen nur mit GeForce-Karten und Nvidias Herstellertreiber. AMDs proprietäre Treiber fehlen in Ubuntu 16.04 und lassen sich auch nicht manuell nachinstallieren. AMD hat diese als Catalyst oder Fglrx bekannten Treiber bislang nicht an Kernel und X-Server von 16.04 angepasst. Ob AMD das nachholen wird, ist unklar.

Wer von 14.04 kommt und mit Hintergrunddiensten hantiert, muss Kommandos wie `systemctl` lernen, denn seit 15.04 kümmert sich nicht mehr Upstart, sondern Systemd um die Systeminitialisierung. Bei Server-Installationen landet nur noch Python 3.5.1 auf der Platte, Version 2.7.11 ist nachinstallierbar. PHP hat einen Sprung auf die 7er-Versionsreihe gemacht. MySQL 5.7 und PostgreSQL 9.5 liegen im Repository „main“, wo Canonical für fünf Jahre Support garantiert. Die MariaDB-10.0-Pakete stecken hingegen in „universe“ und tragen keine Auszeichnung zum erwarteten Pflegezeitraum; der Befehl `ubuntu-support-status --show-unsupported` meldet daher direkt nach der Installation von MariaDB, dass es keinen Support erhält.



Der Launcher auf dem Unity-Desktop lässt sich nun auch an den unteren Bildschirmrand verschieben.

Genauso verhält es sich mit der Container-Software Docker, die mit Version 1.10 dem aktuellen Stand leicht hinterherhinkt. Fünf Jahre Support gibt es hingegen für eine weitere Container-Lösung: LXC und das darauf aufbauende Container-Management mit LXD. Die werden maßgeblich von Canonical vorangetrieben, sind allerdings zum Betrieb von Containern mit ganzen Betriebssystemumgebungen gedacht; Docker hingegen ist für Anwendungs-Container konzipiert.

## ZFS-Dateisystem

Das ursprünglich für Solaris entwickelte Dateisystem ZFS unterstützt Xenial von Haus aus – allerdings nur auf 64-Bit-x86-Systemen. ZFS-Datenträger lassen sich nicht bei der Installation einrichten, sondern erst anschließend mit Konsolenprogrammen. Canonical propagiert den ZFS-Einsatz vornehmlich zum Einsatz mit LXC und LXD, für die es sich dank Funktionen wie Snapshots, Copy-on-Write-Klonen, eingebauter Datenintegritätsprüfung und Kompression gut eigne.

Für die ZFS-Unterstützung sorgt ein Kernel-Modul, das Ubuntu mit Code des OpenZFS-Projekts erzeugt und gemeinsam in einem Paket mit dem Kernel ausliefert. Die GPL-Hüter der Free Software Foundation, bekannte Kernel-Entwickler und einige auf Open-Source-Software spezialisierte Juristen sehen dabei einen Widerspruch zu den Lizzenzen des Linux-Kernels und des OpenZFS-Codes.

Anwenden kann das egal sein: Ubuntu könnte das OpenZFS-Modul

auch dynamisch beim Anwender komplizieren, falls die Streitigkeiten eskalieren. Dieser bei 15.10 oder Debian genutzte Weg ist aber störanfälliger. Die unklare Lizenzlage ist vor allem ein Problem für alle, die Ubuntu vertreiben. Ihnen könnten Klagen durch Copyright-Inhaber ins Haus stehen.

## Fazit

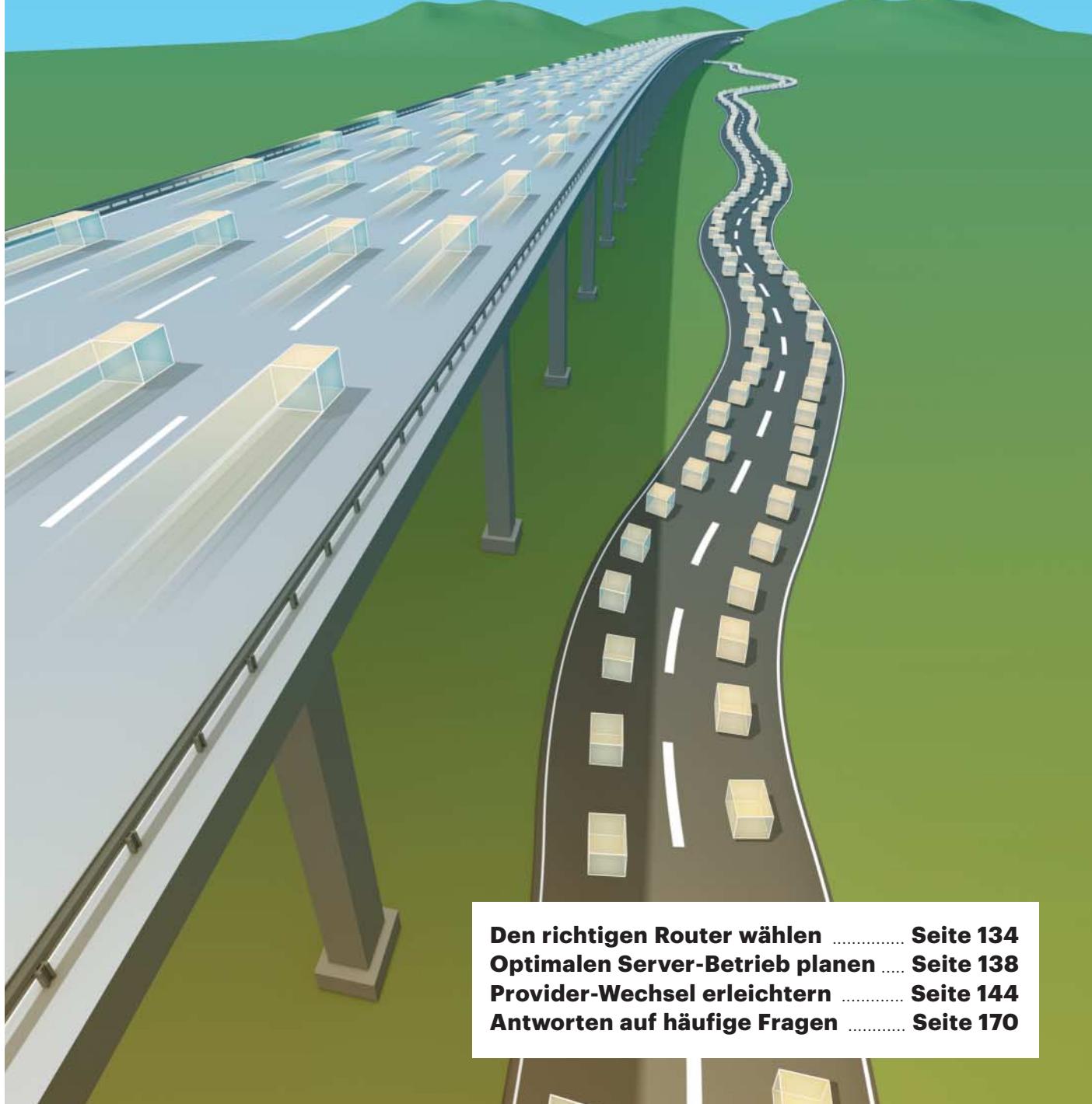
Blickt man auf Ubuntu Software oder die Werkzeuge für Snap-Pakete, wirkt das neue Ubuntu noch unausgereift. Kein Wunder, denn diese großen Änderungen wurden erst kurz vor dem Release integriert, da blieb wenig Zeit für Feinschliff. Anderes wurde dagegen gar nicht umgesetzt: Der Installer der Desktop-Version lässt noch immer Unterstützung für MD-Software-RAIDs und umfassenden LVM-Support vermissen, dabei wurde der schon 2013 in Aussicht gestellt. Ähnlich verhält es sich mit Unity 8. Ubuntu täte gut daran, statt ambitionierter Alleingänge mehr mit anderen Open-Source-Projekten zu kooperieren. Sonst werden Snap-Pakete irgendwann von einer Lösung wie den Xdg-Apps des Gnome-Projekts überholt und erleiden ein ähnliches Schicksal wie das mit großen Erwartungen gestartete Ubuntu Software Center.

Alles in allem liefert das neue Ubuntu aber eine stabile Linux-Distribution mit viel aktueller Software in den reichhaltigen Repositories. So bleibt die Linux-Distribution in vielen Fällen die beste Wahl für Linux-Einsteiger. (lmd@ct.de) 

Anzeige

# IPv6 im Griff

**Das Internet-Upgrade rollt:  
IPv4 wird abgelöst**



**Den richtigen Router wählen ..... Seite 134**  
**Optimalen Server-Betrieb planen ..... Seite 138**  
**Provider-Wechsel erleichtern ..... Seite 144**  
**Antworten auf häufige Fragen ..... Seite 170**

**IPv6? Was soll ich damit? Mein Internet geht doch. Klar, surfen, mailen, whatsappen geht auch mit IPv4. Mit IPv6 geht aber mehr: Sie können beispielsweise ohne Umwege über Cloud-Dienste Ihre Daten daheim direkt erreichen oder dem Schwiegervater per Remote Desktop zur Hand gehen, auch wenn der an einem DS-Lite-Anschluss hängt.**

von Ernst Ahlers



ber IPv6 kursieren reichlich Gerüchte: Es braucht wegen seiner längeren Adressen mehr Speicherplatz, es sei langsamer, es mache Anwendungen kaputt, es sei ganz und gar unnötig. Lassen Sie sich solchen Unfug nicht einreden.

Einen stichhaltigen Grund, IPv6 im Betriebssystem komplett zu deaktivieren, gibt es nicht. Wenn eine Anwendung mit IPv6 scheitert, liegt das nicht am Protokoll, sondern an Macken in anderen Netzelementen, etwa maladen Routern (siehe folgenden Artikel) oder fehlenden Nameserver-Einträgen.

Dank eines renovierten Headers ist IPv6 sogar schneller als IPv4, wenn auch nur rund 5 Prozent. Okay, ein Quäntchen mehr RAM brauchen seine längeren Adressen tatsächlich, aber davon hat jeder PC und selbst das kleinste Smartphone mehr als reichlich für die im Maximum vielleicht hundert parallelen Verbindungen ins Internet. Das ist ein kleiner Preis für die wiedergewonnene Freiheit.

Denn mit IPv6 wird das Internet wieder so wie vor einem Vierteljahrhundert, bevor sich DSL und das damit im Router nötige NAT ausbreitete: Jeder Rechner kann prinzipiell jeden anderen direkt erreichen. Cloud-Dienste als Vermittler – und eventuelle Mitleser – des Datenaustauschs lassen sich ausklammern, wenn man will.

Der wichtigste Grund, sich mit IPv6 zu befassen, ist aber: Es kommt nicht nur unweigerlich, es ist längst da. IPv6 breitet sich seit drei Jahren kontinuierlich weiter aus, wie die Zugriffsstatistik auf heise.de belegt. Wenn der jährliche Zuwachs von knapp 6 Prozentpunkten konstant bleibt, dürfte IPv4 in fünf Jahren zum Minderheitsprotokoll werden.

Kabel-Internet-Provider müssen neue Kunden schon seit Längerem über DS-Lite (Dual Stack Lite) anbinden, das zwar natives IPv6 liefert, aber keine von außen erreichbare IPv4-Adresse. Das stellt DS-Lite-Kunden vor Probleme, wenn man unterwegs nur IPv4-Zugang hat: Fernhilfe per Remote Access wird langsam bis unmöglich, die Owncloud auf dem NAS im eigenen LAN ist von außen nicht zu erreichen. Zwar gibt es Übersetzer wie beispielsweise [feste-ip.net](http://feste-ip.net), aber solche IPv6-Portmapper sind Krücken, die zusätzliche Gebühren kosten.

### Adresskürzung

Auch gegen die lästige Länge der IPv6-Adressen ist ein Kraut gewachsen. Admins brauchen sie für Diagnosezwecke nicht per Copy & Paste aus selbst gepflegten Listen zu klauben, sondern machen sich den eigenen DNS-Server zu Diensten (Seite 144). Bessere Router für Heimeinsatz führen übrigens selbst Hostlisten, damit der Ping per Name statt Adresse klappt.

Mit der Telekom hat der erste hiesige Mobilfunk-Provider IPv6 im Sommer 2015 in seinem Netz aktiviert. Bei T-Mobile USA war es schon drei Jahre früher so weit, wo es wegen anderer Technik leichter umzusetzen war. Hierzulande ist für Dual-stack-Betrieb mit IPv6 parallel zu IPv4 ein LTE-fähiges Mobilgerät nötig; bei HSPA muss man eines der Protokolle wählen.

Die anderen Mobilfunknetze erproben IPv6 schon länger: Telefonica möchte keinen konkreten Einführungstermin nennen, Vodafone will IPv6 voraussichtlich ab Sommer 2016 zunächst für „LTE Zuhause“-Kunden anbieten. Derzeit plant keiner der Mobilfunkanbieter, IPv4 abzuschalten und sein Netz auf IPv6 only umzustellen, auch wenn das dank Übersetzungstechniken wie 464XLAT möglich wäre.

Faule Admins wie bei Twitter, das auch im April 2016 noch kein IPv6 spricht, dürfen dank DS-Lite und 464XLAT also straflos weiter schlummern. Google, Facebook, Instagram und Snapchat sind längst aufgewacht. (ea@ct.de)

## IPv6-Anteil auf heise.de

Seit Ende 2012 aktivieren mehr und mehr Internet-Provider standardmäßig das neue Protokoll. Inzwischen hat die IPv6-Wochenendspitze auf heise.de fast 20 Prozent erreicht.



# IPv6-Kupplungen

## Router für IPv6 im Praxistest

**Ein Router muss auch beim designierten Zukunftsprotokoll IPv6 mehr können als nur eine Internetverbindung zum Surfen aufzubauen. Er sollte beispielsweise Portfreigaben beherrschen, die passende Löchlein etwa für Fernhilfe per Remote Access in die IPv6-Firewall bohren. Doch das machen manche gängigen Router nicht mit – selbst wenn sie am Telekom-VDSL überhaupt eine Verbindung aufbauten.**

**VON ERNST AHLERS**

**L**ängst nicht alle Router, die sich im Datenblatt mit „IPv6-Support“ schmücken, funktionieren an allen Internetanschlüssen: Beispielsweise verwendet die Deutsche Telekom ein Zugangsverfahren für ihre All-IP-Anschlüsse, das durch den hohen Marktanteil faktischer Standard in Deutschland ist, aber das nur ausgewählte Geräte beherrschen.

Wir haben an einem repräsentativen Querschnitt aktueller WLAN-Router geprüft, ob sie bei IPv6 mehr können als nur eine Verbindung herzustellen. Fünf Modelle stammen aus dem freien Markt. Zwei haben kein xDSL-Modem, doch abgesehen davon ist die Hardware-Ausstattung ähnlich und sie liegen im selben Preisbereich. Dazu kommt ein vergleichbares Provider-Gerät der Telekom (Speedport Hybrid).

Ein Router für Firmennetze (Lancom 1781VA) soll zeigen, welchen Mehrwert man sich mit dem höheren Preis und dem Verzicht auf integriertes WLAN erkaufte. Geräte ohne xDSL-Modem wie die Router von D-Link und Netgear betrieben wir über ein externes VDSL-Modem.

Bevor es an die Besonderheiten der Geräte geht, folgt ein kleiner Exkurs zu

IPv6-Grundlagen, der beim Verstehen des Router-Verhaltens hilft. IPv6-Erfahrene können zum Abschnitt „Router-Eigenheiten“ vorspringen.

Anders als von IPv4 gewohnt ist es bei IPv6 normal, dass sich ein Rechner selbst Adressen erzeugt (Stateless Address Autoconfiguration, SLAAC). Für die nur intern verwendeten Link-Local-Adressen (`fe80::...`) braucht der Host allein den Interface Identifier (IID, auch Host Identifier, hintere 64 Bit der IPv6-Adresse).

Mit dem Präfix setzt der Host sich dann eine IPv6-Adresse mit konstantem IID zusammen. Wenn Privacy Extensions aktiviert sind, was bei den meisten Betriebssystemen der Fall ist, dann baut der Rechner sich zusätzlich eine IPv6-Adresse mit zufälligem IID und wechselt diesen nach einiger Zeit. Über diese temporäre IPv6-Adresse nimmt der Host Verbindungen nach außen auf, während er über die Adresse mit konstantem IID prinzipiell von außen erreichbar ist.

Weil Windows seine DNS-Informationen nicht aus Router Advertisements ausliest, selbst wenn diese um RDNSS

(Recursive DNS Server) und DNSSL (DNS Search Lists) ergänzt sind, läuft in jedem IPv6-fähigen Router ein DHCPv6-Server. Der Speedport Hybrid hat in der Tabelle dennoch ein -, weil bei seinem DHCPv6-Server nichts konfigurierbar ist.

Normalerweise verteilt der DHCPv6-Server nur die DNS-Informationen (Stateless). Optional kann er den Host aber auch IPv6-Adressen mit aktuellem Präfix ergänzt um IDs aus einem einstellbaren Bereich zuteilen (Stateful), beispielsweise `::1001` bis `::1fff`.

### Adressverwirrung

Hier verhielt sich unser Windows-10-Testrechner an den Routern unterschiedlich: Am VR900V übernahm er nicht nur die per DHCPv6 bezogene Adresse, sondern setzte auch eine temporäre mit zufälligem IID. Anders beim DSL-AC68U: Hier nahm Windows 10 nur die per DHCPv6 erhaltene Adresse. Ein Rest Privatsphäre wie mit Privacy Extensions bestand damit nicht mehr.

Warum sich Windows 10 an den Routern unterschiedlich benahm, ließ

**Kleines, aber repräsentatives Testfeld: Manche Router wie Lancom 1781VA (vorn links) und Fritzbox 3490 sind bei den IPv6-Funktionen ganz vorn dabei. Andere zeigten im Test mehr oder weniger viel Nachholbedarf.**



sich auch mit ausgiebigem Sniffer-Einsatz nicht klären. Konfigurierbare DHCPv6-Server lassen Sie besser im Modus „Stateless“, damit das Betriebssystem temporäre Adressen nutzt.

## DNS und Kaskaden

Bei den meisten Internetanschlüssen bekommen die Router dynamische IPv4-Adressen und IPv6-Präfixe zugeteilt. Beides wechselt spätestens bei einer Neuwahl. Damit ein Router oder Hosts in dessen Netzwerk von außen erreichbar werden, ohne die aktuelle IPv4-Adresse oder das IPv6-Präfix zu kennen, braucht man Dyndns-Dienste.

Bei IPv6 ist nicht nur ein Dyndns-Name für den Router nötig, sondern auch einer für jeden Host, den man aus dem Internet erreichen möchte. Dafür sollte ein Router eine Update-Möglichkeit mitbringen. Oder der Hersteller bietet einen eigenen Dyndns-Dienst an.

Nicht nur in WGs, sondern auch in kleineren Firmen möchten Admins Subnetze einrichten. Sei es, damit jede Bewohnerin ihr eigenes (W)LAN bekommt oder damit Abteilungen voneinander getrennt werden. Das lässt sich durch Hintereinanderschalten oder Kaskadieren von Routern bewerkstelligen.

Bei IPv6 kann man dafür praktischerweise ganze Adressblöcke als Subnetze weitergeben (siehe S. 138). Das fällt an Dualstack-Anschlüssen der Telekom leicht, weil der Provider ein /56-Präfix zugeteilt, woraus man 256 /64-Netze bilden kann. Eines braucht der Router für das eigene (W)LAN, Fritzboxen ein zweites für ihr Gastnetz. Für die Subnetzierung muss der Router DHCPv6-PD (Prefix Delegation) beherrschen.

## Router-Eigenheiten

Beim **Asus DSL-AC68U** lassen sich Dienste nur global fürs ganze Netzwerk freigeben. Dazu trägt man als Zieladresse `::/0` ein. Pings lässt die IPv6-Firewall grundsätzlich durch. Ausschalten sollte man die Router-Firewall nur, wenn ausschließlich Hosts im (W)LAN laufen, die unerwünschte IPv6-Zugriffe mit ihrer eigenen Firewall selbst abwehren können.

In einer Kaskade arbeitet der DSL-AC68U, wenn man seinen LAN-Port 1 zum WAN-Port umwidmet. Im Test funktionierte dann aber nur IPv4 korrekt: Ein

## Schwankender Boden

Windows bildet den konstanten Interface Identifier anders als andere Betriebssysteme: Beim Installieren erwürfelt es ihn für jede Schnittstelle, statt den IID aus deren MAC-Adresse abzuleiten [1]. Das hat eine Nebenwirkung: Wechselt man auf einem Notebook das Betriebssystem per Bootmanager, ändert sich der IID. Windows 10 benutzt einen anderen als Windows 7 und das wiederum einen anderen als Ubuntu auf demselben Rechner.

Weil Router die Clients aber an den MAC-Adressen ihrer Schnittstellen erkennen, muss man IPv6-Portfreigaben für einen Host unter Umständen für mehrere IIDs anlegen. Wechselt man auch noch zwischen LAN und WLAN, braucht es einen weiteren Satz von Einträgen für einen PC, damit die Freigabe garantiert funktioniert.

Zusätzlich sollte man die Finger von MAC-Randomization lassen: Diese in Windows 10, iOS ab Version 8 sowie Android 6 enthaltene Funktion erwürfelt für aktive WLAN-Scans (Probe Requests) eine MAC-Adresse, damit man nicht anhand seines Geräts über Hotspots hinweg verfolgt werden kann.

Windows 10 merkt sich nun zwar für jedes Netzwerk die verwendete MAC-Adresse. Aber man kann es unter Netzwerkeinstellungen/Zufällige Hardwareadressen auch anweisen, sie täglich zu wechseln. Einem Router erscheint der Rechner dann alle 24 Stunden als neuer Host. Für gerootete Android-Geräte gibt es diverse Apps, die das Gleiche tun.

IPv6-Präfix bezog der Router in dieser Konstellation nicht, sondern setzte ein voreingestelltes, mit dem die (W)LAN-Hosts keine Internetverbindung bekamen.

Zwar war der DSL-AC68U an einem Dualstack-Zugang auch per IPv6 aus dem Internet erreichbar. Sein OpenVPN-Server lauschte aber nur auf IPv4. Wer den Router an einem DSLite-Zugang ohne IPv4 betreiben muss, kommt daher von außen nicht über das in den Router integrierte VPN ins eigene Netz.

Prinzipiell beherrscht OpenVPN den Tunnelaufbau über IPv6: Dazu ändern Sie in der Konfigurationsdatei des Clients die Zeile `proto udp` in `proto udp6` und passen, wenn nötig, die Adresse der Gegenstelle in der `remote`-Zeile an. Doch auf dem Asus-Router ließ sich OpenVPN auch mit einer „benutzerdefinierten Konfiguration“ in den erweiterten Einstellungen nicht dazu überreden, IPv6 als Transportprotokoll zu verwenden.

## Klassenprimus mit Macken

AVM hat bei seiner **Fritzbox 3490** wie bei allen anderen Modellen mit moderner Firmware 6.x das Thema IPv6 gelungen und auch für Hobby-Admins beherrschbar umgesetzt. Als Eingabe ist der Dyndns-Dienst myfritz.net gratis nutzbar: Aktiviert

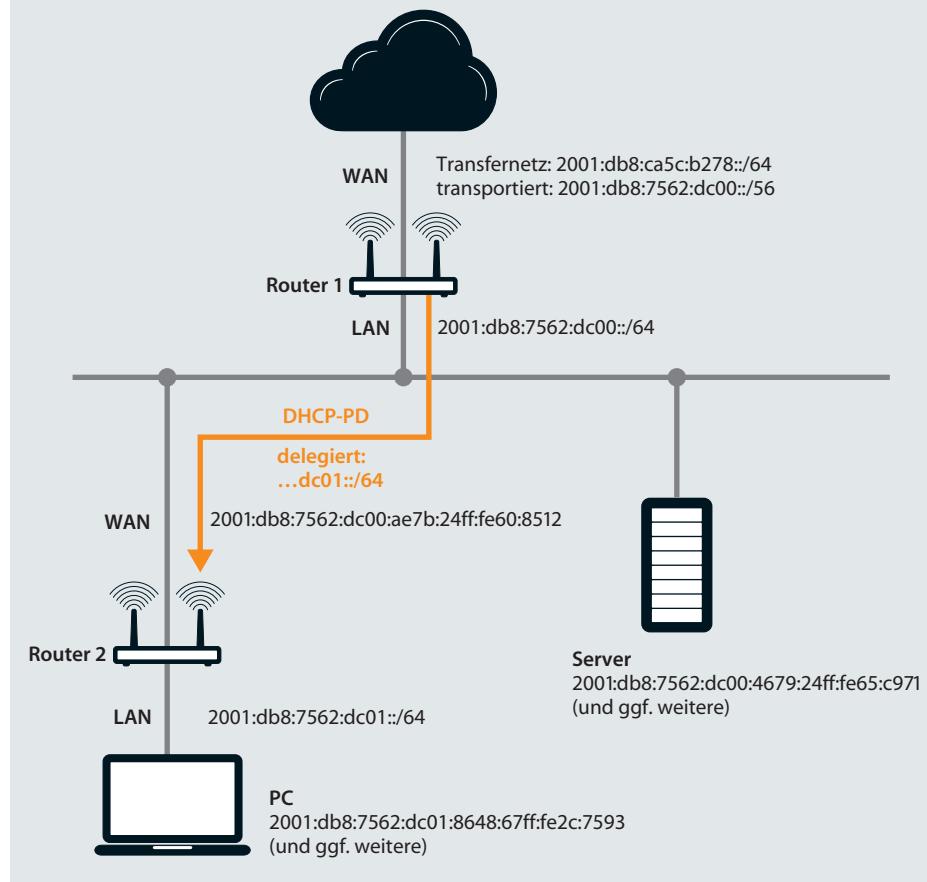
man ihn auf der Box und richtet für einen Rechner eine Myfritz-Freigabe ein, dann erstellt der Router einen DNS-Namen für den Rechner und legt sowohl eine IPv4-Portweiterleitung als auch eine IPv6-Portfreigabe an. Der Host ist dann unter einem DNS-Namen aus dem Internet über beide Protokolle erreichbar – auch wenn die IPv4-Adresse oder das IPv6-Präfix wegen einer Neuwahl wechselt.

Dabei stießen wir auf die erste von drei Macken: Bei der IPv6-Portfreigabe eines vorher unter anderem OS angebundenen Notebooks belegte die Fritzbox den Interface Identifier mit dem Null-Suffix `(::)`. Wir mussten den statischen IID daher händisch nachtragen.

Fritzboxen können schon länger IPv6-Subnetze an nachgeschaltete Router delegieren. Aber wie schon vor zwei Jahren – obwohl damals für den Sommer versprochen [1] – öffnen sie nicht auch ihre Firewall für die Subnetze. Hosts im Subnetz bekommen so zwar Zugang zum IPv6-Internet, bleiben aber auch nach Einrichten von Freigaben im zweiten Router von außen unerreichbar. Dieses Feature ist für eine kommende Fritz!OS-Version geplant. AVM konnte uns leider noch nicht sagen, wann es verfügbar wird.

## IPv6-Router-Kaskade

Bei einer Kaskade gibt der vordere Router 1 nicht nur eine einzelne Adresse aus seinem internen IPv6-Präfix an Router 2 weiter, sondern gleich ein ganzes Subnetz dazu. Hosts hinter Router 2 hängen so direkt im IPv6-Internet.



Als die Fritzbox als hinterer Router in einer Kaskade hing, fanden wir die dritte Macke: Zwar ließ sich die Box so konfigurieren, dass sie selbst ebenso wie ein an sie angeschlossener Host mit eingerichteter Freigabe aus dem IPv6-Internet erreichbar war. Für den Rechner lieferte AVMs Dyndns-Dienst aber nur die IPv4-Adresse. Über ihren Myfritz-Namen waren Hosts per IPv6 von außen damit nicht erreichbar.

### Unerreichbare Hosts

Am Telekom-VDSL-Zugang funktionierte der D-Link DIR-880L nach Aktivieren der VLAN-Tags in den erweiterten Internet-Einstellungen. Für IPv6 muss man zusätzlich von „Autokonfiguration“ auf „PPPoE“ und „Freigabe mit IPv4“ umstellen. Zwar kann man beim D-Link-Dyndns-Dienst

dlinkddns.com auch Einträge für IPv6-Hosts anlegen. Doch arbeitete der Dienst von vorn bis hinten nicht wie erwartet: Erstens bot der Router im Ausklapper zum Adressfeld nur die **temporären** IPv6-Adressen an. Sobald der Host sich eine neue Adresse setzt, was mit Privacy Extensions regelmäßig passiert, scheitern Verbindungsversuche über den Dyndns-Namen.

Zweitens kann man zwar die statische IPv6-Adresse manuell eintragen, aber nur als vollständige Adresse inklusive Präfix. Sobald der Router die Internetverbindung neu herstellt und vom Provider ein anderes Präfix zugeteilt bekommt, scheitert der IPv6-Verbindungsaufbau über den DNS-Namen ebenfalls, denn der DIR-880L passte das Präfix beim Dyndns-Dienst nicht automatisch an.

Drittens tauchten die von uns angelegten Hosts auch nach längerem Warten erst gar nicht im öffentlichen DNS auf, sie waren also nicht zu finden.

### Untaugliche Firewall

Die IPv6-Firewall ist ab Werk deaktiviert. Man muss „IPv6 Simple Security“ und „Ingress Filtering“ einschalten. Die ab Werk vorgegebene Standardaktion bei den detaillierten IPv6-Firewallregeln lautet „alles durchlassen“. Das ändert man beim Einrichten der IPv6-Portfreigaben.

Wir legten bei aktivierter Firewall eine Freigabe für iperf3 (Port 5201/TCP) an und stellten die Standardaktion auf „IPv6-Filter einschalten und aufgelistete Regeln zulassen“ um. Doch dann funktionierte der IPv6-Internetzugang von innen nicht mehr. Interessanterweise klappte dafür der Zugriff von außen nicht nur auf den freigegebenen Dienst, sondern auch auf einen anderen, nicht freigegebenen (iperf1, Port 5001/TCP).

Lästigerweise gibt es bei den Quell- und Zieladressen der IPv6-Firewallregeln keine vordefinierten Einträge beispielsweise für bekannte Hosts oder „alle“, sodass man manuell Quell- und Zielnetze angeben muss. Man ist gezwungen, einen sehr großen Adressbereich wie 2000::3ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff zu setzen, um globale Freigaben für einen Dienst einzurichten. Eine nutzerfreundlichere Präfix/Längen-Angabe wie 2000::/3 versteht der Router nicht.

Unterm Strich ist die IPv6-Firewall des DIR-880L im gegenwärtigen Zustand unbrauchbar. Man sollte sie gleich ausgeschaltet lassen und statt dessen sicherstellen, dass auf den an den D-Link-Router angeschlossenen Hosts die Schilder oben sind.

### Internetverteiler für Firmen

Der **Lancom Systems 1781VA** ist als Zugangsgerät für kleine und mittlere Firmen ausgelegt, wo sich ein Dienstleister oder ein angestellter Netzwerker um Konfiguration und Pflege kümmert. Trotz der Funktionsvielfalt des 1781VA gelingt es mit dem Browser-Assistenten auch einem engagierten Hobby-Admin, den Router am T-VDSL aufzusetzen.

Komplex wurde es beim Anlegen von IPv6-Firewallregeln (im Browser-Menü unter Konfiguration/Firewall/IPv6). Dort richtet man zunächst für alle Hosts, die

IPv6-Freigaben bekommen sollen, Stationsobjekte an, um diese später einfacherweise per Ausklapper wählen zu können. Stationsobjekte können einzelne Hosts (anhand ihres IID) oder delegierte Präfixe sein.

Die freizugebenden Dienste gibt man bei den ICMP- oder TCP/UDP-Dienstobjekten an; einige etwa für ICMPv6-Echo-Requests sind vordefiniert. Erst dann folgen die eigentlichen IPv6-Firewallregeln, und zwar beim Ausklapper für IPv6-Forwarding. Denn Ziel der durchzulassenden Pakete sind die Hosts hinter dem Router, nicht er selbst (IPv6-Inbound).

## Präfix-Delegation einrichten

Präfixe delegiert der Lancom-Router nicht ab Werk. Man muss zunächst unter Konfiguration/IPv6/DHCPv6 einen Delegierungs-Pool anlegen. Das klappt auch mit dynamischen Präfixen, wenn man nicht das konkret zugeteilte Präfix einsetzt, sondern die variablen Stellen mit Nullen besetzt. Dann heißen erster und letzter Präfix beispielsweise `0:0:0:80::` und `0:0:0:bc::`, wenn ein /56-Netz zugeteilt wurde und man daraus sechzehn /62er-Präfixe weitergeben möchte.

Die variablen Stellen füllt der Router automatisch passend auf, wenn man bei „Präfix beziehen von“ die WAN-Verbindung als Schnittstellennamen einträgt.

Und schließlich kann man anders als bei der Fritzbox in der IPv6-Firewall des 1781VA auch IPv6-Verkehr in die delegierten Subnetze erlauben.

## Sparmodelle

Den magersten Funktionsumfang zeigte im Test der **Netgear R6300v2**. Am T-VDL funktionierte er gar nicht, sondern eignete sich nur als nachgeschalteter Router in einer Kaskade. Dazu muss man die IPv6-Firewall abschalten, damit Hosts im hinteren Netz erreichbar werden. Denn IPv6-Freigaben kennt der Netgear-Router nicht.

Der vom Provider gestellte **Telekom Speedport Hybrid** taugte im Test auch nur dazu, eine Internetverbindung nach außen herzustellen. An Kaskaden scheiterte der Hybrid-Router in zweierlei Hinsicht: Zum einen kann er nicht als hinterer Router in einer Kaskade arbeiten, weil sich sein Internetzugang (WAN) nicht auf einen der LAN-Ports umlegen lässt. Zum anderen delegiert er keine Präfixe. Prinzipiell könnte der Hybrid-Router das per Firmware-Upgrade lernen, aber die Telekom plant dies zurzeit nicht.

Mit dem **Archer VR900V** will TP-Link den Fritzboxen Marktanteile abjagen. Der VR900V ist hardwareseitig ganz ähnlich ausgestattet wie das noch aktuelle AVM-Topmodell 7490: xDSL-Modem,

schnelles WLAN, VoIP-Telefonie mit DECT-Basis für Schnurlos-Telefone. Das meiste funktioniert auch, doch bei den IPv6-Feinheiten hat TP-Link erkennbar Nachholbedarf.

So fehlt eine konfigurierbare IPv6-Firewall; alle Hosts ließen sich direkt aus dem IPv6-Internet erreichen. Auch Subnetze mit eigenem Präfix waren nicht einzurichten, da der VR900V keine Präfix-Delegation beherrschte. In einer Kaskade funktionierte nur IPv4.

## Welchen wählen?

Wenn man nicht wegen eines speziellen Zugangs an ein Providergerät wie den Speedport Hybrid gebunden ist und bei IPv6 mehr will als einen reinen Internetzugang, dann gibt es im Testfeld zurzeit wenig Auswahl.

Für kleine Netze bieten AVMs Fritzboxen die meisten Möglichkeiten, bei Firmennetzen kommt eher Lancoms 1781VA in Frage. Der Asus DSL-AC68U kann halbwegs mithalten, muss aber bei der IPv6-Firewall noch dazulernen. Die anderen getesteten Router schränken einen zu sehr ein.

(ea@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Ernst Ahlers, IPv6-Kette, Dienstfreigaben, Routerkaskaden und Subnetting mit IPv6, c't 3/14, S. 168

IPv6-Router							
Modell	Asus DSL-AC68U	AVM Fritzbox 3490	D-Link DIR-880L	Lancom 1781VA	Netgear R6300v2	Telekom Speedport Hybrid	TP-Link Archer VR900V
Firmware	3.0.0.4.378_9296	6.51	1.07b6	9.20rc385	1.0.4.2	050124.02.00.012	0.9.1.1.v48 (Rel. 35754)
WAN-Anschluss	xDSL / Ethernet / USB	xDSL / Ethernet / USB	Ethernet	xDSL / Ethernet / USB	Ethernet	xDSL / LTE	xDSL / Ethernet / USB
LAN	4 × Gigabit-Ethernet	4 × Gigabit-Ethernet	4 × Gigabit-Ethernet	4 × Gigabit-Ethernet	4 × Gigabit-Ethernet	4 × Gigabit-Ethernet	4 × Gigabit-Ethernet
WLAN (IEEE 802.)	11n-450 und 11ac-1300	11n-450 und 11ac-1300	11n-450 und 11ac-1300	–	11n-450 und 11ac-1300	11n-300 und 11ac-1300	11n-450 und 11ac-1300
Betrieb an T-VDL / mit IPv6 funktioniert in Kaskade mit IPv6	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
IPv6-Firewall / abschaltbar / pro Host	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / – / –	✓ / – / –	–
sperrt Ping6 / freigebbar / pro Host	–	✓ / ✓ / ✓	–	✓ / ✓ / –	✓ / – / –	✓ / – / –	–
IPv6-Freigaben global / für Adressbereich / Host	✓ / – / –	– / – / ✓	(– / ✓ / –) <sup>1</sup>	✓ / ✓ / ✓	–	–	–
eigener Dyndns-Dienst / mit IPv6 / für Hosts	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / (✓) <sup>1</sup> / (✓) <sup>1</sup>	–	–	–	–
Dyndns-Update per HTTP(S)	–	✓	–	–	–	–	✓
IPv6-DNS-Server vorgebarbar	✓	✓	✓	✓	–	–	✓
DHCPv6-Server / mit Delegation	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	– / –	✓ / –
IPv6-Freigaben in delegierte Subnetze	–	–	k. A.	✓	–	–	–
Preis	160 €	138 €	124 €	510 €	139 €	400 € oder 10 €/Monat	150 €

<sup>1</sup> funktionierte im Test nicht oder nicht vollständig

✓ vorhanden

– nicht vorhanden

k. A. keine Angabe

# Flankierende Maßnahmen

**IPv6: Strukturierung von großen Netzen**



**Mit IPv6 erhält endlich wieder jeder PC seine individuelle öffentliche IP-Adresse und kann daher, wenn es der Administrator wünscht, direkt mit anderen kommunizieren. Deshalb muss man IPv6-Netze anders segmentieren, als man es noch von IPv4 gewohnt ist.**

von Holger Zuleger

**A**lle modernen Betriebssysteme beherrschen IPv6 und weltweit führen immer mehr große Provider das moderne Internet-Protokoll zusätzlich zum in den 1970er Jahren entwickelten IPv4 ein. Sie brauchen es schlicht, um die Kundennachfrage nach immer mehr Anslüssen zu befriedigen. Mit IPv4 geht das längst nicht mehr, denn dessen Adressraum ist weitgehend erschöpft. So hält IPv6 bei immer mehr Privatkunden Einzug. Diesen Wandel beschreiben wir im Beitrag ab Seite 132.

Eine bedeutende Gruppe hinkt der Entwicklung noch hinterher – viele Betreiber von großen Netzen in Firmen, Schulen und Institutionen. Manche arrangieren sich klaglos mit der etablierten Technik, ohne die IPv4-Nachteile abschütteln zu wollen. Dabei können erst mit IPv6 alle Hosts der Welt wieder individuelle öffentliche Adressen bekommen und Ende-zu-Ende-Verbindungen aufzubauen. Das kommt beispielsweise VoIP- oder Peer-2-Peer-Anwendungen zugute; sie laufen ungehindert, direkt von Host zu Host.

Bei der LAN-Kopplung von Niederlassungen oder Fernarbeitsplätzen vereinfacht sich das Routing erheblich, weil Kollisionen von gleichen privaten Adressbereichen nicht möglich sind – denn alle Hosts haben individuelle globale IPv6-Adressen. Das macht Tunnel für die LAN-Kopplung überflüssig. Für die Abhörsicherheit sorgen anwendungsseitige Verschlüsselungen wie SSL oder IPSec im Transport-Mode. Auch der Domain Name Service eines Firmennetzes vereinfacht sich: Die Split-DNS-Technik, wie sie mit IPv4 üblich ist, entfällt. Mehr zu diesem Thema, zu dem auch die Vereinfachung der Host-Verwaltung anhand von DNS-

Namen gehört, finden Sie im Beitrag ab Seite 144.

### Ungehinderte Verbindungen

Um die IPv6-Vorteile zu nutzen, muss der Admin das Sicherheitskonzept seines Netzes erweitern, denn alle großen Netze setzen bei IPv4 lediglich ein vereinfachtes Sicherheitskonzept um: Weil das LAN Adressen aus dem privaten Bereich nutzt, genügt in einer Firewall eine einzige Access-Liste wie `deny any 10.0.0.0/8` oder die NAT, um sämtlichen unverlangt eingehenden IP-Verkehr auszusperren.

Mit IPv6 können Admins hingegen detailliertere Firewall-Einstellungen erzeugen. Das wollen sie aber nicht für jeden einzelnen Host machen. Typische Firewalls für große Netze, etwa von Cisco, Juniper oder Huawei, können daher gleichartige Hosts zu Security-Klassen zusammenfassen (Zonen). Dann kann man alle Hosts einer Zone als Einheit behandeln und für jede Zone separate Subnetze anlegen (Segmentierung), damit sie nach Sicherheitskriterien voneinander isoliert sind.

So wächst zwar der Bedarf an Subnetzen gegenüber einem IP4-Netz mit NAT. Aber das ist mit IPv6 kein Problem: Teilt der Provider ein /56er Präfix zu, lassen sich damit schon 256 Subnetze bilden. Mit einem Businessanschluss bekommt man sogar ein /48er Präfix, mit dem man 65 535 Subnetze aufsetzen kann. Damit lässt sich ein Netz leicht in mehrere Untereinheiten aufteilen.

### Präfix-Vorkehrungen

Der Schlüssel zu einer geschickten Segmentierung liegt im Format der IPv6-Adresse. Sie besteht aus drei Teilen. Aus Sicht des Administrators sind zwei Bereiche der IPv6-Adresse vorgegeben, das Präfix, das der Internet Service Provider zuteilt (ISP), und die Host-ID, die der Host selbst erzeugt. Das Präfix ist je nach Anschlussart 48 oder 56 Bit lang, die Host-ID beträgt immer 64 Bit (auch Interface Identifier genannt, IID). Übrig bleiben je nach Präfixlänge 8 bis 16 Bit. Das ist die Subnet-ID und die kann der Admin zumindest auf Business-Routern selbst bestimmen. Geschickt eingesetzt, bildet er mit diesem Adressbereich die Infrastruktur seines Netzes ab.

Achten Sie bei der Bestellung von Businessanschlüssen darauf, dass Sie vom Provider einen festen Präfix bekommen. Andernfalls müssten Sie die Routing- und Sicherheitseinstellungen wie Access-Listen oder Firewall-Regeln immer wieder per Hand an geänderte Präfixe anpassen – eine Zeitvergeudung. Das Präfix sollte bei großen Netzen 48 Bit lang sein. Für Heimnetze genügen auch 56-Bit-Präfixe.

Das Präfix ist Provider-spezifisch (Provider Aggregated). Wechselt man den

## IPv6-Adressformat

Provider konfektionieren Business-Anschlüsse mit IPv6 so, dass Administratoren über 8 bis 16 Bit Adressraum freie Hand haben (Subnet-ID), um damit ihre Netze segmentieren zu können.

128 Bit							
64 Bit, Netz-Anteil				64 Bit, Host-Anteil			
ISP-Adressraum		Teilnehmer-Adressraum		16 Bit Subnet-ID		Host-ID	
2001:	db8:	1234:	0000:	0260:	caff:	feee:	1234

Anbieter, ändert sich das Netzpräfix und dann steht auch für die Hosts im Netz ein Re-Numbering an. Wenn man es geschickt anstellt, geht das sogar unterbrechungsfrei (siehe Kasten „IPv6-Re-Numbering“).

Prinzipiell könnte man den Vorgang mit privaten IPv6-Adressen vereinfachen, den Unique Local IPv6 Unicast Adresses (ULA, RFC4193). Diese sind anders als private IPv4-Adressen sogar in den meis-

ten Fällen global eindeutig. Aber damit handelt man sich mehr Probleme ein, als man löst, etwa durch non-unique namespaces. Deshalb sollte man möglichst die Finger davon lassen.

### Endgeräte-Adressen

Je nach Endgerätekasse erhalten die Hosts ihre globalen IPv6-Adressen auf verschiedenen Wegen. PCs etwa nutzen die IPv6-Autokonfiguration und generie-

ren zunächst für jedes Netzwerk-Interface einen 64 Bit langen Adresssteil. Um sicherzustellen, dass er individuell ist, fragen sie im LAN, ob er möglicherweise schon in Gebrauch ist (Duplicate Address Detection, DAD). Das ist die rechte Hälfte der IPv6-Adresse (Interface-Identifier).

Um eine globale IPv6-Adresse zusammenzustellen, braucht ein solcher Host noch ein 64 Bit langes Präfix vom Router. Der baut die linke Adresshälfte

## IPv6-Re-Numbering

Bei allen Hosts, die ihre globale IPv6-Adresse per Autokonfiguration erzeugen, lässt sich das Netz-Präfix auf einen Schlag ändern. Dafür nutzt man zwei Fristen, die die Gültigkeit von IP-Adressen festlegen: Die Valid Lifetime bestimmt die maximale Zeitspanne, während der bereits aufgebaute Verbindungen noch gehalten werden, und die Preferred Lifetime bestimmt, wie lange mit einer Adresse neue Verbindungen aufgebaut werden dürfen. Beide Werte frischt der Router regelmäßig per Router Advertisements auf. Die Valid Lifetime beträgt üblicherweise eine Woche, die Preferred Lifetime einen Tag.

Steht ein Präfix-Wechsel an, etwa weil Sie den Internet-Provider wechseln, stellen Sie während der Übergangsphase die Internet-Verbindung über beide Provider her. Damit die IP-Sessions der einzelnen Hosts aufrechterhalten bleiben, müssen deren Antwortpakete auf demselben Weg zum Ziel im Internet geschickt werden, auf dem die Anfragen eingegangen sind – auch, weil Provider nur Datenpakete weiterleiten, deren Absender-Adresse aus ihrem Adressraum stammt. Die richtige Weiterleitung gewährleistet das Source Based Routing.

Diese Funktion beherrschen zwar alle modernen Betriebssysteme, aber das genügt nicht, denn die richtige Routing-Entscheidung muss jeder Router auf dem Weg zum Upstream-Ausgang treffen. Im einfachsten Fall, wenn beide Upstreams an einem Punkt verwaltet werden, genügt es, Source Based Routing im letzten Router einzuschalten.

Aktivieren Sie anschließend die Route für das zweite Providerpräfix im Netz und tragen Sie für alle Server, die anhand ihres Domain-Namens erreichbar sein sollen, das neue Präfix im DNS ein. Ist das erledigt, verteilen Sie im LAN nicht nur das alte, sondern auch das neue Präfix per Router Advertisement. Kürzen Sie dabei die Valid Lifetime des alten Präfix zum Beispiel auf einen Tag und setzen Sie die Preferred Lifetime auf 0. Eine Beispielkonfiguration für ein Router Advertisement sieht auf einem Cisco-Router so aus:

```
interface FastEthernet0/0
description LAN Interface
ipv6 address fe80::0:0:121:a link-local
ipv6 address 2003:1234:5678:9ac1::/64 eui-64
ipv6 address 2a00:0ab:cdef:12c1::/64 eui-64
; valid=7d; pref=1d;
ipv6 nd prefix default 604800 86400
; valid=1d; pref=0
ipv6 nd prefix 2003:1234:5678:9ac1::/64 86400 0
ipv6 nd other-config-flag
ipv6 nd router-preference High
```

Wenn die Hosts dieses Router Advertisement erhalten, bauen sie neue Verbindungen nur noch mit der Absenderadresse aus dem neuen Bereich 2a00:ab:cdef::/48 auf. Zugleich haben die Hosts genug Zeit, um die aktiven Verbindungen, die noch das alte Präfix 2003:1234:5678::/48 nutzen, ordnungsgemäß zu beenden.

Aktiviert man dann das Announcement für das alte Präfix, geben alle Hosts nach einem Tag alle IPv6-Adressen auf, die mit diesem Präfix gebildet worden sind – anschließend können Sie den Anschluss des ursprünglichen Providers abschalten.

Bei vielen Routern lässt sich auch ein festes Enddatum für die Gültigkeit des Präfix einstellen. Der Router zählt dann die Valid Lifetime automatisch herunter und wenn er bei 0 angekommen ist, sendet er das Präfix nicht mehr aus.

Das Kürzen der beiden Timer und die Adress-Autokonfiguration (SLAAC) erleichtern eine Umnummerierung im Netz erheblich. Man muss keinen Host per Hand umkonfigurieren. Übrig bleibt, die Präfixe im Routing, in den Firewall- und Access-Regeln sowie bei etwaigen IP-Sec-Konfigurationen einzubehandlungsweise auszutragen. Wer seine Hosts anhand von DNS-Namen anstelle von IPv6-Adressen verwaltet, senkt den Aufwand zusätzlich. Wie das geht, beschreiben wir im Beitrag ab Seite 144.

aus dem Provider-Präfix und der Subnet-ID zusammen und teilt das Ergebnis seinen Hosts per Router Advertisement mit.

Außer den Endgeräten brauchen auch Netzkomponenten wie Access Points, Switches und Router IPv6-Adressen. Um unbefugte Zugriffe auszuschließen, sollten Sie für diese Infrastruktur-Adressen einen separaten Adressbereich wählen und manuell vergeben. Für Router braucht man noch Loopback-Adressen als eindeutige Absenderkennungen (z. B. für DNS-, NTP- oder BGP-Sessions).

Enterprise-Router haben wie andere IPv6-Hosts auch für jedes Interface mindestens zwei IPv6-Adressen, eine Link-lokale und eine globale. Die Suffixe der Adressen generiert ein Router automatisch, wenn man ihn lässt; er leitet sie von der MAC-Adresse des jeweiligen LAN-Interfaces ab.

Die automatisch generierten Suffixe lassen sich aber nicht leicht merken, was zum Beispiel die Fehlersuche erschwert. Man kann nun die Übersicht leicht verbessern, indem man im Suffix Gebäude- oder Stockwerk-Informationen oder den Router-Typ abbildet. Es empfiehlt sich, denselben Suffix auch in der Loopback-Adresse zu verwenden. Wenn Sie die wesentlichen Merkmale in den letzten 32 Bit des Suffix kodieren, können Sie diesen Bereich bei OSPFv3 und BGP zusätzlich als Router-ID nutzen.

Falls Sie Punkt-zu-Punkt-Verbindungen planen, zum Beispiel zwischen Ihrem Internet-Gateway und der Firewall (Koppelnetz), sind nur bei IPv4 globale Adressen erforderlich. Bei IPv6 braucht man keine globalen Koppelnetz-adressen, denn die üblichen Routing-Protokolle nutzen mit IPv6 nur link-lokale Adressen (OSPFv3, RIPng und external BGP). Für interne BGP-Sessions brauchen Sie jedoch Loopback-Adressen. Dafür genügt ein einzelnes /64er Segment.

Außerdem sind für die aktiven Netzkomponenten Management-Adressen erforder-

lich. Diese sollten Sie aus Sicherheitsgründen fix vergeben, damit Sie während eines Re-Numbering den Management-Zugriff nicht verlieren. Das geht am einfachsten, indem Sie einen vom Produktivnetz getrennten IP-Adressbereich mittels einer eigenen Access-Liste zuweisen. Soll das Management-Netz komplett vom Produktivnetz getrennt sein (out of band), kann man dafür ausnahmsweise UL-Adressen nehmen.

Anzeige

## Subnettierung

Weil der Subnet-ID-Bereich in der Regel 16 Bit groß ist, verleitet er dazu, ein wenig mit den Bits zu spielen und für Subnetz-IDs sprechende Namen zu vergeben oder Adressteile von bereits gebräuchlicher Topologie abzuleiten. Manche Admins finden es naheliegend, sich an der Layer-2-Topologie zu orientieren und zum Beispiel die VLAN-IDs als Subnetzkennungen zu nehmen. Beides sind keine guten Ideen, weil VLANs lediglich lokal relevant sind und nicht immer die Layer-3-Struktur abbilden. Beispielsweise können Filialen dieselben VLANs, aber unterschiedliche Präfixe nutzen.

Auch sollten Sie der Versuchung widerstehen, IPv4-Nummerierungen in IPv6 zu übernehmen, denn mit IPv4-Konzepten schränken Sie IPv6 ein und verbauen sich künftige Erweiterungen. Das neue Protokoll sollten Sie daher zum Anlass nehmen, die gewachsene IPv4-Netztopologie IPv6-gemäß zu optimieren, sodass am Ende beide Topologien

möglichst gleich behandelt werden können.

In IPv6-Topologien kann man das Routing mit der Präfix-Aggregation optimieren, also zum Beispiel 2001:db8:b5b:4::/52 und 2001:db8:b5b:5::/52 zu 2001:db8:b5b:4::/51 zusammenfassen. Oder man teilt das Netz in Security-Zonen auf, um Access-Listen und Firewall-Regeln leichter zu implementieren. Bei großen Netzen mit verteilten Standorten käme auch eine primäre Subnettierung anhand von Standort-Bits in Frage. Dazu haben IPv6-Vordenker bereits verschiedene Ansätze veröffentlicht. Gute Beispiele haben etwa Mitarbeiter des niederländischen Forschungsnetzes SurfNET zusammengetragen [3]. Im Weiteren geht es um die Segmentierung auf Layer-3-Ebene mit Blick auf Security.

## Security-Zonen

Schon in einem einfachen Firmennetz kann man von mindestens sieben Sicherheitsbereichen (Security-Zone) ausgehen

und jeder sollte einen eigenen Adressbereich für mehrere zonenspezifische Subnetze bekommen.

Der erste und wichtigste Adressbereich umfasst die aktive Infrastruktur (Switches, Router, Access-Points). Darüber hinaus kann man die Bereiche Server, Büro, Personalverwaltung, Produktion, Gäste und Fernarbeitsplätze unterscheiden. Und für künftige Anwendungen oder Abteilungen sollte man noch weitere Bereiche als Reserve einplanen.

## Reserve inklusive

Großzügig aufgerundet geht man daher von 16 Zonen aus. Die lassen sich mittels 4 Bit adressieren. In der 16-bittigen Subnet-ID sind das die führenden 4 Bit (die erste hexadezimale Ziffer). Damit stellt jede Security-Zone ein /52er Segment dar. Man sollte die Zonen nicht fortlaufend vergeben, sondern dort Bereiche reservieren, wo Erweiterungsbedarf absehbar ist. Ein Beispiel zeigt die Tabelle „Segmentierung für IPv6-Security-Zonen“.

Anschließend sollte man die Struktur des Standorts oder der Gebäudeaufteilung im IPv6-Adressraum abbilden. Mit 4 Bit lassen sich 16 Standorte oder Gebäudeeteile wie Stockwerke unterscheiden. Reicht das aus, verbleiben pro Security-Zone und Standort noch 8 Bit der Subnet-ID. Damit lassen sich 256 Subnetze bilden.

Bei der beschriebenen Adressstruktur lassen sich in Firewalls Access-Listen standortübergreifend definieren. So kann man zum Beispiel den gesamten für die Infrastruktur reservierten Adressbereich mittels einer Access-Liste von jeglichem eingehenden Verkehr abschotten, also auch vom Internet:

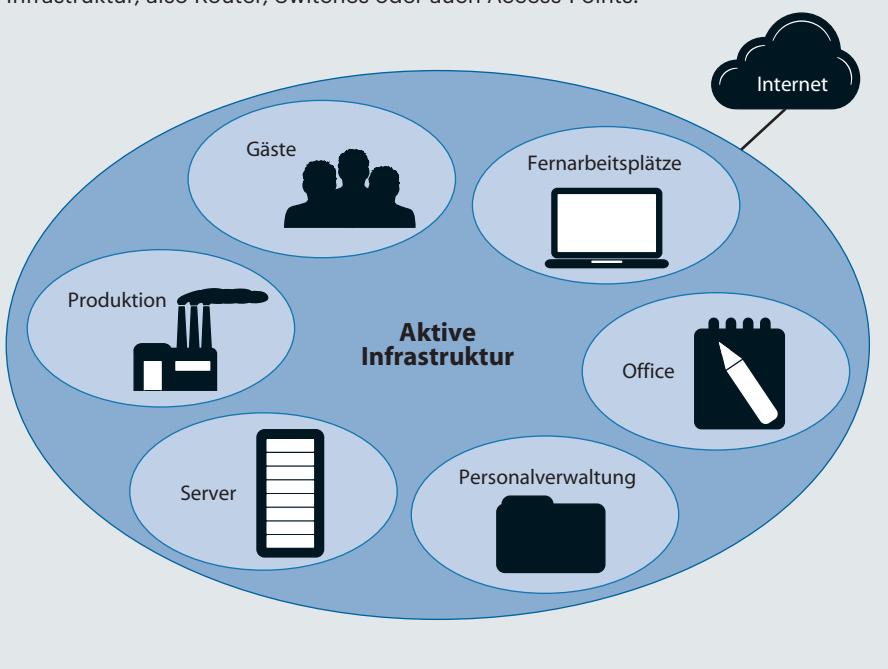
```
ipv6 access-list WAN-in-acl
permit icmp any 2001:db8:b5b:0000::/52
deny  ipv6 any 2001:db8:b5b:0000::/52
permit ipv6 any 2001:db8:b5b::/48
```

Lediglich ICMP-Pakete dürfen an Infrastrukturelemente durchgereicht werden, etwa Echo Request und Reply. Wem selbst das zu heikel erscheint, der kann diesen Bereich bis auf die essenziellen ICMP-Nachrichten blockieren.

Wenn ein Server im LAN steht und aus dem Internet eingehende Anfragen beantworten soll, beispielsweise für die PMTU Discovery, dann müssen aktive

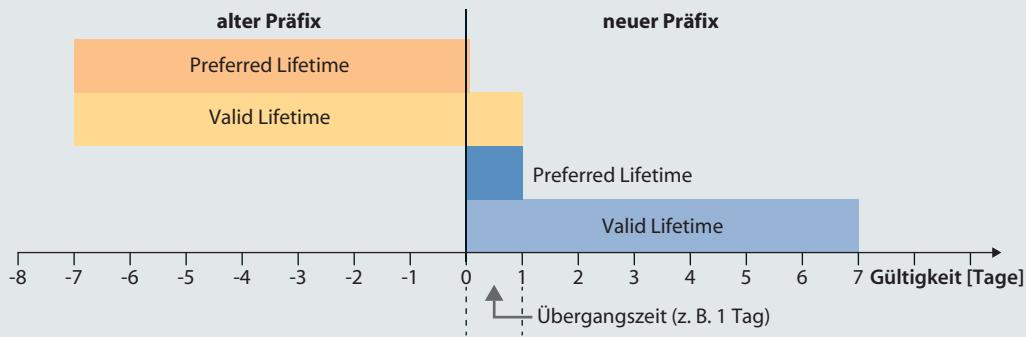
## Segmentierung für IPv6-Security-Zonen

In den meisten Firmennetzen lassen sich mindestens sieben Sicherheitsbereiche unterscheiden. Diese bildet man in der Firewall als Security-Zonen ab. Zentrales Element ist die aktive Infrastruktur, also Router, Switches oder auch Access-Points.



# Präfix-Wechsel ohne Leitungsunterbrechung

Wenn sich ein Großteil der Hosts im Netz die IPv6-Adresse selbst generieren darf, genügen zum Präfixwechsel übliche Router-Advertisements, um die Gültigkeit des alten Präfix zu beenden und zugleich den neuen zu propagieren.



Komponenten mindestens Meldungen wie „packet too big“ und andere ICMP-Fehlermeldungen absetzen dürfen:

```
ipv6 access-list WAN-out-acl
permit icmp 2001:db8:b5b:0000::/52 any
deny  ipv6 2001:db8:b5b:0000::/52 any
deny  ipv6 any ff00::/8
permit ipv6 2001:db8:b5b::/48 any
```

Um Gästen den Zugang zu Ressourcen im LAN zu verwehren, genügt eine Regel wie diese:

```
ipv6 access-list Guest-in-acl
permit 2001:db8:b5b:B000::/52 ↴
↳2001:db8:b5b:b000::/52
; Gäste dürfen untereinander kommunizieren
deny  2001:db8:b5b:b000::/52 ↴
↳2001:db8:b5b::/48
; Und sonst mit niemandem im LAN, aber ...
permit 2001:db8:b5b:b000::/52 any
; ... mit Zielen im Internet
```

In ähnlicher Weise lässt sich der Zugriff auf den Personalbereich reglementieren, sodass nur Geräte mit Adressen aus der Office-Zone darauf zugreifen dürfen.

Letztlich kann man so an jedem Standort bis zu 16 Routen für ebenso viele Zonen definieren. Falls an einem Standort nicht alle Security-Zonen vorhanden sind, wird es entsprechend übersichtlicher.

Mit einer geschickten Aufteilungsstrategie lässt sich die IPv6-Netzverwaltung sehr vereinfachen. Man sollte nur nicht zu viele Details in der Adressstruktur abbilden und sich nicht an Verwaltungsstrukturen orientieren, sondern an

der Netzinfrastruktur. Die Erfahrung zeigt nämlich, dass sich die Verwaltungsstrukturen deutlich häufiger ändern als die Netztopologie. Und ein Adressplan sollte doch möglichst von Dauer sein und nur dann geändert werden, wenn technische Anpassungen der Netzstruktur das erfordern.

(dz@ct.de) ct

## Literatur

- [1] RFC 1918, Address Allocation for Private Internets, [ct.de/netze/rfc/rfc1918.shtml](http://ct.de/netze/rfc/rfc1918.shtml)
- [2] RFC 4193, Unique Local IPv6 Unicast Addresses, <http://ct.de/netze/rfc/rfc4193.shtml>
- [3] Preparing an IPv6 addressing plan, [labs.ripe.net/Members/steffann/preparing-an-ipv6-addressing-plan](http://labs.ripe.net/Members/steffann/preparing-an-ipv6-addressing-plan)

## Segmentierung für IPv6-Security-Zonen

Segment Netzbereich	
0 (0000)	aktive Infrastruktur
1 (0001)	Reserviert
2 (0010)	Server
3 (0011)	Reserviert
4 (0100)	Office
5 (0101)	Personalverwaltung (HR)
6 (0110)	Produktion
7 (0111)	Reserviert
8 (1000)	Reserviert
9 (1001)	Reserviert
A (1010)	Reserviert
B (1011)	Gäste
C (1100)	Fernarbeitsplätze
D (1101)	Reserviert
E (1110)	Reserviert
F (1111)	Reserviert

Anzeige

# Namenstag im LAN

## IPv6: LAN-Verwaltung mit DNS vereinfachen

**Erfolgreiche Administratoren entwickeln für lästige Aufgaben geschickte Lösungen. Ein Beispiel dafür ist der Umgang mit den sehr lang geratenen IPv6-Adressen. Der Kniff sieht so aus: Man lasse das DNS für sich arbeiten und gebe anstatt IPv6-Adressen sprechende Namen ein.**

**VON HOLGER ZULEGER**

Netzwerkadministratoren sind die einzigen Internet-Nutzer, die tatsächlich noch IPv6-Adressen per Hand eingeben müssen – meistens nur zur Fehlersuche. Manche Admins sammeln die Adressen daher in Datenbanken oder einfachen Textdateien und bringen sie von dort per Copy and Paste in die Tools zur Fehlersuche, etwa ping6 oder traceroute. Aber wer schon solche Textdateien verwaltet, der sollte die Möglichkeiten auch ausköpfen und die Informationen gleich in DNS-Zonen ablegen. Das sind letztlich auch nur Datenbanken in Form von Textdateien, aber mit dem wichtigen Unterschied, dass ein DNS-Server sprechende Namen automatisch zu IP-Adressen auflöst und diese an Tools wie ping6 weitergibt.

### Weitsichtige Pflege

Die automatische Namensauflösung per Domain Name System reduziert Eingabefehler und vereinfacht alle Verwaltungsaufgaben. Man profitiert auch langfristig davon – beispielsweise bei einem Provider-Wechsel, bei dem Server-Umzüge grundsätzlich mit IP-Adresswechseln verbunden sind. Der Aufbau der DNS-Infrastruktur erweist sich daher selbst beim Umgang mit den 32 Bit langen IPv4-Adressen als nützlich – und erst recht bei den 128-bittigen IPv6-Adressen.

Dieser Artikel erläutert Strategien und einzelne Abschnitte beim Aufbau der DNS-Infrastruktur am Beispiel des ver-

breiteten DNS-Servers BIND. Komplett umgesetzt, kann man am Ende nicht nur stationäre Server und beliebige Hosts anhand von DNS-Namen verwalten, sondern sogar Laptops etwa von Home-Office-Mitarbeitern. Die Techniken lassen sich im Prinzip mit jedem DNS-Server umsetzen.

### Name Spaces

Damit die Namensauflösung funktioniert, muss man Hostnamen und zugehörige IPv6-Adressen im DNS hinterlegen. Je nach Umgebung und Anwendung (fixe oder mobile Nutzung) bieten sich dafür unterschiedliche Wege an. Das hängt von der Beschaffenheit des Namensraums einer Firma ab. In IPv4-Netzen sind intern private Adressen üblich und die zugehörigen Hosts bleiben im Internet unsichtbar. Dort sieht man nur die Server, die öffentliche IPv4-Adressen haben. Diese Trennung muss der DNS-Namensraum abbilden.

Dazu legt man für den privaten Adressbereich des LANs entweder eine separate, nur intern genutzte Domain an. Häufig wird dafür die Top-Level-Domain .local genutzt, die aber exklusiv für die mDNS-basierte Namensauflösung reser-

viert ist. Oder man setzt eine Split-DNS genannte Konfiguration auf, die eine globale Domain auf zwei Arten nutzt: Auf Anfragen aus dem LAN liefert das Firmen-DNS in seinen Antworten private Adressen zu den angefragten Namen und bei Anfragen aus dem Internet sendet es global gültige Adressen. Meist trägt man in der DNS-Datenbank, die für externe Anfragen bestimmt ist, nur eine Handvoll Systeme ein – jene, die tatsächlich von außen erreichbar sein sollen. Das interne DNS enthält hingegen sämtliche Hosts der Firma.

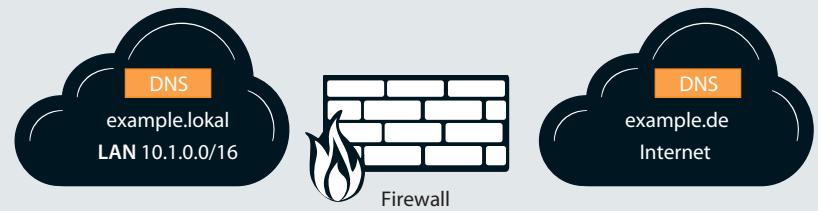
Mit IPv6 ändert sich die Situation grundlegend. Weil der IPv6-Adressraum so groß ist, weist man auch den Rechnern im LAN öffentliche Adressen zu. So entledigt man sich auch der in IPv4-Umgebungen unverzichtbaren, aber störenden Network Address Translation, NAT. Firewall-Regeln stellen dann anstatt der NAT sicher, dass nur die erwünschten Hosts von außen per IPv6 erreichbar sind. Zusätzlich erspart man sich die Verwaltung getrennter Namensräume. Das vermeidet Probleme wie Uneindeutigkeit des Namensraums oder unterschiedliche DNSKEYs bei der Sicherheitstechnik DNSSEC.

### IPv4-Namensraum

Weil in üblichen IPv4-Umgebungen die Hosts einer Firma entweder private (links von der Firewall) oder öffentliche IP-Adressen haben (rechts), bildet man diese Trennung auch im DNS-Namensraum ab.

host 1	A	10.1.0.21
host 2	A	10.1.0.22

www	A	1.2.3.15
mail	A	1.2.3.16



Im Prinzip könnte man auch mit IPv6 IPv4-ähnliche NAT-Umgebungen schaffen. Dafür gibt es die Spezifikation Unique Local Addresses, ULA. Damit handelt man sich jedoch dieselben Probleme wie mit IPv4-NAT ein und braucht dann auch ähnlich vertrackte Lösungen – etwa Split-DNS.

Wer interne Systeme lediglich aus dem öffentlichen DNS fernhalten will, lässt ULAs links liegen und steckt die betreffenden Systeme einfach in eine Subdomain, die extern nicht aufgelöst wird. Die Auflösung einzelner Hostnamen vermitteln dann Domain-Suchlisten. So muss man sich auch keine Gedanken machen, in welcher von möglicherweise mehreren Subdomains ein Host steckt.

Freilich können Domain-Suchlisten auch unerwünschte DNS-Umleitungen verursachen, sodass zum Beispiel Anfragen an DNS-Server gehen, die nicht wirklich zuständig sind und daher unpassende Antworten liefern. Deshalb sollten auf mobilen Rechnern Domain-Suchlisten auf die eigene Domain und deren Subdomains beschränkt sein. Alle sonstigen, per DHCP gelieferten Domain-Suchlisten sollten Mobilrechner abweisen. Dafür genügt es, Domain-Suchlisten in der Netzwerkkonfiguration manuell einzutragen.

## IP-Adress-Management

Wie bekommt man nun die Einträge in das DNS und in die entsprechende Reverse-Zone? Für den Privatbereich genügen oft Heim-Router, die eine eigene, automatische Namensauflösung mitbringen. Alternativ können Heim-Admins, die einen eigenen DNS-Server betreiben, die IPv6-Adressen für ihren kleinen PC-Zoo einfach selbst in die Zonendateien ihres DNS-Servers eintragen.

Admins großer IPv4-Netze nehmen für solche Aufgaben IP-Address-Management-Systeme (IPAM). IPAMs sind auch in IPv6-Umgebungen üblich, mit dem Unterschied, dass sie nur festlegen, welche Hosts in welchem Subnetz liegen und DNS-Zonen bestücken. Geht es ausschließlich darum, genügen auch einfache Tools (siehe Kasten „Provisionierung mit gen6dns“).

Ob simples Tool oder IPAM, es sollte mit mehreren Provider-Präfixen umgehen können. Das ist die Lebensversicherung des Admins für den seltenen Fall, dass eine Neuadressierung im LAN erforder-

## Provisionierung mit gen6dns

Das Programm gen6dns nutzt einfache Textdateien als Datenbank. Diese enthalten je nach Abschnitt unterschiedliche Informationen und nutzen je nach Zweck verschiedene Eingabeformate.

Eine Subnet-Section-Zeile leitet die Definition der Subnetze ein, die zeilenweise folgen. Ein Subnetz wird durch einen Namen und eine Subnet-ID definiert. Die Subnet-ID ist ein 16-Bit-Hexwert, der in Doppelpunkte eingeschlossen wird:

```
%%Subnet Section
#name subnetid
srv :00b1:
clnt :00c1:
lo :0:
```

Hat gen6dns die Subnetzdefinition eingelesen, kann man bei der Angabe der Hosts den Subnetznamen anstelle der Subnetz-ID angeben. Ist ein Re-Numbering des Subnetzes erforderlich, muss man nur die Definition in der Subnet-Section ändern.

Die Interface-Identifier eines Hosts folgen nach der %%Host-Section. Diese besteht aus dem DNS-Namen, dem Interface-Identifier, dem zugeordneten Subnetz und optional einer Scope-Liste. Mittels einer Scope-Definition steuert man, für welche Präfixe die AAAA-Records erzeugt werden und wo sie liegen.

```
%%Scope Section
#name view domain match-pref.
global * example.de 2000::/3
local ula int.example.de fd00::/8
```

Dazu geben Sie in einer %%Scope-Section einen Namen und optional einen Namen für einen View, eine Domain sowie ein Matching-Präfix an. Das Matching-Präfix legt fest, für welche Präfixe die Definition gilt. Ein Anwendungsbei-

spiel ist die gleichzeitige Nutzung von globalen und privaten Präfixen (ULA). So definiert man, dass alle UL-Adressen in separaten Dateien gespeichert werden (view: ula) und sie im DNS auch eine Subdomain erhalten (int).

Die Host-Definition legt den Scope für den Interface-Identifier und die Ziel-Zone fest. Dabei lassen sich sowohl globale als auch lokale IPv6-Adressen generieren. Im Beispiel erhalten alle Clients sowohl globale als auch lokale IPv6-Adressrecords, der Mailserver ausschließlich globale und der Switch lediglich private IPv6-Adressrecords. Ruft man das Programm mit der Option -w auf, erzeugt es Dateien mit Resource-Records:

```
gen6dns -w -p \
2003:1234:5678::/48 -p \
2a00:00ab:cdef::/48 -p \
fdb7:5796:cded::/48 \
subnet.txt scope.txt hosts.txt
```

Das Kommando legt vier Dateien an; zwei für Forward Records (AAAA), und zwar getrennt nach globalen und lokalen Adressen (g6d.example.de respektive g6d\_ula.int.example.de). Die übrigen zwei enthalten die Reverse Records (PTR). Beispieldaten für alle vier Dateien finden Sie über den c't-Link. Fügen Sie solche Dateien in die entsprechenden Zonendateien Ihres DNS-Servers ein. Beim BIND-Server nutzt man dafür in den Zonendateien die \$INCLUDE-Anweisung.

Das Kommando kennt noch ein Paar zusätzliche Optionen. Mit -s kürzt es IPv6-Adressen. Die Option -b legt fest, an welcher Grenze die Reverse-Records aufgeteilt werden sollen. Mit -b 64 legen Sie für jedes Subnetz eine eigene Reverse-Zonendatei an. Aber Vorsicht: Je nach Netztopologie könnten so zu viele Dateien erzeugt werden und die Übersicht erschweren.

lich wird (Re-Numbering). Sollte es mit nur einem Präfix umgehen können, muss man die Adressen entweder per Hand eingeben, was zeitaufwendig und fehleranfällig ist, oder dann, wenn die Zeit ohnehin drängt, nach einem neuen Werkzeug suchen.

## Adress-Management

Viele Firmen-Admins führen eine Liste der betreuten Hosts und der zugehörigen MAC-Adressen, etwa um ihnen eine fixe IP-Adresse per DHCPv4 zuzuordnen. Wenn das IPAM-Tool auch noch den Interface-Identifier (IID) aus der MAC-Adresse generieren kann und die IPv6-Adresse aus Provider-Präfix, Subnet-ID und Interface-Identifier zusammensetzt, kann man elementare Teile des Adress-Managements automatisieren und die erforderlichen Informationen für die IPv6-Address-Records mit geringem Aufwand gewinnen.

So jedenfalls würde man bei Unix-artigen Systemen vorgehen. Windows ab Version 7 leitet den IID aber nicht von der MAC-Adresse ab, sondern würfelt beim Installieren für jede Schnittstelle einen zufälligen aus. Deshalb kann man die MAC-Adresse solcher Systeme zwar zur Identifikation heranziehen, muss den IID aber anders ermitteln – etwa per Fernverwaltung auslesen.

## Nameserver-Konfiguration

Die Konfiguration des BIND-Nameservers teilt sich in die Bestückung der Forward-

und der Reverse-Zone auf. Die Forward-Zone sieht für IPv4 und IPv6 identisch aus:

```
zone "example.de." {
    type master; file "db.example.de";
    allow-transfer { ... ; };};
```

Setzen Sie anstatt `example.de` den Namen Ihrer Domain ein. In der Zonendatei fügen Sie die IPv6-Records (AAAA) per `INCLUDE`-Anweisung ein:

```
$TTL 10h
@ IN SOA ns1 hostmaster (
    2015102105 ; serial no.
    43200 1800 1209600 900 )
    IN NS ns1.example.de.
    IN NS ns.example.net.
    IN MX 10 mailer.example.de.

ns1 IN A 192.0.2.53
    IN AAAA 2001:db8:a1::53

$INCLUDE g6d.example.de.

; Delegation zur int & dyn Zone
int IN NS ns1.example.de.
    IN NS ns.example.net.
dyn IN NS ns1.example.de.
    IN NS ns.example.net.
```

Die Reverse-Zone ist IPv6-spezifisch, da sie im Reverse-DNS-Baum separat aufgehängt ist:

```
zone 8.7.6.5.4.3.2.1.3.0.0.2.ip6.arpa.
{type master; file "rev.example.de";
};
```

```
zone f.e.d.c.b.a.0.0.0.0.a.2.ip6.arpa.
{type master; file "rev.example.de";};
zone d.e.d.c.6.9.7.5.7.b.d.f.ip6.arpa.
{type master; file
"rev.int.example.de";};
```

Für den Fall, dass Sie mehrere Provider- oder ULA-Präfixe verwenden, können Sie eine einzige Zonendatei für alle Reverse-Präfixe nutzen. Nur wenn Sie unterschiedliche Informationen brauchen, also zum Beispiel in die interne Zone mit den ULA-Präfixen mehr Hosts eintragen wollen als in der global aufgelösten Reverse-Zone, legen Sie zwei Zonendateien an. Das hier beschriebene Beispiel enthält eine separate Zonendatei für interne ULA-Präfixe. Bei einer solchen DNS-Bestückung funktioniert die interne reverse Namensauflösung.

Damit auch die externe Reverse-Auflösung klappt, muss der Provider per DNS-Delegation des entsprechenden Präfix auf den Firmen-Nameserver verweisen. Das müssen Sie bei Ihrem Provider beantragen. Falls Sie später einmal den Provider wechseln wollen, geht das unterbrechungsfrei. Dafür muss zusätzlich der neue Provider eine DNS-Delegation seines Präfixes zu Ihrem Nameserver anlegen.

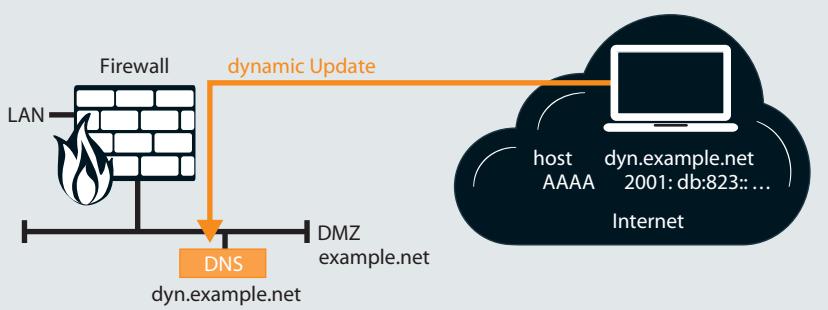
## Mobile Rechner

Nach demselben Muster könnte ein IPAM-Tool die erforderlichen Daten auch für mobile Hosts im DNS eintragen, aber sobald diese Geräte in ein fremdes Netz kommen, ändert sich zumindest deren Subnet-Bereich oder auch das Präfix. Deshalb muss man bei mobilen Hosts anders vorgehen. Für Tablets und Smartphones braucht man indes keine DNS-Einträge, denn darauf greifen Admins nur beim Remote-Management zu und die dafür erforderliche IP-Adresse melden solche Systeme selbstständig. Laptops möchten Admins aber unter Umständen per ssh ansprechen oder per NFS/SMB auf deren Freigaben zugreifen.

Ein Kandidat für die Namensauflösung wäre Mobile IPv6 (MIP6). Jedoch ist die Technik noch kaum verbreitet. Ersatzweise bieten sich dynamische DNS-Updates an, mittels derer der Host seine Daten selbst einträgt. Zu diesem Zweck legt man eine separate Zone im DNS an und erlaubt darin dynamische Updates. Je nach Geschmack kann das auch eine Subzone sein, zum Beispiel `dyn.example.de`. Damit nur erwünschte Hosts Einträge erzeugen

# IPv6-Name-Space

Je nach Sicherheitsvorlieben kann man mit IPv6 den Domain Name Server auch vor die Firewall setzen. Zusätzlich lassen sich der DNS-Server und die mobilen Clients so konfigurieren, dass die Clients ihre globale IPv6-Adresse selbstständig aktualisieren.



können, müssen sie sich gegenüber dem Server authentifizieren. Das Beispiel zeigt die Konfiguration der Authentifizierung für Kerberos, SIG(0) und TSIG-Key. Tragen Sie auf dem Server zunächst die Update-Richtlinien ein (Policy):

```
zone "dyn.example.de." {
    type master;
    file "ddb.dyn.example.de";
    allow-transfer { ... ; };
    update-policy {
        grant ddns-manager zonesub ANY;
        grant example.de krb5-self * A AAAA;
        grant * self * A AAAA TXT SSHFP HIP;
    };
};
```

Die erste Richtlinie erlaubt dem Nutzer des Schlüssels ddns-manager, alle Einträge in der Domain mittels dynamischen Updates zu modifizieren.

Setzt man Kerberos zur netzwerkweiten Authentifizierung ein, hat ein Host schon einen Kerberos Key (Principal). Damit authentifiziert er sich beim autoritativen Nameserver, wenn er seine aktuelle IPv6-Adresse aktualisiert. Dafür ist der Eintrag krb5-self vorgesehen. Er gilt für Kerberos-Machine-Principals des angegebenen Realms (host/horst@example.de). Der autoritative Nameserver muss dafür ein Service-Ticket der Realm besitzen (DNS/ns1.example.de/@example.de). Dieses legen Sie am einfachsten in einer separaten Kerberos-Service-Keytab ab und tragen den zugehörigen Pfad in der Datei named.conf ein:

```
tkey-gssapi-keytab "/var/named/keytab";
```

Für das SIG(0)-Verfahren, das zur Authentifizierung des Hosts asymmetrische Keys verwendet, legen Sie die Public Keys der Hosts als Key-Records vorab in der Zone an. TSIG setzt hingegen ein symmetrisches Schlüsselverfahren ein, sodass man den Schlüssel geheim halten muss. Man legt ihn also nicht in der Zone ab, sondern in der Nameserver-Konfigurationsdatei.

Für diese zwei Authentifizierungen ist der dritte Eintrag in der Update-Policy vorgesehen. Er legt fest, dass ein Host die angegebenen Resource-Records ändern darf, wenn er sich mit einem Schlüssel authentifizieren kann, der zu seinem Domain-Namen gehört. Wie diese Schlüssel generiert werden und wie man sie verwendet, finden Sie im Kasten „Dynamic Updates mit nsupdate“.

## Dynamic Updates mit nsupdate

Damit ein Client seine aktuelle IP-Adresse mit nsupdate in der Heimatzone hinterlegt, benötigt man einige Parameter. Das sind die unveränderlichen Werte wie Domain- und Hostname, der für die Authentifizierung zu verwendende Schlüssel und optional der DNS-Servername. Diese Parameter übergibt man am besten per Shell-Script. Ein Beispiel finden Sie über den c't-Link.

Außerdem muss das Skript die aktuellen IP-Adressen ermitteln und es sollte prüfen, ob diese bereits im DNS liegen. Das ist der aufwendigste Teil des Skripts. Ist das nicht der Fall, sind alte Einträge zu löschen. Erst dann sollte es die neuen A- und AAAA-Resource-Records dem Nameserver per Dynamic Update zuschicken.

Der nslookup-Befehl liest beim Start Anweisungen von der Standardeingabe ein und sendet sie zusammen mit den Authentifizierungsinformationen an den autoritativen Nameserver.

Den Schlüssel zur Authentifizierung liest nsupdate aus einer Datei ein, deren Namen man über die Option -k mitteilt. Man erzeugt sie mit dem BIND-Kommando dnssec-keygen.

Bei der Authentifizierung über asymmetrische Schlüssel entstehen zwei Dateien:

```
dnssec-keygen -C -T KEY -a RSASHA256 \
-b 2048 -n HOST horst.dyn.example.de
```

Die Datei mit der Endung .key enthält den öffentlichen Teil des Schlüssels in Form eines KEY-Records. Diesen legt man in der Zone ab. Die zweite Datei, die mit .private endet, enthält den privaten Schlüssel. Diese Datei speichert man auf dem Host und beim nsupdate-Aufruf gibt man den Pfad zum Private Key mit der Option -k an.

Für die TSIG-Authentifizierung mit symmetrischen Keys erzeugt man den Schlüssel am besten so:

```
ddns-confgen -q -a hmac-sha256 -k \
horst.dyn.example.de > horst.tsig
```

Der Inhalt der erzeugten Datei wird auf dem autoritativen Nameserver in die Datei named.conf eingefügt und beim Aufruf von nsupdate mit der Option -k angegeben. Da es sich beim TSIG-Key um ein Shared Secret handelt, sind die Zugriffsrechte der Datei, wie beim Private Key restriktiv zu setzen, zum Beispiel chmod 600 dateiname.

Apples Mac OS X bringt zwar auch die TSIG-Key-Technik mit, jedoch ist die Implementierung verunglückt: Hosts senden alle 30 Sekunden Updates an den Nameserver und das auch bei unveränderter IP-Adresse. Zu allem Übel publizieren sie die temporären IPv6-Adressen, was das Privacy-Konzept konterkariert. Alternativ kann man auf OS X den nsupdate-Client des mitgelieferten Nameservers BIND einsetzen und per Bash-Skript und LaunchDaemon im System verankern. Er eignet sich für alle drei Authentifizierungen. Falls Sie nsupdate auf Linux verwenden möchten, bietet sich als Integrationspunkt eines Bash-Skripts der Netzmanager an. Das Skript,

das sich mit kleinen Änderungen auch für OS X eignet, erhalten Sie über den c't-Link.

Microsofts Windows-Systeme haben es etwas einfacher, da sie von Haus Kerberos-authentifizierte Dynamic-Update-Messages versenden und mit dem Active Directory und angeflanschtem DNS-Server bereits eine etablierte Lösung für dynamische DNS-Einträge enthalten. Auf Reverse-Einträge über Dynamic Updates muss man notgedrungen verzichten, denn die Berechtigung für Einträge in den fremden Reverse-DNS-Baum bekommt man normalerweise nicht.

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

**Beispiele und Shell-Skripte:** [ct.de/ym49](http://ct.de/ym49)

# Satter Sound

## Neun vernetzte Soundbars



**Riesen-Screen, Hammer-Bild – und der Sound? Geht so. Das Klangerlebnis bleibt bei modernen Fernsehern oft auf der Strecke. Soundbars mit Netzwerkanschluss lösen nicht nur dieses Problem, sie bringen auch Spotify & Co. ins Wohnzimmer und versprechen kabelloses Kino-Feeling.**

**VON SVEN HANSEN UND ULRIKE KUHLMANN**

**M**it einer Soundbar holt man sich ein sattes Sound-Update ins Wohnzimmer. Die von uns getesteten Kandidaten bieten sogar noch mehr: Sie sind netzwerkfähig und lassen sich per WLAN oder Ethernet mit dem Internet verbinden. So kann man die Klangbalken nicht nur fürs Fernsehgucken nutzen – man holt sich zugleich eine Minianlage ins Wohnzimmer, die Musik von Amazon, Spotify und anderen Musikdiensten abspielt und auch als Internetradio taugt.

Einige Kandidaten lassen sich mit zusätzlichen Effektkästen zu einem Surround-System erweitern – auf die lästigen Strippen kann man dabei verzichten: Die Satelliten bekommen ihren Ton per Funk.

Die klassischen HiFi-Marken Denon und Yamaha lassen in ihre Heos Home-Cinema und YSP-1600 viel HiFi-Erfahrung einfließen. Andere Soundbars stammen von großen Unterhaltungselektronikfirmen: LGs MusicFlow HS9, Panasonics SC-ALL70T und Samsungs HW-J8501 zählen dazu.

Zwei Hersteller haben sich mit vernetzten Musiksystemen einen Namen gemacht: Sonos ist mit einer Kombi aus

Playbar und Subwoofer vertreten, Raumfeld mit seiner schlicht benannten Soundbar. In Deutschland noch recht unbekannt sind die Marken Definitive Technology und Polk, beides Töchter der US-amerikanischen Sound United. Deren W Studio Micro und Omni SB1 sind hierzulande bei Mediamarkt und Saturn erhältlich.

### Anschlusssuche

Der richtige Anschluss entscheidet über die Sound-Qualität. Schlimmstenfalls füttert man seine Soundbar analog und muss sich mit Stereoton begnügen. Per SPDIF kann man immerhin diskreten 5.1-Sound übertragen – allerdings nur in komprimierter Form in den Formaten Dolby Digital oder DTS. Der Weg über HDMI bietet wegen der höheren Bandbreite die meisten Optionen: Darüber lässt sich auch unkomprimiertes 7.1-Material übertragen. Die hier getesteten Systeme beschränken sich auf 5.1-Sound. Wem es nach noch mehr Effektkanälen gelüstet, braucht einen gestandenen Heimkino-Receiver.

Dolby Digital 5.1 wird von allen Kandidaten problemlos abgespielt. Bei DTS 5.1 bleiben die Soundbars von Polk und Sonos

stumm, denn beiden fehlt der passende Decoder. Mangels HDMI-Eingang hilft es ihnen auch nichts, wenn der Fernseher das DTS-Signal in unkomprimierten Mehrkanalton verwandelt und per HDMI ausgibt (was beispielsweise einige Philips-TVs können). Beim teuren Sonos-System ist diese Einschränkung besonders ärgerlich.

Allerdings gelingt die Audio-Verbindung per SPDIF am unkompliziertesten: Man hängt die Soundbar einfach mit dem dünnen Lichtleiter an den Fernseher, der seinen Ton sofort darüber weiterreicht. Einstellen muss man hier allenfalls die Synchronisation zwischen Bild- und Tonausgabe: Die smarten Fernseher brauchen für die Optimierung der Bildsignale einige Millisekunden. Damit der Ton dem Bild dann nicht vorausläuft, muss man ihn verzögern.

Falls sich der sogenannte LipSync bei einer Soundbar nicht per Fernbedienung oder in der App anpassen lässt, verzögert man die Tonausgabe am TV oder am Zuspieler. Bei aktuellen Fernsehern erfolgt die Verzögerung sogar automatisch – das Display weiß schließlich, wie lange seine interne Bildoptimierung dauert.

Im Test fanden wir drei Varianten, eine Soundbar per HDMI mit dem TV zu verbinden – je mehr HDMI-Anschlüsse, umso komplizierter wird die Sache.

Am einfachsten sind Soundbars wie die von Raumfeld mit einem einzigen HDMI-Anschluss: Dann werden alle Videoquellen ans TV angeschlossen und die Soundbar per HDMI-ARC mit dem Flachbildschirm verbunden. Zusätzlich muss man im Display-Menü die Funktion „Consumer Electronic Control“ (CEC) aktivieren, die automatisch den Audio-Rückkanal (ARC)

HDMI-CEC für den Audio-Rückkanal	
Hersteller	CEC-Benennung
Grundig	Digilink
JVC	EZ-Sync
LG	Simplink
Loewe	Digital Link HD
Onkyo	RIHD
Panasonic	Viera Link
Philips	EasyLink
Samsung	Anynet+
Sharp	Aquos Link
Sony	Bravia Theatre Sync
Toshiba	Regza-Link
Technisat	TechniLink



Soundbars  
platziert man  
unter dem  
Fernseher –  
einige lassen  
sich auch an  
der Wand  
befestigen.



## Definitive Technology W Studio Micro

Trotz ihrer kompakten Bauweise mit nur 4,5 Zentimetern Höhe liefert die W Studio Micro einen anständigen, für Film und Musik gleichermaßen ge-

eigneten Sound. Der gut abgestimmte Subwoofer fällt nicht aus dem klanglichen Gesamtrahmen. Es fehlt ein HDMI-Eingang, man muss die Soundbar per SPDIF mit dem Fernseher verbinden; darüber nimmt sie immerhin Dolby Digital- oder DTS-Tonspuren entgegen. Alternativ gibts noch einen analogen Anschluss.

Die Verarbeitung lässt zu wünschen übrig – bei unserem Testgerät löste sich nach kurzer Zeit eines der Abdeckbleche vom kantigen Gehäuse. Deutlich besser gefiel uns die minimalistische IR-Fernbedienung. Leider erschweren die Winz-LEDs, mit denen das Gerät die aktiven Eingänge

und Presets anzeigt, eine gezielte Steuerung. Auch die unübersichtliche App für iOS und Android hilft da nicht weiter: Spätestens wenn man versucht, seinen Spotify-Account zu nutzen, verliert man den Überblick. Außerdem deaktiviert die Netzwerk-App beim Aufruf automatisch die Tonübernahme vom TV – unschön, wenn man gerade einen Film schaut.

- ▲ minimalistische Fernbedienung
- ▲ kompaktes Design
- ▼ unübersichtliche App
- ▼ kein HDMI



## Heos HomeCinema

Die solide verarbeitete Heos HomeCinema stammt aus dem Hause Denon. Unter dem TV-Gerät hält sich die Soundbar optisch dezent zurück, die

seitlichen Bedienelemente hat Heos von Sonos übernommen. Eine Surround-Option mit zusätzlichen Effektlautsprechern und die Unterstützung hochauflöster Musikformate fehlen – hier hätten wir von einem HiFi-Spezialisten doch ein wenig mehr erwartet.

Für die Ersteinrichtung haben sich die Entwickler etwas Besonderes einfallen lassen: Die Heos-Bar wird über ein analoges Klinkenkabel mit dem Smartphone oder Tablet verbunden und erhält auf diesem Weg die zur Anmeldung nötigen Netzwerkeinstellungen. Für den Betrieb am TV nutzt man den HDMI-ARC-Eingang.

Insgesamt fällt die Home Cinema durch ihren guten Klang auf – vor allem bei der Musikwiedergabe. Der natürliche, warme Sound mit gut abgestimmten Subwoofer machen eine zusätzliche Stereo-Anlage im Wohnzimmer überflüssig. Beim Filmen schauen liefert das System trotz des fehlenden Mittellautsprechers gute Sprachverständlichkeit. Die Räumlichkeit könnte allerdings besser sein.

- ▲ praktische Netzwerkeinrichtung
- ▲ gute Musikqualität
- ▲ gute Sprachverständlichkeit
- ▼ begrenzte Räumlichkeit



## LG MusicFlow HS9

Die HS9 ist mit 1,10 Meter Länge und einem Gewicht von 8,2 Kilogramm ein wuchtiger Klangbalken. Der leicht gewellte Kühlergrill lockert sie zu-

mindest optisch etwas auf. Im Handel wird das System mit „7.1 Surround“ beworben. In Wirklichkeit sitzen zwar sieben Lautsprecher in der Bar und einer im Sub, doch mehr als 5.1-Sound ist wegen der Beschränkung auf Dolby Digital und DTS nicht drin. Als einziges Testgerät lässt sich die HS9 als HDMI-Switch für bis zu drei Zuschauer einsetzen.

Die Sound-Presets und Eingänge kann man auf der Fernbedienung nur nacheinander durchwechseln, da vertippt man sich schon mal. Für die beiden optischen Eingänge gibts eine eigene Taste. Die Einrichtung über die App läuft problemlos, allerdings ist die

MusicFlow-App für iOS und Android nur für Smartphones optimiert.

Bei der Musikwiedergabe produzieren die Mittel- und Tieftöner einen recht mittenbetonten Sound, der dem System bei der Sprachverständlichkeit zu Gute kommt. Die seitlich ausgerichteten Effektlautsprecher liefern nur mäßigen Rundumklang und werden beim Einsatz zusätzlicher Surround-Lautsprecher nicht korrekt deaktiviert.

- ▲ Display mit 8 Zeichen
- ▲ Bluetooth mit NFC
- ▲ ist zugleich AV-Switch
- ▼ Effektlautsprecher instabil

zur Soundbar öffnet. Einige Funktionen der Soundbar sollten sich dann auch über die TV-Fernbedienung steuern lassen. Welche das sind, kann jeder Hersteller selbst festlegen; üblich sind Lautstärke und ein/aus. Dummerweise nennt jeder TV-Hersteller seine CEC-Funktion anders – Philips beispielsweise EasyLink, Samsung Anynet+ und LG Simplink.

Wenn die Soundbar zwei HDMI-Anschlüsse besitzt, gibt es zwei Betriebsmodi. Der mit ARC gekennzeichnete HDMI-Port kann wie beschrieben mit dem TV verbunden und als reiner Audio-Kanal genutzt werden: Die Videoquellen hängt man dann ans TV. Zusätzlich kann man eine Videoquelle mit der Soundbar verbinden: Diese reicht das Bildsignal ans TV-Display weiter und gibt den Ton selbst aus. Im ersten Fall muss man im Fernseher CEC aktivieren, im zweiten den TV-Ton deaktivieren. Wer einen 4K-Fernseher besitzt, muss zusätzlich prüfen, ob die Soundbar ultrahochauflöste Bildsignale weiterleiten kann – wenn nicht, entfällt die zweite Anschlussvariante.

Die MusicFlow HS9 von LG hat vier HDMI-Ports. Sie kann als Switch drei Videoquellen sequenziell durchschalten, behält den Ton und reicht das Bild über den HDMI-out ans Fernsehdisplay weiter. Die CEC-Funktion muss dazu im TV deaktiviert werden. Alternativ kann man den Fernseher per HDMI-ARC mit der HS9 verbinden: Dann übernimmt sie bei angeschalteter CEC-Funktion automatisch die Audioausgabe des Fernsehgeräts.

## Der gute Klang

Neben einem ausgewogenen Klangbild und guter Abstimmung mit dem im Hintergrund arbeitenden Subwoofer sollen Soundbars im TV-Modus eine gute Sprachverständlichkeit liefern. Für besseren Kino-Sound muss die räumliche Abbildung bei der Wiedergabe von 5.1-Material stimmen. Da man mit allen Kandidaten auch Internetradio hören oder seine Musik-Flatrate nutzen kann, war auch die natürliche Musikwiedergabe ein Testkriterium.

Ingesamt war der klangliche Eindruck erfreulich – alle Kandidaten überboten den Sound der zum Test genutzten Fernsehgeräte von Samsung und Philips. In puncto Räumlichkeit fielen Sonos' Playbar und Raumfelds Soundbar besonders positiv auf.

Als Soundpresets halten alle Bars im Test mindestens einen Musik- und einen Kino-Modus bereit. Die meisten bieten auch einen Voice-Modus, der die Sprachverständlichkeit verbessert. Dabei sind normalerweise die Center-Speaker gefordert – fehlen diese, können auch die seitlichen Lautsprecher ins Zentrum strahlen. Der Heos HomeCinema gelang das besonders gut.

## Streaming-Fähigkeiten

Hängt die Soundbar im Netz, lassen sich allerhand Audioquellen anzapfen. Per UPnP AV oder SMB greifen die Geräte auf die private Musiksammlung zu, die auf einem NAS-Gerät oder Server abgelegt ist. Die Soundbars von LG, Panasonic, Raumfeld und Samsung spielen sogar hochauflöste Musikdateien ab.

Anzeige



## Panasonic AllPlay SC-All70T

Technisch hat Panasonics SC-All70T einiges zu bieten. So verwalten die eingebauten Funkmodule von Qualcomm im 5-GHz-Band zwei Streams

und brachten es im Test mit einer Fritzbox 7490 auf eine Bruttodatenrate von 300 MBit/s. Die HDMI-Verbindung zum TV funktioniert im ARC- und im Weiterleiten-Modus vordbildlich. Auch die Bedienung per App oder Fernbedienung geht erfreulich flott von der Hand. Schade, dass das Matrix-Display nach oben statt zum Zuschauer zeigt.

Leider versprüht die AllPlay SC-All70T eher technischen Charme. Das unattraktive Design mit glänzendem Stoffüberzieher und schmuckloser Fernbedienung könnte man vielleicht noch verkraften – beim Kinoabend ist es ja meistens dunkel. Der eher mäßige Sound enttäuschte jedoch. Für die

Musikwiedergabe ist die Soundbar kaum geeignet; bei hohen Lautstärken wird sie schrill. Die Sprachverständlichkeit war trotz separatem Mittellautsprecher nicht optimal. Immerhin agiert der Subwoofer angenehm unauffällig im Hintergrund. Ein Lichtblick ist die mit eingebundenen Effektlautsprechern überraschend gute räumliche Wiedergabe im Kino-Modus.

- ▲ **stabil 5.1-Modus**
- ▲ **gute WLAN-/HDMI-Anbindung**
- ▼ **schlechter Sound**
- ▼ **billig wirkende Verarbeitung**



## Polk Omni SB1

Die Omni SB1 von Polk hat dieselben Wurzeln wie die W Studio Micro von Definitive Technology; die Apps und Anschlüsse sind gleich, die Fern-

bedienung ist austauschbar. Die Omni SB1 beherrscht kein DTS-Decoding. Klanglich reicht sie nicht an die große Schwester heran.

Das sauber verarbeitete, braune Kunststoffgehäuse wirkt etwas antiquiert, die fummelige Folienfernbedienung wie eine lieblose Dreingabe. Statt Display gibts nur kleine LEDs – für 800 Euro würde man deutlich mehr erwarten.

Leider liefert die SB1 in den meisten Einstellungen einen unnatürlichen Sound, selbst im einfachen Stereo-Modus erzeugt der DSP nicht vorhandene Klangeffekte. Die Qualität der verbauten Lautsprecher ist

mäßig, außerdem hapert es an der nötigen Abstimmung mit dem Subwoofer – der Basslautsprecher tritt meist deutlich hörbar hervor. Im Voice-Modus ist die Sprachwiedergabe sehr deutlich, wenngleich sie in ihrer Härte etwas unangenehm klingt. Positiv ist das großzügige Bedienfeld mit Wipptasten für Volume, Voice und Soundpresets.

- ▲ **gute Sprachverständlichkeit**
- ▼ **Subwoofer ortbar**
- ▼ **schlechter Gesamtklang**
- ▼ **kein HDMI**



## Raumfeld Soundbar

Groß, kantig und schwarz: Die Soundbar von Raumfelds ist auch optisch kein Leisetreter. Das Set aus Bar und Subwoofer gibt es auch in Weiß, es

kommt dann nicht ganz so wuchtig rüber. Hinter Raumfeld steht der Lautsprecherbauer Teufel aus Berlin. Der Subwoofer in Flachbauweise erinnert an einen Heizkörper. Man kann ihn entweder hochkant an die Wand schieben oder flach unter dem Sofa parken. Er lässt sich besonders fein justieren.

Trotz ihres Stereoaufbaus taugt die Raumfeld-Soundbar auch für Kinoabende. Der über die edle Fernbedienung oder umständlich per App aktiverbare Surround-Modus mit Wellenfeld-Technik liefert ein plastisches Klangerlebnis. Bei unserem Testgerät hakte teilweise die Verbindung zum

TV, irgendwann setzte der Ton ganz aus. Die Eingangsumschaltung per App verwirrte ebenso wie die doppelt belegte Lautstärkeregelung.

Bei der Musikwiedergabe spielt die Bar ihre Teufelsgene aus. Den prägnanten Bass wird man mögen – oder auch nicht. Das System hat fraglos genug Wumms für die nächste Techno-Party.

- ▲ **Wellenfeld-Technik**
- ▲ **Stationstasten**
- ▲ **solides Holzgehäuse**
- ▼ **unübersichtliche App**

Anzeige



## Samsung Wireless Audio Multiroom HW-J8501

Samsungs HW-J8501 besitzt scharfe Kanten und beschreibt eine leichte Kurve. Damit schmiegt sie sich perfekt an die Curved-Displays des Herstellers

an. Die knubbelige IR-Fernbedienung passt nicht ganz zum Sci-Fi-Design, bietet aber direkten Zugriff auf alle wichtigen Einstellungen. Das Gros der Funktionen hat man auch über die App im Griff – inklusive der Sound-Anpassung über den 7-Band-Equalizer.

Für den beachtlichen Klang der nur 6 cm hohen Bar sorgen zwei Hochtöner für die Seitenkanäle und sieben elliptische Tief- und Mittentöner – das Setup ähnelt dem der LG HS9. Beim Anschauen von Filmen schlägt sich die HW-J8501 ähnlich wie die HS9 – bei der Musikwiedergabe zieht sie dank ihres transparenteren Klangbildes deutlich an der LG-Bar vorbei.

Besonders laut sollte man den Ton nicht drehen: Ab circa Stufe 40 (von 50) übersteuert die Bar. Hat man die HW-J8501 um Effektlautsprecher erweitert, hört man die integrierten Seitenkanäle leicht, wenn sie eigentlich schweigen sollten. Wer die HW-J8501 in Höchstform erleben will, sollte ein Qobuz-Abo in der App einklinken: Über die HiRes-Flatrate kann die Soundbar direkt hochauflöste Musik streamen.

- ⬆️ **HiRes-Streaming per Abo**
- ⬆️ **sehr gute Musikwiedergabe**
- ⬇️ **Effektlautsprecher instabil**
- ⬇️ **übersteuert bei hoher Lautstärke**



## Sonos Playbar + Sub

Die Sonos-Kombination aus Playbar und Sub ist schon seit geraumer Zeit erhältlich. Die Verarbeitung ist hochwertig, das Design schlicht, aber nicht

unbedingt praktisch: Die stoffummantelte Playbar ist ein Staubfänger, dem man notgedrungen ab und zu mit dem Staubsauger zu Leibe rücken muss. Im Innern stecken drei mal drei Lautsprecher – auch für den Center-Kanal stehen ein Tweeter und zwei Tief-/Mittentöner bereit.

Obwohl Sonos sich eher mit Musikwiedergabe übers Netz einen Namen gemacht hat, liefert das Set auch beim Filmeschauen einen sehr guten räumlichen Eindruck. Spätestens mit zwei zusätzlichen Play:1-Boxen im Rücken lässt das System die Konkurrenz weit hinter sich. Sprache ist durch die kräftigen Mittenlaut-

sprecher deutlich zu verstehen – selbst ohne die Sprachverstärkung. Dass das System bei der Musikwiedergabe überzeugt, überraschend wenig. Dass man auf DTS und eine Anschlussmöglichkeit per HDMI verzichten muss, ist in dieser Preisklasse kaum akzeptabel. Immerhin kann man die Audioverzögerung am SPDIF-Anschluss über die App einstellen; eine Fernbedienung bietet Sonos nicht an.

- ⬆️ **große Auswahl Musikdienste**
- ⬆️ **bester Kino-Sound**
- ⬇️ **kein DTS**
- ⬇️ **kein HDMI**



## Yamaha MusicCast YSP-1600

Die YSP-1600 ist eines von rund zwei Dutzend vernetzten Audioproducten von Yamaha, die Musik via MusicCast im ganzen Haus verteilen sollen. Die

Soundbar ist stabil gebaut und wie HiFi-Technik aus den 80ern in schlichtem Schwarz gehalten – auch die Fernbedienung und die kleine Stummelantenne für den WLAN-Empfang wirken retro.

Die YSP-1600 arbeitet mit der von Yamaha bekannten Projektionstechnik, bei der fokussiert abstrahlende Lautsprecher extrem über Bande spielen. Der Gesamteindruck ist dadurch stark von den Gegebenheiten des Raumes abhängig: Ein Vorhang an der falschen Stelle kann das Surround-Erlebnis deutlich schmälern. Über die Fernbedienung lässt sich die Achse der Projektion zwar grob justieren, ein korrektes Einmessen per App ist aber nicht möglich.

Bei Filmen gefallen Räumlichkeit und Sprachverständlichkeit – obwohl ein Subwoofer fehlt, leidet die YSP-1600 nicht an Bassarmut. Mit einer möglichst unverfälschten Musikwiedergabe tut sich das System dagegen schwer und bei großer Lautstärke geht der Soundbar die Puste aus – statt Bässen kommt dann nur noch unschönes Rumpeln aus dem Gerät.

- ⬆️ **Sound-Projektion für Raumklang**
- ⬆️ **gute Sprachverständlichkeit**
- ⬆️ **viele Streaming-Protokolle**
- ⬇️ **kein Subwoofer**

Ebenso leicht lassen sich Musik-Flatrates aus dem Netz anzapfen: Spotify kann jeder, ansonsten variieren die Dienste von Hersteller zu Hersteller. Ein Anbieter sticht hier positiv hervor – Netzwerkspezialist Sonos spielt alle.

Wer das Handy oder Tablet als Musikquelle nutzen möchte, kommt meistens über die App des jeweiligen Mobilgeräte-Anbieters zum Ziel. Außerdem lassen sich die Soundbars über Streaming-Protokolle ansprechen. LG, Panasonic und Yamaha unterstützen Bluetooth, alternativ kann man die Klangbalken per WLAN via AirPlay, Google Cast oder Spotify Connect bespielen (siehe Tabelle).

### **Erweiterungen für Rundum-Sound**

Bei LG, Panasonic, Samsung und Sonos lassen sich zwei kleinere Funklautsprecher aus dem jeweiligen System als Effektlautsprecher für die hinteren Kanäle nutzen. Besonders die klägliche Panasonic-Bar profitierte von dieser Klang-Erweiterung.

Die Konfiguration des Surround-Systems erledigt man über die jeweilige App. Zunächst müssen alle Lautsprecher im System angemeldet werden, danach wird man Schritt für Schritt durch den Kopplungsvorgang geleitet. Linker und rechter Effektlautsprecher werden zugeordnet, anschließend kann man die Intensität der Effekte anpassen. Da sich die externen Lautsprecher per WLAN mit der Soundbar verbinden, dauert der Kopplungsvorgang recht lange. Mal eben die kleinen Boxen als Mono-Radio in der Küche nutzen, fällt deshalb aus.

Am sichersten stand die Funkverbindung bei Sonos und Panasonic. Sonos nutzt zur Anbindung sein proprietäres Netz im 5-GHz-Band. Beide Systeme verhielten sich im Test selbst im Mehrkanalmodus erfreulich stabil und störungsfrei. Das Samsung-System produzierte sporadische Aussetzer während der Filmwiedergabe. Gar nicht stabil lief unser 5.1-Setup von LGs MusicFlow: Immer wieder kam es zu Abbrüchen. Manchmal spielten die Effektlautsprecher auch weiter, wenn die Soundbar längst abgeschaltet war.

Hinzu kam, dass das LG-System im 5.1-Modus nicht korrekt mit den diskreten Soundkanälen umging. Signale, die eigentlich ausschließlich auf die Effektlautsprecher gehörten, wurden auch von den seitlichen Lautsprechern der Soundbar abgespielt. Ein richtiger Rundum-Sound konnte so nicht entstehen. Dieser Effekt trat in abgemilderter Form auch bei Samsungs HW-J8501 auf.

### **App oder Fernbedienung**

Die Soundbars von Heos/Denon und Sonos setzen voll auf die Bedienung per App, die Hersteller liefern keine Fernbedienung mit. Lediglich die Lautstärke lässt sich auch über die Fernbedienung des TV-Gerätes justieren: Die Sonos Playbar lernt bei der Einrichtung den IR-Code der TV-Fernbedienung. Die per HDMI angebundene Heos HomeCinema kann man alternativ über die TV-Fernbedienung per HDMI-CEC steuern – unterstützt werden power, laut, leise und mute. Für weitere Klangeinstellungen braucht man bei beiden Soundbars die App.

Anzeige

Die anderen Hersteller liefern ihre Klangriegel mit Fernbedienungen aus. Bei Definitive Technology, Polk und Raumfeld ist nicht immer klar, was man auf welchem Weg erreichen kann. In der Raumfeld-App sind Einstellungen für die Soundbar tief in der Menüstruktur vergraben – die Fernbedienung ist zwar super schick, aber alles andere als selbst-erklärend. Ihre Nummertasten lassen sich als Stationstasten nutzen, wenn man Internetradio hört. Beschickt man die Soundbar per HDMI, dienen sie dagegen zum Umschalten der Klangprofile. Die Belegung der Eingangsumschaltung ist unklar – intuitiv geht anders.

Panasonics Soundbar kann man zur Not auch ohne App einrichten und bedienen. Selbst das Koppeln der Effektlautsprecher ist über spezielle Hardware-Tasten möglich. Auch die Kommunikation zwischen TV und Soundbar per HDMI-CEC funktioniert vorbildlich – hier wussten wir immer, was gerade (automatisch) passiert.

Insgesamt vermissten wir bei allen Kandidaten aussagekräftige Info-Displays. Die aktive Quelle, das jeweils zugeführte Soundformat und das Klangprofil werden manchmal nur über die App, oder über kryptisches LED-Geblinke an der Vorderseite angezeigt. Etwas komfortabler sind

die – leider schlecht ablesbaren – Segment-Anzeigen bei LG, Panasonic und Samsung. Yamaha blendete per HDMI immerhin ein kleines On-Screen-Menü auf dem TV ein. Auf einem 4K-TV ist das scheinbar aus PAL-Zeiten stammende Menü allerdings kaum lesbar.

## Energie!

Alle Subwoofer im Test werden bequem per Funk mit ihrer Soundbar gekoppelt; viele Geräte kommen schon vorkonfiguriert aus der Packung. Nur bei Sonos ist der Sub als eigenständige Box ausgelegt, die sich auch anderen Sonos-Komponenten zur Seite stellen lässt.

### Vernetzte Soundbars fürs TV

Gerät	W Studio Micro	HomeCinema	MusicFlow HS9	AllPlay SC-ALL70T
Hersteller	Definitive Technology	Heos (Denon)	LG	Panasonic
Bauart	3.0 Soundbar + Sub	2.0 Soundbar + Sub	5.0 Soundbar + Sub	3.0 Soundbar + Sub
Firmware	1.9.1.087	1.337.100	NB7.616.60307.C	2.0.32-S/5CA089
<b>Anschlüsse</b>				
HDMI / HDMI-ARC / 4K passthrough	– / – / –	1 × / 1 × / –	3 × / 1 × / –	1 × / 1 × / ✓
Eingänge analog / digital	3,5-mm-Klinke / 2 × optisch	3,5-mm-Klinke / optisch	3,5-mm-Klinke / 2 × optisch	– / optisch
Ausgänge analog / digital	Subwoofer / –	– / –	– / –	– / –
USB	✓ (nur Service)	✓	–	–
<b>Funktionen</b>				
Dolby Digital / DTS	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
als Surroundsystem erweiterbar	–	–	✓	✓
Equalizer / Subwoofer-Abstimmung	– / ✓	Bass, Höhen / ✓	– / ✓	– / ✓
Presets / Nachtmodus / Sprachverbesserung	2 / – / ✓	2 / ✓ / ✓	6 / ✓ / –	6 / ✓ / ✓
Lipsync	–	–	bis 300 ms in 10-ms-Schritten	–
Musikdienste / Internetradio	Deezer, Napster, Songza, Spotify, Tidal / vTuner	Deezer, Napster, SoundCloud, Spotify, Tidal / Tuneln	Deezer, Google Play, Napster, Spotify / Tuneln	Aupeo, Napster, Spotify / Tuneln
AirPlay / Google Cast	✓ / –	– / –	– / ✓	✓ / –
Bluetooth / Spotify Connect	– / ✓	– (optional per USB-Dongle) / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Besonderheiten	–	–	NFC, IR-Blaster, HiRes-Wiedergabe	IR-Blaster, HiRes-Wiedergabe
<b>Bedienung</b>				
Fernbedienung / HDMI-CEC / Display	✓ / – / –	– / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ (8-Zeichen Segment)	✓ / ✓ / ✓ (Dot-Matrix)
App für iOS / Android	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
<b>Technische Daten</b>				
Aufbau	3 × Hochtöner, 4 × Mittel- / Tieftöner, 1 × Subwoofer	2 × Hochtöner, 2 × Mittel- / Tieftöner, 2 × Subwoofer	2 × Hochtöner, 7 × Mittel- / Tieftöner, 1 × Subwoofer	5 × Breitbandlautsprecher, 1 × 160-mm-Tieftöner
Boot-Zeit	50 s	63 s	13 s	40 s
WLAN	2,4 GHz, 5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz (nur in best. Konfigurationen)	2,4 GHz, 5 GHz
Ethernet	– (optional)	✓	✓	✓
Maße Soundbar B × H × T, Gewicht	110 cm × 4,5 cm × 8,5 cm	101,7 cm × 8,2 cm × 9,4 cm	110 cm × 11,7 cm × 13,5 cm	95 cm × 5,5 × 12 cm
Maße Subwoofer B × H × T, Gewicht	32 cm × 35,5 cm × 32 cm	31,3 cm × 33,2 cm × 17,2 cm	29,6 cm × 33,1 cm × 29,6 cm	30,3 cm × 37,8 cm × 18 cm
Leistungsaufnahme Standby / Betrieb	4,5 Watt / 10,0 Watt	5 Watt / 17 Watt	5,2 Watt / 22 Watt	3 Watt / 8,4 Watt
<b>Bewertung</b>				
Klang: Musik / Sprache	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕	⊖ / ○
Räumlichkeit / Abstimmung Subwoofer	⊕ / ⊕	○ / ⊕⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕
Ausstattung / Bedienung	⊖ / ○	○ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕
Preis (Straße)	1000 €	800 €	600 €	400 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht
✓ vorhanden	– nicht vorhanden			k. A. keine Angabe

Durch die Funkanbindung ist man bei der Platzierung der Subs recht variabel, allerdings benötigen die Bassboxen eine eigene Stromversorgung.

Wir haben kontrolliert, wie viel Energie die Geräte konsumieren – im Betrieb und auch, wenn sie einfach nur rumstehen; die Ergebnisse liefert die Tabelle. Die Standby-Werte der Gesamtsysteme setzen sich aus dem Wert für die Soundbar nebst zugehörigem Subwoofer zusammen. Raumfelds Soundbar ist mit 2,3 Watt am sparsamsten. Die Sonos-Kombi genehmigte sich satte 10,5 Watt im Standby. Hier kann man sich nur durch Zwischenschalten eines Funkschal-

ters behelfen, der das System auf Tastendruck vom Netz nimmt.

## Fazit

Was man in jedem Fall festhalten kann: Alle Soundbars im Test liefern einen besseren Klang als die allermeisten Flachbildfernseher. Unter den gebotenen Anschlussvarianten – von analog über SPDIF bis HDMI – sollte man für den besten Klang HDMI wählen. Einfacher klappts jedoch per SPDIF, denn die Steuerung der HDMI-Verbindung ist teilweise konfus und durch das Zusammenspiel mehrerer HDMI-Geräte potenzieren sich die Probleme. Panasonic macht die wenigsten Umstände:

Die Soundbar verbindet sich einfach, ohne dass der Anwender lange konfigurieren müsste, auch die WLAN-Anbindung und die Mehrkanal-Modi funzen. Schade, dass sie nicht besser klingt.

Eingeschränkt sind bei Panasonic auch die Auswahl und Bedienung der Streaming-Dienste. In diesem Bereich bleibt Sonos ungeschlagen, ebenso wie in Sachen Surround. Auch Heos und Raumfeld liefern hier gute Qualität, Letztere brüllt allerdings bei hohen Lautstärken. Sonos und Polk fehlen die DTS-Unterstützung und ein HDMI-Anschluss – bei Wiedergabe von Blu-ray-Discs büßt man dann nicht selten den Raumklang ein. (uk@ct.de) **ct**

Omni SB1	Soundbar	WAM HW-J8501	Playbar + Sub	MusicCast YSP-1600
Polk	Raumfeld (Teufel)	Samsung	Sonos	Yamaha
3.0 Soundbar + Sub	2.0 Soundbar + Sub	5.0 Soundbar + Sub	3.0 Soundbar + Sub	5.1 Soundprojector
1.9.1.087	1.52.31	3023	6.2	2.39 (0676)
– / – / –	– / 1 × / –	1 × / 1 × / ✓	– / – / –	1 × / 1 × / ✓
3,5-mm-Klinke / optisch	Cinch / optisch	3,5-mm-Klinke / HDMI, optisch	– / optisch	3,5-mm-Klinke / optisch
Subwoofer / –	– / –	– / –	– / –	Subwoofer / –
✓ (nur Service)	✓	✓	–	✓ (nur Service)
✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓
–	–	✓	✓	–
– / ✓	– / ✓	✓ (7-Band) / ✓	Bass, Höhen / ✓	– / –
2 / – / ✓	3 / ✓ / ✓	4 / ✓ / –	– / ✓ / ✓	6 / – / ✓
–	–	✓	✓ (fünfstufig)	✓
Deezer, Napster, Songza, Spotify, Tidal / vTuner	Napster, SoundCloud, Spotify, Tidal / Tuneln	Deezer, Juke, Napster, Qobuz, Spotify / Tuneln	Amazon Music, Apple Music, Deezer, Google Play, Juke, Napster, Qobuz, SoundCloud, Spotify u. a. / Tuneln	Juke, Napster, Spotify / vTuner
✓ / –	– / –	– / –	– / ✓	✓ / –
– / ✓	– / ✓	– / ✓	– / –	✓ / ✓
Tastenfeld	Stationstasten auf FB, Wellenfeldtechnik	Curved-Design, HiRes-Wiedergabe	IR-Repeater	Soundprojektion einstellbar, IR-Repeater
✓ / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ (Dot-Matrix)	– / – / –	✓ / ✓ / – (On-Screen)
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
3 × Breitbandlautsprecher, 1 × Subwoofer	6 × 70-mm-Breitbandtöner, 3 × Tieftöner	2 × Hochtöner, 7 × Mittel- / Tieftöner, 1 × 8-Subwoofer	3 × Hochtöner, 6 × Mitteltöner, 2 × Tieftöner	8 × Beam-Lautsprecher, 2 × Subwoofer
51 s	41 s	14 s	39 s	18 s
2,4 GHz, 5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz (nur in best. Konfigurationen)	2,4 GHz
– (optional)	✓	✓	✓ (2 ×)	✓
109,2 cm × 5,5 cm × 9,2 cm	99 cm × 10 cm × 11 cm	145 cm × 6 cm × 18,5 cm	90 cm × 8,5 cm × 14 cm	100 cm × 6,5 cm × 13 cm
34,8 cm × 29,5 cm × 36,2 cm	95,5 cm × 33 cm × 12 cm	18,1 cm × 33,2 cm × 50 cm	38,9 cm × 40,2 cm × 15,8 cm	–
6 Watt / 11,5 Watt	2,3 Watt / 23 Watt	6 Watt / 16,8 Watt	10,5 Watt / 23 Watt	3 Watt / 10,2 Watt
⊖ ⊕ / ⊕	⊕ ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ ⊕ / ⊕ ⊕	⊖ / ⊕
⊖ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ⊕	⊕ ⊕ / ⊕ ⊕	⊕ ⊕ / k. A.
⊖ ⊕ / ⊕	⊖ / ⊕	⊕ ⊕ / ⊕	⊖ / ⊕	⊕ / ⊕
800 €	1300 €	700 €	1600 €	550 €



# Malnehmen leichtgemacht

**Multiplikation im Binärsystem  
mit Kindern ausprobieren**



Jüngere Kinder können das Verfahren der Ägyptischen Multiplikation gut nachvollziehen, wenn sie es mit Steinchen, Muscheln, Kaffeebohnen oder Ähnlichem praktisch ausprobieren.

**In c't 7/16 ging es um die Frage, wie sich Grundschüler experimentell mit der Zahlendarstellung im Binärsystem beschäftigen können. Der Artikel schloss mit der Frage, warum die Arithmetik heutiger Computer auf diesem System beruht. Im zweiten Teil der Mini-Serie zum spielerischen Erkunden des Binärsystems wird diese Frage beantwortet.**

**VON DR. JENS GALLENBACHER**

Als Einstieg ins Thema eignet sich eine Rechenmethode, die als „Ägyptische Multiplikation“ beziehungsweise „Äthiopische Multiplikation“ oder auch „Russische Bauernmultiplikation“ bekannt ist. Sie lässt sich prima in spielerischen Experimenten erkunden, die für Kinder ab der 2. Klasse leicht nachvollziehbar sind und verblüffende Erkenntnisse liefern.

Wenn in den Hochkulturen der Wüste zwei Händler übereinkamen, dass beispielsweise 37 mit Datteln gefüllte Amphoren zu je 13 Dinar den Besitzer wechseln sollten, gab es ein handfestes Problem: Weder Käufer noch Verkäufer waren in der Lage, eine solch komplizierte

Multiplikation auszuführen. Man braucht also eine vertrauenswürdige Methode, den Gesamtpreis zu bestimmen.

Eine Möglichkeit: Der Käufer legt neben jede der 37 Amphoren jeweils 13 Dinar und der Verkäufer sammelt anschließend das ausgelegte Geld ein. Aber so würde sehr viel Kleingeld benötigt und das Verfahren wäre außerdem langweilig. Tatsächlich belegen alte Quellen die folgende, viel interessantere Methode: Es werden Mulden in zwei Reihen in den Sand gegraben. Die Anordnung ist so, dass immer zwei Mulden nebeneinander liegen. Dazu hält man Steinchen, Muscheln oder andere kleine Gegenstände bereit, die zum Abzählen dienen.

### Rechnen wie die alten Ägypter

Um das Ganze gemeinsam mit Kindern nachzu vollziehen, eignet sich – jedenfalls bei kleineren Zahlen – ein Kalaha- oder Hus-Spielbrett. Falls keines vorhanden ist, kann man kleine Schälchen in zwei Reihen angeordnet aufstellen. Mit älteren Kindern lässt sich das Ganze auch mit Stift und Papier nachvollziehen – sobald die Zahlen, die multipliziert werden sollen, etwas größere Werte annehmen, ist dies ohnehin die einzige praktikable Me-

thode. Sie ist allerdings längst nicht so anschaulich wie das Hantieren mit Steinchen, Muscheln oder Ähnlichem. Wir haben die Multiplikation von  $15 \times 7$  mit Kaffeebohnen auf einem Kalaha-Brett durchgespielt – die Fotos oben zeigen den Ablauf.

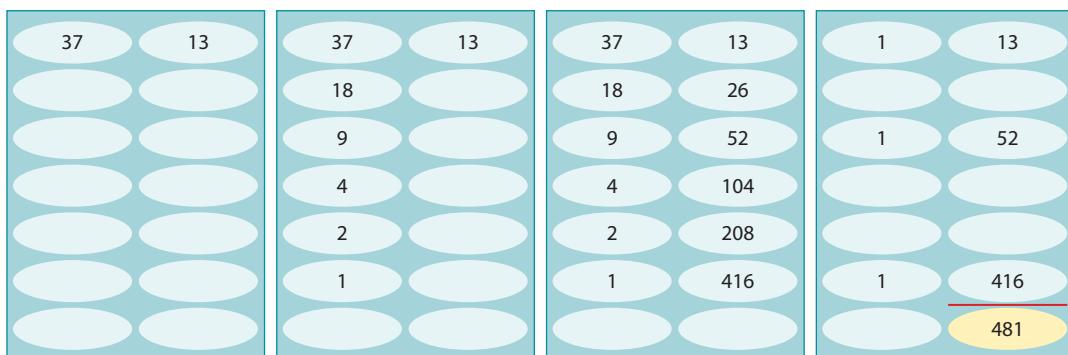
Bei der ägyptischen Multiplikation geht es darum, ganz stur die auf der folgenden Seite aufgeführten Arbeitsschritte auszuführen.

### Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

#### Experimente zum Binärsystem

- falls vorhanden: Kalaha- oder Hus-Spielbrett, kleine Steinchen oder Ähnliches; sonst Stift und Papier
- keine Vorkenntnisse erforderlich
- ungefähr eine Stunde
- Kinder ab ca. 7 Jahren
- keine Kosten

**Die Ägyptische Multiplikation mit Binärzahlen erledigt sich fast von selbst – Kopfrechnen und kleines Einmaleins werden nicht gebraucht.**



**Schritt 1:** Zählen Sie für beide Zahlen die passende Anzahl Kaffeebohnen ab und füllen Sie damit die obersten beiden Mulden. In den Fotos auf Seite 159 ist beispielsweise die Multiplikation von  $13 \times 7$  dargestellt, daher liegen links in der obersten Mulde 13 Kaffeebohnen und rechts ganz oben 7 Bohnen.

**Schritt 2:** Arbeiten Sie nun zunächst in der linken Spalte. Dort füllen Sie die Mulden von oben nach unten, indem Sie in jede Mulde jeweils halb so viele Bohnen hineinlegen, wie sich in der darüber liegenden befinden. Beim Halbieren einer ungeraden Zahl an Bohnen wird abgerundet. Im Beispiel ergeben sich so 13, 6, 3 und 1 untereinander. Sobald nur noch eine Bohne in eine Mulde gelegt wird, ist die linke Reihe abgeschlossen.

**Schritt 3:** In der rechten Reihe werden die noch leeren Kuhlen von oben nach unten gefüllt. Hier verdoppeln Sie die Zahl der Bohnen: 7, 14, 28 und 56 Kaffeebohnen müssen abgezählt und eingefüllt werden – in der vierten Mulde von oben quillt die Mulde schon ein wenig über, mit noch größeren Zahlen wird das praktische Ausprobieren schwierig. Generell verdoppeln Sie die Menge der Bohnen so lange, bis rechts ebenso viele Mulden gefüllt sind wie links.

**Schritt 4:** In der linken Spalte gilt es nun, die Mulden mit einer geraden und die mit einer ungeraden Zahl von Bohnen zu identifizieren. Nehmen Sie dazu aus allen Kuhlen so lange immer zwei Bohnen heraus, bis sich nur noch eine oder gar keine Bohne mehr darin befindet; ganz oben bleibt im Beispiel so eine Bohne übrig, die zweite Mulde wird ganz geleert, in der

dritten und vierten bleibt wiederum eine Bohne zurück.

**Schritt 5:** Bei jeder leeren Mulde links leer Sie auch die Mulde rechts daneben aus und legen diese Bohnen beiseite – sie werden nicht mehr benötigt; im Beispiel ist das in der zweiten Reihe der Fall.

**Schritt 6:** Zum Schluss ermitteln Sie das Endergebnis, indem Sie alle verbliebenen Bohnen der rechten Reihe zusammenzählen: 7 plus 28 plus 56 ergibt im Beispiel das korrekte Produkt, nämlich 91.

Damit das Kind ein Gefühl für den Ablauf bekommt, sollten Sie das Ganze mehrmals mit unterschiedlichen Faktoren durchspielen – es funktioniert immer. Vielleicht fällt dem Kind dabei auf, dass etwa bei einer 15 als erstem Faktor in jeder der linken Kuhlen eine einzelne Bohne liegenbleibt, während bei einer 16 fast alle Mulden links leer bleiben und rechts schließlich nur die Bohnen aus der untersten Mulde gezählt werden müssen.

Die Ägyptische Multiplikation ist ein Verfahren, das eine vergleichsweise komplizierte Operation – die Multiplikation zweier prinzipiell beliebig großer Zahlen – auf eine Folge einfacher Handlungsschritte zurückführt. In diesem Fall bestehen die Schritte aus Halbieren, Verdoppeln und Zusammenzählen. Solch eine strukturierte Zerlegung ist die Grundidee eines Algorithmus und damit jedes Computerprogramms. Bekannt ist dieses Vorgehen freilich schon seit Tausenden von Jahren.

Je jünger das Kind ist, desto eher wird das hier beschriebene Experimentieren zu einem reinen Spiel, das wie ein Zaubertrick wirkt. Mit älteren Schülern kann man der Sache aber durchaus auf den Grund

gehen. Erklären Sie Ihrem Kind den Zusammenhang zwischen beiden Reihen: Durch das Halbieren in der linken Reihe zerlegt man den ersten Faktor letztlich in Zweierpotenzen, während man in der rechten Reihe durch das Verdoppeln des zweiten Faktors das Produkt aus diesen und der jeweiligen Zweierpotenz bildet. Die 13 aus dem Beispiel auf Seite 159 wird so in  $1 + 4 + 8$  zerlegt, das Ergebnis setzt sich aus  $7 \times 1$  plus  $7 \times 4$  plus  $7 \times 8$  zusammen.

### Und jetzt schriftlich

Sobald es um dreistellige Zahlen oder noch größere Faktoren geht, wird es mit dem Kopfrechnen schwierig. Dann hilft das Verfahren der schriftlichen Multiplikation. Auch dabei wird eine komplizierte Rechnung in mehrere einfachere Berechnungen zerlegt. Mit Kindern, die das Prinzip der schriftlichen Multiplikation sicher beherrschen, kann man nun mit Stift und Papier zwei binäre Zahlen miteinander malnehmen.

Zum Üben wählen Sie anfangs am besten kleine Zahlen und nach und nach dann größere. Fragen Sie das Kind anschließend, was es einfacher fand – die schriftliche Multiplikation im Dezimalsystem oder im Binärsystem? Wer den Bogen einmal richtig raus hat, stellt fest: Eigentlich muss man beim schriftlichen Multiplizieren im Binärsystem gar nicht rechnen. Da bei den einzelnen Teilrechnungen immer nur mit 0 oder 1 multipliziert wird, gibt es nur zwei Fälle: entweder ist das Ergebnis 0 oder es ist gleich dem ersten Faktor, der um die richtige Anzahl von Stellen nach links verschoben für die Schlussaddition notiert wird.

Für die Teilrechnungen einer Multiplikation im Zehnersystem muss man

das gesamte „kleine  $1 \times 1$ “ beherrschen. Beim schriftlichen Multiplizieren im Binärsystem braucht man dagegen nur ein ganz simples  $1 \times 1$ , das lediglich vier Fälle unterscheidet:  $0 \times 0$ ,  $0 \times 1$ ,  $1 \times 0$  und  $1 \times 1$ .

## Binär ägyptisch

Zurück zum Verfahren der Ägyptischen Multiplikation, diesmal aber mit Binärzahlen: Die Abbildung unten zeigt eine Rechnung mit den Faktoren 37 und 13 in Binärdarstellung. Halbieren bedeutet auch im Binärsystem, durch 2 zu teilen. Da man damit aber gleichzeitig durch die Zahlenbasis teilt, fällt einfach die letzte Stelle weg. Auch im Dezimalsystem fällt ja die letzte Stelle weg, wenn Sie durch die Zahlenbasis – also durch 10 – teilen. Verdoppeln – also Multiplikation mit der Zahlenbasis 2 – schiebt die ganze Zahl einfach eine Stelle nach links und fügt rechts eine 0 hinzu; auch das funktioniert im Dezimalsystem vergleichbar.

Um das Endergebnis zu ermitteln, hatten Sie bei den praktischen Experimenten mit Steinchen oder getrockneten Bohnen immer zwei Bohnen gleichzeitig entfernt, bis die Mulde am Ende leer blieb oder mit genau einer Bohne gefüllt war. Um diesen Schritt umzusetzen genügt es, von der linken Binärzahl immer nur die letzte Stelle zu betrachten – bei geraden Zahlen steht dort eine 0 und bei ungeraden eine 1. Am Ende lässt sich aus den

Kuhlen der linken Spalte von unten nach oben gelesen die ursprüngliche Zahl in Binärdarstellung ablesen.

Die Parallele ist offensichtlich: Bei der schriftlichen Multiplikation interessiert die rechte Zahl nur Stelle für Stelle: Jede 1 bedeutet, dass die linke Zahl einmal berücksichtigt werden muss, jede 0 erzeugt eine 0. Genauso bewirkt bei der Ägyptischen Multiplikation eine 1 in der jeweiligen linken Kuhle, dass die Zahl rechts davon ins Endergebnis ein geht, während eine 0 bewirkt, dass die Zahl rechts daneben nicht berücksichtigt wird.

Tatsächlich haben also die alten Ägypter bereits genauso multipliziert, wie das heute noch jeder Computer macht: auf der Grundlage des binären Zahlensystems. Ob das den Mathematikern der Pharaonen bewusst war, ist dabei unerheblich. Wichtig ist, dass die Begründung für das Vorgehen damals wie heute in gleicher Weise zutrifft: Weil es wunderbar einfach ist!

## Ganz einfach

Was Grundschüler auswendig lernen müssen, nämlich die Tabellen des kleinen  $1 \times 1$ , muss man in einem Computer fest verdrahten. Charles Babbage konstruierte dafür ein Rechenwerk mit Zahnrädern zum Rechnen im Zehnersystem. Nach den oben beschriebenen Experimenten leuchtet es auch Kindern unmittelbar ein, dass das mit dem sehr viel kleineren  $1 \times 1$  des

Binärsystems viel einfacher gelingt. Aus genau diesem Grund war Konrad Zuse erfolgreich, während Babbage sein Projekt nicht in die Praxis umsetzen konnte. Zuses elementare Recheneinheiten waren deutlich kleiner und daher viel einfacher und kostengünstiger zu produzieren. Die Basis unserer gesamten heutigen Computertechnik ist also nicht Komplexität, sondern deren Gegenteil: Einfachheit.

Am Beispiel des Multiplizierens wird das Geheimnis des Erfolgs der binären Zahlendarstellung sehr gut deutlich. Computer können aber noch viel mehr darstellen und verarbeiten als nur Zahlen. Im dritten und letzten Teil dieser Mini-Serie zum Binärsystem wird es daher darum gehen, wie sich damit geschickt Buchstaben und Zeichen darstellen lassen.

Weil c't 7/16 mit dem ersten Artikel der Serie schon eine Weile zurückliegt, finden Sie über den Link am Ende dieses Artikels ein PDF mit dem Text des ersten Teils. Weitere Experimente zu Grundlagen der Informatik finden Sie in dem Buch „Abenteuer Informatik“ (Spektrum Akademischer Verlag, ISBN 978-3827429650). Die gleichnamige Ausstellung ist fest in der ExperiMINTa in Frankfurt, am Chemikum Marburg und an einigen anderen Orten wie Science-Centern, Schulen und Universitäten zu sehen.

(dwi@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Dr. Jens Gallenbacher, Was ist denn binär?, Zahlendarstellung im Binärsystem einfach erklärt, c't 7/16, S. 144

Webseite „Abenteuer Informatik“, Teil 1 der Artikelserie: [ct.de/yc6c](http://ct.de/yc6c)

100101	1101	100101	1101	100101	1101	100101	1101	100101	1101
		10010		10010	11010	10010		10010	
		1001		1001	110100	1001		1001	
		100		100	1101000	100		100	
		10		10	11010000	10		10	
		1		1	110100000	1		1	

Das hier beschriebene Verfahren eignet sich zum Multiplizieren beliebig großer Zahlen. Allerdings gestaltet sich das Abzählen bei großen Faktoren mühsam. Besser geht es mit Stift und Papier.

# Papiertiger

## Kaum Strafen für Verstöße gegen Datenschutzvorschriften



**Sanktionen für Datenschutz-Verstöße sind selten und fallen milde aus. Wegen der fehlenden Abschreckung spielt der Datenschutz in der Praxis für Unternehmen und Behörden kaum eine Rolle.**

**VON CHRISTIANE SCHULZKI-HADDOUTI**

**S**ein Jahrzehnt stellen sich die deutschen Datenschutzbehörden in der Öffentlichkeit vornehmlich als Berater von Behörden und Unternehmen dar. Die zentrale Aufgabe, nämlich die der Aufsicht, tritt dabei in den Hintergrund. Mit der Beratung sei man präventiv tätig und könne ungleich mehr bewirken als mit Sanktionen, heißt es auf Nachfrage. Diese Strategie ist aber letztlich aus der Not geboren: Personell sind die Behörden zu schlecht aufgestellt, um das Recht tatsäch-

lich mit Bußgeldern und Sanktionen durchzusetzen. Jeder Strafantrag bindet in der Aufsichtsbehörde eine Menge Zeit und Arbeitskraft.

### **Datenschutzbeauftragter gefeuert**

Selbst wenn ein schwerer Verstoß gegen Datenschutzvorschriften vermutet wird, verlaufen Ermittlungen häufig im Sande, wie ein Beispiel zeigt: Josef D. war Datenschutzbeauftragter des Schlecker-Kon-

zerns. Anfang 2012 stellte der Konzern einen Insolvenzantrag. Im Juni des Jahres wies D. die Revisionsleitung darauf hin, dass nicht legitimierte Zugriffe von extern auf rund 6,5 Millionen Kundendatensätze erfolgt waren. Sie waren Teil einer Datenbank für den „Home Shopping Newsletter“, der von der Insolvenzverwaltung fortgeführt wurde. Im Juli 2012 stellte der Konzern D. frei, obwohl Datenschutzbeauftragte einen ähnlich rigiden Kündigungsschutz genießen wie Betriebsräte. Der baden-württembergische Landesdatenschützer sprach in seinem Tätigkeitsbericht an, dass D.s Kündigung nicht rechtmäßig sein könne. Bei dem anschließenden Arbeitsgerichtsprozess nahm D. nach zwölf Monaten „aus Not“ ein zweites Vergleichsangebot der Firma an, womit der Fall arbeitsrechtlich erledigt war.

2015 reichte D. jedoch Anzeige bei der Kriminalpolizei Ulm ein, wie er sagt, „auch aus Sorge um meine eigenen dort gespeicherten Kundendaten“. Nach sieben Wochen lehnte die Staatsanwaltschaft die Einleitung eines Ermittlungsverfahrens ab, da sie „keine zureichenden tatsächlichen Anhaltspunkte für ein strafbares Verhalten“ erkennen konnte. Die Strafvorschrift in § 44 Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) verlangt, dass eine Handlung „gegen Entgelt oder in der Absicht, sich oder einen anderen zu bereichern oder einen anderen zu schädigen“ erfolgen muss. Die Aufsichtsbehörde stellte in diesem Fall selbst keinen Strafantrag. Behörden-

leiter Jörg Klingbeil erklärt dies damit: „Wir halten uns zurück, wenn parallel ein Verfahren in derselben Sache läuft. Aber wir haben mitgeteilt, dass wir seine Freisetzung für unzulässig halten.“

Der Newsletter lässt sich noch immer im Netz abonnieren. Von der Insolvenzverwaltung ist zu hören, dass ein Verkauf der Daten im Moment nicht geplant sei. Bei der zuständigen Datenschutz-Aufsichtsbehörde gingen bisher keine Beschwerden von Betroffenen ein.

### Wenige Aburteilungen

Die Wahrscheinlichkeit, wegen eines Datenschutzvergehens abgeurteilt zu werden, ist äußerst gering. Ebenso gering ist auch das Unrechtsbewusstsein der Täter. Wenn man die Zahl der Tatverdächtigen aus der polizeilichen Kriminalstatistik mit der Zahl der Abgeurteilten aus der Strafverfolgungsstatistik des Statistischen Bundesamts miteinander vergleicht, um die Effizienz der Strafverfolgung zu bewerten, sieht man ein deutliches Missverhältnis. Demnach schneiden Fälle nach der Strafvorschrift des BDSG, dem § 44, besonders schlecht ab: Im Zehnjahresverlauf wird von 52 Tatverdächtigen gerade mal einer am Ende abgeurteilt. Die Strafvorschrift des § 44 legt die Latte hoch, da sie eine „vorsätzliche Handlung gegen Entgelt“ oder in Schädigungsabsicht voraussetzt.

„Erklären lässt sich die niedrige Quotie nur damit, dass eine Vielzahl dieser De-

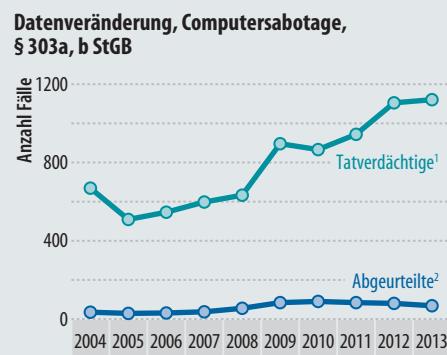
likte bereits vor Erhebung der Anklage durch die Staatsanwaltschaft eingestellt wird“, sagt Joachim Schrey, Fachanwalt für IT-Recht der Kanzlei Noerr LLP. Dies ist nach § 153 Strafprozessordnung mit Zustimmung des Gerichts dann möglich, wenn es sich lediglich um ein Vergehen handelt, also eine Mindeststrafe von unter einem Jahr droht, die Schuld des Täters als gering bewertet wird oder kein öffentliches Interesse an der Verfolgung besteht. Die Staatsanwaltschaft kann von einer öffentlichen Klage auch absehen, wenn Schadensersatz geleistet wird oder ein Geldbetrag entrichtet wird. Bei den Erwägungen spielt sicher auch eine Rolle, dass die Beweisführung mitunter komplex ist und meist nur Einzelpersonen einen Schaden erleiden.

Vergleicht man Verurteilungen nach § 44 BDSG mit denen nach verwandten Straftatbeständen, zeigen sich deutliche Unterschiede: Beim Ausspähen von Daten, § 202a, b, c StGB, kommt auf 22 Tatverdächtige ein Urteil, eine mehr als doppelt so hohe Quote als bei § 44. Im Falle von Computer-Sabotage und Datenveränderung nach § 303a, b StGB liegt das Verhältnis noch höher bei eins zu neun.

Über alle Verfahren gerechnet wird in Deutschland nur in einem von vier Ermittlungsverfahren Anklage erhoben. In einem Drittel aller Ermittlungsverfahren kommt die Staatsanwaltschaft zu dem Schluss, dass ein Tatnachweis nicht ge-

## Verstöße gegen Datenschutzgesetze

Bei strafbaren Datenschutzverstößen wird nur ein sehr kleiner Teil der Tatverdächtigen am Ende tatsächlich abgeurteilt.



<sup>1</sup> laut Polizeilicher Kriminalstatistik (PKS) <sup>2</sup> laut Strafverfolgungsstatistik

führt werden könne, obwohl die Polizei „Täter ermittelt“ gemeldet hat.

## Ausgesiebt

Über die Jahre ermittelte die Polizei bei Datenschutzverletzungen Tausende von Tatverdächtigen, nach § 44 BDSG verurteilt wurden aber nicht einmal drei Dutzend. Das stellte der Jurist Sebastian J. Golla in seiner 2015 erschienenen Dissertation zum Thema „Die Straf- und Bußgeldtatbestände der Datenschutzgesetze“ nach einer Analyse der Strafverfolgungsstatistik des Statistischen Bundesamts fest. Schrey berichtet aus seiner Praxis: „Die Staatsanwaltschaften sind meist froh, wenn sie diese wenigen Fälle nicht durchprozessieren müssen, sondern anders erledigen können.“ Thilo Weichert, ehemaliger Leiter der Datenschutz-Aufsichtsbehörde in Schleswig-Holstein, hat die Erfahrung gemacht, dass viele Staatsanwälte „absolut unwillig“ seien, Datenschutz-Straftaten zu verfolgen.

Sowohl Rechtsanwälte als auch Aufsichtsbehörden erklären das damit, dass das Datenschutz-Strafrecht in den Staatsanwaltschaften unbekannte Materie sei. Alles, was das Strafgesetzbuch nicht regelt, gilt als Spezialrecht. Für das Tatmittel Internet oder Computer gibt es aber keine Schwerpunktstaatsanwaltschaften.

Eine weitere Hürde besteht darin, dass bei Verstößen gegen Datenschutzvorschriften entweder der in seinen Rechten Verletzte oder die Datenschutzbehörde einen Strafantrag stellen muss. Weichert: „Erstere erfahren oft nichts über den Verstoß; letztere geben die Sache aber auch nur ungern an die Staatsanwaltschaft ab. Sie ziehen es regelmäßig vor, den Sachverhalt selbst als Ordnungswidrigkeit (§ 43 BDSG) zu verfolgen, weil sie dann mehr Ermittlungsmöglichkeiten haben

und zugleich der Einfluss der Staatsanwaltschaft geringer ist.“ Eine stichprobenartige Überprüfung der Tätigkeitsberichte der Datenschutzbeauftragten zeigt, dass auch Bußgelder selten verhängt werden. Eine Anzeige nach § 44 BDSG ist für die Aufsichtsbehörde in der Regel das „letzte Mittel“, bestätigt Fachanwalt Schrey. Aber selbst dann kann das Verfahren eingestellt werden, wenn der Beschuldigte einlenkt und beispielsweise einen Mangel abstellt.

## Gummiparagraf

In seiner Dissertation weist Golla auf ein sehr grundlegendes Problem in der Gesetzeskonstruktion hin: § 44 BDSG sei kaum geeignet, strafwürdiges Unrecht sauber von ordnungswidrigem Verhalten abzgrenzen. Es lasse sich nur schwer nachweisen, ob sich ein Täter bereichern wollte oder die Absicht hatte, Schaden zu stiften. Der Paragraf erweist sich als so schwammig, dass er in der Praxis erst dann Wirkung zeigt, wenn der Verstoß äußerst schwer wiegt und die Beweise praktisch von Anfang an auf dem Tisch liegen.

Golla plädiert deshalb dafür, „dem strafwürdigen Unrecht klare Konturen zu verleihen und die besonderen Risiken von Datenschutzverstößen zu illustrieren“. Er schlägt vor, für einen „zentralen Datenschutzstraftatbestand“ eine Regelung im StGB zu finden, um die Norm besser bekannt zu machen. Eine „zentrale Gefahr“ sieht er beispielsweise in der Bildung von Persönlichkeitsprofilen. Wenn Datenschutzverletzungen die freie Entfaltung der Persönlichkeit beeinträchtigten, sei das nur schwer zu fassen. Der Begriff des Persönlichkeitsprofils könnte aber „als Ausgangspunkt dienen, um zentrale Risiken für und schwere Eingriffe in die informationelle Selbstbestimmung zu identifizieren.“

## Behörde mit vielen Funktionen

Ein weiterer Stolperstein für die Rechtsdurchsetzung sind die unterschiedlichen Rollen, die der Gesetzgeber der Datenschutz-Aufsicht aufgebürdet hat: Sie soll allumfassend beraten und mitunter sogar Produkte und Dienstleistungen zertifizieren. Sie soll Behörden und Unternehmen prüfen und kontrollieren. Sie soll vor Gericht bezeugen und sie soll Datenschutzverstöße sanktionieren. Sebastian Golla sieht darin ein Problem: „Ihre Arbeit ist von einem kooperativen Ansatz geprägt, der sich auch auf die Sanktionstätigkeit auswirkt.“ Dies führt zu Zielkonflikten, die eine angemessene Verfolgung gravierender Datenschutzverstöße behindere. Hinzu komme, dass es für die Sanktionsfähigkeit der Datenschutzbehörden zunächst keine demokratisch legitimierte Kontrolle gebe.

Datenschutz-Anwalt Carlo Piltz hält die Rolle der Aufsichtsbehörden, die das neue Verbandsklagerecht beschreibt, sogar für verfassungswidrig. Die beklagten Unternehmen könnten praktisch keinen fairen Prozess mehr erwarten. Die Zivilgerichte sind rechtlich verpflichtet, die Datenschutzbehörden anzuhören. Piltz sieht darin eine „Störung der Waffen-Gleichheit“, da der klagende Verband mit der Behörde einen Streithelfer erhalte, der den Sachverhalt mit amtlichen Ermittlungsbefugnissen aufklären könne. „Die amtlichen Wächter bekommen in der Anhörung die Rolle eines rechtlichen Sachverständigen, sind aber gleichzeitig ein Kooperationspartner des Klägers“, schrieb er in einem Beitrag für die FAZ. Damit sei dem Datenschutz letztlich nicht gedient, da die Verteidigung die kritische Rolle der Aufsicht nun in jedem Verbandsklageverfahren angreifen könne. Das könnte Verfahren in die Länge ziehen oder gar scheitern lassen.

Diese Rollenvielfalt führt nicht zu einer angemessenen Ausstattung der Behörden – im Gegenteil: Sie können ihren Aufgaben kaum mehr nachkommen, was durch den ersten Defizitbericht des Hamburger Datenschutzbeauftragten Johannes Caspar offiziell belegt wurde. Weil das auch den Unternehmen schon lange bewusst ist, gilt vielen der Datenschutz nur als lästige, wenn nicht gar lässliche Pflicht.

(uma@ct.de) **ct**

### BDSG-Verurteilte

Anzahl Strafanträge						
Jahr	Berlin	Brandenburg	Thüringen	Sachsen	Hamburg	Bayern
2010	k. A.	1	k. A.	k. A.		1
2011						
2012	19	>1 („Einzelfälle“)	1	8	3	3
2013						
2014	17	noch kein Bericht	noch kein Bericht	k. A.	0	5
2015	22			noch kein Bericht		
k. A. keine Angabe						

Anzeige

# Tipps & Tricks

## Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

### unsere Kontaktmöglichkeiten:

 [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

  [c't magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

## Windows will meine internen Platten auswerfen

**?** In meinem PC stecken eine interne SSD und zwei interne SATA-Festplatten. Die SSD ist das Laufwerk C; die SATA-Platten sind D: und E:. Seltsamerweise erkennt Windows 10 beide SATA-Platten als auswerfbare Medien. Wie kommt das und wie kann ich das beheben? Ich will nicht mal aus Versehen eine der Platten „auswerfen“.

**!** Schauen Sie mal im BIOS-Setup nach, ob für den SATA-Port, an dem die Platten hängen, womöglich die Option „Hot-Plug“ aktiviert ist. Dieser Modus ist für eSATA-Festplatten vorgesehen, die man vor dem Abziehen besser abschalten respektive auswerfen sollte. Für interne SATA-Platten stört er aber eher. (ll@ct.de)

## Energiebedarf beim Heim-Server

**?** Für den Heim-Server-Bastelvorschlag in c't 8/16 nennen Sie eine Leistungsaufnahme von unter 10 Watt. Das halte ich für irreführend, weil der Wert nur für den Leerlauf gilt – ich will meinen Server

doch benutzen. Was braucht er denn in der Praxis?

**!** Im Mittel verbraucht der Bastelvorschlag nicht viel mehr als im Leerlauf, jedenfalls wenn Sie ihn tatsächlich wie einen typischen Heim-Server verwenden: Dann ist der Leerlauf der zeitlich bei Weitem dominierende Betriebszustand.

Die Leistungsaufnahme im Leerlauf hängt von der Hardware-Konfiguration, dem Betriebssystem und den Einstellungen der Energieverwaltung in BIOS-Setup und Betriebssystem ab. Wenn Sie unseren Bauvorschlag unter Windows 10 ohne Tastatur, Maus und Bildschirm betreiben, braucht er mit einer SSD und einer 2,5-Zoll-Platte im Leerlauf 8,5 Watt. Während des Lesens und Schreibens von Daten zieht der Server rund 18 Watt, unter Vollast mit der hoch optimierten Software Prime95 sind es etwa 36 Watt – das dürfte in der Praxis höchstens sekundenweise vorkommen.

Nun hängt es von der konkreten Nutzung ab, wie hoch die Leistungsaufnahme im Mittel ausfällt. Der zentrale Datenbank-Server eines Großunternehmens mag ständig unter Dampf stehen, für die meisten anderen Server gilt aber das Gegenteil: Sie erledigen nur kurzzeitig Aufgaben und warten die längste Zeit vor sich hin. Das gilt vor allem für Heim-Server.

Nehmen wir an, Sie verwenden das System als File-Server und lesen oder schreiben täglich insgesamt 70 GByte. Bei einer mittleren Übertragungsgeschwindigkeit von 40 MByte/s dauert das insgesamt knapp 30 Minuten. Die restlichen

23,5 Stunden des Tages verbringt das System im Leerlauf, also 98 Prozent der Gesamtzeit. In einem anderen Beispiel verrichtet der Server jeden Tag eine Stunde lang Rechenarbeit – egal ob am Stück oder mit Unterbrechungen –, bei der er 30 Watt schluckt. Wie die Tabelle zeigt, bleibt auch dann die mittlere Leistungsaufnahme unter 10 Watt und liegt nur um 11 Prozent über dem Leerlaufwert.

Theoretisch gibt es Nutzungsszenarien, in denen der Server über längere Zeit viel mehr braucht, etwa wenn er täglich stundenlang Videos transkodiert. Weil man aber weder weiß, wie viel Strom der Server dann braucht, noch, wie viele Stunden pro Jahr die Last anliegt, lässt sich der Energiebedarf dafür nicht einschätzen. Maximal können es in der erwähnten Konfiguration rund 95 Euro Stromkosten pro Jahr sein. (ciw@ct.de)

## Kein Mail-Versand über Speedport-Hybrid-Router

**?** Für meine Internetverbindung nutze ich seit Kurzem einen Telekom-Router vom Typ Speedport Hybrid, der einen VDSL-Anschluss und einen LTE-Zugang bündelt (c't 7/16, S. 150, „Schnelles Doppel“). Seitdem kann ich von iOS- und OS-X-Geräten E-Mails per IMAP nur noch empfangen, aber nicht mehr versenden. Laut Fehlermeldung schlägt die Verbindung zum Server für ausgehende E-Mails fehl. Mit POP3 gibt es keine Probleme.

**!** IMAP und POP3 sind Protokolle zum Abrufen von Postfächern. Mails werden dagegen grundsätzlich per SMTP versendet. Die Telekom setzt seit einer Weile in ihren Routern SMTP-Filter zum Schutz vor unfreiwilligem Spam-Mailversand ihrer Kunden ein. Konkret bedeutet das, dass Ihr neuer Router eine SMTP-Verbindung nur dann zulässt, wenn der

### Heim-Server: Energiekosten-Beispiele

Nutzungsbeispiel	File-Server: 70 GByte am Tag			Compute: 1 Stunde pro Tag			Dauer-Vollast		
	Leistung	Zeit	Energie	Leistung	Zeit	Energie	Leistung	Zeit	Energie
Leerlauf	8,5 W	23,5 h	199,8 Wh	8,5 W	23 h	195,5 Wh	8,5 W	0 h	0 Wh
Last-Beispiel	18 W	0,5 h	9 Wh	30 W	1 h	30 Wh	36 W	24 h	864 Wh
Gesamtenergie pro Tag			208,8 Wh			225,5 Wh			864 Wh
mittlere Leistung über 24 Stunden			8,7 W			9,4 W			36 W
Gesamtenergie übers Jahr			76,2 kWh			82,3 kWh			315,4 kWh
Kosten (bei 30 ct/kWh)			22,90 €			24,70 €			94,60 €

angesprochene Server in einer Whitelist des Routers eingetragen ist. Diese Filter sind in den Geräten ab Werk aktiv, die Whitelist enthält aber nur wenige Einträge. Der zu Ihrem POP3-Konto gehörende SMTP-Server ist dort offenbar verzeichnet, der zum IMAP-Konto gehörende nicht.

Abhilfe sollte in diesem Fall einfach sein: Schauen Sie auf dem iOS-Gerät nach, welchen SMTP-Server das Mail-Konto nutzen will, das am Telekom-Router keine Mails versenden kann. Tragen Sie diesen SMTP-Server in die Ausnahmeliste des Routers ein (Beispiel für den SMTP-Mailserver der Apple iCloud: [smtp.mail.me.com](mailto:smtp.mail.me.com)). Die Änderung wirkt umgehend; anschließend sollten sich über dieses Konto Mails versenden lassen. Falls alle Stricke reißen, können Sie den SMTP-Filter des Routers auch komplett abschalten.

(dz@ct.de)

## BitLocker mit Home-Windows?

Ich habe den Artikel „Verschlüsselung“ in c't 14/15 gelesen und würde gerne mein Systemlaufwerk mit BitLocker verschlüsseln. Allerdings besitze ich kein Windows 8.1 Pro, sondern bloß die Core-Ausgabe für Privatanwender. Das Kommandozeilenprogramm „manage-bde.exe“ ist zwar enthalten, es verweigert den Dienst aber mit dem (völlig richtigen) Hinweis, dass die installierte Windows-Version kein BitLocker unterstützt. Lässt sich das austricksen?

Nicht direkt. Die BitLocker-Komponenten sind zwar auch in den Windows-Home-Ausgaben enthalten, also in Windows 7 Home Premium, 8.1 Core, 10 Home und so weiter. Uns ist aber kein Weg bekannt, um sie zum Verschlüsseln eines internen Festplattenlaufwerks zu überreden.

Über einen unbequemen Umweg lässt sich die Systempartition einer Windows-Home-Installation trotzdem mit BitLocker verschlüsseln – und zwar so, dass das System erst nach Eingabe eines Kennworts startet. Diese Betriebsart ist allerdings in keiner Weise von Microsoft unterstützt. Bei Datenverlusten, Boot-Problemen und Ähnlichem stehen Sie im Zweifelsfall im Regen.

Wenn Sie es trotzdem wagen wollen, sollten Sie vorher ein Backup Ihres kompletten Systems anlegen. Laden Sie dann

die kostenlose Testversion von Windows 10 Enterprise aus Microsofts „TechNet Evaluation Center“ herunter und installieren Sie sie parallel zum bestehenden Windows auf Ihre Festplatte. Dafür brauchen Sie rund 20 GByte freien Festplattenspeicher, den Sie vermutlich erst freischaueln müssen – etwa, indem Sie Laufwerk C: per Rechtsklick und „Volume verkleinern“ in der Windows-Datenträgerverwaltung zurechtschrumpfen.

Sobald das Enterprise-Windows installiert und hochgefahren ist, lässt sich das Systemlaufwerk der Home-Installation verschlüsseln, wie im Artikel in c't 14/15 auf Seite 162 beschrieben. Ist die Verschlüsselung fertig, starten Sie Ihren PC neu und booten Ihr Home-Windows – vor dem Systemstart erfolgt nun die Kennwortabfrage.

In unseren Tests funktionierte das Verfahren mit Windows 7 Home Premium, 8.1 und 10 Home. Probleme kann es früher oder später mit Windows-Updates geben. So verweigerte etwa unser 8.1er-Testsystem das Gratis-Upgrade auf Windows 10 Home – mit dem Hinweis, dass das Feature BitLocker in dieser Version nicht unterstützt werde. Ein Versions-Upgrade der Ur-Ausgabe von Windows 10 Home (Build 10240) auf Version 1511 (Build 10586) klappte hingegen via Windows Update ohne Probleme. Eine Garantie für die Zukunft bedeutet das aber keineswegs. Empfehlen können wir diese Masche also nur, wenn Sie Ihr Notebook etwa für den Urlaub gegen Datenklau absichern wollen und Support und Betriebssicherheit dabei zweitrangig sind.

(jss@ct.de)

**Testversion von Windows 10 Enterprise:**  
[ct.de/y27z](http://ct.de/y27z)

## HDMI-Audio via DisplayPort-Adapter

Meinen Wohnzimmer-PC möchte ich mit einem besonders sparsamen Mainboard bestücken, aber mein AV-Receiver braucht Digitalton via HDMI. Ich würde gerne das Fujitsu D3400-B nehmen, doch das hat nur DVI-D und DisplayPort (DP). Kommt HDMI-Ton auch aus einem DP-HDMI-Adapter?

Ja. Wir haben es mit dem Fujitsu D3400-B unter Windows 10 mit dem Intel-Grafiktreiber ausprobiert, in den ja auch der HDMI-Soundtreiber integriert



Wenn es auch auf den Ton ankommt, bereitet ein Billig-Adapter von DisplayPort auf HDMI meist weniger Probleme als teurere, aktive Wandler.

ist. Das System lieferte Stereoton ebenso wie die Formate 7.1-Surround, Dolby Digital, Dolby Digital Plus, Dolby True HD, DTS-Audio und DTS-HD.

Für unsere Versuche haben wir einen 15-Euro-Adapter der Firma Goobay verwendet. Wir vermuten, dass es auch mit anderen DP-HDMI-Adaptoren und DP-HDMI-Kabeln klappt – zumindest mit solchen, in denen kein aktiver Wandler steckt. Ob es bei jedem Mainboard funktioniert, können wir nicht einschätzen – vermutlich aber bei den meisten aktuellen Boards mit Intel-Technik. (ciw@ct.de)

## Gebrauchte Windows-7-DVD lässt sich nicht mehr aktivieren

Mein Windows 7 habe ich damals als Gebraucht-Lizenz für etwa 30 Euro über Ebay gekauft. Bislang hatte ich nie Probleme damit, aber als ich jetzt das kostenlose Upgrade auf Windows 10 durchführen wollte, weigerte sich Windows, den Produktschlüssel zu akzeptieren. Mir blieb nichts anderes übrig, als zu Windows 7 zurückzukehren. Nun meldet die Systemsteuerung auch hier eine ungültige Aktivierung. Will Microsoft mich zum Neukauf drängen oder habe ich etwas falsch gemacht?

Der Grund für dieses Verhalten ist leider noch nicht eindeutig geklärt. Microsoft hat unsere Nachfrage, ob bestimmte Schlüssel gesperrt wurden, bislang nicht beantwortet.

Betroffen sind offenbar zahlreiche Käufer von separat verkauften Recovery-DVDs (oft mit Dell- oder Siemens-Aufdruck), die beispielsweise bei Ebay, in Amazons Marketplace oder bei weitgehend unbekannten Online-Shops besonders günstig erworben wurden und bei denen nicht ganz klar ist, woher sie tatsächlich stammen.

An sich ist der Verkauf gebrauchter Software zwar legal, doch wurden auch schon gefälschte Exemplare angeboten, die im osteuropäischen Ausland industriell hergestellt wurden. Perfiderweise hat ein Käufer solcher DVDs keine Chance zu erkennen, was genau er da erworben hat. Denn Schlüssel könnten beispielsweise mehrfach verkauft worden sein, und ob eine echt aussehende DVD wirklich original ist, lässt sich auch kaum entscheiden.

Unseres Wissens nach sind von den Aktivierungsproblemen wirklich nur die separat vertriebenen Recovery-DVDs betroffen. Bei Windows-Lizenzen, die vorinstalliert auf einem neuen PC oder als System-Builder-, Voll- oder Upgrade-Lizenz verkauft wurden, treten diese Schwierigkeiten nicht auf. (axv@ct.de)

## Monitor ausschalten bei Sperrre

Ich möchte, dass Windows 10 den Monitor sofort automatisch ausschaltet, wenn der Rechner gesperrt wird. Die Passwortabfrage bei Reaktivierung soll aber bestehen bleiben.

Mit einer einfachen Einstellung ist da nichts zu wollen. Ein kleines PowerShell-Skript und eine neue geplante Aufgabe erfüllen aber Ihren Wunsch.

Das Skript DisplayOff.ps1 (siehe oben stehenden Kasten) tut eigentlich nicht mehr, als die Win32-Funktion `SendMessage()` mit Parametern aufzurufen, die den Bildschirm sofort ausschalten. Details zur Funktionsweise stehen in c't 22/14 auf Seite 178 („Verstärkung von unten“).

Damit Windows dieses Skript immer aufruft, wenn Sie den Rechner sperren, richten Sie eine neue geplante Aufgabe ein. In der Aufgabenplanung (Start mit Eingabe von Aufg in das Cortana-Suchfeld) markieren Sie dazu links die Aufgabenplanungsbibliothek und wählen den Menübefehl „Aktion/Aufgabe erstellen“. Auf der ersten Seite des erscheinenden Dialogs (Allgemein) geben Sie einen be-

```
# Eine .NET-Klasse mit der SendMessage-Funktion als statischem Member bauen
$source = @"
using System;
using System.Runtime.InteropServices;
public class Win32Helper
{
    [DllImport("user32.dll")]
    public static extern
    int SendMessage(IntPtr hWnd, UInt32 Msg, IntPtr wParam, IntPtr lParam);
}
"@

Add-Type -TypeDefinition $source

# Konstanten für den Aufruf definieren
$HWND_BROADCAST = 0xffff
$WM_SYSCOMMAND = 0x0112
$SC_MONITORPOWER = 0xf170
$MONITOR_ON = -1
$MONITOR_STANDBY = 1
$MONITOR_OFF = 2

# ... und die Funktion aufrufen
[Win32Helper]::SendMessage($HWND_BROADCAST, $WM_SYSCOMMAND,
    $SC_MONITORPOWER, $MONITOR_OFF)
```

Ruft man dieses Skript über eine passend konfigurierte geplante Aufgabe auf, schaltet sie den Monitor aus, sobald der Windows-PC gesperrt wird.

liebigen Namen für die Aufgabe ein und, wenn Sie mögen, eine Beschreibung. Auf der Seite „Trigger“ klicken Sie auf „Neu“ und wählen bei „Aufgabe starten“ den Eintrag „Bei Arbeitsstationssperre“ aus. Alle anderen Felder auf diesem Dialog sind schon passend vorbelegt – klicken Sie „OK“. Zurück in „Aufgabe erstellen“ wechseln Sie auf die Seite „Aktion“ und klicken erneut auf „Neu“. In das Feld „Programm/Skript“ tragen Sie powershell ein und in „Argumente hinzufügen (optional)“ diese Zeile:

```
-ep bypass
-fs -file "C:\Pfad\zu\DisplayOff.ps1"
```

Den Pfad zur Skriptdatei müssen Sie dabei natürlich anpassen. Noch zweimal „OK“ geklickt, und Sie sind fertig: Die Tastenkombination Windows+L sollte den Rechner sperren und dabei sofort den Monitor ausschalten.

Das Skript, das Sie über den c't-Link herunterladen können, ist ein bisschen länger als hier gezeigt. Wenn der Rechner in einen Energiesparmodus fällt, sperrt Windows ihn nämlich erst beim Aufwachen. Das hat den hässlichen Effekt, dass das Skript in diesem Augenblick zuschlägt und den Monitor gleich wieder ausschaltet. Beheben kann man das, indem man das Skript einen Augenblick warten lässt und dann prüft, wie alt der letzte Eintrag

im Ereignisprotokoll ist, der „Aufgewacht“ meldet. (hos@ct.de)

**DisplayOff.ps1: [ct.de/ytru](http://ct.de/ytru)**

## Seltsame Buchstaben in E-Mails

Meine E-Mails verarbeite ich mit Thunderbird. Dabei fällt mir bei Mails von bestimmten Absendern immer wieder auf, dass am Ende von Sätzen der Einzelbuchstabe „J“ steht – sowohl in der Reintext- als auch in der HTML-Ansicht. Was soll das bedeuten?

! Schuld am „J“ ist MS Outlook: Wenn dort Word als E-Mail-Editor aktiviert ist, ersetzt die eingebaute Autokorrektur Smileys wie :-) durch Symbole. Für diese Bildchen nutzt Word aber ungeschickterweise Zeichen aus der Symbol-Schriftart Wingdings. In der befindet sich das Symbol mit dem lächelnden Smiley an der ASCII-Position, an der in normalen Zeichensätzen das „J“ steht. Nach demselben Schema entspricht ein trauriges Smiley dem „L“. Standardkonforme E-Mail-Programme wie Thunderbird oder auch diverse Web-Mailer bekommen vom Schriftartwechsel nichts mit und zeigen statt des eigentlich beabsichtigten Smileys den entsprechenden Buchstaben an. (ciw@ct.de)

Anzeige



# FAQ IPv6

## Antworten auf die häufigsten Fragen

VON HOLGER ZULEGER UND  
CARSTEN STROTMANN

### IPv4 zu Gunsten von IPv6 abschalten

**?** Kann ich mein lokales Netz komplett von IPv4 auf IPv6 umstellen?

**!** Technisch gesehen geht das, aber so lange es IPv4-Geräte und -Server auf der Welt in nennenswerter Zahl gibt, sollten Ihre Geräte am besten beide Protokolle sprechen, also IPv4 und IPv6 parallel. Das gewährleisten Provider und Router beispielsweise mit der Dualstack-Technik. Falls Sie testweise IPv4 abschalten wollen, kann man die Kommunikation von IPv6 zu IPv4 mit Übersetzungsinstanzen gewährleisten (NAT64-Gateway, RFC 6146). NAT64-Gateways gibt es für Linux als Open-Source-Pakete (siehe c't-Link am Artikelende), aber auch als Option in Routern für Unternehmensnetze, etwa von Cisco oder Juniper.

Daneben braucht man einen Domain Name Server mit DNS64 (RFC 6147), der Anfragen nach Hostnamen, die nur per IPv4 erreichbar sind, mit konstruierten IPv6-Zieladressen beantwortet, die die IPv4-Zieldressen enthalten. Das beherrschen die meisten verbreiteten Nameserver bereits: BIND ab Version 9, PowerDNS Recursor ab 3.4 und Unbound ab 1.5.

### Viele IPv6-Adressen

**?** Warum sind auf meinem Netzwerk-Interface so viele IPv6-Adressen zu sehen?

**!** Alle modernen Betriebssysteme sind für IPv6 ausgelegt und nutzen das Protokoll automatisch. Die mit fe80:: beginnende Adresse ist die konstante Link-Local-Adresse. Sie dient zur Kommunikation im LAN. Pakete, die diese Absenderadresse verwenden, darf der Router per Definition nicht ins Internet schicken. Die zweite Hälfte einer solchen Adresse (Suffix) ist bei Linux und OS X aus der MAC-Adresse abgeleitet. Windows erwürfelt sie

bei der Systemeinrichtung. Falls der Router per IPv6 mit dem Internet kommunizieren kann, dann annonciert er üblicherweise ein Präfix im LAN (erste Adresshälfte) – beispielsweise 2001:db8:1803:101:: und dann hat ein PC mindestens eine weitere konstante IPv6-Adresse, nämlich die global gültige für die Kommunikation mit dem Internet. Der Suffix ist bei der link-lokalen und der globalen Adresse derselbe.

Zusätzlich erwürfeln viele IPv6-fähige Geräte noch temporäre globale Adressen. Diese sind aus Datenschutzgründen nur für den vorübergehenden Gebrauch ausgelegt (IPv6 Privacy Extensions). Weil deren Gültigkeit unter anderem wegen eventuell lange anhaltender TCP-Verbindungen immer größer ist als das Neubildungsintervall, sammeln sich zu jeder Schnittstelle im Laufe der Zeit einige solcher Adressen an. Bei Hosts, die lange laufen, sind daher insgesamt neun IPv6-Adressen üblich, weil standardmäßig täglich eine neue temporäre Adresse gebildet wird, die sieben Tage gilt.

### IPv6-Problemdiagnose

**?** Wie erkenne ich, ob IPv6 Verbindungsprobleme verursacht?

**!** Klären Sie zunächst, ob die Anwendung mit IPv4 funktioniert. Schalten Sie dazu IPv6 vorübergehend ab. Falls es mit IPv4 geht, isolieren Sie mit folgenden Prüfschritten die Fehlerquelle: Testen Sie, ob die IPv6-Verbindung ins Internet funktioniert, beispielsweise per Ping auf einen bekannt IPv6-fähigen Host. Unter Windows geht das am schnellsten auf der Kommandozeile mit ping -6 ct.de. Das „-6“ erzwingt einen IPv6-Ping, denn sonst würde Windows unter Umständen auf IPv4 zurückfallen, was man nur an der Antwort erkennt. Kommt die Antwort von einer Adresse wie 2a02:2e0:3fe:1001:302::, funktioniert nicht nur IPv6, sondern auch die Namensauflösung für IPv6-Anfragen (AAAA-Records).

Unter Linux und OS X lautet das Kommando ping6 ct.de. Wenn der Befehl

Paketlaufzeiten liefert, ist alles gut. Meldet er jedoch „Unknown host“ oder „... nodename ... not known“, hat das Ziel keinen IPv6-DNS-Eintrag. Das ist zurzeit etwa bei twitter.com der Fall. Windows antwortet in solchen Fällen, dass es den Host nicht finden kann. Der DNS-Eintrag lässt sich mit Bordmitteln unter Windows per nslookup twitter.com auf der Kommandozeile prüfen. Bei Linux und OS X nimmt man host twitter.com. Wenn dann zwei Adressstypen erscheinen, sollte der Host per Ping6 erreichbar sein.

Im Anschluss an die grundsätzlichen Tests prüfen Sie mit ping -6 beziehungsweise ping6, ob sich die gewünschte Gegenstelle Ihrer Anwendung per IPv6 erreichen lässt. Antwortet sie auf die Pings, liegt das Problem nicht an IPv6, sondern an der Anwendung.

### IPv6-Adressverkürzung

**?** Was kann ich bei Angabe von IPv6-Adressen weglassen, um mir Tipparbeit zu sparen?

**!** Führende Nullen in den 4er-Blöcken können entfallen. Außerdem darf man genau einmal eine Nullenserie durch :: ersetzen; das können auch mehrere 4er-Blöcke hintereinander sein. Aus 2001:0db8:0006:0000:0000:0030:0000:0001 wird so 2001:db8:6::30:0:1. Falls Sie einen DNS im LAN betreiben, empfiehlt es sich, die IPv6-fähigen Hosts ins DNS aufzunehmen – so können Sie jeden anhand seines sprechenden Namens verwalten. Mehr dazu finden Sie im Beitrag ab Seite 144.

### Zertifikate

**?** Gibt es etwas IPv6-Spezifisches bei Zertifikaten zu beachten?

**!** x509-Zertifikate sollten auf Hostnamen ausgestellt sein, nicht auf IP-Adressen. Daher gibt es bei den Zertifikaten weiter nichts zu beachten.

## IPv6 auf Tablets & Co

❓ Sind Smartphones, Tablets und IPTVs auch für IPv6 geeignet?

❗ Das hängt sehr vom Hersteller ab, ob solche Geräte für IPv6 ausgelegt sind. Aktuell hängt IP-TV hinterher, Smartphones und Tablets sollten im Allgemeinen kein Problem mit IPv6 haben. Aber es gibt weiterhin Applikationen, die nur für IPv4 ausgelegt sind, zum Beispiel die Twitter-App.

## Einfache Gerätesuche

❓ Wie finde ich IPv6-Geräte in meinem LAN?

❗ Es gibt verschiedene Methoden dafür. Ein IPv6-Werkzeug bietet sich mit Node Information Querys an (RFC 4620). Damit lassen sich Netzwerkkonfigurationen von entfernten Rechnern per ICMPv6 abfragen – beispielsweise Hostnamen. Eine Node Information Query lässt sich per ping6-Befehl an die Multicast-Adresse ff02::1 absetzen (all-nodes). In diesem Beispiel wird der Befehl über die Schnittstelle en0 abgesetzt:

```
ping6 -c 2 -I en0 -w ff02::1
```

In der Ausgabe sind alle aktiven IPv6-Rechner des lokalen Netzwerksegments zu sehen, die auf ICMP-Echo-Request antworten. Ein Beispiel:

```
PING6 fe80::03e0%en0 --> ff02::1
59 bytes from fe80::03e0%en0:
MacBook-Pro.local
56 bytes from fe80::bda%en0:
Mac-mini.local
59 bytes from fe80::03e0%en0:
MacBook-Pro.local
```

Im Beispiel sind zwei aktive Macs zu sehen, ein MacBook Pro, von dem die Anfrage ausgeht und ein Mac Mini – der in diesem Fall als IPv6-Router arbeitet. Mit „-w“ fragen Sie nach den Hostnamen der Maschinen; mit „-c 2“ senden Sie zwei ICMPv6-Anfragen. Das ist erforderlich, weil die erste Anfrage immer von der eigenen Maschine beantwortet wird; erst

auf die zweite hin melden sich die anderen. Ping6 mit dem Parameter „-a agl“ liefert Information über alle konfigurierten IPv6-Adressen der lauschenden Geräte. Im Beispiel ist die Ausgabe gekürzt:

```
ping6 -c 2 -I en0 -a agl ff02::1
PING6() fe80::03e0%en0 --> ff02::1
136 bytes from fe80::03e0%en0:
fe80::1(TTL=infty)
fe80::03e0(TTL=infty)
2001:db8::03e0(TTL=86029)
```

In der Antwort sind alle Rechner aufgeführt, die im gleichen IPv6-Subnetz stecken. Es lassen sich aber weitaus mehr Informationen erfragen. Ein bequemes Werkzeug dafür ist das Shell-Script ipv6finder.sh für Linux und Mac OS X (siehe c't-Link).

## Netzwerk-Tools

❓ Sind die üblichen Linux-Netzwerk-Tools wie ping, route, traceroute, netcat oder netstat für IPv6 geeignet?

❗ Für Linux-Nutzer gibt es auf www.deepspace6.net eine Übersicht über Netzwerk-Tools, die für IPv6 ausgelegt sind.

## IPv6 ohne Nameserver

❓ Ich habe keinen Nameserver, der über IPv6 erreichbar ist. Kann ich IPv6 trotzdem nutzen?

❗ Ja, wenn der Nameserver in Ihrer Dual-Stack-Umgebung auf IPv4 antwortet. Welches Transportprotokoll für die DNS-Anfragen und -Antworten verwendet wird, spielt keine Rolle. Der Nameserver muss aber Anfragen nach IPv6-Adressen beantworten können (Typ AAAA). In einer IPv6-only-Umgebung muss zumindest der Resolver ein Dual-Stack-System sein. Sonst braucht er einen Dual-Stack-Nameserver zur Unterstützung. Denn es gibt noch zahlreiche Domains, deren Nameserver nur über IPv4 erreichbar sind.

## Default-Route setzen

❓ Wie wird die Default-Route bei Endgeräten gesetzt?

❗ In der Regel erfahren Hosts die Default-Route automatisch über die Router Advertisements. Man kann sie zwar auch manuell konfigurieren, aber damit beraubt man sich der automatisierten Konfiguration sowie redundanten Next Hops. Bei IPv6 dürfen nämlich mehrere Router ein LAN mit Internetzugängen versorgen (einfaches Load Balancing).

## Eingehende IPv6-Verbindungen

❓ Was bedeuten auf Linux bei netstat -nat die Zeilen, die mit tcp6 anfangen? Und wie finde ich heraus, welche Dienste auf eingehende IPv6-Verbindungen mit IPv6 warten?

❗ Der Befehl netstat -nat führt Dienste auf, die auf TCP-Ports auf IPv6-Connects warten oder bereits geöffnet haben. Der Befehl

```
lsof -i6 | grep -v "ESTABLISHED"
```

führt auf, welche Dienste auf eingehende IPv6-Verbindungen warten.

## Firewall-Einmaleins

❓ Wie stelle ich sicher, dass niemand durch einen IPv6-Tunnel in mein LAN hinter die Firewall hineinreitet?

❗ Dafür genügen dieselben Vorsichtsmaßregeln, die man auch bei IPv4 anwendet: Im Router und in den PCs sollten Teredo- und sonstige IPv6-Tunnel abgeschaltet sein. Auf Router und Hosts sollten die IPv6-Firewalls sämtlichen unverlangt eingehenden Verkehr verwerfen. Viele Router sind schon ab Werk so eingestellt.

(dz@ct.de)

**Shell-Skript:** [ct.de/yfq5](http://ct.de/yfq5)

# Crashkurs Bildbearbeitung

## Fotobearbeitung mit dem kostenlosen Paint.Net

**Es muss nicht gleich Photoshop oder GIMP sein. Für schnelle Korrekturen, Collagen und Web-Ausgabe reicht das viel schlankere Windows-Programm Paint.Net. Es kostet nichts, startet zügig und ist unkompliziert zu bedienen – perfekt für einfache Standardaufgaben.**

**VON ANDRÉ KRAMER**

Paint.Net ist schlank, übersichtlich und damit für viele Nutzer interessant. Nicht jeder findet sich in Schwergewichten vom Kaliber eines GIMP oder Photoshop zurecht. Außerdem braucht man keine Gemäldeumsetzung, Panoramafunktion und Stapelverarbeitung, um einen Screenshot zu beschneiden. Paint.Net richtet sich an alle, denen Paint zu wenig und Photoshop zu viel ist. Auch Profis können für einfache Aufgaben die schlanke Alternative nutzen. Paint.Net öffnet allerdings nur Standarddateien etwa im JPEG-, TIFF- oder PNG-Format. Raw-Dateien entwickelt es nicht.

Der Installer von Paint.Net ist gerade einmal 6,7 MByte klein. Er läuft auf Windows 7 SP1 aufwärts, setzt das .Net-Framework 4.6 voraus und steht als 64- und 32-Bit-Version bereit. Bei der Installation entscheidet sich das Programm selbstständig für die passende Variante.

Das Grundpaket bringt Basisfunktionen mit, die für viele alltägliche Aufgaben ausreichen. Paint.Net ist allerdings auch erweiterbar. Wer will, kann sich im Plugin-Bereich des Paint.Net-Forums durch 20 Seiten mit je 30 Einträgen arbeiten und findet dort allerhand nützliche Zusatzpro-

gramme. Sie ergänzen unter anderem erweiterte Überblend-Modi, Schmierpinsel, Verflüssigen-Filter, Rahmen, Bewegungsunschärfe oder Farbeffekte.

Die Plug-ins stehen als ZIP-Archive zum Download bereit. Deren Inhalt – DLL-Bibliotheken und anderes – kopieren Sie anschließend in den Effects-Ordner im Programmnenü von Paint.Net. Das ist üblicherweise der Ordner C:\Programme\paint.net\Effects. Die im Folgenden beschriebenen Projekte lassen sich aber mit den Grundfunktionen des Programms bearbeiten.

### Die Bedienelemente des Programms

Die Bedienoberfläche von Paint.Net unterscheidet sich kaum von der anderer Programme zur Bildbearbeitung. Das erleichtert sowohl den Einstieg als auch den späteren Wechsel zu komplexerer Software wie GIMP, PaintShop Pro, PhotoLine oder Photoshop.

Unterhalb der Menüzeile und Symbolleiste finden sich die wichtigen Werkzeug-Optionen. Sie variieren je nach ausgewähltem Werkzeug. Bei Auswahl des Textwerkzeugs zeigen sie Font-Einstellungen, beim Pinsel Einstellungen zu Größe und Härte der Spitze.

Rechts von Menüs und Symbolleiste blendet Paint.Net Miniaturen aller geöffneten Dateien ein. Im Dokumentenfenster zeigt das Programm vier schwebende Paletten:

- die Werkzeugpalette mit Icons unter anderem für Verschieben-, Zoom-, Pinsel- und Text-Werkzeug,
- die Farbenpalette mit Farbwahlrad sowie Plätzen für Primär- und Sekundärfarbe,
- die Ebenenpalette mit Befehlen zum Erstellen, Duplizieren, Löschen, Zusammenführen und Vertauschen von Ebenen sowie Optionen für Überblend-Modi und Deckkraft,
- den Verlauf mit einer Liste aller bisher gemachten Arbeitsschritte.

Vier Schaltflächen in der rechten oberen Ecke blenden diese Paletten ein oder aus; zwei weitere rufen die Programmeinstellungen und die Hilfe auf.

In der Fußzeile zeigt Paint.Net die Bildgröße und die Darstellungsgröße an. Über einen Schieberegler kann man die Darstellungsgröße zwischen 3 und 3200 Prozent variieren.

Die Schaltfläche links daneben passt das Bild ins Fenster ein.

### Paint.Net richtet sich an alle, denen Paint zu wenig und Photoshop zu viel ist.

Die Grafik rechts auf dieser Doppelseite zeigt, wo Sie die genannten Bedienelemente finden. Lediglich die Einträge der Werkzeugpalette sind nicht einzeln aufgeführt, aber über die Tool-Tipps und die Werkzeughinweise in der Fußzeile erklären sie sich von selbst.

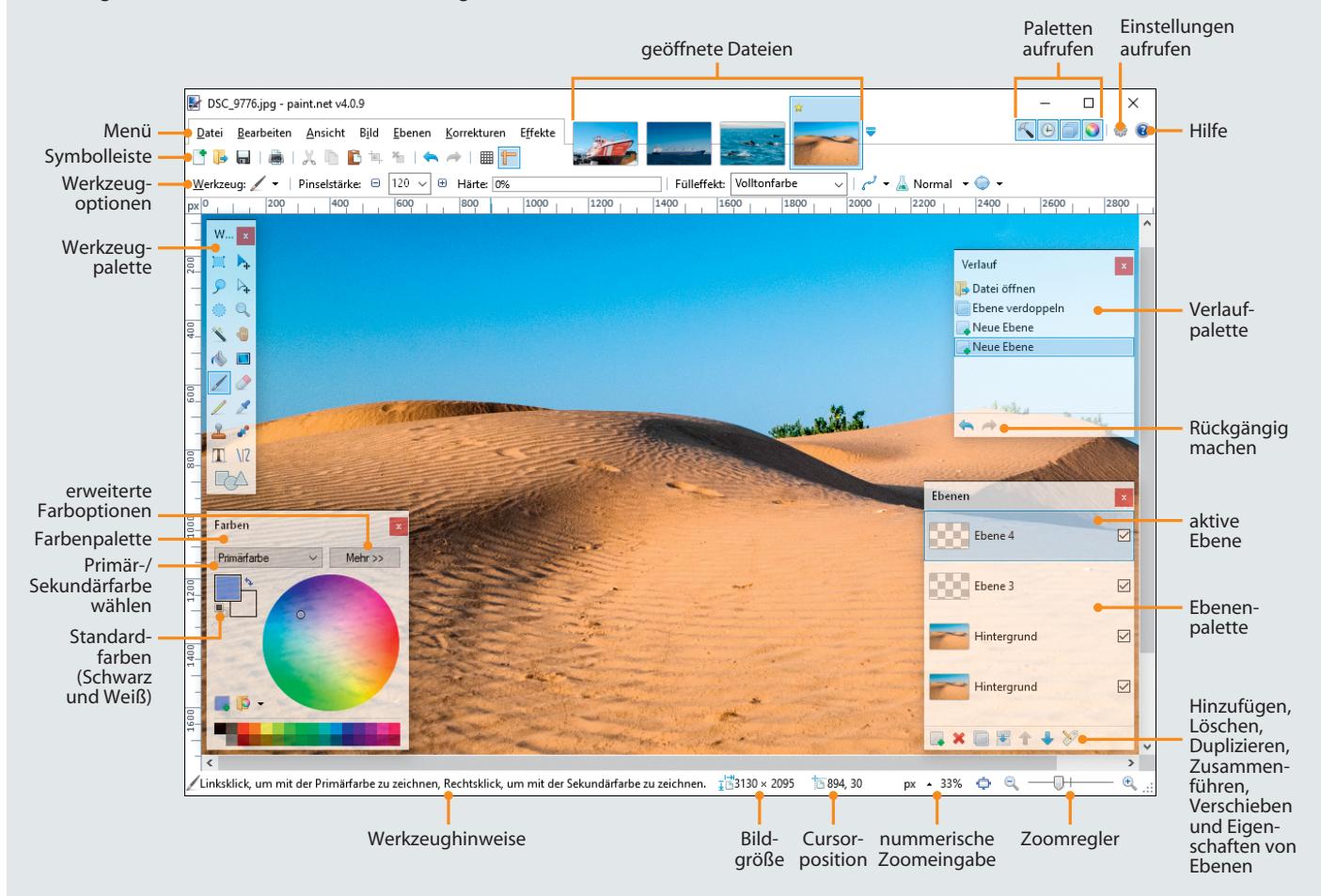
### Fürs Web skalieren und exportieren

Die wohl häufigste Aufgabe besteht darin, ein hochauflöstes Bild fürs Web oder den E-Mail-Versand zu verkleinern und zu

# Die Bedienoberfläche

Paint.Net ist klar gegliedert und zeichnet sich durch einfache Bedienung aus.

Es bringt ein übersichtliches Menü und lediglich vier Paletten mit.



exportieren. 10-Megapixel-Fotos (3872 Pixel  $\times$  2592 Pixel) eignen sich nicht für den E-Mail-Versand; sie sollten vorher verkleinert werden, damit der Empfänger nicht nur die obere linke Ecke sieht.

Im Ansicht-Menü können Sie Lineale einblenden und darunter wählen, ob sie eine Pixel-, Zoll- oder Zentimeter-Skala zeigen. Wenn Sie Pixel wählen, zeigt Paint.Net in horizontaler und vertikaler Richtung die Kantenlängen in der gewählten Einheit an. Die Fußzeile gibt die Gesamtpixelmenge wieder, im Gitarrenfoto auf der nächsten Seite sind es 3872  $\times$  2592.

Mit den Tastenkürzeln Strg++ und Strg-- können Sie hinein- und hinauszoomen; Strg+B passt das Bild ins Dokumentenfenster ein und Strg+0 skaliert es auf Originalgröße, zeigt also ein Bildpixel pro

Monitorpixel an. Diese Befehle und Tastenkürzel führt auch das Ansicht-Menü auf.

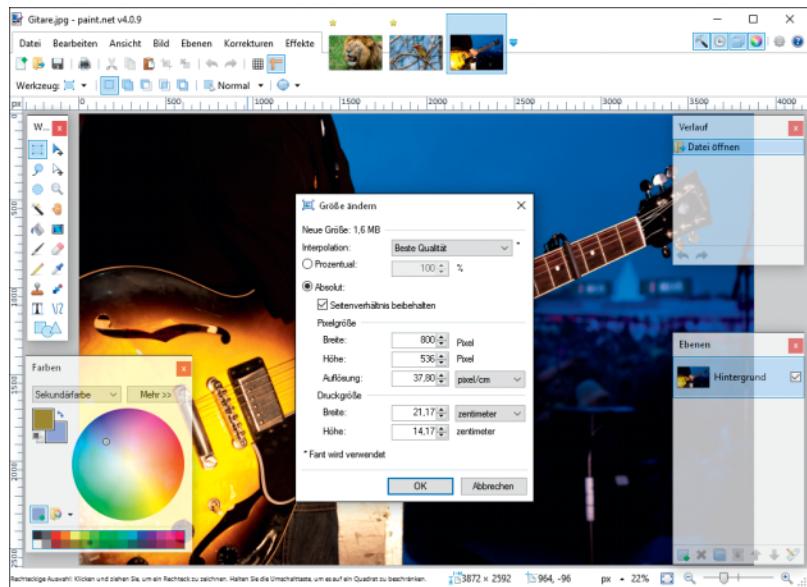
Über „Bild/Größe ändern...“ bringen Sie das Foto auf Web-Maße, etwa 800 Pixel  $\times$  600 Pixel. Sie können das Bild auch prozentual verkleinern; feste Werte geben aber mehr Kontrolle über das Ergebnis. Setzen Sie das Häkchen bei „Seitenverhältnis beibehalten“, um zu vermeiden, dass das Bild verzerrt wird. Als Interpolationsmethode können Sie „Beste Qualität“ belassen. Beim Skalieren von textlastigen Screenshots kann „Nächster Nachbar“ bessere Ergebnisse bringen.

Als Nächstens exportieren Sie das Bild über „Datei/Speichern unter...“ Zur Wahl stehen etwa die Formate JPEG oder PNG. Nachdem Sie einen Ausgabeordner gewählt und auf Speichern geklickt haben, zeigt Paint.Net die Datei-Optionen. Beim

JPEG-Export können Sie die Qualität in Prozent einstellen und dabei die Bildqualität in einem skalierbaren Vorschaufenster begutachten. Oben zeigt das Programm die Zielgröße an. Beim PNG-Export stellt es die Bittiefe zur Wahl. Wenn das Bild Transparenz enthält, sollten Sie 32 Bit wählen, ansonsten 24 Bit. Paint.Net macht aber automatisch den passenden Vorschlag.

## Spiegeln, gerade richten und beschneiden

Zwar ist es mittlerweile Standard, dass eine Digitalkamera bei der Aufnahme ihre Ausrichtung im Bild speichert und Anzeigeprogramme diese auch interpretieren, es gibt aber Ausnahmen. Auf der Tischplatte liegend fotografierte Dokumente etwa erscheinen häufig falsch ausgerich-



Der Dialog „Größe ändern“ aus dem Bild-Menü bringt Fotos aus der Digitalkamera auf Web-verträgliche Pixelmaße.

tet, müssen um 90 Grad gedreht und anschließend beschnitten werden. Im Bild-Menü können Sie das Bild horizontal oder vertikal spiegeln und in 90-Grad-Schritten oder um 180 Grad drehen.

Ein Bild um andere Gradzahlen zu drehen ist etwas komplizierter. Paint.NET ist nicht gerade dazu gemacht, einen schiefen Horizont zu korrigieren, aber auf die Schnelle kann man sich mit dem Werkzeug Rotationszoom behelfen. Es steckt im Ebenen-Menü und kippt oder dreht das Bild. Schiefer Horizont lässt sich mit dem oberen Regler begradigen. Die beiden Regler darunter bewegen das Bild im Raum wie eine Postkarte. Mit ihnen kann man etwa Perspektivfehler wie die berühmten stürzenden Linien korrigieren.

Das gedrehte Bild sollten Sie beschrneiden, sonst bleiben weiße oder transparente Dreiecke in den Ecken. Für den Beschnitt bringt Paint.NET zwar ein Werkzeug mit, den Rahmen dafür muss man aber zunächst noch mit dem Werkzeug zur Rechteckauswahl erstellen. Es lässt sich über das Symbol oben links in der Werkzeugpalette oder über die Taste S aufrufen.

Sie können damit einfach einen beliebigen Rahmen aufziehen; häufig möchte man aber das Seitenverhältnis bestimmen. Bei Rechteckauswahl mit gedrückter Um- schalt-Taste zieht das Werkzeug einen exakt quadratischen Rahmen auf. Neben-

bei bemerkt: Bei gedrückter Strg-Taste fügt es Bereiche zu einer bestehenden Auswahl hinzu, mit der Alt-Taste zieht es sie ab. Diese drei Modifikatoren lassen sich bei jedem Auswahlwerkzeug verwenden.

Weitere Einstellungen bieten die Werkzeug-Optionen unter der Symbolleiste. Ändert man die Einstellung von Normal auf „Festes Seitenverhältnis“, lässt sich die Rechteckauswahl etwa auf 1:1, 4:3, 3:2 oder 16:9 festlegen. Unter „Feste Größe“ stehen Eingabefelder für Pixelgrößen zur Wahl. Das zugehörige Rechteck lässt sich beliebig im Bild platzieren. Mit dem durch einen weißen Cursor-Pfeil gekennzeichneten Werkzeug

„Auswahl verschieben“ können Sie den Rahmen genau platzieren.

In der Symbolleiste findet sich rechts neben dem Dreigestirn aus Icons für Ausschneiden, Kopieren und Einfügen ein Symbol, das laut Tool-Tipp „Auf Markierung zuschneiden“ heißt. Ein Klick darauf schneidet alles ab, was außerhalb des aufgezogenen Rechtecks liegt.

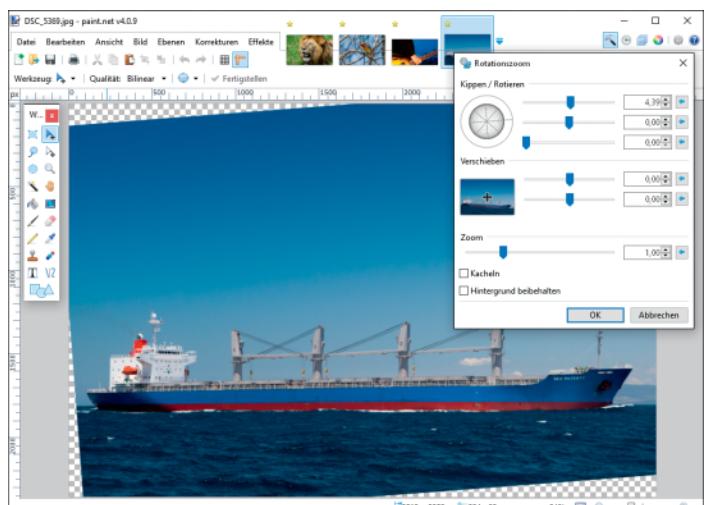
## Mehrere Fotos zu Collagen verbinden

Mit wenig Aufwand lassen sich mehrere Bilder zu einer Collage zusammenfügen. Im Beispiel waren es vier Fotos.

Öffnen Sie zunächst alle Fotos, die Sie verbinden wollen. Eines bildet die Basis für die Collage, in welches die anderen später integriert werden. Im Folgenden vergrößert sich die Auflösung des Dokuments. Für Druck oder Belichtung können Sie es so belassen; für Web-Ausgabe oder E-Mail-Versand müssen Sie es anschließend wie oben beschrieben verkleinern.

Im Basisfoto der Collage müssen Sie zunächst Platz für weitere Bilder schaffen. Wählen Sie Bild/Leinwandgröße, setzen Sie die Checkbox bei „Prozentual“ und geben Sie dort für eine Collage aus vier Fotos etwa 220 Prozent ein. Der Faktor bezieht sich wie in der Drucktechnik üblich auf die Seitenlänge und nicht auf die Fläche. Beim Ändern der Auflösung nach dem Klick auf OK reduziert Paint.NET das Dokument auf die Hintergrundebene.

Nun kopieren Sie alle geöffneten Fotos auf je eine neue Ebene. Dazu wechseln Sie über die Kopfzeile in eines der übrigen Fotos, wählen dies über „Alles auswählen“



Mit dem obersten Regler im Rotationszoom-Werkzeug ist ein schiefer Horizont mit einem Handgriff gerade gerichtet.

len“ im Bearbeiten-Menü oder das Tastenkürzel Strg+A aus, kopieren es über Strg+C in die Zwischenablage, wechseln ins Ausgangsfoto, erstellen dort in der Ebenenpalette über das Symbol unten links eine neue Ebene und fügen das kopierte Foto über Strg+V ein.

Auf diese Weise legen Sie ein Dokument mit vier Fotos an, die sich auf vier Ebenen überlagern. Das Werkzeug oben rechts in der Werkzeugpalette namens „Ausgewählte Pixel verschieben“ (M) mit dem blauen Cursor-Pfeil dient dazu, den Inhalt ausgewählter Ebenen zu skalieren oder zu verschieben.

Wählen Sie nun nacheinander alle Ebenen aus und bearbeiten Sie sie mit diesem Werkzeug. Verschieben Sie einfach die Fotos in die Ecken des Dokuments. Wenn Sie die Fotos dabei skalieren wollen, halten Sie unbedingt die Umschalt-Taste gedrückt, um die Proportionen des Fotos beizubehalten.

Abschließend soll die Collage einen Rahmen erhalten, der die Bilder mit gleichem Abstand voneinander trennt, etwa exakt 50 Pixel an jeder Seite. Erstellen Sie dazu über das Icon links unten in der Ebenenpalette oder Strg+Umschalt+N zunächst eine leere Ebene über den vorhandenen.

Nun erzeugen Sie mit dem Werkzeug „Rechteckige Auswahl“ (S) mehrere lange Rechtecke mit fester Größe. Die Größe der Balken soll jeweils 50 Pixel in der Breite bei gesamter Länge des Bilds beziehungsweise 50 Pixel in der Länge bei gesamter Bildbreite betragen. Die Werte tragen Sie in den Werkzeug-Optionen im

Modus „Feste Größe“ ein. Bei gedrückter Strg-Taste können Sie sich nun das Raster zusammenklicken. Alternativ gibt es dafür in den Werkzeug-Optionen auch eine Schaltfläche „Vereinigen“. Sie addiert mehrere Auswahlen. Anschließend stellen Sie Weiß oder Schwarz als Vordergrundfarbe ein und füllen die Auswahl damit über die Backspace-Taste.

### Farbe, Helligkeit und Kontrast anpassen

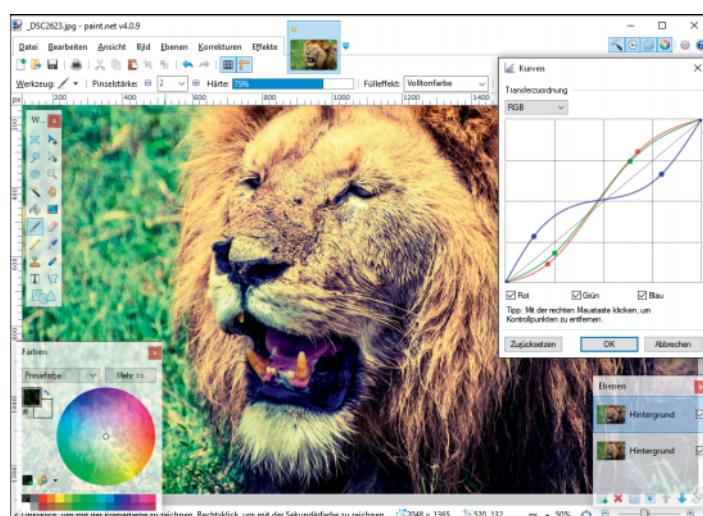
Paint.Net mag nicht als erste Adresse für die Bearbeitung von Farbe und Licht erscheinen. Das Korrekturen-Menü enthält aber eine Reihe Funktionen dafür. Die

Farbsättigung können Sie etwa mit dem Dialog „Farbton/Sättigung“ schnell und effektiv verringern. Eine Erhöhung der Sättigung ist selten ratsam.

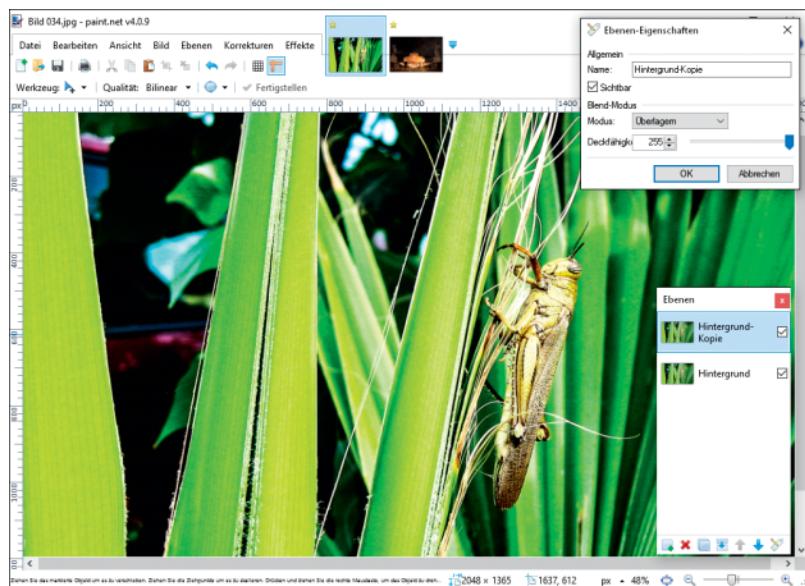
Der Dialog Korrekturen/„Helligkeit/Kontrast“ ist zur Bearbeitung von Helligkeit und Kontrast keine gute Wahl. Viel flexibler lassen sich Bilder mit Gradationskurven bearbeiten. Den Kurven-Dialog finden Sie ebenfalls im Korrekturen-Menü. Er bringt zwei Modi mit, Leuchtkraft und RGB, die Sie über das Dropdown-Menü oben umschalten können. Leuchtkraft bearbeitet die Helligkeitswerte und RGB gibt Zugriff auf die einzelnen Farbkanäle Rot, Grün und Blau.

Kurven lassen sich deutlich intuitiver bearbeiten, als man zunächst denken mag: zieht man sie im Modus Leuchtkraft in einem einfachen Bogen nach oben, wird das Bild heller, ein Bogen nach unten dunkelt es ab. Links liegen die Schatten, rechts die Lichten. Eine Kurve sorgt für sanfte und natürliche Übergänge. Der Helligkeitsregler unter „Helligkeit/Kontrast“ arbeitet hingegen linear und erzeugt damit beim Aufhellen einen matten, an Nebel erinnernden Look.

Mit jedem Klick setzen Sie einen neuen Ankerpunkt und gestalten die Kurve damit beliebig komplex. So können Sie mit einer Wölbung nach oben im linken Bereich gezielt Schatten aufhellen und mit einer Senke oben rechts die Lichten abdunkeln.



Mit Gradationskurven lassen sich Helligkeit und Kontrast gezielt manipulieren. Gelegentliche Rot-, Grün- und Blau-Kurven wie hier simulieren Cross-Entwicklung.



Den Kontrast steigert man, indem man ein Bild mit einer Kopie seiner selbst im Ebenenmodus Überlagern verrechnet.

Eine S-Kurve, die Schatten absenkt und Lichter anhebt, erhöht allgemein den Kontrast im Bild. Auch damit arbeiten Sie im Unterschied zum „Helligkeit/Kontrast“-Dialog nichtlinear und erzeugen so einen besseren Bildeindruck. Außerdem können Sie mit einer Kurve das Verhältnis von abgedunkelten Tiefen und aufgehellten Lichtern individuell ans Bild anpassen.

Farbanpassungen mit RGB-Kurven gehören zu den schwierigen Aufgaben. Sie können aber auf die Schnelle einen Effekt erzielen, der an Cross-Entwicklung erinnert, also die Negativentwicklung eines Dia-Positivfilms oder umgekehrt. Dazu wählen Sie nacheinander die Kurven für Rot, Grün und Blau, indem Sie die jeweils anderen über die Checkboxen unten im Kurven-Dialog abwählen. Formen Sie für zwei der Kanäle eine S-Kurve und für den dritten eine umgekehrte S-Kurve wie im Beispiel mit dem Löwen auf der vorigen Seite. Die Farben wirken im Resultat knallig, kontrastreich und verfremdet.

## Kontrast mit Ebenenmodi erhöhen

Ein mächtiges Werkzeug zur Bearbeitung der Tonwerte sind Ebenenmodi, die die Tonwerte einer Ebene mit denen der darunterliegenden verrechnen. Die Ebeneneigenschaften lassen sich durch einen Doppelklick auf eine Ebene oder durch ein Symbol in der Ebenenpalette unten rechts

aufrufen. Der Eigenschaften-Dialog enthält eine Checkbox neben „Sichtbar“, die die Ebene ausblendet, einen Regler für die Deckkraft und ein Dropdown-Menü für den „Modus“. Diese Modi enthalten mächtige Werkzeuge für die Bildbearbeitung.

Wenn Sie das Bild beispielsweise mit einer Kopie seiner selbst verrechnen, können Sie auf die Schnelle den Kontrast erhöhen. Zunächst verdoppeln Sie dazu die Bildecke über den entsprechenden Befehl im Ebenen-Menü oder über das Verdoppeln-Icon in der Symbolleiste unten in der Ebenenpalette.

Ein Doppelklick auf die oben liegende Ebene ruft einen Dialog auf, der unter

„Modus“ diverse Verrechnungsmodi vorschlägt. Der Modus „Überlagern“ erhöht den Kontrast. Wenn Sie die Checkbox bei „Sichtbar“ deaktivieren, können Sie das Resultat des Verrechnungsmodus kontrollieren.

Leider erhöht die Methode auch die Sättigung. Mit dem „Farbton/Sättigung“-Dialog unter „Korrekturen“ können Sie die Sättigung der oberen Ebene verringern. Bei null, also der Verrechnung einer Schwarzweißebene, wirkt das Bild verwaschen, beim Normalwert 100 allerdings zu farbig. Ein Wert in der Region um 50 sorgt für natürliche Kontraststeigerung. Letztere können Sie abschließend in den Ebenen-Eigenschaften mit dem Deckkraftregler verringern. Das Verfahren mag aufwendig erscheinen, erzeugt aber um Lichtjahre bessere Resultate als der betreffende Regler unter „Helligkeit/Kontrast“.

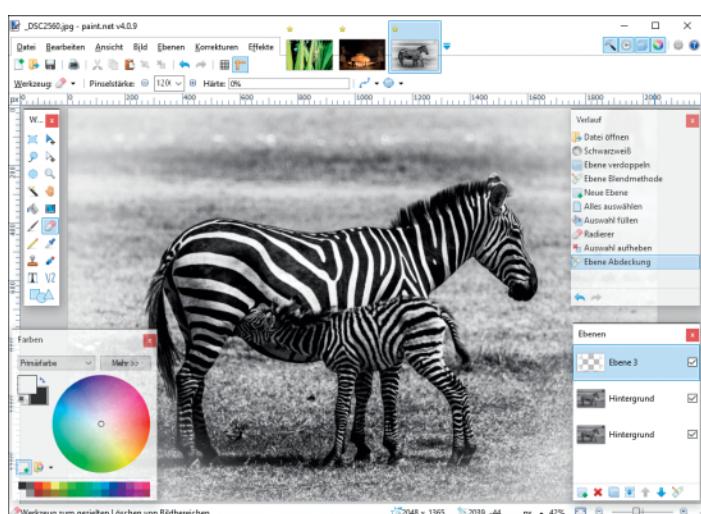
## Vignettierung aus weißem oder schwarzem Rand

Vignettierung lenkt das Auge des Betrachters aufs Wesentliche, das sich üblicherweise in der Bildmitte befindet. Diese kann man bewusst erzeugen, indem man Randbereiche abdunkelt oder aufhellt.

Die Vignettierung muss nicht immer exakt in der Bildmitte liegen. Man kann sie auch auf einen Motivteil anwenden, der etwas an der Seite liegt. Im Zebrabild stand hinten rechts ein Gnu in der Ecke, das durch Vignettierung unkenntlich gemacht werden sollte; in diesem Fall mit deckender weißer Farbe.

Zunächst wird das Bild über „Korrekturen/Schwarzweiß“ mit einem Klick sei-

Weiße oder schwarze Vignettierung lenkt das Auge aufs Motiv. Hier wurde eine weiße Ebene in der Mitte mit dem Radierer freigelegt.



ner Farbe beraubt – Zebras sind schließlich monochrom. Anschließend verdoppelt man wie oben beschrieben die Ebene und verstärkt im Modus Überlagern den Kontrast. Nun kommt die Vignettierung oben drauf – ob Schwarz oder Weiß spielt für die folgenden Arbeitsschritte keine Rolle.

Zunächst erstellen Sie eine neue Ebene (Strg+Umschalt+N), wählen sie komplett aus (Strg+A) und füllen sie mit weißer Farbe (Backspace, wenn Weiß als Primärfarbe eingestellt ist). Nun wählen Sie aus der Werkzeugpalette oder über die Taste E den Radierer aus und stellen in den Werkzeug-Optionen einen großen weißen Pinsel ein. Im konkreten Fall ein Pinsel mit 1200 Pixeln Radius bei einer Härte von 0 Prozent. Mit vorsichtigen Pinselstrichen legen Sie nun das Motiv frei, bis die Vignettierung Ihren Vorstellungen entspricht. Seien Sie nicht zu zimperlich. In der Verlauf-Palette können Sie bei einem Fehler die Pinselstriche zurücknehmen und neu ansetzen. Abschließend reduzieren Sie über die Ebenen-Eigenschaften die Deckkraft.

## Selektiver Weichzeichner für Tilt-Shift-Effekte

Mit der beschriebenen Methode kann man nicht nur Farbe, sondern auch Effekte selektiv anwenden. Denkbar ist zum Beispiel eine Vignettierung aus einem Weichzeichner für einen Tilt-Shift-Effekt. Für den bekannten Look, der an Spielzeugeisenbahnen erinnern soll, brauchen Sie zunächst ein Foto aus der richtigen Perspektive. Das kann ein Bild sein, das man von einem Kirchturm aufgenommen hat. Um den Spielzeug-Look zu verstärken, erhöht man

mit einer S-förmigen Gradationskurve den Kontrast und mit dem Dialog „Farbtön/Sättigung“ die Farbsättigung.

Den Abschluss bildet eine Behandlung mit dem Weichzeichner, die den Eindruck geringer Tiefenschärfe suggeriert, als hätte man etwas sehr Kleines aufgenommen. Um ihn selektiv anwenden zu können, duplizieren Sie zunächst das Bild und wenden den Weichzeichner auf die Kopie an.

Paint.NET bietet dafür im Effekte-Menü unter „Unschärfe und Weichzeichner“ den Gauß'schen Weichzeichner an. Er besitzt nur einen Regler für den Radius. Nach kurzer Rechenzeit zeigt das Programm die ge-

wählte Einstellung als Vorschau an. Im Beispiel haben wir ein 10-Megapixel-Bild mit 36 Pixeln Radius behandelt.

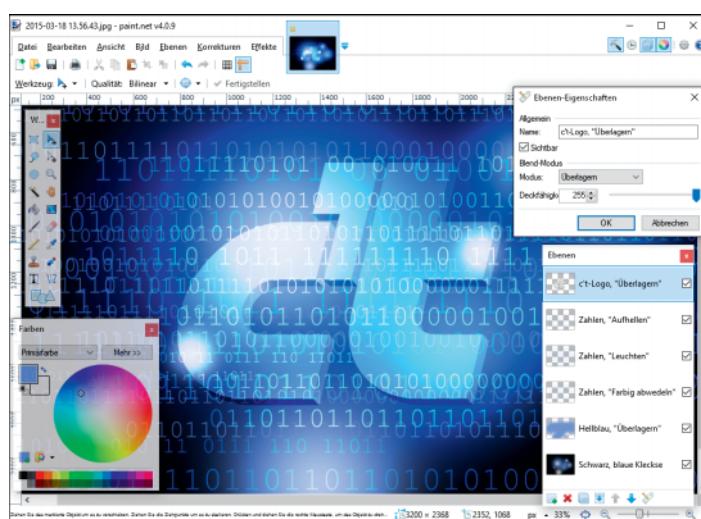
Anschließend wählen Sie wieder den Radierer mit großer Spitze bei geringer Härte und radieren einen Streifen aus der weichgezeichneten Kopie, der nur den oberen und unteren Bereich stehen lässt.

## Schöpferischer Geist

Mit der Kombination aus Ebenen, Verrechnungsmodi, Effekten und Korrektur-Dialogen lassen sich beliebig komplexe Projekte auf einfache Weise umsetzen. Sie müssen weder zeichnen können, übermäßig kreativ sein noch sonst irgendwelche Vorkenntnisse mitbringen. Ein offenes Auge für Fotomotive und den Umgang damit etwa in Zeitschriften und Werbeanzeigen reicht, um Ideen zu bekommen.

Der Rest ist Nachmachen und Ausprobieren. Die letzte Grafik auf dieser Seite entstand aus einer schwarzen Hintergrundebene, ein paar Farbklecksen, etwas Text und dem c't-Logo. Mit dem Textwerkzeug habe ich in der System-Schriftart „Courier New“ ein paar Nullen und Einsen auf mehrere Ebenen geschrieben, die Ebenen mit den Zahlen ein paarmal dupliziert und per Try-and-Error so lange mit den Verrechnungsmodi und der Deckkraft der Ebenen gespielt, bis das Ganze einigermaßen gut und lebendig aussah.

(akr@ct.de) **ct**



Diese Grafik entstand aus Farbklecksen, dem c't-Logo und dem Textwerkzeug mit ein paar Nullen und Einsen. Die Magie ergänzen Ebenenmodi.



# Umgetopft

## Apples Betriebssystem OS X auf selbst gebaute Desktop-PCs installieren

**OS X gibt es nur zusammen mit Macs, so will es zumindest Apple. Eifrige Bastler liefern im Netz jedoch Anleitungen, wie man das Betriebssystem auch auf vielen anderen PCs zum Laufen bringt. Wir haben ausprobiert, wie gut das klappt.**

**VON CHRISTIAN HIRSCH UND BENJAMIN KRAFT**

Wer OS X möchte, hat bei stationären Rechnern nach dem Willen von Apple nur die Wahl zwischen Mac mini, iMac oder Mac Pro. Ein leistungsfähiger

und zugleich bezahlbarer Gaming-Mac fehlt jedoch im Sortiment. Mit etwas Zeit, Experimentierfreude und Hilfe aus der Community lässt sich das Betriebssystem von Apple auf selbst gebauten Desktop-PCs zum Laufen bringen. Neue Tools erleichtern die Installation und sorgen dafür, dass es auf wesentlich mehr Systemen als bisher startet.

Deshalb haben wir die jüngste Version von OS X 10.11 (El Capitan) aus dem Herbst 2015 auf mehreren Rechnern ausprobiert. Technisch spricht wenig dagegen, da in Macs grundsätzlich die gleichen Intel-Prozessoren und Chipsätze stecken. Untereinander kommuniziert die Hard-

ware auch über dieselben Schnittstellen wie USB, PCI Express und SATA.

Rechtlich erlaubt Apple es jedoch nicht, OS X auf fremder Hardware einzusetzen. Die Lizenzbedingungen stellen klar, dass eine Lizenz nur auf Apple-Rechnern verwendet werden darf. Zudem lässt sich OS X legal nur auf einem Mac aus dem App Store herunterladen. Bislang ist uns jedoch kein Fall bekannt, in dem Apple gegen Privatleute vorgegangen wäre.

Zwar machen es neue Tools und Bootloader heute viel leichter als noch bis vor einem Jahr, OS X auf beliebiger PC-Hardware zu installieren. So simpel wie unter Linux oder Windows – einstecken, installieren, fertig – klappt es aber nicht. Im Internet gibt es zahlreiche Webseiten und Foren, die sich mit dem Thema Hackintosh beschäftigen. Eine der größten Communities ist die Seite [TonyMacx86.com](http://TonyMacx86.com). Die stellt nicht nur zahlreiche Anleitungen und Tipps bereit; nach kostenloser Anmeldung können sich Mitglieder dort auch die notwendigen Tools und Treiber herunterladen (siehe c't-Link am Ende des Artikels).

### Hardware-Auswahl

Die größten Erfolgsschancen gibt es bei selbst gebauten Desktop-PCs, weil vor der Installation im BIOS-Setup einige Komponenten und Funktionen abzuschalten sind (siehe Tabelle auf S. 180). Vielen Komplettsystemen und Mini-PCs fehlen die benötigten Einstellungen.

Auf einem Lenovo-PC von der Stange scheiterte schon der Bootvorgang vom Stick. Experimente mit Notebooks haben wir uns gespart: Für viele Komponenten wie Touchpads, Spezialtasten und Webcams gibt es keine OS-X-Treiber.

Bei unserem ersten Testkandidaten handelt es sich um den PC-Bauvorschlag für einen Quad-Core-PC aus c't 1/15 mit Haswell-Architektur [1]. Da es derzeit nur wenige Macs mit Skylake-Prozessoren gibt, sind die Erfolgsschancen mit der älteren Plattform dank besserer Treiber- und Hardware-Unterstützung größer. Um unser bestehendes Windows nicht zu beschädigen und Daten zu verlieren, haben wir vor unseren Versuchen die System-SSD durch eine neue, leere ersetzt.

### Startschuss

Bevor wir loslegen konnten, mussten wir zunächst auf einem echten Mac einen

bootfähigen USB-Stick mit den Installationsdateien von OS X anlegen. Das Betriebssystem El Capitan lässt sich über den App Store herunterladen, das zusätzlich benötigte Tool UniBeast gibt es bei Tony-Macx86.

Damit der Stick auf UEFI-Systemen startet, muss er GPT-formatiert sein und das Mac-Dateisystem HFS+ nutzen. Den Rest übernimmt das Tool UniBeast, das die Dateien auf den Stick kopiert und ihn bootfähig macht. Damit das funktioniert, mussten wir auf dem Mac die Betriebssystemssprache vorübergehend auf Englisch umstellen.

Im ersten Anlauf schlug die Installation auf unserem Quad-Core-Bauvorschlag nach wenigen Sekunden fehl, da der Stick keinen passender Treiber für den USB-3.0-Controller fand. Erst der zweite Versuch mit dem Stick an einem USB-2.0-Port klappte. Anschließend übernimmt der Installationsassistent von OS X, wobei der erste Start ein wenig Geduld erfordert.

## Halbe Miete

Nun befindet sich zwar OS X auf der Platte. Zum Booten ist jedoch weiterhin der Bootloader „Clover“ vom Installations-Stick notwendig, denn der EFI-Partition auf der SSD fehlt noch eine angepasste Konfigurationsdatei, die sogenannte config.plist. Per grafischem Auswahlmenü kann man OS X mit Clover von der SSD starten. Sollte dabei etwas schieflaufen, kann man per Leertaste den Verbose-Modus aktivieren. Das erleichtert die Fehler suche erheblich. Um die Meldungen richtig zu interpretieren, können Erfahrungen mit Boot-Logs von Linux nicht schaden.

Geht alles gut, begrüßt einen der Anmelde-Bildschirm von OS X. Nach dem Einloggen ist etwas Nacharbeit angesagt. Da Apple logischerweise nur Treiber für Hardware mitliefert, die auch in iMac, Mac mini & Co. stecken, funktionieren bestimmte Komponenten nicht. Bei unserem Testsystem klappte weder die analoge Audiomeldung, noch kamen wir per Ethernet ins Netzwerk.

Um dieses Problem zu beheben sowie den Bootloader auf die SSD zu bekommen, hilft die Software MultiBeast weiter (siehe c't-Link). Diese legt die notwendige EFI-Partition an, gaukelt OS X vor, dass es auf einem echten Mac läuft, und bindet auf Wunsch zusätzliche Kernel-Erweite-

runge ein. Auf unserem System haben wir unter anderem den Treiber für den Intel-Netzwerkchip sowie das Realtek-Audiogerät hinzugefügt. Nach einem Neustart bootete das System von der SSD und wir konnten endlich ins Internet sowie Musik abspielen.

## Mehr Pixelpower

Während der Installation haben wir zunächst auf eine Grafikkarte verzichtet und die integrierte GPU des Haswell-Prozessors verwendet, die ohne zusätzlichen Treiber auskommt. Auch diverse AMD-Karten kennt OS X von Hause aus, etwa die Radeon HD 7950.

Bei Nvidia-Karten steht mehr Arbeit an. Der Hersteller bietet sogenannte Web-Treiber an, die mit allen gängigen GeForce-Grafikkarten laufen (siehe c't-Link). Eigentlich sind diese für ältere, silberfarbene Mac-Pro-Rechner und spezielle Mac-Editionen der Quadro- und GeForce-Serien gedacht, funktionieren aber auch mit modernen GPUs.

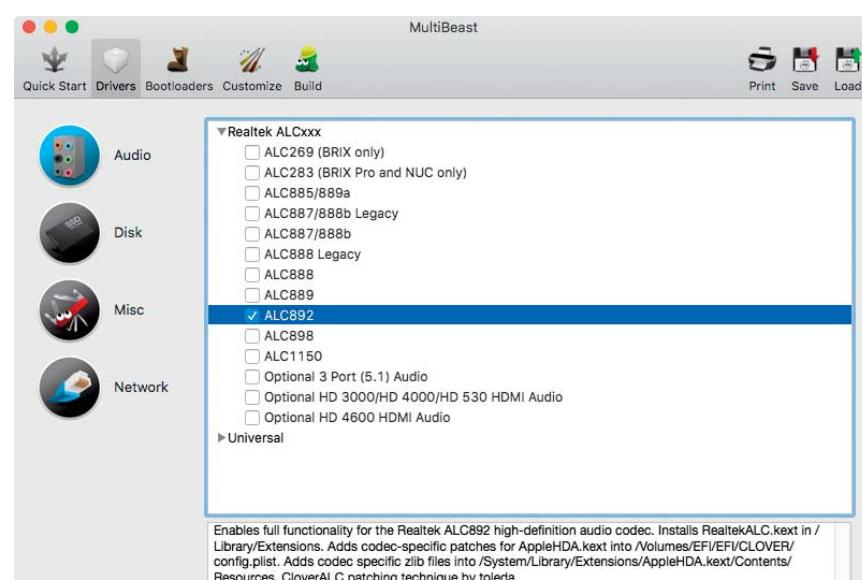
Der Nvidia-Treiber alleine reicht aber nicht. Zusätzlich mussten wir etwas tiefer ins System eingreifen, genauer in die Boot-Konfiguration der EFI-Partition. An dieser Stelle hilft „Clover Configurator“ weiter. Viele Einstellungen kann man hier über die benutzerfreundliche Oberfläche treffen, ohne direkt in der unübersichtlichen config.plist herumschreiben zu

müssen. Mit der Option „nvda\_drv=1“ und Abschalten von „Inject Intel“ lief unser System endlich mit der GeForce-Karte, auch wenn der Nvidia Driver Manager weiterhin behauptete, dass nur der System-Treiber aktiv sei. Allerdings konnten wir der Geforce-Karte nur über DVI und DisplayPort ein Bild entlocken; über HDMI blieb der Bildschirm dunkel.

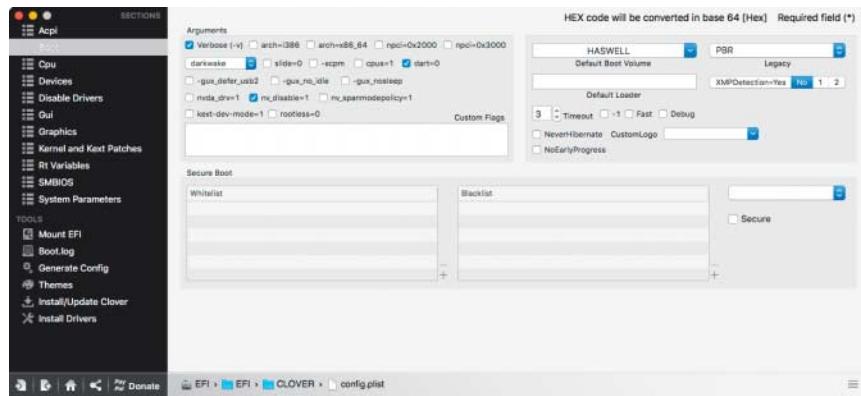
Änderungen in der EFI-Partition sollte man mit viel Bedacht durchführen, denn schon eine falsch gesetzte Option oder ein Buchstabendreher reicht, damit das System nicht mehr startet. In solchen Fällen mussten wir den Rechner wie direkt nach der Installation vom USB-Stick booten und anschließend die EFI-Konfiguration reparieren. Deshalb sollte man vor jeder Änderung eine Kopie der funktionierenden config.plist anlegen.

Allen Bemühungen zum Trotz hatten wir mit der damals zum Bauvorschlag empfohlenen GeForce GTX 750 Ti von Asus keinen Erfolg. Beim Booten blieb der Rechner mit wildem Pixeldurcheinander auf dem Monitor hängen. Eine GeForce GTX 980 und GeForce GTX 950 von MSI liefen hingegen problemlos. Die besten Chancen hat man wohl mit Karten, die sich möglichst nah an das Referenzdesign der GPU-Hersteller halten.

Mit etwas Gefrickel gelang es uns schließlich, den USB-3.0-Modus zum Laufen zu bringen. Simples Zuschalten



**Fehlende Treiber lassen sich mit dem Tool MultiBeast nachinstallieren. Es gibt jedoch keine Gewähr, dass damit alles funktioniert.**



Clover Configurator erlaubt tiefe Eingriffe in die Konfiguration der EFI System Partition, um Hardware-Treibern auf die Sprünge zu helfen.

der xHCI-Betriebsart im BIOS-Setup führte lediglich dazu, dass Superspeed-Sticks nicht mehr von OS X erkannt wurden und nur noch USB-2.0-Geräte funktionierten. Mit einer Kernel-Erweiterung aus der Community, die wir mit dem grafischen Tool KextBeast ins Betriebssystem einpflanzten, konnten wir OS X überreden, auch mit schnellen USB-Geräten zu kommunizieren.

## Was geht?

Der Hackintosh verhielt sich in unseren Tests fast 1:1 wie ein Mac. Gängige Apple-Software inklusive Betriebssystem-Updates und dem App Store lief ebenso problemlos wie Apps anderer Hersteller. Eine Ausnahme bildet iMessage: Hier fragt Apple wohl zur Identifikation eine Hardware-ID ab, die sich Hackintosh-Systemen nur mit großem Aufwand unterscheiden lässt.

Da die Hardware-Konfiguration in einigen Punkten von echten Apple-Rechnern abweicht, gibt es an einigen Stellen kleinere Fehler kosmetischer Natur: So meldete der Rendering-Benchmark Cinebench R15 anstelle der vier CPU-Kerne des Core i5-4460 einen Dual-Core-Prozessor mit Hyper-Threading. Für die Performance spielte das keine Rolle. Der

Benchmark machte von allen vier Kernen Gebrauch und erreichte in der Single- und Multi-Thread-Wertung ungefähr die gleiche Punktezahl wie unter Windows.

Da es nicht für alle Hardware-Komponenten optimale Treiber gibt, blieben dem Prozessor unseres Testsystems die tiefsten Energiesparzustände (C-States) verwehrt. Aus diesem Grund lag die Leerlaufleistungsaufnahme um 2 Watt höher als unter Windows.

Die 3D-Performance haben wir mit einer GeForce GTX 950 unter Unigine Heaven und OpenGL verglichen, da OS X kein Direct3D unterstützt. Deshalb haben wir auch auf Spiele verzichtet, da die Bildrate auch von der Gründlichkeit der Software-Hersteller beim Portieren abhängt und nicht immer die gleichen Detailstufen zur Verfügung stehen. Kopiervorgänge über USB 3.0 liefen mit 430 MByte/s fast genau so flott wie unter Windows.

## Spaß mit Skylake

Deutlich größere Klippen als beim Haswell-System hatten wir auf unserem Bauvorschlag des All-inclusive-PC mit Skylake-Technik aus c't 25/15 zu umschiffen [2]. Da es bislang nur wenige iMac-Modelle mit der neuesten Prozessor-Plattform von Intel zu kaufen gibt, sieht es mit

der Treiber-Unterstützung durch OS X noch mau aus.

Im ersten Versuch mit OS X 10.11.3 mussten wir in der Konfigurationsdatei des Clover-Bootloaders auf der EFI-Partition zahlreiche Anpassungen vornehmen, um auch nur den Installations-Stick zum Booten zu bringen. Dazu zählten Patches für den Advanced Programmable Interrupt Controller (APIC), die integrierte GPU sowie USB. Trotz langer Experimente gelang es uns nicht, auf dem Skylake-Hackintosh eine GeForce-Grafikkarte zum Laufen zu bringen. Obendrein sabotierte eine ältere, zickige Intel-SSD unsere Versuche, da diese von OS X nicht erkannt wurde. Mehrere Arbeitstage vergingen, bevor wir herausfanden, dass es an der SSD selbst lag und nicht wie von uns vermutet an einem Konfigurationsproblem.

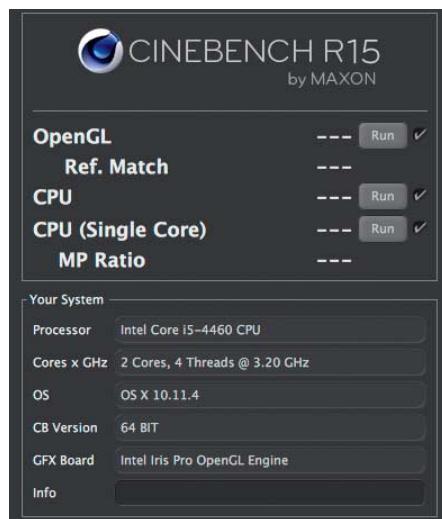
Deutlich besser lief es, nachdem Apple das Update auf 10.11.4 veröffentlicht hatte. Damit bootete der Installations-Stick auch ohne Patches. In der Nachbereitung mussten wir lediglich das Kernelmodul für den Intel-Netzwerkchip einfügen und die „System Definition“ auf iMac 17,1 umstellen. Das gaukelt OS X vor, dass es auf einem aktuellen iMac mit Core i-6000 läuft. Die hardware-beschleunigte Grafikdarstellung funktionierte jedoch erst, nachdem wir die Option „Inject Intel“ in der config.plist deaktiviert hatten.

Zum voll funktionstüchtigen System fehlte jedoch noch eine Menge Handarbeit, die wir uns gespart haben. Weder funktionierte der USB-3.1-Chip von Asmedia noch die Audiowiedergabe. Trotz Multibeast-Patches für Realtek-Chips können angeschlossene Lautsprecher stumm bleiben, wenn zum Beispiel der Mainboard-Hersteller eigene PCI-IDs für den Audiochip vergibt. In diesem Fall sollte man stattdessen eine preiswerte USB-Soundkarte anschließen, die zwischen 5 und 20 Euro kostet. Der Standby-Modus blieb dem Skylake-Testrechner komplett verwehrt.

## Leistungsdaten

	Cinebench R15 Single- / Multi-Thread	Luxmark 3.1 CPU / GPU	Unigine Heaven 4.0 [fps]	Leistungsaufnahme Leerlauf [Watt]
OS X 10.11.4	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Windows 10				

Testsystem: Core i5-4460, 8 GByte RAM, SSD; Unigine Heaven: zusätzlich GeForce GTX 950



Der Benchmark Cinebench hält den Vierkerner Core i5-4460 für einen Dual-Core mit Hyper-Threading. Diese Fehleinschätzung hat aber keinen Einfluss auf die Performance.

## Lohn der Arbeit

Ein Hackintosh eignet sich vor allem für Leute, die viel Spaß am Basteln und Experimentieren haben. OS X mal eben schnell auf dem eigenen PC ausprobieren wie ein Live-Linux, das klappt nur mit Glück. Wer keine Angst vor Konfigurations-Dateien hat und sich in die Anleitungen der Online-Communities einfühst, kann sich jedoch zum Beispiel einen spieletauglichen Mac für unter 1000 Euro zusammenbauen, den es von Apple gar nicht gibt.

Weil Apple die aktuelle CPU-Generation von Intel erst in wenige Geräte eingebaut hat, liegen hier viel Baustellen offen. Mit kommenden OS-X-Updates wird sich die Treiberunterstützung für Skylake-Hardware wohl verbessern. Grundsätzlich besteht bei jedem Eigenbau-Mac jedoch das Risiko, dass Apple den Einsatz von OS X auf PCs deutlich

erschwert beziehungsweise durch ein Update ganz unmöglich macht.

(chh@ct.de) 

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Wünsch Dir was Kerniges, Bauvorschläge für leise, sparsame und trotzdem schnelle Desktop-PCs, c't 1/15, S. 102
- [2] Christian Hirsch, Wünsch Dir was für 4K, Bauvorschläge für leise, effiziente und schnelle Desktop-PCs, c't 25/15, S. 101

**TonyMacx86-Community:** [ct.de/ympm](http://ct.de/ympm)

## Tipps für BIOS-Einstellungen

Option	Wert
VT-d	deaktivieren
CFG-Lock	deaktivieren
UEFI Secure Boot	deaktivieren
CSM	deaktivieren
OS Typ	Other OS
USB XHCI Handoff	aktivieren
COM/Serial-Port	deaktivieren

Anzeige

# Android mit Zahlblase

## Nachrichtenzähler am Homescreen-Icon eigener Android-Apps einblenden

**Auf einigen Android-Geräten blenden Apps an ihrem Start-Icon auf dem Homescreen kleine Blasen ein. Sie informieren etwa über die Zahl neuer Nachrichten oder verpasster Anrufe. Android bietet so eine Funktion gar nicht an, doch für Entwickler gibt es eine hilfreiche Bibliothek.**

**VON TAM HANNA**

Unter iOS erzeugen Entwickler den Icon-Zähler mit einem dokumentierten Aufruf. Doch in der Android-API fehlt diese Möglichkeit. Daher entstand ein Wildwuchs verschiedenartiger Lösungen, die nur auf Geräten und Launchern einzelner Hersteller funktionieren. Anwender freuen sich über die Zähler, Entwickler verzweifeln ob der Vielfalt.

Der taiwanische Entwickler Leo Lin hat sich des Problems angenommen: Seine kostenlose Bibliothek namens ShortcutBadger bietet eine gemeinsame Schnittstelle für die unterschiedlichen Zähler-Implementierungen von sechs Geräte- (Asus, HTC, LG, Samsung, Sony, Xiaomi) und

drei Launcher-Herstellern (ADW, Apex, Nova). Er veröffentlicht sie im Bibliotheks-Repository Maven und auf GitHub (siehe Link am Artikelende). Die Dokumentation auf GitHub beschreibt, wie Sie sie von Hand in die nötigen Konfigurationsdateien Ihres Projekts einbinden.

Noch etwas einfacher gehts inzwischen über Android Studio: Falls Sie noch nie Module von Maven benutzt haben, klicken Sie unter „File/Project Structure“ links auf den Punkt „Project“ und hängen Sie den Zeilen mit „jcenter“ (Android Plugin Repository und Default Library Repository) „mavenCentral“ an.

Dann klicken Sie links in der Liste aufs Hauptmodul (meist app) und auf den Reiter Dependencies. Mit dem grünen Pfeil rechts fügen Sie eine „library dependency“ hinzu, im Suchfeld tippen Sie „leolin“ und wählen „ShortcutBadger“ aus. Die rund 17 KByte große aar-Datei wird beim nächsten Kompilieren automatisch heruntergeladen und in Ihr Projekt integriert.

### Angezählt

Die Bibliothek besteht aus einem statischen Objekt mit einigen wenigen Methoden. Die wichtigste ist `applyCount()` mit

zwei Parametern: dem bei vielen API-Aufrufen üblichen Context (meist `this`, `getActivity()` oder `getApplicationContext()`) und der anzuzeigenden Zahl:

```
int count = ... //Counter ermitteln
ShortcutBadger.applyCount(this, count);
```

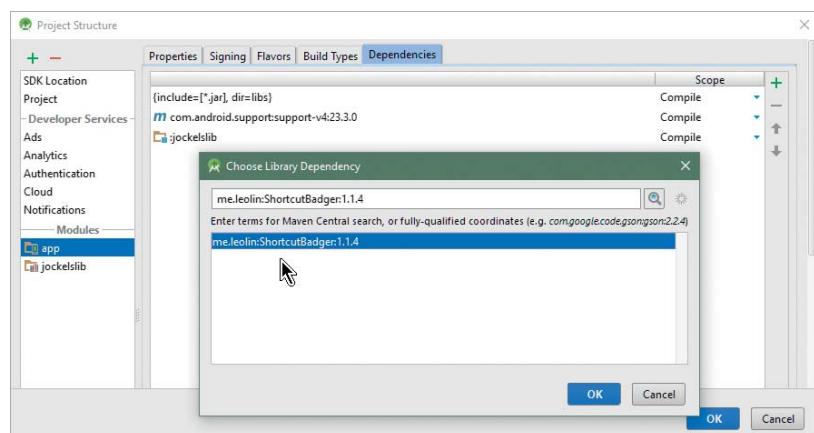
Die Methode `removeCount(Context)` entfernt den Zähler, wobei sie dazu einfach nur `applyCount(Context, 0)` aufruft. Wenn der Erfolg des Setzens interessiert: Beide Methoden liefern als Boolean zurück, ob sie einen unterstützten Zähler-Mechanismus gefunden haben. Alternativ zu diesen Methoden existieren die Exception-werfenden Varianten `applyCountOrThrow` und `remoteCountOrThrow`. Sie müssen die Bibliothek nicht initialisieren, das erledigen die Methoden automatisch.

Die Bibliothek ist darauf angewiesen, dass der Launcher die Zähler einblendet – auf den unterstützten Geräten funktioniert sie also nur mit den Launchern des Herstellers. Installiert der Nutzer einen anderen außer ADW, Apex und Nova, etwa Google Now, fehlen die Zähler.

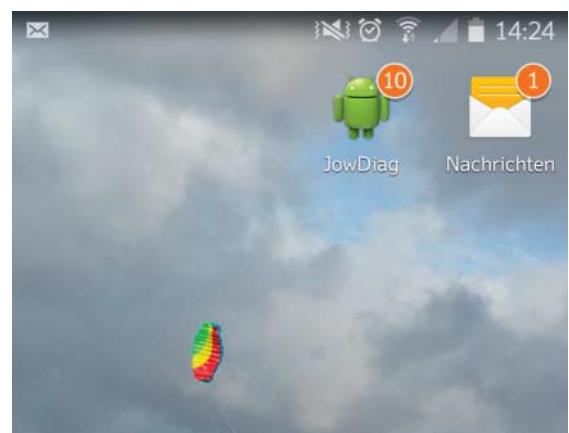
Ältere Versionen hatten tatsächlich das Start-Icon verändert und grafisch eine Zahl hineingemalt – das funktionierte auch beim Launcher von Stock-Android. Doch seit Version 1.1.0 von ShortcutBadger fehlt der Code, weil Google ihn in seinen Entwickler-Policies verbietet. Wer solchen Code trotzdem verwendet, riskiert einen Ausschluss der App und die Sperrung seines Accounts.

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

**ShortcutBadger bei GitHub: [ct.de/yC6q](http://ct.de/yC6q)**



Die freie Bibliothek ShortcutBadger liegt auf Maven und lässt sich mit der grafischen Oberfläche von Android Studio einfach einbinden.



ShortcutBadger blendet auf den Geräten von Asus, HTC, LG, Samsung, Sony und Xiaomi an den App-Icons kleine Nachrichtenzähler ein.

Anzeige

## Gleiches Recht

[www.europa.eu/youreurope/citizens/index\\_de.htm](http://www.europa.eu/youreurope/citizens/index_de.htm)

[www.europa.eu/youreurope/citizens/travel/  
passenger-rights/air/index\\_de.htm](http://www.europa.eu/youreurope/citizens/travel/passenger-rights/air/index_de.htm)

[www.europa.eu/teachers-corner/home\\_de](http://www.europa.eu/teachers-corner/home_de)

[http://ec.europa.eu/0-18/wrc\\_index\\_en.jsp?  
main=true&initLang=DE](http://ec.europa.eu/0-18/wrc_index_en.jsp?main=true&initLang=DE)

Die **Europäische Union** hat an vielen Stellen Grenzen aufgehoben oder zumindest durchlässig gemacht, um EU-Bürgern eine möglichst umfassende Rechtsgleichheit zu eröffnen. So dürfen Bürger eines Landes im Regelfall in jedem anderen leben und ohne Arbeitserlaubnis arbeiten.



Die offizielle Website der Union, Europa.eu, informiert über diese Freizügigkeit und viele weitere Themen. Sie hält auch **Lehrmaterialien** vor und sogar eine **Kinderecke**, die die Informationen spielerisch aufbereitet. (Tobias Engler/jo)

## URL in drei Wörtern

<https://bitly.com/>

<https://sayable.co>

Auch in Zeiten des allgegenwärtigen Internet kann es vorkommen, dass man mal eine URL ohne elektronisches Hilfsmittel von A nach B transportieren muss. Wenn es sich um die Startseite eines Web-Auftritts handelt, ist das kein Problem – den Domain-Namen kann man sich merken. Für längere

Adressen sind URL-Verkürzer wie **Bitly** erfunden worden. Aber die kryptischen Ziffern/Buchstaben-Kombinationen, die solche Dienste auswerfen, lassen sich auch nicht leicht im Kopf behalten.

**Sayable** empfiehlt sich als Alternative mit vergleichsweise einfach zu merkenden „Adressen“. Wer dort eine URL ins Eingabefeld eingibt, erhält eine Kombination von drei englischsprachigen Wörtern zurück. „www.heise.de“ wird so zu „local beef slap“. Gibt man die Drei-Wörter-



Alle Apps  
dieser Seite  
unter  
[ct.de/y9pk](http://ct.de/y9pk)

Adresse später wieder bei Sayable ein, leitet der Dienst zu der Website mit der ursprünglichen Adresse weiter. (jo@ct.de)

## Klimawandel-Material

<https://sealevel.nasa.gov>

Seit 1993 schwollt der Meeresspiegel an. Er klettert nicht an allen Orten und in allen Jahren gleichermaßen; manchmal steigt er wesentlich stärker, manchmal sinkt er sogar. Weltweit gesehen erhöhen sich die Pegelstände aber um etwa drei Millimeter pro Jahr. Das sagt nicht irgendwer, sondern die amerikanische Weltraumbehörde NASA, die die Pegel mit Satelliten genau vermisst.

Mit der Website **Sea Level Change** möchte die NASA über die Folgen des Klimawandels wie die Erhöhung des Meeresspiegels informieren. Sie hält viele frei verfügbare Informationen auf Abruf bereit und verweist auf externe Wissensquellen zum Thema, die sich für den Unterricht nutzen lassen.

(jo@ct.de)

## In dieser Minute

<https://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Hauptseite>

[www.indieserminute.de](http://www.indieserminute.de)

Was geschah am ... ? Wer die **Startseite der Wikipedia** aufruft, findet dort auch die so bezeichnete Rubrik, die darüber informiert, was am selben Tag in früheren Jahren Wichtiges passiert ist. **In dieser Minute** treibt diese Form des Rückblicks weiter: Hier entscheidet, zu welcher Minute des Tages man die Seite aufruft. Viele Ereignisse, insbesondere der neueren Vergangenheit, sind ja minutengenau dokumentiert.

Um 18.20 Uhr am 14. April 1981 etwa landete die Raumfahrt Columbia im Rahmen der Mission STS 1 – die erste Landung einer amerikanischen Raumfahrt. Sie müssen sich aber nicht mit einer Uhr vor den Browser setzen. Wer das Ereignis zu einer bestimmten Minute nachschlagen will, findet dafür ein Verzeichnis.

## Hype-Videos

Bei diesem Streich werden Passanten auf eine **Reise aus der virtuellen in die reale Welt** geschickt: Als sie die VR-Brille abnehmen, finden sie sich in derselben Szenerie wieder, in der sie sich nur virtuell wähnten: einem irischen Pub. [https://youtu.be/3R5J8Je2j\\_4](https://youtu.be/3R5J8Je2j_4) (2:43, Englisch)

Ein Meeting mit dem Auftraggeber, dessen Designerin, dem Chef, dem Vorgesetzten und **The Expert**, also dem einzigen mit ein wenig gesundem Menschenverstand – die Hölle für letzteren.

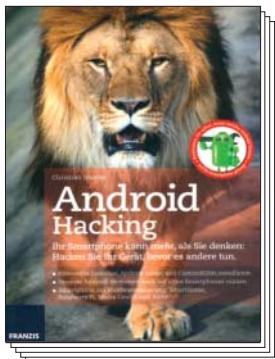
<https://youtu.be/BKorP55Aqvg> (7:34, Englisch)

Anzeige

# Tippgeber für Mobilnutzer

Auf vier von fünf Smartphones läuft derzeit eine Android-Version. Viele Anwender begnügen sich im täglichen Betrieb mit dem, was der Gerätehersteller oder der Betriebssystemlieferant Google als Standard-Optionen vorgesehen hat. Immelers Buch zeigt, dass noch einiges an zusätzlichem Komfort zu erreichen ist: indem man Zusatzwerkzeuge herunterlädt, verborgene Funktionen aktiviert und gegebenenfalls das System austauscht. Das Buch repräsentiert den Entwicklungsstand von Anfang 2016; die Android-Version 6 „Marshmallow“ lag also vor. Bislang läuft diese jedoch nicht einmal auf jedem zwanzigsten Android-Gerät. So ist es zu begrüßen, dass Immelers Betriebssystemversionen ab 4.x berücksichtigt.

Zielpublikum sind Smartphone- und Tablet-Anwender, die mehr wollen als nur das Hintergrundbild des Homescreens zu ändern. Für Einsteiger ist die Lernkurve



bis zum ersten selbst installierten Custom-ROM ziemlich steil. Ohne eigene Zusatzrecherchen kommt der Leser nicht aus – angesichts der Menge unterschiedlicher Geräte gibt es keine einheitliche Schritt-für-Schritt-Lösung etwa zum Entsperren des Bootloaders oder für den Root-Zugriff, der tiefer gehende Veränderungen ermöglicht. Immel legt den Schwerpunkt seiner Erklärungen auf weit verbreitete Smartphones von Google (Nexus), Samsung und HTC. Ausführlich stellt er die funktionsreichen Distributionen von After-Market-Firmware auf Grundlage des CyanogenMod-Projekts vor. Leider kommen mögliche Nachteile zu kurz, etwa die Treiberproblematik in Bezug auf Kamera, Modem oder Bluetooth-Modul.

Abseits der Custom-ROMs bietet das Buch einen Komplettrundgang durch den Android-Garten. Das Themenspektrum reicht von alternativen Launchern über

diverse System- und Root-Apps, Alternativen zum Google Play Store sowie unterschiedliche Automatisierungsmethoden (IFTTT) bis zum umfangreichen Xposed-Framework. Auch der Einsatz von Android auf einer virtuellen Maschine am Windows-PC wird angesprochen. Die große Themenvielfalt hat den Nachteil, dass etliches eher gestreift als eingehend behandelt wird. Beispielsweise zeigt der Abschnitt „Android ohne Google“ nur eine kleine App-Auswahl und geht nicht darauf ein, wie man Adressen und Termine außerhalb der Google-Dienste speichert. Wer aber bei den einzelnen Themen nicht zu viel Tiefe erwartet, freut sich über eine brauchbare Tippsammlung und einen vorzüglichen Einstieg in die vielfältige Android-Modding- und Custom-Szene.

(Reinhard Schmitz/psz@ct.de)

## Android Hacking

Ihr Smartphone kann mehr, als Sie denken:  
Hacken Sie Ihr Gerät, bevor es andere tun.

Autor	Christian Immel
Erscheinungsort, -jahr	Haar 2016
Verlag	Franzis
ISBN	978-3-6456-0378-2
544 Seiten · 40 € · (Epub-/PDF-/Kindle-E-Book: 30 €)	

# Immersiver Zugbegleiter

Wollte man „Abgelehnt“ mit wenigen Worten beschreiben, so könnten die lauten: „Ein amüsantes Buch für eine kurze Bahnfahrt ohne Computer, das von einer langen Bahnfahrt mit Computer handelt.“

Damit hätte man den Clou dieser witzigen Kombination aus papierner Computer-Attrappe, handgestrichelten Bildschirmfenstern und Irgendwas-mit-Medien-Berufsstory aber noch nicht getroffen. Der Verlag spricht von einem „Laptop-Roman“, aber im Grunde handelt es sich eher um eine Kurzgeschichte. Eilige haben das Ende nach einer Viertelstunde erreicht – dabei entgeht ihnen jedoch manches Detail.

Man blättert dieses Buch nicht von rechts nach links, sondern von unten nach oben auf. Jede Oberseite repräsentiert den Bildschirm. Dessen sich verändernde



Inhalte erzählen die Geschichte – unterstützt von wechselnden Gegenständen, die auf der von den Unterseiten gebildeten „Tastatur“ liegen.

Ein junger Mann namens Alex macht eine Zugreise und will unterwegs auf seinem Laptop eine

Präsentation für seinen Chef fertigstellen. Dabei wird er immer wieder von E-Mails, Chat-Anfragen und anderen Segnungen des digitalen Alltags unterbrochen. Auch sein Smartphone, das man hin und wieder auf der Laptop-Tastatur liegen sieht, ist daran beteiligt. Die Reise entwickelt sich schließlich ganz anders, als Alex und der Leser es zunächst erwarten.

Durch seine freche, lakonische Form und seinen Humor ist dieses Buch etwas völlig anderes als E-Mail-Beziehungskistenlektüre vom Schlagzeug eines „Gut gegen Nordwind“ – auch wenn Ilka Heinemann ausgerechnet diesen Titel als Lesetipp

empfiehlt. IT-Kundige verzeihen ihr sogar Second-Level-Domains wie „.123“ und „.zum“.

Die Autorin und ihre Illustratorin Veronika Wunderer erzeugen mit ihrem Papier-Laptop samt virtueller Netzanbindung eine witzige Illusion. Dass man bedrucktes Papier in Händen hält, ist schnell vergessen. Text und Zeichnungen ergänzen einander hervorragend.

Das Ganze lässt sich vorzüglich verschenken – naheliegenderweise besonders an Leute, die eine ungewöhnliche Reiselektüre im Zug zu schätzen wissen. Abgesehen davon ist dieses Buch ein gutes Beispiel dafür, wie Gedrucktes und Digitales auf ungewöhnliche Weise miteinander spielen können. Sozusagen ein kleines, feines Medien-Lehrstück.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Abgelehnt

Autor Ilka Heinemann

Erscheinungsort, -jahr München 2016

Verlag Knaur

ISBN 978-3-4266-5581-8

128 Seiten · 15 €

Anzeige

Kein psychedelischer Traum, sondern **Carpe Lucem**: Der schwelende Wal erscheint im VR-Headset gewaltig.



# Mittendrin im Rätselreich

**B**lumen öffnen sich, wenn umgelenkte rote Lichtstrahlen sie treffen. Spiegel, Röhren und Kristalle dienen dazu, das Licht zu den richtigen Punkten zu leiten. So löst man in aller Ruhe die zahlreichen Schalterrätsel in den drei traumhaften Umgebungen, die Oliver Eberleis Rätselspiel **Carpe Lucem - Seize the Light VR** bereitstellt. Mithilfe aktueller Virtual-Reality-Peripherie lässt man sich mitten in die Spielwelt hineinversetzen.

Das Projekt wurde in der Kategorie „Innovation“ für den Deutschen Computerspielpreis 2016 nominiert, ohne den Preis jedoch ergattern zu können. Bereits vor rund sechs Wochen hatten wir Gelegenheit, uns einen ersten Eindruck zu verschaffen (c't 7/16, S. 74). Das nunmehr fertige Werk strahlt noch um einiges heller als die frühe Version.

Carpe Lucem lässt sich sitzend oder stehend spielen. In jedem Fall benötigt man jedoch ein VR-Headset mit dazu passenden Controllern. Es gibt keinen Spielmodus für Standard-PC-Equipment.

Der Spieler hat einen realen Aktionsbereich von ungefähr 1,5 Meter mal 2 Meter. Sobald er sich dessen Grenzen nähert, sieht er ein Gitter als Warnung. Mechani-

sche Greifzangen repräsentieren im Bild die VR-Controller; mit ihnen kann man kleine Gegenstände fassen und in der Luft verschieben.

Spieltechnisch ähnelt Carpe Lucem dem 2014 erschienenen „The Talos Principle“. Der Schwierigkeitsgrad steigt stetig an. Die Dreidimensionalität der Umgebung wird gut genutzt: Meistens ist man von Objekten umzingelt; man muss durch Strahlen schreiten und sich umdrehen, um wirklich alle Hilfsmittel und Ziele zu finden.

Geisterhafte Riesenvögel und sogar Blauwale ziehen über das Firmament. Werkzeuge, Blumen und Hilfsmittel sind in hübscher Steampunk-Ästhetik gehalten. Die Lichteffekte sehen wunderschön aus; der Eindruck lässt sich nicht in BildschirmOTOS einfangen. Leichte Musik unterstreicht die angenehme Atmosphäre.

Manchmal treten die üblichen Störungen auf, die bei VR-Spielesitzungen vorkommen. Einmal hatte der virtuelle Raum sich so verschoben, dass man mit den Knien in einem Felsen steckte. Eine Controller-Zange verschob sich seitlich, gelegentlich konnten wir Objekte nicht wieder loswerden. Manche Pannen erle-

digten sich von selbst, andere ließen sich durch einen Neustart des Spielabschnitts beheben.

Außer 27 Levels erhält man einen Editor, mit dem Spieler eigene Rätselszenarien erschaffen und online teilen können. Er ist bislang allerdings erst in einer frühen Version verfügbar und wird weiterentwickelt.

Abgesehen von einem friedlichen und zauberhaften Virtual-Reality-Ergebnis bringt Carpe Lucem nicht allzu viel Neues. Ähnliche Rätsel wie hier kennt man aus zahlreichen Spielen. Was fehlt, sind Story und Charaktere. Übrig bleibt ein handwerklich solide gemachtes, ungewöhnlich schön gestaltetes Puzzlespiel.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## Carpe Lucem - Seize the Light VR

Vertrieb	Application Systems Heidelberg, <a href="http://www.application-systems.de/carpe-lucem-vr">www.application-systems.de/carpe-lucem-vr</a>
System	Windows mit HTC Vive (getestet) oder Oculus Rift DK 2, PS4 mit Playstation VR
Hardwareanforderungen	Mehrkernsystem ab 3,3 GHz, 4 GB RAM, 4-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee	○
Umsetzung	⊕
Spaß	⊕⊕
Dauermotivation	○
1 Spieler	• Englisch
• USK 0	• 15 €

# Buckelsprung und Schotterfontäne

**M**otocross ist kein Sport für Leute, die Angst haben, sich schmutzig zu machen und gelegentlich über den Lenker zu fliegen. Geländegängige Bikes rasen über Sand und Schotter; ihre Fahrer kämpfen in wildem Gerangel um die besten Platzierungen. Die Rennspezialisten von Milestone haben diesem harten Sport ein aktuelles Spiel gewidmet – bei **MXGP 2** meinen Bildschirm-Biker fast, die Benzinfahnen riechen und die aufspritzenden Lehmklumpen spüren zu können.

Hier bieten Maschinen und Strecken ganz andere Herausforderungen als bei Straßenrennen. So spielt die Balance eine besonders wichtige Rolle. Auf der zerklüfteten Strecke hebt das Bike alle paar Meter ab. Richtiger Körpereinsatz bringt dann Vorteile. Mit einem Xbox-Controller lässt sich das Ganze am besten steuern. Während die Schultertasten Gas und Bremse kontrollieren, lenkt man mit dem linken Steuerknüppel und verlagert das Gewicht mit dem rechten.

Schnelle Buckelpistenabschnitte meistert man am besten auf dem Hinterrad. Bei großen Sprüngen legt man die Maschine in der Luft quer zur Fahrbahn, um möglichst weit zu fliegen. Die Entwickler ha-

ben die Physik ziemlich realistisch umgesetzt. Die strengen Regeln tun ein Übriges, um es dem Spieler schwer zu machen.

Wer etwa die bisweilen schlecht sichtbaren Fahrbahnmarkierungen überfährt, wird mit kaltem Motor sofort wieder auf die Strecke gesetzt. Dabei verliert man zum Glück so wenig Zeit, dass noch eine Chance bleibt, sich gegen die 22 computergesteuerten Kontrahenten zu behaupten. Diese sind schon in der mittleren Schwierigkeitsstufe sehr ernst zu nehmen. Bei den unvermeidlichen Rempeleien zieht man schnell den Kürzeren.

Sieben bekannte Hersteller steuern je vier Motorräder bei. Zwischen den Rennen darf man die Maschinen in elf Kategorien aufmotzen. Fünf davon wirken sich auf die zentralen Werte Beschleunigung, Geschwindigkeit, Bremskraft und Fahrverhalten aus, der Rest betrifft ausschließlich die Optik.

Neben dem umfangreichen Karriermodus stehen Meisterschaft, Grand Prix und Zeitrennen auf 18 Außenstrecken von Katar bis Thailand zur Verfügung. Hinzu kommen vier Indoor-Bahnen („Stadium Series“), die einander allerdings stark ähneln. Beim „Motocross of Nations“ (MXoN)

tritt man gegen die digitalen Verkörperungen realer Fahrer an. Der Modus „Reale Events“ stellt 19 entscheidende Karrieremomente bekannter Rennpiloten nach.

Die Grafik ist sehr gut gelungen, die Strecken sind erstaunlich abwechslungsreich. Einen Tadel verdient der Sound – die Sportbikes tönen wie asthmatische Rasenmäher.

Außer dem Einzelspieler-Modus gibt es noch eine Online-Multiplayer-Option: Hier haben zwölf Spieler Gelegenheit, gegeneinander anzutreten. Um an diesen Rennen teilzunehmen, muss man sich mit E-Mail-Adresse bei Milestone registrieren. Ärgerlicherweise lehnt das System manche Provider wie Hotmail und GMX ab.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## MXGP 2

Vertrieb	Milestone S.r.l., <a href="http://mxgpvideogame.com">http://mxgpvideogame.com</a>
System	Windows (getestet), PS4, Xbox One
Hardwareanforderungen	Mehrkernsystem ab 3.3 GHz, 6 GByte RAM, 1-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee	○
Spaß	+
12 Spieler online · Deutsch · USK 0 · 40 €	

Bei „MXGP 2“ zwingt manche scharfe Kurve den Motocross-Piloten, sich tief hinein-zulegen. Dabei kommt es auf die Kombination aus dem richtigen Winkel und der passenden Geschwindigkeit an.



Um seine Widersacher auszuschalten, nutzen Ratchet & Clank witzige und vielfach aufrüstbare Waffen.



# 10 000 Schrauben locker

Die Titelhelden des Action-Rollenspiels **Ratchet & Clank** vereiteln in ihrem ersten Abenteuer die Weltherrschaft des fiesen Konzernchefs Drek. 14 Jahre später wiederholt das ungleiche Duo seine Glanzleistung: einmal im Kino, zum anderen in der Neuauflage des Spiels für PS4.

Da Sony in diesem Remake von 2002 die Geschichte von Neuem erzählt, müssen sich der Mechaniker Ratchet und der Roboter Clank nach einer Bruchlandung erst einmal kennenlernen. Als Erzähler tritt der selbstgefällige Captain Qwark auf, der die Abenteuer von Ratchet & Clank allerdings nicht immer wahrheitsgetreu wiedergibt.

Die beiden reisen fortan von Planet zu Planet, um gegnerische Kreaturen zu bekämpfen, Quests zu erledigen und eine gigantische Menge Schrauben zu sammeln. Ratchet nutzt eine Reihe wirkungsvoller Schusswaffen, ferner Granaten sowie seinen armlangen Schraubenschlüssel OmniWrench 8000. Der Roboter Clank sitzt auf Ratchets Rücken und hilft seinem Kumpel mit Flugunterstützung via Raketenantrieb und Hubschrauberrotoren.

Die Aufträge ergeben sich aus der weitgehend linearen Geschichte, wobei man die Planeten nicht nach vorgegebener Reihenfolge anfliegen muss. Die

abwechslungsreichen Kämpfe erfordern gutes Timing und ein Gespür für die geeignete Waffe, wobei der OmniWrench in vielen Fällen erstklassige Arbeit leistet. Sehr komisch ist der Pixelizer, der Gegner zu Pixelmännchen reduziert. Neben den Kämpfen bewältigt Ratchet einfache Sprungparcours, knallt Feinde vom Raumschiff aus ab und nimmt an Hooverboard-Rennen teil. Dauerhafte, doch nie ermüdende Action dominiert das Spiel.

Die knapp zwölfstündige Reise der beiden Draufgänger macht durchgehend Spaß, was zum einen der lustigen, schwafelfreien Story geschuldet ist. Zum anderen hat der Spieler Zugriff auf ein komplexes Waffen-Update-System. Hier verbessert er seine anderthalb Dutzend Zerstörungsgeräte, indem er die Wirkung des Pixelizers verstärkt, die Reichweite der Tanzwaffe Groovitron vergrößert oder die Reichweite der Granaten erweitert.

Anders als beim Original ist die Level-Architektur häufig senkrecht ausgerichtet und gewährt dem Spieler eine beeindruckende Fernsicht, etwa wenn Ratchet und Clank mit dem Raumschiff durch eine futuristische Metropole gleiten, wo kosmische Vehikel und fantastische Vögel unter Brücken und zwischen Häuserschluchten

hindurch gleiten. Die Figuren, ihre Gestik und ihre Mimik sind wunderbar lebendig gestaltet. Nur einige Bodentexturen sind misslungen, etwa die wie Ackerboden aussehende Lava. Mitunter richtet sich die Kamera automatisch aus – nicht immer in die gewünschte Richtung.

Der Soundtrack und die Kampfgeräusche klingen überaus wuchtig. Die deutsche Sprachausgabe erreicht das hohe Niveau der Vorgänger. Insbesondere Captain Qwark findet den richtigen Tonfall, wenn er seine Blasiertheiten von sich gibt: „Du kannst alles erreichen, solange du ich bist.“

Dieses turbulente und hervorragend choreografierte Abenteuer erweist sich als nahezu perfekte Games-Umsetzung des Kinofilms sowie als würdige Neuauflage eines Klassikers: Veteranen erleben ein angenehmes Déjà-vu, Neulinge einen zeitgemäßen Arcade-Spaß.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

## Ratchet & Clank

Vertrieb Sony, insomniacgames.com

System PS4

Idee **+** Umsetzung **++**

Spaß **++** Dauermotivation **++**

1 Spieler · Deutsch · USK ab 12 · 50 €

Der Held von Dark Souls 3 durchstöbert die Spielwelt nach Schätzen und begegnet dabei oftmals haushoch überlegenen Gegnern.



# Das Fürchten lernen

Ein langen Atem braucht der Spieler des Rollenspiels **Dark Souls 3**, denn der Held stößt in kurzen Abständen auf Gegner, die ihm leicht den Garaus machen können. In dieser Hinsicht ähnelt das Spiel den vorigen Teilen der Souls-Serie, die wegen ihres hohen Schwierigkeitsgrades stilbildend war und zahlreiche Nachahmer fand, zuletzt im Sidescroller *Salt & Sanctuary* (siehe c't 9/2016).

Der Held erwacht von den Toten und durchreist das Königreich Lothric. Er will den Untergang der Welt abwenden, indem er den dunklen Herrscher und seine Schergen besiegt. Das Prozedere hat sich nicht verändert: Der Spieler definiert seinen Charakter, etwa als Zauberin, als Ritter oder als Feuerwerfer. Dann lässt er ihn Schätze suchen, Gegner töten und Seelen sammeln. Diesmal unterscheiden sich die Klassen spürbar voneinander: Der Ritter haut mit dem Schwert drauf und der Pyromant bewirft seine Gegner mit Feuerbällen, um Nahkämpfe zu vermeiden.

Die Fernkampf-Stärke kommt reaktionsschwachen Spielern entgegen, denen Nahkämpfe zu hektisch ablaufen – sie fordern ein ähnliches Reaktionstempo wie der PS4-exklusive Ableger *Bloodborne*. Die meisten Gegner bewegen sich flink

und dreschen staccato auf den Helden ein. Die menschenähnlichen Gegner verhalten sich cleverer als die übrigen Kreaturen; sie weichen Angriffen aus und umringen den Helden. Im Angesicht baumlanger Ritter, die kaum zwei Prozent Lebenskraft einbüßen, wenn der Held zusticht, muss man sich schon arg zusammenreißen, um nicht zu verzweifeln. Echte Rätsel gibts kaum, doch mit Geschick kann man Gegner in Fallen oder in den Feuerstrahl gigantischer Drachen locken.

Die Bewegungen und Ausweichmanöver sind etwas geschmeidiger geworden, sodass man nicht mehr so häufig über die Steuerung schimpft wie bei den Vorgängern. Der gleichzeitige Kampf gegen drei oder mehr Gegner kommt allerdings immer noch einem Selbstmord gleich. Stirbt der Held, erwacht er an der letzten Feuerstelle. Von dort läuft man zum Sterbeort, um den Gegner zu besiegen und im letzten Anlauf verlorene Seelen wieder einzusammeln. Im Unterschied zu den vorigen Teilen verringert sich die maximale Gesundheit des Helden nicht mehr, wenn er stirbt. Stattdessen kann er „Glut“ trinken, um seine Stärke kurzfristig zu erhöhen.

Das Team um Chef-Entwickler Hidetaka Miyazaki hat eine stimmungsvolle Welt voller Burgruinen geschaffen. Die abwechslungsreichen Figuren sehen wundervoll gruselig aus. Die düstere Atmosphäre des Soundtracks lässt einem die Nackenhaare sträuben, wenn auch die Story klischehaft wirkt. Wegen des hohen Schwierigkeitsgrads werden einzig Top-Spieler das Abenteuer in weniger als 30 Stunden bewältigen, Zögerlinge brauchen das Mehrfache.

Mit seinen schnelleren Kämpfen, schönerem Ambiente und der hilfreichen Glut wirkt *Dark Souls 3* wie die logische Fortsetzung der Vorgänger. Unerschrockene Serien-Fans können hier abermals in harten Kämpfen die Angst vor dem Bildschirmtod überwinden.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

## Dark Souls 3

Vertrieb	Bandai Namco, <a href="http://darksouls3.com">darksouls3.com</a>
System	PS4 (getestet), Xbox One, Windows
Hardware-anforderungen	3-GHz-Prozessor, 4 GByte RAM, Geforce GTX 750 Ti oder Radeon HD 7950
Kopierschutz	Konsolen-Disc oder Steam-Account
Idee	○
Spaß	⊕⊕
Umsetzung	⊕⊕
Dauermotivation	⊕⊕
1 Spieler · Englisch · USK ab 16 · 70 €	



# MEIN IST DIE RACHE (2)

ARNO ENDLER

*Fortsetzung vom letzten Heft*

Während ich dem E-Fam meine Überlegungen erläuterte, suchte ich nach dem Klingelknopf an der Gartenmauer: „Wenn ich eine Drohne stehlen müsste, dann würde ich sie mir bei passender Gelegenheit schnappen, einen maßgeschneiderten Virus implantieren, der nach einer vorgegebenen Zeit die Rückkehrroutinen außer Kraft setzt. Der Virus sollte die Verbindung zur Steuerungs-KI trennen und die Drohne nach einer bestimmten Wartezeit zu mir steuern. Danach würde ich meine eigene Steuerungs-KI einsetzen und schon hätte ich mein Ziel erreicht. Mit ein wenig Glück vermutet die Gesellschaft einen Absturz und niemand vermisst das Gerät. – Ah, da ist er ja!“, rief ich aus.

„Wer?“, fragte Otto.

„Der Klingelknopf.“ Ich deutete auf das Sensorfeld. „Zeig mir bitte, wer in diesem Haus wohnen soll!“

Über dem MAVATAR bildete sich ein 3D-Holo-Bildschirm, eines der kleinen Zusatzgadgets unseres neuen Spielzeugs.

Ich betrachtete das nichtssagende Gesicht eines Mittfünfzigers mit Glatze und mürrischen Mundwinkeln.

„Danke.“ Mein Daumen landete auf dem Sensorfeld.

Mit freundlichem Lächeln wartete ich, bis nach langen Sekunden, die Tür aufgerissen wurde. Das Gesicht war eindeutig zu erkennen, wenn auch um einige Jahre gealtert.

„Ja?“, kreischte mir eine wenig genutzte Falsettstimme entgegen.

„Banzai, Bürger“, grüßte ich, trat währenddessen dem MAVATAR gegen das Chassis. „Ich frage mich, ob Sie vielleicht die Dienste von CARELESSDELIVERYS in Anspruch nehmen?“

Natürlich tat er das, wie auch alle anderen Bewohner dieser Straße. Es war genau diese Firma, die mich beauftragt hatte, die verschwundene Drohne aufzuspüren, bevor die Capcops von Capital-Crime von dem Verlust erfuhren.

„Was geht Sie das an?“

„Nun, ich wollte Ihnen ein kostengünstigeres Angebot eines neuen Liefer-Services unterbreiten. Wenn Sie ein paar Minuten Ihrer Zeit entbehren könnten ...?“

Neben mir piepte der MAVATAR Ottos.

„Nein!“, kreischte der Bewohner des Anwesens und knallte die Tür zu.

„Sehr zuvorkommend“, murmelte ich. „Kein Wunder, dass er als Einsiedler lebt. Bei der angeborenen Freundlichkeit. – Otto?“

„Ja, Bürger Mayer?“

„Hast du deinen Ping?“

„Es gelang mir, die Haus-Netz-Einheit zu kontaktieren und einen kompletten Suchscan durchzuführen. Keine Drohne.“

„Auf zu Nummer zwei in der Reihe“, verkündete ich fröhlich, denn die Sonne strahlte weiterhin und ein laues Lüftchen machte diesen Tag wirklich zu einem der angenehmsten der letzten Wochen. Es ist schon ein Unterschied, ob man die tausendfach aufbereitete, gefilterte Luft in Sektor drei atmete oder in der Nähe des Strandes an einem Sonnentag Frischluft genießen durfte.

Haus Nummer zwei ähnelte den übrigen Reihenhäusern. Es schien, dass die Architekten dieser Siedlung die englische Wohnkultur des zwanzigsten Jahrhunderts nachempfunden hatten.

„Wer ist der nächste Bewohner?“, fragte ich Otto.

Auf dem Holoschirm sah ich das Bild einer schönen Frau mit blonden Haaren, die so gar nicht zu dem Urbild des archetypischen Einsiedlers passen wollte, der sich in dieser Straße verschanzte.

„Bürgerin Hubert, verheiratet – Entschuldigung, verwitwet.“

„Verwitwet?“, hakte ich nach, bevor ich klingelte.

„Ja. Bürger Hubert, dessen Namen sie angenommen hat, verstarb vor drei Jahren.“

„Hast du auch ein Bild von ihm?“

Otto displayte es mir.

„Ah, der war schon älter.“

„Ja. Der Altersunterschied der Eheleute war groß.“ Ich klingelte erneut.

„Scheint keiner da zu sein.“ Ich betrachtete die blickdichten Fensterscheiben. „Ist ungewöhnlich, nicht wahr?“

„Um diese Aussage verifizieren zu können, fehlen mir die notwendigen Informationen über die Tagesplanungen der einzelnen Bürger.“

Die Bürger Humphries, Mendel, Cramon und Heinz öffneten alle bereitwillig die Haustüren, um sie erleichtert nach meinem Sätzchen wieder zu verschließen. In jedem der Anwesen konnte Otto einen Scan initiieren, der jedoch nicht von Erfolg gekrönt war.

Vor Haus Nummer sieben atmete ich tief durch. Ich hatte da so ein Gefühl, dass Bürger Mustafa mir weiterhelfen würde, als ich sein Abbild in 3D betrachtete. Ich klingelte und musste nicht lange warten. In der Tür stand eine hochgewachsene Blondine mit blauen Augen und einem sympathischen Lächeln auf den Lippen. Ich vergaß meinen Satz und starrte sie verblüfft an.

„Banzai“, begrüßte sie mich. Dabei klang es nicht ungeduldig oder gezwungen wie bei den vorhergehenden Haustürgesprächen.

„Ban...“ Ich schluckte. „Banzai, Bürgerin. Ich erwartete eigentlich einen Herrn des Hauses“, erklärte ich meine offensichtliche Verwirrung.

„Preben? Der ist unterwegs. Kann ich Ihnen weiterhelfen, Bürger ...?“

„Mayer. John Mayer.“

Otto pingte zweimal, was bedeutete, dass in diesem Gebäude keine Zentral-Überwachung vorhanden war. Stattdessen nutzte er eine Kamera am MAVATAR-Corpus, um einige Aufnahmen in den Flur hinein zu machen.

„Nun, es geht um die von CARELESSDELIVERY angebotenen Dienstleistungen. Ich würde gerne ein Konkurrenzangebot machen“, erklärte ich der Frau.

„Wir sind zufrieden mit CARELESSDELIVERY, Bürger Mayer.“

„Dies würde ich gerne mit dem Hausherrn besprechen.“

Ein leichtes Runzeln zierte die hübsche Stirn, bevor das gewinnende Lächeln wieder Oberhand gewann. „Ich denke, dass Preben und ich da einer Meinung sind. Im Übrigen werden Sie später wiederkommen müssen, wenn Sie ihn sprechen wollen. Preben weilt derzeit in Sektor drei. Er unterschreibt dort einen Kaufvertrag für unser neues Domizil.“

„Sie ziehen um?“

„Ja. In der Tat.“

„Vielleicht liefert CARELESSDELIVERY nicht an Ihren neuen Wohnort. Umso interessanter wäre dann mein Angebot“, lockte ich die Bürgerin.

„Dorthin liefert keine der bekannten Firmen. Wir ziehen nach Aquatica um.“

„Aquatica? Wow. Eine außergewöhnliche Wahl.“

„In der Tat. Aber ich habe noch andere Dinge vorzubereiten, sodass mir leider die Zeit fehlt, mich weiter mit Ihnen zu unterhalten. Einen schönen Tag wünsche ich Ihnen, Bürger Mayer.“ Sie schloss die Tür.

„Auf zum nächsten Kunden“, rief ich laut, sodass sie es mitbekommen musste, wenn sie hinter der Tür lauschte. Demonstrativ ging ich zum Nebenhaus, bis ich außer Sichtweite war. Ottos MAVATAR rollerte neben mich. „Zeig mir bitte die Aufnahmen vom Flur“, flüsterte ich und beugte mich hinab, um in der 3D-Darstellung Einzelheiten erkennen zu können.

„Da in der Ecke des Spiegels! Kannst du das vergrößern?“, fragte ich den E-Fam.

Otto zoomte, wie gewünscht.

„Bitfucking! Ist es das, was ich befürchte?“

„Ich interpretiere Ihre Äußerung dahingehend, dass auch Sie eine Blutspur vermuten?“

„Informiere die Capcops. Egal, ob dies etwas mit dem Verschwinden der Drohne zu tun hat, hier liegt wahrscheinlich ein Gewaltverbrechen vor.“

„Sie glauben, dass ...“

„... die gute Bürgerin Hubert, die eigentlich einige Häuser weiter vorne wohnt, in das Domizil Mustafas eingedrungen ist und ihn, wenn nicht getötet, so doch zumindest verletzt hat. Sie lügt wie gedruckt, Otto.“

„Ihre Fähigkeit, Unwahrheiten aus der Körperhaltung und Mimik zu identifizieren, erstaunt mich immer wieder, Bürger Mayer“, bekannte Otto.

„Das ist diesmal nicht der Fall, meine ahnungsloser Famulus. Ich denke eher, dass ein schwuler Mann wohl kaum mit einer derart attraktiven Blondine zusammenzieht.“

„Bürger Mustafa ist homosexuell?“

„Überprüfe es, Otto. Ich bin mir nach dem 3D-Bild des Bürgers und eines gewissen Details der Flurdekoration ziemlich sicher.“

Es dauerte fünf Sekunden, bis der E-Fam zugab: „Ihre Annahme ist korrekt. Bürger Mustafa hatte drei Kontraktpartner. Offenbar hegt er mehr Zuneigung für das männliche Geschlecht.“

„Oder anders ausgedrückt: Er steht nicht auf gutgewachsene, blendend aussehende Blondinen. Das Foto von der Kontraktfeier an der Seite hat mich auf die Spur gebracht. Was ist mit den Capcops?“

„CAPITAL CRIME ist informiert“, verkündete Otto und ergänzte: „Hinter Ihnen.“

„Was?“, fragte ich subvokal. Ein Geräusch, ein Klicken erklang. Bedrohlich. Ich wandte mich um.

Bürgerin Hubert in voller Pracht mit einer gefährlich wirkenden Pistole in der Hand. Langsam hob ich die Hände.

„Deaktivieren Sie den kleinen Roboter und folgen Sie mir ohne Widerstand ins Haus“, befahl sie. Die Kälte in ihrer Stimme verhieß nichts Gutes.

„Dazu muss ich meine Hände runternehmen, Bürgerin“, sagte ich.

„Los, jetzt!“

Ich beugte mich über den MAVATAR und tat so, als wenn ich einen Schalter auf der Rückseite betätigte. „Spiel mit, Otto“, subvokalisierte ich. Die LEDs am Corpus erloschen, nach einem kurzen Summen bot der MAVATAR das Urbild eines abgeschalteten Geräts. Eine schauspielerische Meisterleistung.

## „SELBST WENN ICH WOLLTE, KÖNNTE ICH NICHT MEHR EINGREIFEN.“

„Schinden Sie keine Zeit! Kommen Sie mit und keine dummen Ideen!“, befahl Hubert und wies mir den Weg. Sie zwang mich, den Flur entlangzugehen. Danach durchquerte ich ein seltsam altertümlich eingerichtetes Wohnzimmer. Draußen im Garten warteten zwei Gartenstühle und eine graue Kiste, auf der ein Teeservice stand.

„Kann ich Ihnen einen Tee anbieten, Bürger Mayer?“, fragte meine Entführerin und setzte sich auf den einen freien Stuhl. Mit einer Geste hieß sie mich, den anderen Platz zu besetzen. Ihre Waffe zeigte mehr oder weniger in meine Richtung. Ich schätzte meine Chancen auf einen Überraschungsangriff ein, kam aber zu der Erkenntnis, dass, wenn sie mich bislang nicht einfach über den Haufen geschossen hatte, meine Überlebenswahrscheinlichkeit ziemlich hoch lag, wenn ich mitspielte. So setzte ich mich und sagte: „Gerne. Welche Sorte?“

„Earl Grey, heiß“, entgegnete sie und schenkte mir doch tatsächlich eine Tasse ein. „Zucker? Sahne oder Milch?“

„Nein, geht so“, wiegelte ich ab. „Wo ist Bürger Mustafa?“

Anzeige

„Finden Sie es klug, die Frau mit der Waffe in der Hand zu provozieren?“ Ihr wirklich ansehnliches Gesicht wirkte plötzlich eiskalt.

„Es war nur eine Frage.“

„Er ist tot.“

„Oh.“ Jetzt wurde mir unbehaglich. Wer schon jemanden getötet hatte, würde einen weiteren Mord nicht scheuen. „Ich vermute mal, dass Sie ihn umgebracht haben.“

Bürgerin Hubert nickte stumm.

Ich nippte an meinem zu starken Tee, verbrannte mir dabei die Unterlippe. Die Sonne strahlte immer noch vom blauen Himmel. Ein so schöner Tag, der für mich tragisch enden konnte. Wo blieben nur die Capcops?

„Otto?“, subvokalisierte ich. Mein E-Fam gab keine Antwort. Irgendetwas musste die Verbindung stören. Ich versuchte Zeit zu schinden.

„Warum sitzen wir hier?“, fragte ich.

„Wir warten.“

tatsächlich nur um die Zeit geht, dann schwöre ich, dass ich nichts unternehmen werde, um was auch immer Sie vorhaben zu behindern. Aber diese stumme Warterei zerrt an meinen Nerven. Wenn wir also hier schon sitzen, so können Sie mir auch erklären, warum Bürger Mustafa sterben musste und was die Drohne damit zu tun hat.“

Ich lehnte mich zurück, beobachtete die widerstreitenden Emotionen, die ich auf dem Gesicht der Blondine erkennen konnte. Schließlich legte sie die Waffe beiseite. „Es kann nicht mehr lange dauern, Bürger Mayer. Vielleicht haben Sie recht.“

Sie trank ihre Tasse in einem Zug leer, beugte sich vor und sah mir direkt in die Augen. „Mustafa gehörte zu den Schweinen, die mit Frauen handeln.“

Ich spürte die Runzeln auf meiner Stirn.

Hubert deutete auf die graue Kiste. „Er liegt dort drin. Eines der unmenschlichen Schweine von MEETADREAM. Kennen Sie diese Firma, Bürger Mayer?“

Ich nickte, musste an Frauen aus meiner Vergangenheit denken, erinnerte mich an die Frauenhäuser in Sektor sieben. Die Lacrimae, Orte des Horrors, die Häuser der Tränen, wie die Frauen sie nannten. Moderne Sklaverei! Menschen, eingesperrt, um sie für solvante Kundschaft gefügig und attraktiv zu machen.

„Bürger Mustafa arbeitete also für MEETADREAM?“, fragte ich.

„Ja. So war ich wenigstens in der Lage, einem Monster in die Augen zu schauen.“

„Er war doch längst im Ruhestand“, sagte ich.

„Mir egal. Als ich es herausfand, wusste ich, dass ich ihm in die Augen schauen wollte, wenn ich es tat. Den Rest würde ich so erledigen.“

„Wovon sprechen Sie?“

„Die Drohne, Bürger Mayer. Die Q4, die Sie so verzweifelt suchen. Ich entführte sie und jetzt ist sie unter meiner Kontrolle.“

„Aha“, zweifelte ich, vielleicht ein wenig zu theatralisch. Aber ich wollte Hubert am Reden halten.

„Es war so einfach, die Q4 zu kapern. Dann besorgte ich mir die Mittel, und nun ist die Drohne auf dem Weg zum Turm.“

„Es gibt eine Flugverbotszone um den Sektor drei herum“, erwiderte ich.

„Korrekt, daher musste ich das Fluggerät in die Hand bekommen. Der Inhibitor-Chipsatz ist entfernt. Nun fliegt die Q4 überallhin, wo ich sie haben will. Genau das, weswegen die Flugverbotszone eingerichtet und weswegen jede verschwundene Flugeinheit gemeldet werden muss, wird eintreten, Bürger Mayer. Eine Bombe ist auf dem Weg zu Sektor drei.“

„Drohnen können nicht einfach verschwinden. Sie werden sofort gesucht. Ihr Plan musste doch scheitern“, behauptete ich.

„Nein, Bürger. Es war bereits mein zweiter Versuch, eine Quadrokopter-Einheit zu entführen. Beim ersten Mal ließ ich sie nur für zwei Tage in meiner Gewalt, danach ließ ich sie zu CARELESSDELIVERY zurückfliegen. Niemand suchte sie. Die Firma kehrt solche Angelegenheiten gerne mal unter den Teppich, oder warum denken Sie, wurden Sie engagiert? Ein Privatermittler? Statt sofort CAPITAL CRIME vor einer potenziellen Gefahr zu warnen. Diese Firmen sind alle gleich. Für den Profit gehen sie über Leichen. Also sage ich, danke. Dank an CARELESSDELIVERY, die mir das Werkzeug meiner Rache zuspielte.“

## DIE KÄLTE IN IHRER STIMME VERHIESS NICHTS GUTES.

„Worauf?“

„Auf ein Signal.“ Bürgerin Hubert musterte mich mit dem Blick einer Frau, die nur Verachtung für ihr Gegenüber empfand.

„Werden Sie mich töten?“

„Ja, nein, vielleicht.“ Sie plauderte mit dem Gleichmut eines Menschen, der mit dem Leben abgeschlossen hat.

„Ich bin Ermittler. Mein Auftrag ist es, eine Drohne aufzuspüren. Wenn Sie mich also einfach gehen lassen ...? Ich verspreche auch, nichts zu verraten oder Anklage wegen Freiheitsberaubung zu stellen.“

„Sie werden mich so oder so verraten. Und im Übrigen habe ich die Drohne gestohlen.“

Bitfucking! Zwei Fliegen mit einer Klappe. Sollte ich aus diesem Haus lebend rauskommen, so würde es doppelte Prämie geben. Nicht nur CARELESSDELIVERY würde mir für das Auffinden der Drohne die Erfolgsprämie zukommen lassen. Nein, CAPITAL CRIME zahlte gut bei Mord.

Wie viel Zeit brauchten die Capcops bloß?

„Otto“, brüllte ich still vor mich hin. Doch der Famulus blieb stumm.

„Sie wissen, dass Sie der CAPITAL-CRIME-Einheit nicht entkommen können?“, begann ich erneut ein Gespräch.

„Es ist Zeit genug.“

„Wofür?“

„Wollen Sie nicht endlich die Klappe halten?“, herrschte Bürgerin Hubert mich an.

„Hören Sie“, sagte ich leise und hob dabei beschwichtigend meine Hände. „Ich denke, dass Sie mir nichts antun wollen. Denn ansonsten wäre ich bereits tot. Wenn es Ihnen

„Sie wollen Menschen töten?“

„Mein ist die Rache. Ja. Das Büro der MEETADREAM Corporation in Sektor drei liegt direkt an der Außenfassade irgendwo jenseits der Acht-Kilometer-Marke. Ein Loch in eines der Fester gesprengt und die ganze Bagage wird vom Luftsog erfasst, wenn nicht vorher von den Splittern getötet. Je mehr, umso besser.“

„Warum, Bürgerin Hubert?“, hakte ich nach.

„Als junges Mädchen wurde ich zusammen mit meiner Schwester von Menschenfängern entführt und in die Frauenhäuser des Sektors sieben verkauft. Dort wurden wir gequält und gebrochen. Man brachte uns bei, wie wir überleben würden. Doch meine Schwester hielt es nicht aus. Man tötete sie, als sie zu fliehen versuchte. Ich passte mich an, wurde verkauft an Bürger Hubert, der mich zu meiner Überraschung gut behandelte. Aber er starb und damit auch der Lifetime-Kontrakt, der mich an ihn band. Ich mochte ihn, also verschob ich meine Rache auf den Tag, wenn er nicht mehr war. Es dauerte noch einige Wochen nach seinem Ableben, bis ich meinen Racheplan umsetzen konnte.“

In meinen Ohren summte ein Tinnitus. „Bürgerin Hubert. Ich verstehe, was in Ihnen vorgeht. In meinem Leben gab es zwei Frauen, die ebenfalls Erfahrungen mit MEETADREAM gemacht haben. Dennoch ist und bleibt es kaltblütiger Mord. Halten Sie die Drohne auf. Ich flehe Sie an.“

Mit Tränen in den Augen antwortete sie: „Meine Schwester wurde gleichfalls ohne Erbarmen getötet. Ich will ...“ Sie brach ab, schüttelte langsam den Kopf. „Selbst wenn ich wollte, könnte ich nicht mehr eingreifen. Die Q4 findet eigenständig ihr Ziel. Die Entfernung ist für einen Kontakt bereits zu groß. Ich warte nur auf den Feuerball, den wir von hier aus gut beobachten können.“

„Die Capcops sind unterwegs“, erklärte ich.

„Wieso? Nur weil wir hier im Garten sitzen und Tee trinken? Sehen Sie. In der Kiste liegt nicht nur die Leiche Mustafas, sondern ich brachte eine Störeinheit im Deckel an, die wirksam alle Überwachungseinheiten aussperrt. Selbst für Satellitenaufnahmen aus großer Höhe wird ein Fake-Bild übertragen. Niemand sieht uns. Nur das Abbild des Bürgers Mustafa, der in seinem Garten sitzt.“

„Sie erinnern sich an die kleine Robotereinheit, die mit mir kam?“

„Ja.“

„Es handelte sich um einen MAVATAR. Ein Verbindungsgruß zu meinem elektronischen Famulus. Ich weiß, dass er CAPITAL CRIME informierte. Abstellen kann man den MAVATAR gar nicht. Es sei denn, man entfernt die Energieeinheit.“

Bürgerin Hubert seufzte, griff sich an die Stirn und flüsterte: „Ist mir egal. Solange ich die Explosion sehen kann.“

Ich dachte an die Gesichter von Frauen, die mir etwas bedeutet hatten, an die Schrecken einer kapitalistischen Sklavenhaltung und an den Leidensweg, den Tausende von modernen Sklavinnen hatten gehen müssen.

„Niemand kann die Drohne aufhalten?“, fragte ich.

„Nein. Niemand.“

„Vielleicht sollten Sie die Explosion von einem anderen Standort aus beobachten“, schlug ich vor.

\* \* \*

Als die Capcops das Haus stürmten, brüllte ich voll Inbrunst, dass man mich nicht bewegen dürfte.

„Wieso?“, fragte einer der Uniformierten im Garten.

„Wenn ich den Stuhl verlasse, auf dem ich sitze, explo-

dert die Bombe.“ Ich deutete auf die graue Kiste. „Sie meinte es bitter ernst.“

„Wo ist die Verdächtige?“, wollte der Capcop wissen.

„Keine Ahnung. Ist sie nicht mehr im Haus?“

„Nein. Bleiben Sie ruhig, Bürger Mayer. Das Bombenentschärfungskommando ist unterwegs.“

„Ich bewege mich nicht von der Stelle“, antwortete ich.

So blieb ich sitzen, bis nach drei Stunden die Spezialisten Entwarnung gaben. Man fand die Leiche Mustafas in der Kiste und den Störsender im Deckel. Nachdem man ihn abgeschaltet hatte, hörte ich plötzlich eine wohlvertraute Stimme in meinem Kopf.

„Bürger Mayer?“

„Hallo, Otto“, subvokalisierte ich.

„Ich bin verwirrt.“

„Oh! Geht das bei dir?“

„Bürgerin Hubert ist entkommen.“

„In der Tat, Otto.“

„Aber an mir ist sie nicht vorbeigekommen. Es bleibt also nur der Weg in die andere Richtung.“

„Vielleicht wollte sie einen Strandspaziergang machen.“

„Die Begrenzungsmauer ist hoch.“

„Nicht, wenn ihr jemand darüber geholfen hat.“ Ich kneigte im Stehen meine Beinmuskulatur, die sich wegen des langen Sitzens verspannt anfühlte. „Gibt es Meldungen über eine Explosion an der Außenfassade des Sektors drei?“, fragte ich.

„Ja. Aber es gab nur oberflächliche Schäden. Einige Risse in den Scheiben. Nichts, was sich nicht reparieren ließe. Die Bombe war nicht stark genug dimensioniert.“

„Oh.“ Da fiel es mir auf. „Du weißt, dass die Drohne eine Bombe transportierte?“

„Ich lauschte dem trauten Gespräch zwischen Ihnen beiden. Ja. Bürgerin Hubert dachte, dass der Störsender stark genug wäre. War er aber nicht.“

„Warum hast du auf meinen Ruf nicht reagiert?“

„Sie hatten die Situation im Griff, Bürger Mayer. Ich wollte Ihnen nicht ins Handwerk pfuschen.“

„Hast du die Drohne beeinflusst?“

„Das konnte ich nicht. Wie Bürgerin Hubert es sagte, war die Drohne zu weit weg, um andere Befehle auszuführen. Was jedoch nicht für die Bombe galt, die einige Sekunden zu früh explodierte, weil ich die eingestellte Entfernung für die Annäherungszündung veränderte.“

„Du Schlingel.“

„Stets zu Diensten, Bürger Mayer.“

„Dann hast du sicherlich auch die Flucht Huberts beobachtet?“, wollte ich wissen.

„Ich habe mir erlaubt, Bürgerin Hubert einen nicht unerheblichen Vorsprung vor den Capcops zu verschaffen. Die digitalen Spuren sind verwischt.“

Ich verkniff mir ein Grinsen, verließ das Haus, in dem zahlreiche Spezialisten von CAPITAL CRIME Beweismaterial sicherten. Draußen auf der Straße wartete der MAVATAR. „Was ist mit dem Bonus für die Drohne? Jetzt wo sie zerstört ist?“

Ottos Stimme klang so normal wie eh und je. „CARELESSDELIVERY war mit der vollständigen Zerstörung der Q4-Drohne außerordentlich zufrieden. Bedingt durch die Höhe, in der die Explosion stattfand, gibt es keinerlei Hinweise auf den Transporter. Ihr Bonus wurde verdoppelt.“

„Unser Bonus“, verbesserte ich.

„Wie Sie meinen.“

(bb@ct.de) ct

Anzeige

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Originelle Raspi-Projekte“:  
Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), „IPv6 im Griff“: Dušan Živadinović

**Chefredakteure:** Detlef Grell ([gr@ct.de](mailto:gr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil),  
Johannes Endres ([je@ct.de](mailto:je@ct.de))

**Stellv. Chefredakteure:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de)), Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de)),  
Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de)), Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Harald Bögeholz ([bo@ct.de](mailto:bo@ct.de)),  
Gerald Himmlein ([gh@ct.de](mailto:gh@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 ([dw@ct.de](mailto:dw@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)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurran ([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 ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter  
Schüler ([bps@ct.de](mailto:bps@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)), Dr. Oliver Diedrich ([odi@ct.de](mailto:odi@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)), Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@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  
Schirrmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Axel  
Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

**Ressort Hardware** ([hardware@ct.de](mailto:hardware@ct.de))

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@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)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Rudolf  
Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Anke Poimann ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de))

**Ressort Internet & Mobiles** ([internet-mobiles@ct.de](mailto:internet-mobiles@ct.de))

**Leitender Redakteur:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de))

**Redaktion:** Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)), Bernd Behr ([bb@ct.de](mailto:bb@ct.de)), Daniel Berger ([dbc@ct.de](mailto:dbc@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)),  
Florian Müsigg ([mue@ct.de](mailto:mue@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))

**Koordination Social Media:** Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Koordination:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Mariama Baldé ([mbl@ct.de](mailto:mbl@ct.de)), 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 Maser ([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., Ap 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 Krempel, Prof. Dr. Jörn Lovisach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peeck, Prof. Dr. Thomas J.  
Schult, Ben Schwahn ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Wolfgang Otto (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Ines  
Gehre, Jörg Gottschalk, Birgit Graff, Angela Hilberg, Anja Kreft, Martin Kreft, Astrid Seifert,  
Edith Töschtes, Dieter Wahner, Dirk Wollschläger, Brigitte Zurheiden

**Art Direction:** Bettina Keim

**Junior Art Director & Layout-Konzeption:** Martina Bruns, Hea-Kyung Kim

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson, Antonia Stratmann

**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, **Aufmacher und Titelbild:** tsamedien,  
Düsseldorf, **Vorsicht, Kunde:** Peter Stemmer, New York, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine  
**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter [ct.de/pgpCA](http://ct.de/pgpCA). Die Authentizität unserer  
Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

**Key-ID:** DAFFB000  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](http://pgpCA@ct.heise.de)>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000  
**Key-ID:** B3B2A12C  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](http://pgpCA@ct.heise.de)>  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 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: POFICH2XXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG  
Am Klingenweg 10  
65396 Walluf  
Tel.: 0 61 23/62 01 32, Fax: 0 61 23/62 01 332  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

**c't erscheint 14-täglich**

Einzelpreis 4,50 €; Österreich 4,70 €; Schweiz 6,90 CHF;  
Belgien, Luxemburg 5,30 €; Niederlande, Italien, Spanien 5,50 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 104,00 €,  
Österreich 107,90 €, Europa 122,20 €, restl. Ausland 149,50 € (Schweiz 151,50 CHF);  
ermäßigt Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer  
entsprechenden Bescheinigung): Inland 75,40 €, Österreich 79,30 €, Europa 93,60 €,  
restl. Ausland 120,90 € (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. Ermäßigt Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvB e.V., BdWV e.V., /ch/open, GI,  
GUUG, JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 78,00 €,  
Österreich 81,90 €, Europa 96,20 €, restl. Ausland 123,50 € (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 Verfügungsberecht 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 11/16

**Ab 14. Mai 2016 am Kiosk und auf ct.de**



## Messlatte MacBook

Viele Anwender sehen MacBooks als das Maß, an dem sich alle anderen Notebooks messen müssen. Wir zeigen, wo ihnen Windows-Geräte mittlerweile das Wasser abgraben und wo Apple immer noch vorne liegt.



## Add-ins für MS Office

Word, Excel & Co. mögen fast alles können, doch einige Spezial-Funktionen muss man immer noch nachrüsten: etwa eine Syntax-Hervorhebung für Code-Beispiele oder Erleichterungen zum Umgang mit Formeln. Erfreulich – die hierfür nötigen Add-ins sind kostenlos.

## Außerdem:

## High-End-Smartphones im Vergleich

Das Samsung Galaxy S7 hat die Latte für Smartphones höher gelegt, doch neue Spitzenmodelle wie das LG G5 und Motorola X Force sind dem Primus dicht auf den Fersen. Wir klären, welches Premium-Smartphone momentan das beste für Sie ist.

## Daten vor Erpressungstrojanern sichern

Mit immer ausgefeilteren Tricks versuchen Erpressungstrojaner, die persönlichen Daten ihrer Opfer zu verschlüsseln, um eine Lösegeldzahlung zu erzwingen. Dagegen können Sie sich nur schützen, indem Sie Ihre Daten so sichern, dass kein Trojaner an das Backup herankommt.

## **Doppelt hält besser**

Wer eine Website effektiv abschirmen will, setzt auf Zwei-Faktor-Authentifizierung: Wer rein will, muss zusätzlich zum Kennwort auf eine Authentifizierungs-App im Smartphone zurückgreifen. Das ist gar nicht schwer umzusetzen – weder für Besucher noch für den Webmaster.

## Noch mehr Heise-Know-how:



jetzt am Kiosk



Heft 5/16 jetzt am Kiosk



Heft 3/16 jetzt am Kiosk