



**magazin für  
computer  
technik**

9. 1. 2016



2

Tesla-Autopilot  
im Test

Schnell, sicher, ausdauernd, werbefrei, individuell

# Android ausreizen

Apps ohne Google, Custom-ROMs, Diebstahlschutz ...

All-in-One-PCs mit 4K-Display

Freie Router-Firmware

Skylake-Notebook mit Linux

3D-Drucker-Kaufberatung

Musikverteilssysteme

Gaming-Notebooks



Rennsimulator selbst gebaut

Bildverarbeitung mit ImageMagick

Perfekte Landingpages

Sichere PHP-Skripte

Alltagstechnik selbst verbessern

# Kreative Hardware-Hacks

Raspi steuert Steckdose, Drahtlos-Lader im Tisch, Akku für alles,  
Universal-Ladestation, OBD-Bordcomputer, Arduino kocht Kaffee ...

€ 4,50

AT € 4,70 • CH CHF 6,90



# VIP-Kundenservice für Agenturen



Klotzen statt Kleckern: Bei uns bekommen Sie auch schon beim kleinsten Paket den vollen Profi-Service von unserem Experten-Team.



Wir haben Skills



Wir haben Zeit



Wir sind motiviert



## Alternativ? Los!

Wir lieben sie: Außenseiter und Underdogs, die allen Unwägbarkeiten zum Trotz die Großen und Übermächtigen schlagen. Auch in der IT gibt es diese David-gegen-Goliath-Romantik: Steve Jobs gegen Big Blue, Firefox gegen Internet Explorer, Linux gegen Windows - ewig währende Legenden in den Foren-Threads. Auf Smartphones sind die Außenseiter-Geschichten ausgeblieben: Palm wurde verschluckt, Meego für Windows Phone geopfert, Android zu einem Google OS gemacht.

Und nun stehen wir da. Das Triumvirat aus Google, Apple und (ein bisschen) Microsoft beherrscht die Welt der Mobilgeräte und sammelt unser Geld und unsere Daten ein. Schnell schiebt man die Schuld den Overlords der Mobilbranche zu, die sich den Markt einverleibt haben und jetzt den Nutzer drangsaliert: Googles Androiden-Armee, die unter dem falschen Banner eines längst nicht mehr freien Betriebssystems mit Nutzerdaten und Werbung Kasse macht. Oder Apple, das unliebsame Apps aus seinem umzäunten Paradies hinauswirft und bei jedem Fitzelchen Code und Content mitverdienen will. Oder man regt sich über Geräte-Hersteller und Provider auf, die lieber mit den Goliaths abkassieren, als dem Kunden eine echte Alternative anzubieten.

Dass es keine Alternativen gibt, ist jedoch falsch. Doch um sie wird es stiller. Die Sailfish-Entwickler von Jolla bangen um jede Finanzierungsrunde, Mozilla verabschiedet sich von Firefox OS. Ubuntu Phone verharrt in Nischenmärkten. Und viele Google-freie Custom-ROMs scheitern daran, dass sie auf zu geringes Interesse stoßen.

Tatsächlich liegt es also an uns. Wir schimpfen über Google, Microsoft, Apple, um im nächsten Moment unser Nexus oder iPhone aus der Tasche zu ziehen. Während wir immer noch unsere Rechner zusammenschrauben und mit selbst gebastelten Arduino-Skripten die Weihnachtsbeleuchtung steuern - ausgerechnet bei unseren Smartphones, die uns kennen wie kein zweiter und auf denen wir Taschengelder in-App verpulvern, ausgerechnet da sind wir zu bequem geworden. Weil iOS so praktisch ist, lassen wir uns von Apple die Software vorschreiben. Weil Android so billig ist, lassen wir unsere Kontakte von Taschenlampen-Apps absaugen.

Mag sein, dass die Zukunft von Sailfish ungewiss ist, dass Ubuntu Phone Bugs hat und Custom-ROMs ohne Google Play Store mehr Arbeit machen. Doch Risiko und Mühe lohnen sich. Wer mitmacht, bekommt mehr Kontrolle über sein Smartphone - und zeigt den Großen lässig die kalte Schulter. Allzu lang warten sollten wir aber nicht mehr, sonst bleibt uns wirklich nur noch eine Wahl: ob wir uns lieber von Apple, Google oder Microsoft gängeln lassen wollen.

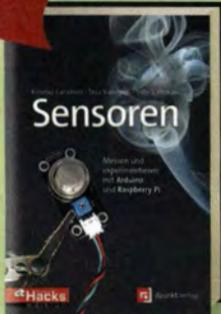
Achim Barczok

# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

[shop.heise.de/fachliteratur](http://shop.heise.de/fachliteratur)

BEST-SELLER



Kimmo Karvinen, Tero Karvinen, Ville Valtokari  
**Sensoren**

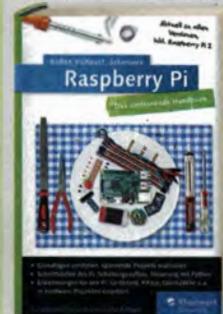
Sensoren sind Ihre Augen, Ohren, Nasen und Fingerspitzen, wenn es darum geht, die physikalische Welt zu erforschen und zu vermessen. Mit diesem Buch lernen Sie, einfache Geräte zu bauen, die alles Mögliche messen können.

Auch als eMagazin erhältlich!

ISBN 9783864901607

[shop.heise.de/sensoren-dpunkt](http://shop.heise.de/sensoren-dpunkt)

29,90 € >



Michael Kofler, Christoph Scherbeck, Charly Kühnast  
**Raspberry Pi – Das umfassende Handbuch**

Was der treue Roboter „Helferlein“ dem Daniel Düsentrieb ist, ist dieses Buch dem RasPi-Bastler. Es gibt Ihnen umfassende Grundlagen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung an die Hand und fügt alles in übergagenden Bastelprojekten zusammen.

ISBN 9783836237956

[shop.heise.de/raspi-buch](http://shop.heise.de/raspi-buch)

39,90 € >



Christian J. Meier  
**Eine kurze Geschichte des Quantencomputers**

Die NSA entwickelt einen, Google und die NASA haben sich eine erste kommerzielle Version davon gekauft. Aber was ist das eigentlich, ein Quantencomputer?

Auch als eMagazin erhältlich!

ISBN 9783944099064

[shop.heise.de/telepolis-quantencomputer](http://shop.heise.de/telepolis-quantencomputer)

16,90 € >



Michael Firkes  
**Das gekaufte Web - Telepolis**

Das Buch deckt auf verständliche Weise die unterschiedlichen Methoden der Manipulation auf. Es zeigt, wie fremdgesteuerte Inhalte alle Internetnutzer betreffen, geht aber gleichzeitig auf mögliche Auswege und Lösungsmöglichkeiten ein.

Auch als eMagazin erhältlich!

ISBN 9783944099088

[shop.heise.de/telepolis](http://shop.heise.de/telepolis)

18,95 € >

## Exklusive Sonderhefte

[shop.heise.de/sonderhefte](http://shop.heise.de/sonderhefte)



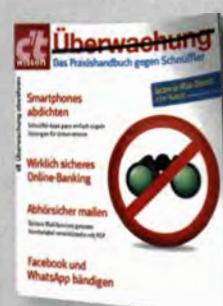
**c't Netzwerke 2016**

VoIP, die Telefonie über Internet, wollen die deutschen Netzbetreiber unbedingt baldmöglichst einführen – wenn es sein muss auch gegen Widerstände. Aber je nach Anwendungszweck könnte man den Umstieg von ISDN- oder Analog-Technik auf VoIP entweder aufschieben oder umgehend angehen – denn die Technik mag zwar noch nicht ganz sattfest sein, aber sie bringt auch etliche Vorteile mit.

Auch als eMagazin erhältlich!

[shop.heise.de/ct-netzwerke-2015](http://shop.heise.de/ct-netzwerke-2015)

9,90 € >



**c't wissen Überwachung 2015**

Wer digital kommuniziert, macht Unbefugten den Zugriff auf die eigene Privatsphäre oft unnötig leicht. „c't wissen Überwachung abwehren“ erklärt konkret, wo bei E-Mail, Messenger, Social Media und Telefonie die Gefahren lauern. Das Praxishandbuch zeigt, wie man schnüffelnde Zeitgenossen mit alltagstauglichen Mitteln auf Abstand hält.

Auch als eMagazin erhältlich!

[shop.heise.de/ct-ueberwachung](http://shop.heise.de/ct-ueberwachung)

8,40 € >



**c't Raspberry Pi 2015**

Der Praxisratgeber c't wissen Raspberry Pi hilft beim Einstieg und beim Entwickeln eigener Projekte. Auf 116 Seiten präsentiert die c't-Redaktion eine Menge Know-how, sowie viele Tipps, Tricks und Bastelprojekte für ihren Raspberry Pi.

Auch als eMagazin erhältlich!

[shop.heise.de/ct-raspberry-2015](http://shop.heise.de/ct-raspberry-2015)

8,40 € >



**c't wissen Windows 2015**

Das c't-Sonderheft vereint die besten Anleitungen aus c't zum Reparieren von Windows, inklusive großer Tipp-Sammlung der c't-Hotline und einer Neuauflage des c't-Notfall-Windows.

Auch als eMagazin erhältlich!

[shop.heise.de/ct-windows-2015](http://shop.heise.de/ct-windows-2015)

8,40 € >



Achten Sie auf dieses Symbol und sichern Sie sich Ihre Vorteilspreise – exklusiv für Inhaber der c't-Netzwerk-karte.

# und Bastelfreaks!

## Nützliche Gadgets und Tools

[shop.heise.de/gadgets](http://shop.heise.de/gadgets)



### Raspberry Pi 2 Starterset

6x schneller als sein Vorgänger! Raspberry Pi 2, Gehäuse, Netzteil und 8GB SDKarte inklusive Noobs.

[66,90 € >](http://shop.heise.de/raspi2-set)



### sugru – selbsthärtender Silikongummi

Der selbsthärtende Silikon-gummi zum Reparieren und Verbessern unserer Alltagsgegenstände, um die Dinge unseren Bedürfnissen anzupassen. Hält auf fast jedem Material.

[15,95 € >](http://shop.heise.de/sugru)



### TOP PRODUKT Werkzeugset 53 in 1

Das Werkzeugset besteht aus 53 kleinen präzise gefertigten Bits für nahezu jeden Anwendungsfäll. Das Set eignet sich ideal für das Öffnen von Mobiltelefonen, Computern, Laptops, PDAs, PSPs, MP3-Playern und vielem mehr.

[19,90 € >](http://shop.heise.de/werkzeugbox)

[shop.heise.de/raspi2-set](http://shop.heise.de/raspi2-set)



### Badehandtuch Monkey Island

Der berühmte Knoebel-Pirat in Pixeln auf einem Badehandtuch. Das Monkey Island Badetuch ist genau das Richtige für Dich. Bringe das Point-and-Click-Grübeln zurück an die Strände und in Dein Badezimmer!

[shop.heise.de/monkey-island](http://shop.heise.de/monkey-island)

[19,95 € >](http://shop.heise.de/monkey-island)



### Mini Quadrokopter Rocket 65XS 3D

Der XciteRC Rocket 65XS ermöglicht selbst Einstieglern anspruchsvolle Flugmanöver – und zwar auf Knopfdruck! Flips und Loopings vollführt das Modell fast von selbst dank der stabilisierenden Sechs-Achsen-Technologie.

[shop.heise.de/mini-quadcopter](http://shop.heise.de/mini-quadcopter)

[32,95 € >](http://shop.heise.de/mini-quadcopter)



### T-Shirt Something went terribly wrong

Jüngste Forschungen haben ergeben, dass der homo sapiens nicht mehr das Ende der Evolution markiert. Von nun an gilt der homo geekensis als die letzte Stufe. Das Shirt ist in den Größen M, L und XL erhältlich.

[shop.heise.de/shirt-swtw](http://shop.heise.de/shirt-swtw)

[18,90 € >](http://shop.heise.de/shirt-swtw)

## Archive auf DVD / USB-Stick

[shop.heise.de/archiv](http://shop.heise.de/archiv)



### c't Archiv 1983–2014 USB Stick 3.0 64 GB (D)

Auf dem USB-Stick sind die redaktionellen Inhalte der c't Jahrgänge 1983–2014 mit Texten und Bildern (ausgenommen wenige Beiträge, die fremdem Copyright unterliegen) hinterlegt. Die Jahrgänge 1983–1989 und 2008–2014 liegen im PDF-Format vor, die Jahrgänge 1990–2007 als HTML-Dokumente.

[shop.heise.de/archiv14](http://shop.heise.de/archiv14)

[149,- € >](http://shop.heise.de/archiv14)



### c't rom 2014

Das geballte c't-Computerwissen eines kompletten Jahres auf einer DVD. Erwerben Sie diese reichhaltige Informationsquelle mit Themen aus Security, Programmierung, Smartphones und Co. Diese DVD-ROM enthält den redaktionellen Teil des Jahrgangs 2014 im Original-Layout. Alle Seiten liegen im PDF-Format vor.

[shop.heise.de/ctrom-2014](http://shop.heise.de/ctrom-2014)

[24,50 € >](http://shop.heise.de/ctrom-2014)



### iX Archiv 1988–2014 USB Stick 3.0 64 GB (D)

Auf dem USB-Stick sind die redaktionellen Inhalte der iX Jahrgänge 1988–2014 mit Texten und Bildern (ausgenommen wenige Beiträge, die fremdem Copyright unterliegen) hinterlegt.

[shop.heise.de/archiv14](http://shop.heise.de/archiv14)

[119,- € >](http://shop.heise.de/archiv14)



### iXPRESSed 2014

Ein ganzes Jahr professionelles IT-Wissen auf einer DVD zusammengefasst. iX schreibt für die Praxis – mit Berichten über zukunftsorientierte Lösungen, Systemverwaltung, Programmierung, Praxistipps. Darüber hinaus wird über Theorien und Konzepte aus Wissenschaft, Forschung und Entwicklung berichtet.

[shop.heise.de/ixpressed-2014](http://shop.heise.de/ixpressed-2014)

[24,50 € >](http://shop.heise.de/ixpressed-2014)

Alle aktuellen Zeitschriften, ausgewählte Fachbücher, eBooks und digitale Magazine für Heise Medien- oder Maker Media-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 € versandkostenfrei.



Bestellen Sie ganz einfach online unter [shop.heise.de](http://shop.heise.de) oder per E-Mail: [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

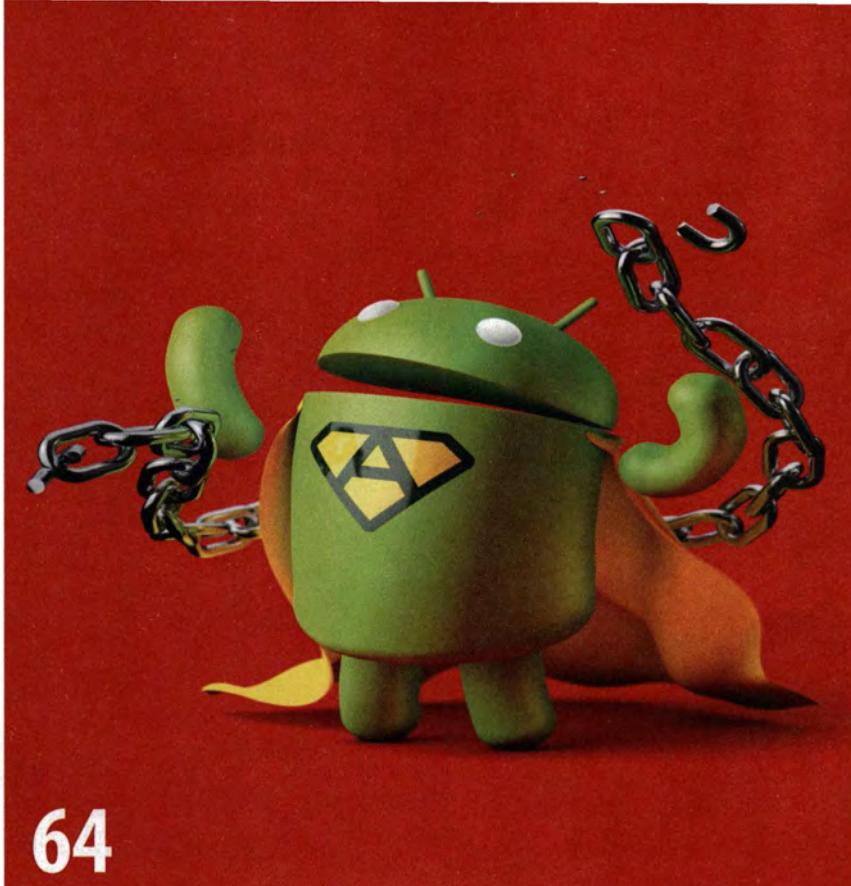
**heise shop**  
[shop.heise.de](http://shop.heise.de)

## Trends & News

Massenüberwachung: Rüffel für EU-Kommission	12
Prozessorgeflüster: Neue Grafikarchitektur von AMD	16
Hardware: Mini-PC für 4K, Snapdragon 820	18
Sicherheit: Juniper-Gate, FireEye-Lücken	19
Spiele: Star Citizen, King's Quest, 7 Days To Die	20
Netze: All-IP-Router, NAS mit Linux im Container	21
32C3: Sicherheitskatastrophen und Big-Data-Alpträume	22
Sicherheit: Kritische Lücken bei O2	24
Peripherie: 4K-Monitor, 4K-Beamer, Papier-Recycler	25
Apps: 3D-Fotos, 360-Grad-Videos, Redshift Pro	26
Audio/Video: Gitarren-App, YouTube Live, Netflix	27
Linux: Optimierte Grafiktreiber und 3D für KVM	28
Forschung: Bild-Erkennung, Programmsynthese	29
VR-Game: Kletter-Thrill mit „The Climb“	30
15 Jahre Wikipedia: Auf der Suche nach neuen Wegen	32
Mobil: Jolla gerettet, bruchsicheres Smartphone	33
Anwendungen für Künstler, Techniker und Kaufleute	34
Internet: EU-Datenschutzverordnung, Verbandsklagerecht	36
Apple: Tim Cook bekräftigt Datenschutzrichtlinie	37
Web-Tipps: Preismonitor, Diagramme, JPG-Vergrößerer	172

## Test & Kaufberatung

Action-Cam mit Ultra HD und Fischaugenobjektiv	38
Studio-Kopfhörer: Yamaha HPH-MT7	38
USB-Soundadapter mit Stereo-Eingang	40
Magic Mouse 2 mit integriertem Akku	40
NAS für zwei Laufwerke und mit reichlich RAM	41
Laser-Entfernungsmesser mit Bluetooth	41
Musik-Produktion: Flesh für Reaktor 6	42
Heartbeat Drum-Synthesizer	43
LDAP-Manager FusionDirectory	43
Android-Fernsteuerung per PC mit Vysor	44
Elektronik: Design- und Dokumentationshilfe	44
Smartphones mit Windows 10 Mobile	46
Android-Tablet: Google Pixel C mit Tastatur-Dock	48
Ubuntu-Notebook mit Core-i-6000er-Prozessor	50
Hybrid-Notebook: Lenovo Yoga 900	52
WebVR: Virtual Reality im Web	54
Audio Workstation: Cubase 8.5	55
Office-Paket: SoftMaker Office 2016 für Linux	56
Gaming-Notebooks mit High-End-GPUs und Skylake	84
Gaming-Monitore: 17 Geräte mit 24 bis 34 Zoll	90
All-in-One-PCs: iMacs versus Eigenbau	96
Mehrraum-Musiksysteme: 10 LAN-Systeme im Test	116
3D-Drucker für Hobby und Gewerbe	128
WLAN-Router: Alternative und freie Firmware	134
Bücher: Erfolgreiche Websites, JavaScript, Arduino	174



64

## Android ausreizen

Viele Hersteller liefern Android-Smartphones und -Tablets mit überladenen Oberflächen aus, Google greift persönliche Daten ab, der Akku hält nicht lange durch – die Liste der Ärgernisse bei Neugeräten ist lang. Mit unseren Tipps wird Ihr Smartphone schnell und schnuckelig.

Alternativen zu Google-Apps	64	3D-Drucker-Kaufberatung	128
Homescreen mit neuem Launcher	68	Freie Router-Firmware	134
Android ohne Google und Hersteller-Apps	70	Bildverarbeitung	
Diebstahlschutz für Smartphones und Tablets	72	mit ImageMagick	150
Knöpfe umfunktionieren, LEDs konfigurieren	74	Musikverteilssysteme	116
Android rooten, Custom-ROMs aufspielen	76	Sichere PHP-Skripte	170
Strom sparen mit Android	78		
<b>Rennsimulator selbst gebaut</b>	<b>80</b>		
<b>Skylake-Notebook mit Linux</b>	<b>84</b>		
<b>All-in-One-PCs</b>	<b>96</b>		
<b>mit 4K-Display</b>	<b>96</b>		
<b>Musikverteilssysteme</b>	<b>116</b>		

## Perfekte Landing Pages

Landing Pages bewerben im Web gezielt Produkte: Sie umreißen und preisen die Vorzüge einer App oder eines Dienstes und lassen alles weg, was ablenkt. So klicken mehr Besucher auf „Kaufen“ und der Umsatz steigt. Mit spezialisierten Web-Diensten sind Landing Pages schnell gestaltet – auch ohne HTML-Kenntnisse.



156

# Tesla-Autopilot im Test

Autonomes Fahren gilt als Trend der Zukunft. Bei Tesla Motors hat die Zukunft bereits begonnen: Seit Ende 2015 spendiert der Elektrofahrzeug-Hersteller seiner Oberklasse-Limousine „Model S“ erste Autopilot-Funktionen. Wir sind damit 1000 Kilometer weit gefahren.



60

# Gaming-Notebooks

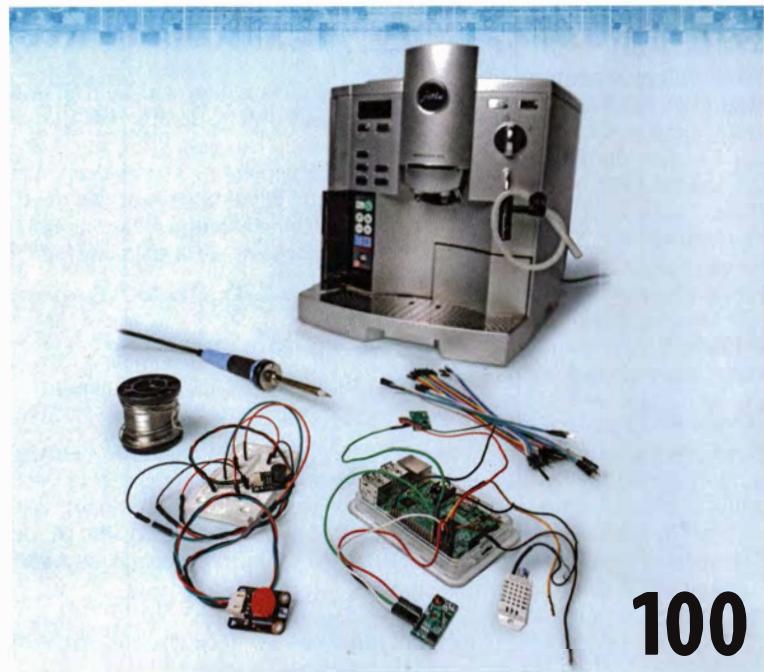
Schicke 3D-Welten erfordern leistungsstarke Grafikchips und schnelle CPUs. Wir haben vier Notebooks im 15-Zoll-Format mit der aktuellen Skylake-Generation getestet, bei denen auch die Mobilität nicht zu kurz kommt.



84

# Kreative Hardware-Hacks

Der Raspi automatisiert das Heim, das Smartphone findet Fehler im Auto, ein Arduino macht die Kaffeemaschine Multiuser-tauglich – Tüfteln mit Hardware bringt nicht nur Spaß, sondern löst oft auch alltägliche Probleme.



100

Technik neu gedacht	100
Funksteckdosen und mehr mit dem Raspi steuern	102
Akkupack für Wechselstromgeräte selbst gebaut	106
USB-Steckdosenleiste mit sieben Ports	108
Drahtloslader in Möbeln verstecken	109
NFC-Bezahlsystem für Kaffeevollautomaten	110
Handy als Diagnosegerät und Bordcomputer im Auto	114

Spiele: Just Cause 3, Mayan Death Robots	176
Undertale	177
Deadpool, Morningstar	178
Rainbow Six Siege, Indie- und Freeware-Tipps	179

## Wissen

Vorsicht, Kunde: Rechnungs-Chaos bei Unitymedia	58
Autonomes Fahren: Tesla Model S im 1000-km-Test	60
Recht: Das neue Standard-Datenschutzmodell SDM	138
PHP: Mehr Sicherheit durch Variablenfilterung	170

## Praxis & Tipps

Android ausreizen: Alternativen zu Google-Apps	64
Frischer Homescreen mit einem neuen Launcher	68
Android ohne Google und Hersteller-Apps	70
Diebstahlschutz für Smartphones und Tablets	72
Knöpfe umfunktionieren, LEDs konfigurieren	74
Android rooten und Custom-ROMs aufspielen	76
FAQ: Strom sparen mit Android	78
Rennsimulator: Motorsport-Feeling im Wohnzimmer	80
Kreative Hardware-Hacks: Technik neu gedacht	100
Funksteckdosen und mehr mit dem Raspi steuern	102
Akkupack für Wechselstromgeräte selbst gebaut	106
USB-Steckdosenleiste mit sieben Ports	108
Drahtloslader in Möbeln verstecken	109
NFC-Bezahlsystem für Kaffeevollautomaten	110
Handy als Diagnosegerät und Bordcomputer im Auto	114
Hotline: Tipps und Tricks	140
FAQ: Garantie und Gewährleistung	143
Sprachsteuerung im Eigenbau mit Jasper und Raspi	144
Linux: Bildbearbeitung mit ImageMagick	150
Landing Pages für Online-Shops	156
Linux: Zwei Festplatten komfortabel verschlüsseln	160
JavaScript: Datenintensive Web-Dienste mit React	162
Kinder: Sprachen lernen mit Audacity	168

## Rubriken

Editorial	3
Leserforum	8
Schlagseite	11
Story: Genesis von Stephan Becher	180
Stellenmarkt	190
Inserentenverzeichnis	192
Impressum	193
Vorschau	194

# LESERFORUM

## Rücktritt vom Kauf

Auaboard, 360-Euro-E-Board im Test, c't 27/15, S. 58

Wir haben schnell entschieden: Bei uns wird kein E-Board unter dem Christbaum liegen. Potenziell lange Kindergesichter sind immer noch besser als ein durch Unfall zerschundenes Gesicht. Immerhin hat c't einen Bericht veröffentlicht, was leider andere seriöse Zeitschriften nicht getan haben.

SiriusLux auf ct.de

## Könnte Hype werden

Danke für die Übersicht, die Infos und die Befreiung bei c't Uplink und gute Besserung für den Kollegen! Ich denke, dass das schon ein ziemlicher Hype werden kann. Die technischen Macken kann man sicherlich in den Griff bekommen, und dass das Fahren auf Straßen und Gehwegen verboten ist, dürfte die Zielgruppe kaum abhalten – hätte es mich im relevanten Alter zumindest nicht.

alAdler auf ct.de

## Office 2013 statt 2016

Bewegliches Ziel, Neue Dienste und Funktionen von Office 365, c't 27/15, S. 124

Ich habe lange überlegt, ob es eine PC-Lizenz (MS Office 2016) oder eine Office-365-Lizenz werden soll – und habe mich nach Recherchen auf der Microsoft-Website für Letzteres entschieden. Da steht ausdrücklich und auch noch fett ausgezeichnet: „Office 365 ProPlus enthält nun die neuen Office 2016-Anwendungen für PC und Mac.“

Lizenz bestellt, erhalten und aktiviert. Aber Moment mal: Da werden nur Office-2013-Programme angeboten! Und wenn man in

dem Installationsprogramm dem Link „Wie erhalte ich die neuen 2016 Apps“ folgt, dann bekommt man das zu sehen: „Wenn Sie über einen der folgenden Pläne verfügen, müssen Sie bis Februar 2016 warten. Zu diesem Termin wird Office 365 ProPlus mit den neuen Office 2016-Anwendungen veröffentlicht: Office 365 ProPlus/Office 365 Enterprise E3/Office 365 Enterprise E4.“ Eine Lizenz für Office 2013 hätte ich gehabt.

Michael Steidl

*Um als ProPlus-Abonnent schon jetzt die Version 2016 von Microsoft Office zu bekommen, aktivieren Sie einfach im Office-365-Admin-Center unter „Dienstinstellungen/Updates“ die Option „First Release“. Danach haben Sie die Wahl zwischen Office 2013 und Office 2016. Einen möglichen Grund für diese Politik hatten wir im Artikel genannt: Da sich Office 365 ProPlus vor allem an größere Unternehmen richtet, geht der Hersteller vermutlich davon aus, dass vor der Installation der neuen Version auf sämtlichen Rechnern des Unternehmens in der IT-Abteilung erst noch Kompatibilitätstests durchgeführt werden.*

## Druckmittel Denunzierung

Rassisten in der Filterblase „Hate Speech“ auf sozialen Plattformen, c't 27/15, S. 138

Wenn Herr Buermeyer erklärt, dass der „Straftatbestand der Volksverhetzung“ in den USA nicht existent ist und deswegen lieber eine „absurde Meinung“ in Kauf genommen würde, so frage ich mich, ob die werten Damen und Herren, welche solch einen Gedankengang für gut befinden, nicht wissen, was Worte alles anrichten können. Schon die bloße Behauptung, ganz gleich, ob sie wahr ist oder nicht, gibt eine Tendenz, eine Meinung, ein Gefühl vor, und nicht selten manifestiert sie sich auch beim Rezipienten.

Klar kann man eine andere Meinung dagegen halten, aber wenn das erste Wort bei einem Großteil der Menschen Anklang findet, so überlegt es sich der sozial gesteuerte Mensch zwei Mal, ob er seine gegenläufige Meinung äußert und damit Gefahr läuft, ausgeschlossen zu werden. Ähnlich sehe ich das auch bei „sozialen Netzwerken“ wie bei Facebook und stimme damit Herrn Buermeiers ersten Punkt im Interview zu. Wenn sich geschlossene Kreise bilden (und das ist bei Internet-Aktivitäten zwangsläufig der Fall), so ist der Gruppenzwang nicht weit. Ich habe zwar nie selbst Facebook verwendet, aber andere soziale Netzwerke, und wer keine Lobby hat, der steht ganz schnell abseits.

Für mich hört die Meinungsfreiheit dort auf, wo sie Schaden eines anderen bedeutet, und das ist mit Denunzierungen gegeben.

Ein Pranger, der sogar den Arbeitgeber mit einbezieht, ist unterste Schublade. Gerade in der heutigen Zeit, in der ein jeder um seinen Job bangen muß, ist dies ein außerordentliches Druckmittel. Damit werden Existzenzen zerstört. Es ist das Eine, strafrechtlich relevante Aussagen zu tätigen, aber das Andere, Selbstjustiz zu üben. Dies stellt in meinen Augen das Denunzieren dar. Denunzierungen erfüllen meiner Meinung nach ebenfalls Straftatbestände.

Michael Schauberger

## Fernschreiber-Panoramen

Spaß mit Buchstabenbildern, ASCII Art: eine alte Technik neu entdecken, c't 27/15, S. 142

Nur der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass es so etwas schon vor dem Computer gab, nämlich auf Fernschreibern. Bis in den 80ern waren Fernschreiber in Firmen und öffentlichen Verwaltungen unabkömmlich: eine Art Schreibmaschine mit Anschluß an ein internationales Wählnetzwerk, Kommunikation über 5-Bit-Baudot-Code, nur Kleinbuchstaben und Ziffern, keine Sonderzeichen oder Umlaute. Man konnte Texte auf Lochstreifen („Lollo“) speichern und auch vervielfältigen, indem man während des Druckens vom Lochstreifen den Lollo-Stander mitlaufen ließ.

Natürlich brauchte man sehr viel Zeit und Geduld, um auf diesen Geräten ein Kunstwerk zustande zu bringen. Weil die Geräte aber auf Endlospapier druckten, bekam man auch sehr breite Bilder hin, die an die heutigen durch Stitching erzeugten Panoramabildder erinnern. Those were the days, my friend!

Dr. Engelbert Buxbaum

## Fotodrucker ohne HP

Druck-Stationen, Multifunktions-Tintendrucker für zu Hause, c't 26/14, S. 114

Meine Frau ist HP-Fan und hat im Vorfeld unseres geplanten Druckerkaufes gefragt, warum bei dem Test kein HP-Drucker dabei war. Gibt es da keinen vergleichbaren oder wurde ein solcher erst vor kurzem separat getestet?

Thomas Franz

HP hat seine Photosmart-Serie mit für den Fotodruck optimierten Einzeltinten leider ersatzlos eingestellt. So gibt es bei HP nur noch die günstigen Envy-Modelle, die Fotos in brauchbarer Qualität zu Papier bringen. Die Envy-Drucker arbeiten jedoch nur mit kleinen Kombi-Patronen und passten daher nicht zu den anderen Geräten im Test – die drucken alle mit einzeln wechselbaren Patronen.

**Sagen Sie uns  
IHR MEINUNG!**

**LESERBRIEFE:**  
bitte an [redaktion@ct.de](mailto:redaktion@ct.de).

**IN DEN SOZIALEN MEDIEN:**  
  Sie finden uns  
bei Facebook,  
Google+ und Twitter  
als c't magazin.

Die Redaktion behält sich vor,  
Zuschriften gekürzt zu veröffentlichen.  
Antworten sind kursiv gesetzt.

# Neujahrs-Special: 12 .de-Domains inklusive!



Nur bis Ende Januar 2016!  
Nach dem 31.01.2016 keine  
Bestellung mehr möglich.

1blu

## Unser Neujahrs-Special! Homepage Special

12 .de-Domains inklusive

Über 100 1-Klick-Apps

- > 12 .de-Inklusiv-Domains
- > 120 GB Webspace
  - + 75 GB zusätzlicher Cloud-Speicher
- > Unbegrenzter Traffic
- > 1.200 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > Über 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 100 FTP-Zugänge
- > 100 SSD MySQL-5-Datenbanken
- > PHP 5.6, Perl, Python, SSI, SSH

249  
€/Monat\*

Preis gilt dauerhaft!

,de,de,de

12 eigene .de Domains  
sind bei der 1blu-Homepage  
Special gleich inklusive.

Über 100 topaktuelle  
1-Klick-Installationen  
wie Joomla, Wordpress, Drupal,  
phpBB, Moodle, PrestaShop,  
Piwik.



\* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Es fällt keine Einrichtungsgebühr an. Angebot verfügbar ab 21.12.2015 (Näheres unter [www.1blu.de](http://www.1blu.de)). Vertragslaufzeit jeweils 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

030 - 20 18 10 00 | nur unter [www.1blu.de/special](http://www.1blu.de/special)

# Nehmen Sie Fahrt auf!

**ct Auto Digital**

**ct AUTO DIGITAL**

DER (FAST) LEGALE VW-BETRUG  
Die harten Fakten und Hintergründe

**FAHRBERICHTE**  
Vom Fahrassistenten zum Autopiloten in Audi und BMW

**CAR HACKING**  
Tachofälschung, Selbstbau-Projekt BMW-Hack, Fremdgesteuerter Jeep

**APPLE CARPLAY vs. ANDROID AUTO**  
Car Infotainment: Test, Nachrüstung, Praxis

**Digital aufrüsten:**  
Diagnose mit Smartphone, Dashcam, Gadgets

**Datenschleuder Auto:**  
Wie Versicherer und Hersteller ausschnüffeln

**E-Autos aktuell:**  
Mehr als ein Drittwaren? Stand der Technik

Ankunftszeit  
10:00  
P

**AKTIONSCODE IM HEFT:  
PARK LITE für nur 24,90 €**

**Jetzt für  
nur 9,90 €  
bestellen.**

[www.ctspecial.de](http://www.ctspecial.de)

shop.heise.de/ct-it-auto [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)  
Auch als eMagazin erhältlich unter: shop.heise.de/ct-it-auto-pdf

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten  
oder ab einem Einkaufswert von 15 €



**heise shop**

[shop.heise.de/ct-it-auto](http://shop.heise.de/ct-it-auto)





Tim Gerber

# Das Schweigen der Männer

## Heftiger Rüffel für die EU-Kommission in Sachen Massenüberwachung durch den GCHQ

Durch die Enthüllungen von Edward Snowden wurde bekannt, dass der britische Geheimdienst GCHQ systematisch den Internetverkehr der EU-Einwohner überwacht. Für ihre Intransparenz und Untätigkeit in dieser Sache hat sich die EU-Kommission nun einen schweren Rüffel von offizieller Stelle eingefangen.

Wenn es um die massenhafte Überwachung europäischer Bürger durch den Geheimdienst Ihrer Majestät geht, geben sich Kommissionspräsident Jean-Claude Juncker und sein Kabinett sehr verschlossen. Keinesfalls sollen Dokumente der Kommission zu diesem Thema an die Öffentlichkeit gelangen, auch um den Preis, dass die Kommission dadurch wahrscheinlich selbst europäisches Recht bricht.

Die irische Publizistin Emily O'Reilly, die seit Juli 2013 das Amt der europäischen Bürgerbeauftragten bekleidet, hat dies kürzlich in einer offiziellen Entscheidung als einen „Missstand“ bezeichnet, der aufgrund der Wichtigkeit des Themas „besonders schwerwiegend“ sei.

Gegenstand ihrer Untersuchung war eine Beschwerde aus der c't-Redaktion darüber, dass die Kommission die Herausgabe verschiedener im Zusammenhang mit der Tätigkeit des GCHQ stehender Dokumente verweigert. Der Missstand der Intransparenz wiege deshalb besonders schwer, weil das Thema für die europäische Öffentlichkeit wichtig sei, betont denn auch O'Reily in ihrer Entscheidung.

Kurz nach Bekanntwerden der Bespitzelung von Millionen Europäern durch den GCHQ im Juni 2013 hatten wir die Kommission auf Grundlage der sogenannten Transparencyverordnung (VO 1049/2001/EG) um Übersendung verschiedener Dokumente gebeten, darunter solche, „die Aufschluss darüber geben, welche Informationen der Kommission bezüglich Erhebung, Speicherung und Nutzung von Daten aus dem Internetverkehr durch Behörden des Vereinigten Königreichs vorliegen“. Außerdem wollten wir durch die angeforderten Dokumente in Erfahrung bringen, welche Schritte die Kommission eventuell in dieser Sache unternommen hat, und insbesondere ihren Schriftwechsel mit den Mitgliedsstaaten sowie bei ihr eingegangene Beschwerden gegen die Massenüberwachung einsehen.

Die Grundrechtecharta der EU und die genannte Transparencyverordnung geben jedem Bürger das Recht, Dokumente von EU-Organen und -Behörden auf Anfrage einzusehen. Für die Bearbeitung solcher Anträge sieht die Verordnung klar definierte, knappe Fristen vor, die die Behörde einzuhalten hat, und auch die Gründe, aus denen der Zugang zu Dokumenten ausnahmsweise verweigert werden kann, sind darin sehr eng umrissen.

Unter diese Ausnahmen fällt unter anderem die notwendige Vertraulichkeit von Untersuchungen der Kommission, die in einem Vertragsverletzungsverfahren gegen einen Mitgliedsstaat vor dem Europäischen Ge-

richtshof münden können. Dies hat der Gerichtshof in mehreren Verfahren entschieden. Und darauf berief sich dann auch die Kommission in ihrer abschlägigen Antwort vom August 2013 und lehnte den Zugang zu mehreren Dokumenten ab. Darunter ein Brief der damaligen Kommissionsvizepräsidentin Viviane Reding an den damaligen britischen Außenminister William Hague vom 25. Juni 2013, die Antwort Hagues an Reding vom 3. Juli sowie ein Schreiben der Generaldirektorin der Kommission, Francoise Le Baile, an den britischen Botschafter bei der EU Jon Cunliffe vom 25. Juli 2013.

Die Ablehnung zum Schreiben Hagues war besonders pikant, weil das britische Außenamt auf Anfrage der Kommission der Veröffentlichung sogar ausdrücklich zugestimmt hatte, wie sich später herausstellte. Dennoch lehnte die Kommission unter ihrem damaligen Präsidenten Manuel Jose Barroso die Herausgabe auch dieses Schreibens an die Redaktion der c't ab. Diese merkwürdige Entscheidung hat die Bürgerbeauftragte schon während ihrer insgesamt zweieinhalbjährigen Untersuchungen zu diesem Fall immer wieder stark kritisiert. Anfang 2014 sandte sie einen ihrer Beamten nach Brüssel, um der Kommission im wahrsten Sinne des Wortes auf die Finger zu sehen und Einsicht in die Akten zu nehmen, die die Kommission vehement der Öffentlichkeit vorzuenthalten gedachte. Ergebnis: Kein Grund für die Geheimhaltung ersichtlich.

Als am 1. November 2014 der neue Kommissionspräsident Jean-Claude Juncker mit seinen Kommissaren sein Amt antrat, sollten die Karten auch in dieser Sache neu gemischt werden – auf höchster Ebene. So



Emily O'Reilly, die preisgekrönte irische Journalistin und Buch-Autorin, hat seit 2013 das Amt der europäischen Bürgerbeauftragten inne. Die Untätigkeit der Kommission Juncker in Sachen Massenüberwachung hält sie für einen „besonders schwerwiegenden Missstand“.

&amp; tolle Preise gewinnen!

- ✓ Neuheiten    ✓ beste Angebote
- ✓ Preisreduzierungen    ✓ Aktionen

<http://rch.lt/e4>

## Erstklassige Bildqualität trifft auf elegantes Design

- Full HD AH-IPS LED-Bildschirm mit Betrachtungswinkel von 178° für ein brillantes Bild aus jedem Blickwinkel
- verschiedene Geräte anschließen dank zwei HDMI/MHL-Schnittstellen sowie Akku-Lade-Funktion für MHL-kompatible Geräte
- ultra-schlankes, ergonomisches Design mit einem stabilen Standfuß



ASUS VX279H

**199,95**

integrierte Stereo-Lautsprecher

**ASUS**

**OCZ Trion 100 Serie**

POWERED BY TOSHIBA NAND

ab 49,50

Erhöhen Sie Ihre Produktivität mit der Trion 100 Serie und genießen Sie schnelle Starts, Dateiübertragungen und System-Reaktionszeiten. Verabschieden Sie sich von Festplatten-Verzögerungen und erleben Sie hochmoderne Performance-Standards, die Sie verdient haben.

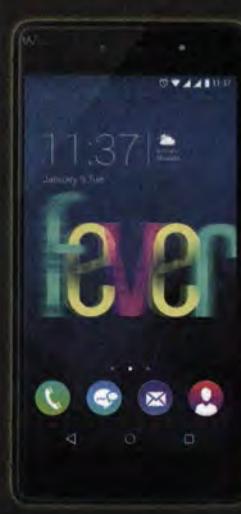
TRN100-120GB	120 GB	48,90
TRN100-240GB	240 GB	67,90
TRN100-480GB	480 GB	143,90
TRN100-960GB	960 GB	255,90

## AVM FRITZ!WLAN Repeater

- erhöht schnell und einfach die Reichweite aller WLAN-Netze
- Dual-WLAN AC + N mit bis zu 1.300 MBit/s (5 GHz) + 450 MBit/s (2,4 GHz) gleichzeitig
- max. WLAN-Sicherheit dank WPA2-Verschlüsselung
- einfache und sichere WLAN-Einrichtung per WPS-Knopfdruck
- Übernahme der WLAN-Nachtschaltung, WLAN-Gastzugangs einer FRITZ!Box
- integrierter Gigabit-Anschluss: Verbundene Geräte erhalten WLAN-Funktion
- perfekt abgestimmt auf WLAN-Produkte der FRITZ!Box-Familie

**79,-**

AVM FRW 1750E

**DUAL-WLAN AC + N**  
bis zu 1.300 (5 GHz) + 450 MBit/s (2,4 GHz)
**NEU**

## Warte bis es dunkel wird...



Dieses Smartphone beeindruckt nicht nur mit seiner Technik, sondern auch mit seinem außergewöhnlichen Premium Design. Die phosphoreszierende Umrundung wird von einem Metalrahmen umschlossen und ist mit einer weichen Kunstleder-Rückseite ausgestattet. Das Corning® Gorilla® Glass 3 schützt das Display vor Kratzern und Stoßschäden.


*Rahmen leuchtet im dunkeln!*

WIKO 9591 schwarz/grau

WIKO 9592 schwarz/champagner

WIKO 9593 weiß/champagner

**je 239,95**

5"	FULL HD 1920x1080	4G	13 MP 5 MP SELFIE FLASH	OCTA CORE 1.3 GHz	ROM 16 GB	RAM 2 GB	5.1 Lollipop	DUAL SIM	SD 64 GB
----	----------------------	----	-------------------------------	----------------------	--------------	-------------	-----------------	----------	-------------


**Katalog**  
01.1|2016

- ✓ Über 45 Jahre Erfahrung
- ✓ schneller 24-Stunden-Versand
- ✓ Über 50.000 Produkte am Lager
- ✓ kein Mindestmengenzuschlag

Jetzt bestellen! [www.reichelt.de](http://www.reichelt.de)

Bestell-Hotline: +49 (0)4422 955-333

**Jetzt bestellen!**

Tagespreise! Preisstand: 21.12.2015

Preise in € inkl. gesetzl. MwSt., zzgl. Versandkosten

reichelt elektronik, Elektronikring 1, 26452 Sande (D)

[reichelt.de](http://reichelt.de)

@reichelt\_el

[google.com/+reichelt](http://google.com/+reichelt)

berieten die Kabinettschefs von Juncker und Grundrechtekommissar Frans Timmermans, Martin Selmayr und Ben Smulders, am Rande eines Gipfeltreffens Anfang 2015 etwa eine halbe Stunde lang darüber, wie man auf das Ansinnen der Bürgerbeauftragten reagieren solle und wie es überhaupt in der Frage weitergehen sollte, dass die Briten mit ihrem Geheimdienst und seiner Totalüberwachung des Internetverkehrs europäisches Recht verletzen: Gar nicht, so offenbar das laue Ergebnis.

Mit Ach und Krach korrigierte Junckers Kommission die merkwürdigsten Entscheidungen der Vorgänger und gab der c't-Redaktion nun das Schreiben Hagues heraus (siehe heise online vom 25. Mai 2015 und c't-Link am Ende des Artikels). Nun stellte sich heraus, dass der Brite in seinem Schreiben an die „liebe Viviane Reding“ im Wesentlichen auf eine von ihm im Londoner Unterhaus öffentlich gehaltene Rede verwiesen hatte. Jeglichen Bestrebungen der Europäer, die Schnüffelpraxis des GCHQ zu bremsen, erteilt der Diplomat dort eine brüské Abfuhr: Es handle sich schließlich um Belange der nationalen Sicherheit. Dafür seien allein die Mitgliedsstaaten verantwortlich und die Kommission in Brüssel möge sich gefälligst da heraushalten, so das Credo aus London. Auf diese offen zur Schau getragene Kältschnäuzigkeit der Briten hat die Kommission bislang weder öffentlich noch – soweit bekannt – hinter verschlossenen Türen angemessen reagiert. Eigentlich durfte sie die Sache nicht auf sich beruhen lassen, denn schließlich hat sie eine Zuständigkeit dafür, dass die Mitgliedsstaaten die europäischen

The screenshot shows the official website of the Government Communications Headquarters (GCHQ). The header features the GCHQ logo with a crown and a circular emblem. Below the logo are navigation links for 'WHO WE ARE', 'WHAT WE DO', 'HOW WE WORK', 'CESG', 'CAREERS', and 'PRESS & MEDIA'. A breadcrumb trail indicates the user is at 'You are here > Home > What we do'. The main content area is titled 'What we do' and includes a section about the 'current UK threat assessment is SEVERE'. It also features three sub-sections: 'Drug threat' (with an image of a newspaper clipping), 'How does an analyst catch a terrorist?' (with an image of a man in a suit and sunglasses), and 'Support to Military Operations' (with an image of a soldier using a laptop). Each sub-section has a 'Read more >>' link.

Auf seiner Webseite wirbt der britische Geheimdienst GCHQ für seine Arbeit im Dienste der nationalen Sicherheit. Dazu gehört auch die massenhafte Überwachung der Telekommunikation großer Teile Europas.

Grundrechte und den Datenschutz wahren. Das dürfte auch für Maßnahmen gelten, die ihrer nationalen Sicherheit dienen sollen. Die Untätigkeit der Kommission in dieser Sache stößt offenbar auch der Bürgerbeauftragten sauer auf. Die Kommission hatte ihr nämlich im Laufe des Verfahrens mitgeteilt, man

könne sich auch in diesem Fall auf die allgemeine Vermutung stützen, dass die Freigabe der Dokumente den Schutz und den Zweck von Untersuchungstätigkeiten beeinträchtige und dass kein übergeordnetes öffentliches Interesse bestehe, dem durch die Freigabe der Dokumente für die Öffentlichkeit gedient werde.

Diese Argumentation überzeugt die Bürgerbeauftragte – eine gelernte und mehrfach preisgekrönte Journalistin – ausdrücklich nicht. Erstens betreffe das Thema ein Grundrecht der EU-Bürger, nämlich das Recht auf Datenschutz, bemerkt O'Reilly in ihrer Entscheidung. Zweitens werde aus dem Brief des britischen Außenministers deutlich, dass die britischen Behörden durch diese Situation nicht beunruhigt seien. Und etwas spitz fügt sie „drittens“ hinzu, „sind der Bürgerbeauftragten, obwohl der Brief von 2013 stammt, keine konkreten zwischenzeitlichen Untersuchungstätigkeiten der Kommission bekannt und sie wurde auch durch die Kommission nicht informiert.“

Nachfragen der c't zu diesem Thema wollte die Kommission auch im Angesicht der deutlichen Ohrfeige von der Bürgerbeauftragten nicht beantworten. Erst auf hartnäckiges Drängen ließ man uns durch einen Sprecher lapidar wissen, die Kommission sei von der Bürgerbeauftragten bereits zu einer neuerlichen Stellungnahme zu dem Komplex bis Ende Mai 2016 aufgefordert worden. Die Kritik habe man zur Kenntnis genommen und „reflektiere“ sie. Im Übrigen sei die formale Position Brüssels ja aus dem Verfahren bekannt. Na, dann ist ja alles klar. (tig@ct.de)

3 July 2013

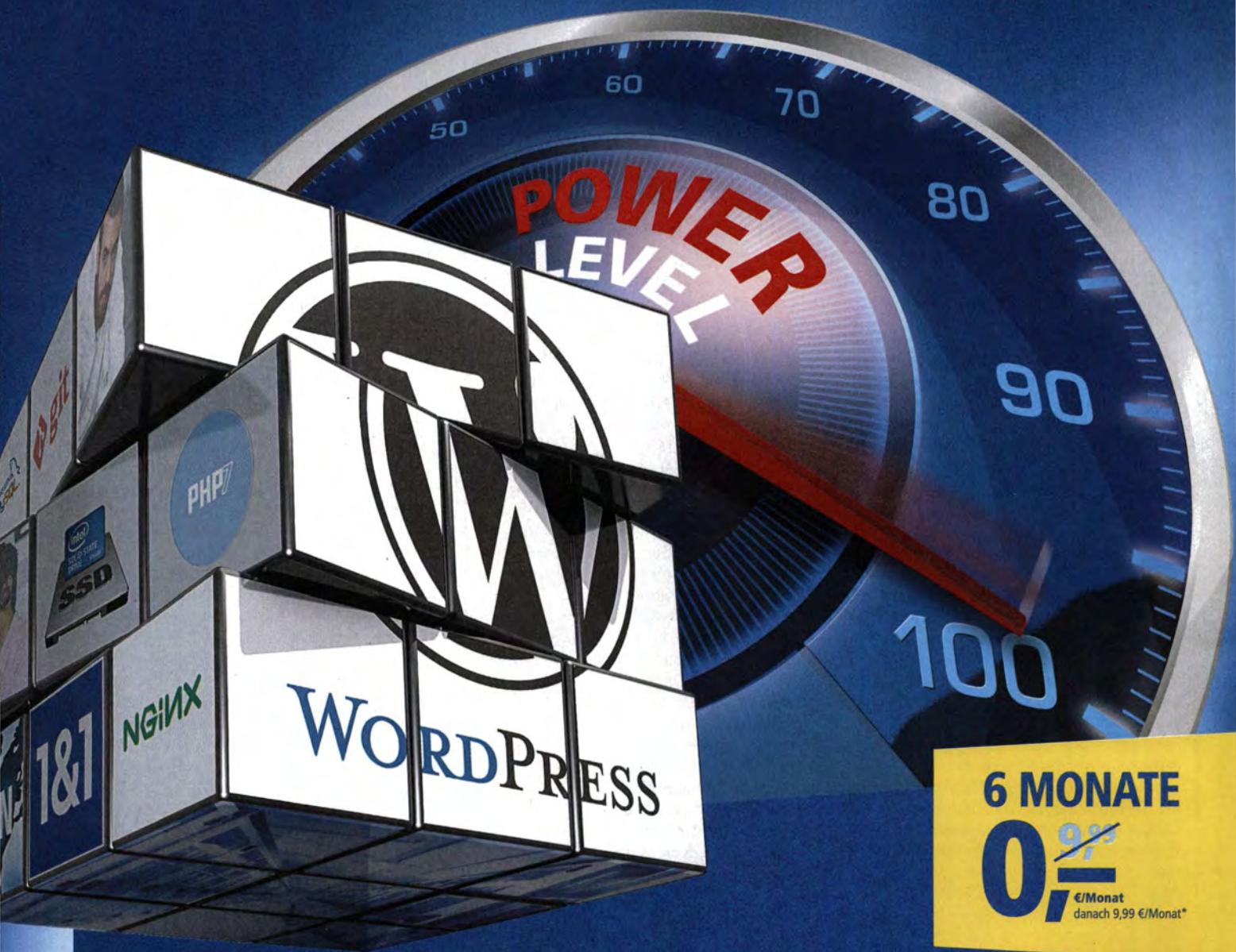
Viviane Reding  
Vice-President of the European Commission  
Brussels



*Bear Viviane Reding,*  
I am writing in response to your letter of 25 June 2013. Although I cannot comment on what are reported as leaked documents, I do want to set out the context for the work of the UK's security and intelligence agencies.

Secret intelligence is vital to the UK, and indeed to every other Member State. It enables us to detect threats against our countries ranging from nuclear proliferation to cyber attacks. Secrecy is necessary for the effectiveness of this work, but this secrecy is also the reason why the right safeguards are essential for governing the activities of our security and intelligence agencies. The UK security and intelligence agencies practise and uphold the law at all times, including when dealing with information from outside the UK. Our legislation is fully compatible with the right to privacy, as set out in Article 8 of the European Convention on Human Rights.

In einem Schreiben an die „liebe Viviane Reding“ (Ausriss) erklärt der damalige britische Außenminister William Hague, Brüssel sei für die Massenüberwachung Europas nicht zuständig, weil es sich um eine Angelegenheit der nationalen Sicherheit im Vereinigten Königreich handle.



# MANAGED WORDPRESS

## 100 % POWER

- **NEU!** Full SSD Webspace
- **NEU!** Full SSD Datenbanken
- **NEU!** PHP 7 mit OPCache
- Unlimited Traffic
- Unlimited E-Mail Accounts

## 100 % SICHERHEIT

- **NEU!** 1&1 DDoS Protection auf NGINX für noch mehr Performance, Zuverlässigkeit und höchste Sicherheit
- **Georedundanz:** Parallelbetrieb in räumlich getrennten Rechenzentren
- 1&1 CDN
- 1&1 SiteLock

## 100 % KOMFORT

- **NEU!** 1&1 WP Assistent – einzigartige Nutzerführung bei Installation und Design
- Inklusive Ready-to-use Templates
- 24/7 Hotline
- 1&1 WP Experten-Support
- 1&1 Community



DE: 02602 / 96 91  
AT: 0800 / 100668

**1&1**

Andreas Stiller, Martin Fischer

# Prozessorgeflüster

Vom wahren Norden und Polarstern

Leistungsfähige GPUs haben sie dank weitaus besserer Trainingsmöglichkeiten wieder hoffähig gemacht, die künstliche Intelligenz, nun in Gestalt von „Deep Learning“. Derzeit gehört das Spielfeld fast allein Nvidia, doch neue Start-ups und auch Alt-GPU-Konkurrent AMD wollen mitspielen.

**S**ein man mit den GPUs neuronale Netze effizient trainieren kann, kommen neuronale und neuromorphe Techniken immer mehr in Mode. Machine oder Deep Learning sowie Cognitive Computing sind die großen Buzzwords, und alle Großen sind dabei: IBM, AT&T, Microsoft, Google, Amazon, Facebook, eBay ... Zahlreiche Cloud-Angebote und APIs sind im Angebot: IBM Watson, AT&T Speech, Google Prediction, Microsoft Azure und Amazon Machine Learning ...

IBM hat dabei nicht nur Watson im Spiel, sondern kaufte im März 2015 AlchemyAPI hinzu, einen Deep-Learning-Spezialisten. Daneben entwickelt IBM im Rahmen des SyNAPSE-Programms der DARPA auch sogenannte neuromorphe Chips. Das sind Chips, die sich an der Arbeitsweise von Hirn-Neuronen orientieren. Der von IBM im Sommer 2014 vorgestellte TrueNorth-Chip erkennt mit seiner Million Neuronen inzwischen Bilder sehr gut, sogar weit besser als gedacht, so IBM-Forscher Jun Sawada auf der SC15.

Diverse Wettbewerbe haben sich auf dem Gebiet von Machine Learning inzwischen etabliert, etwa die „Large Scale Visual Recognition Challenge“ (ILSVRC), die von führenden amerikanischen Universitäten (Stanford, Princeton, Columbia ...) seit fünf Jahren ausgeschrieben wird. 2015 haben sich daran immerhin rund 50 Teams weltweit beteiligt, zu meist aus chinesischen Unis und Forschungseinrichtungen. Baidu wurde zwischenzeitlich allerdings wegen Schummeli disqualifiziert. Mitte Dezember 2015 gab es dann die Ergebnisse anlässlich eines Treffens zur 29. Jahrestagung der Neural Information Processing Systems (NIPS) in Montreal. In der Hauptklas-

se (Object detection with provided training data) gewann ein Team von Microsoft Research aus China in 194 von 200 Kategorien.

Auf diesem Szene-Treffen rund um „Brains, Mind and Machines“ gab Stanford-Professor und Nvidia-Cheftechnologe Bill Dally einen Überblick über High Performance Hardware for Machine Learning – klar, welche Hardware bei ihm im Vordergrund stand. Aber auf diesem Gebiet erwächst allmählich neue Konkurrenz, etwa das Start-up Nervana Systems.

Diese Firma wurde vor einem Jahr von drei Qualcomm-Abtrünnigen rund um CEO Naveen Rao in San Diego gegründet. Sie hat nicht nur ein Open Source Deep Learning Framework namens Neon entwickelt, das nach eigenen Angaben auf Nvidia-GPUs dreimal so schnell sein soll wie Nvidias eigene Algorithmen, sondern auch einen eigenen Chip in Arbeit, der diesen Job noch weit effizienter ausführen soll.

Viel weiß man über den Chip noch nicht, nur das, was Rick Merritt von EETimes über ihn herausgefunden hat: Er ist für TSMCs 28-nm-Prozess ausgelegt und soll so groß sein wie handelsübliche GPUs. Er besteht aus einer Vielzahl von „Tensoren“, das sind kleine Rechen-Arrays mit direkt per 3D-Stacking angekoppeltem Speicher. Verknüpft über zahlreiche 25G-SerDes soll er einen Durchsatz von 2 Terabit/s erreichen.

Auf diesem Gebiet sind aber noch etliche weitere Start-ups aktiv, so wie SSRLabs Inc. rund um den rührigen deutschen Physiker Axel Kloth. Seine in Pacifica ansässige Firma bastelt an mehreren Coprozessoren für Big Data und High Performance Computing mit

neuartiger Prozessor- und Speicherarchitektur. Darunter ist auch ein Neural Net Coprocessor, optimiert für Bild- und Videoauswertung und Deep Learning.

Im Berater-Board dieses Start-ups findet man viele altbekannte Namen, insbesondere auch John L. Gustafson – ein „bunter Hund“ der Szene. Er hat in letzter Zeit durch sein Buch zur Universal Number „End of Error“ auf sich aufmerksam gemacht. Zuvor war er in seiner bewegten Vita auch mal Chef von AMDs Grafikabteilung. Diesen Job hat jetzt Jim Anderson inne, der wie Gustafson auch davor Intel zu Diensten war.

## Kanadisches Nordlicht

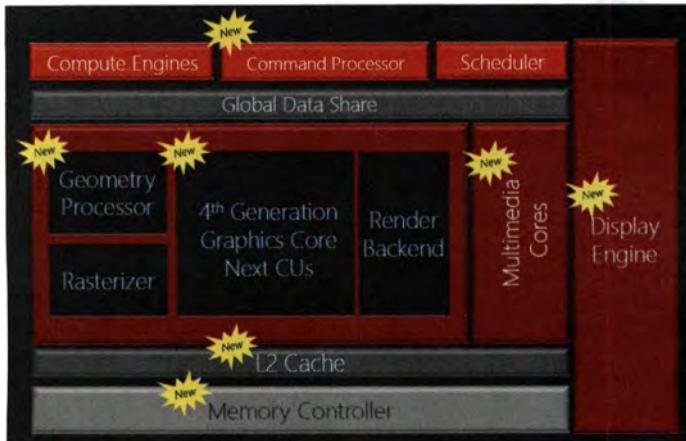
Ihm zur Seite steht der renommierte Chefarchitekt Raja Koduri. Aufmerksame AMD-Fans wunderten sich gegen Jahresende, was Koduri da Merkwürdiges mit dem Marketing-Drahtzieher Chris Hook über den Polarstern twitterte. Jetzt weiß man es: „Polaris“, so heißt die neue GPU-Architektur, die Nvidias lange dominierende Maxwell-2.0-GPUs – und vielleicht sogar den kommenden Pascal – Mitte des Jahres in die Schranken weisen soll.

Damit das klappt, hat AMD die bestehende GCN-Architektur an entscheidenden Stellen umgekrempelt. Polaris-GPUs haben offenbar einen besseren Hardware-Scheduler und können Shader-Programme und Texturkompression effizienter ausführen. Dazu kommt noch die neue Display-Engine mit HDMI 2.0a und DisplayPort 1.3 (für HDR-Bilder und 5K-Displays) und eine aufgebohrte Video-Engine, die 4K-Filme im H.265-Format mit 60 fps kodiert oder dekodiert. Das ist vor allem für kommende Video-On-Demand-Streams (Netflix!) und 4K-Blu-rays wichtig.

Ach so, den großen Trommelwirbel haben wir glatt vergessen: Polaris-GPUs sind die ersten, die AMD im 14-nm-FinFET-Prozess herstellen lässt und damit offenbar vom Fertiger TSMC auf Globalfoundries umschwenkt. Der Schritt vom aktuellen 28-nm-Prozess ist gewaltig, und entsprechend sollen die Effizienzvorteile sein. In einem ersten Beispiel vergleicht AMD eine Polaris-GPU mit einer gleich schnellen Maxwell-v2-GPU, die für dieselbe Bildrate 140 statt 86 Watt schluckt. Plötzlich wirkt die bis dato hocheffiziente Maxwell-Architektur wie ein Heizkraftwerk.

Mit Polaris lassen sich also nicht nur fette Gamer-Grafikkarten bauen, sondern auch hocheffiziente Mobil-Grafikchips oder Steam-Machine-Grafikbeschleuniger. Das könnte für AMD der Schlüssel sein, dem großen Konkurrenten Nvidia wertvolle Marktanteile abzutrotzen. Denn Nvidia wird die Anfang April erwartete Pascal-Generation wohl vorrangig für den Supercomputer-Markt optimieren – und bei TSMC mit 16-nm-FinFET-Strukturen fertigen. Sicher ist: Sowohl AMD als auch Nvidia werden Chips auf den Markt werfen, die endlich genug Power zum 4K- und VR-Spielen haben werden. 2016 wird also das spannendste Jahr im Grafikkartenmarkt seit 2011 – und für PC-Gamer sowieso.

(as@ct.de/mfi@ct.de)



Alles „New“:  
Die Polaris-Architektur ist AMDs wichtigstes Grafikchip-Design seit 2011.

# Editorial Media berichtet über Visionen, die die Welt verän- dern werden.

Editorial Media ist professioneller Journalismus auf allen Kanälen und hochwertiges Umfeld für Marken. Garant der hohen journalistischen Qualität sind die deutschen Verlage.  
[www.editorial.media](http://www.editorial.media)



**EDITORIAL MEDIA**

Die Verleger. Print | Online | Mobile

## Mini-PC für drei 4K-Monitore

Der kompakte Rechner ZBox MI551 von Zotac beansprucht nur wenig Platz und kann dennoch bis zu drei 4K-Displays gleichzeitig ansteuern. Ausgestattet ist er mit dem Skylake-Vierkernprozessor Core i5-6400T sowie zahlreichen Schnittstellen. Wegen der niedrigen Thermal Design Power von 35 Watt beträgt der Nominaltakt des Quad-Core lediglich 2,2 GHz (Turbo: 2,8 GHz). Die beiden DisplayPort-1.2-Ausgänge befeuern jeweils ein 4K-Display mit 60 Hz. Per HDMI lässt sich ein dritter 4K-Monitor anschließen, dieser aber nur mit 30 Hz.

Für USB-Geräte stehen je eine Typ-A- und Typ-C-Buchse zur Verfügung, die den SuperSpeed-Plus-Modus (10 GBit/s) von USB 3.1 unterstützen. Weiterhin bietet die ZBox MI551 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × Gigabit-Ethernet sowie einen SDXC-Kartenleser.



Moderne Smartphones lassen sich an der USB-Typ-C-Buchse der Zotac ZBox MI551 anschließen.

## Direkter Zugriff auf AMD-GPUs

AMD will Spiele- und Anwendungsentwicklern direkten und umfassenden Zugriff auf Radeon-GPUs ermöglichen. Die Software-Initiative GPUOpen soll etwa das Entwickeln von Multiplattform-Spielen vereinfachen. AMD stellt Treiber-Utilities, Bibliotheken, SDKs und Tools bereit und will deren Quelltexte noch im Januar unter der MIT-Lizenz offenlegen. Zu den Tools gehören der CodeXL Static Analyzer, das CodeXL Di-

In der Barebone-Variante für 470 Euro muss man selbst für Arbeitsspeicher (2 × DDR3L-SO-DIMM) und Massenspeicher (1 × M.2, 1 × 2,5"-SATA) sorgen. Den Preis

für das Komplettsystem ZBox MI 551 Plus inklusive 4 GByte RAM und 120-GByte-SSD hat Zotac noch nicht bekanntgegeben.  
(chh@ct.de)

rectX-12-Plug-in und der Polygon-Optimierer Tootle. Hinzu kommen die Effekt-Algorithmen TressFX, GeometryFX, AO FX und ShadowFX. Auch das für die Entwicklung von VR-Anwendungen wichtige SDK LiquidVR soll zu GPUOpen gehören, ebenso wie die drei SDKs Firerays, FireRender und RapidFire.

Auch auf den Supercomputing-Bereich soll GPUOpen Einfluss haben. AMD erwähnt

speziell seine „Boltzmann-Initiative“, die mehr Entwickler aus dem HPC-Bereich auf AMD-GPUs umlenken soll.

Dabei ist besonders die Toolsuite „HIP“ (Heterogenous-compute Interface for Portability) interessant, die CUDA-Programme für AMD-Plattformen übersetzt. Ein Early-Access-Programm soll im ersten Quartal diesen Jahres eingerichtet werden.

(mfi@ct.de)

## Erste Benchmarks vom Mobil-Prozessor Snapdragon 820

Nach diversen Verzögerungen hat der Chip-Hersteller Qualcomm erste Prototypen des hauseigenen 64-Bit-Designs „Kryo“ vorgeführt. Der Snapdragon 820 soll da anknüpfen, wo einst die 32-Bit-Chips standen: schneller und sparsamer als die ARM-Kerne von der Stange, dank eigenem Kern-Design. Die neue Architektur debütiert als Quad-Core für Smartphones. Zwei schnelle Kerne takten mit bis zu 2,15 GHz, zwei sparsame mit maximal 1,593 GHz. Die Grafikeinheit Adreno 530 erreicht bis zu 624 MHz; bei der Bildverarbeitung, Virtual Reality und anderen rechenintensiven Aufgaben hilft der Hexagon 680 DSP.

Erste Benchmarks der Entwicklungskits sind durchwachsen: Die Single-Thread-Performance hat sich im Geekbench gegenüber dem Snapdragon 810 fast verdoppelt. Einem Apple A9 und A9X bleibt sie dennoch unterlegen. Rechnen alle Kerne, schmilzt selbst im Geekbench der Vorsprung des Snapdragon 820, weil er weniger Kerne hat als sein Vorgänger (je 4 × Cortex-A53 und -A57). Die Grafikeinheit Adreno 530 schlägt ihre Vorgängerin im 3DMark im Icestorm-Test mit 14 Prozent knapp und bei Sling Shot ES 3.1 mit 100 Prozent deutlich. (bbe@ct.de)

## Externe Laufwerke mit USB Typ C

Die Seagate-Tochter LaCie stellt die externe SSD „Chromé“ vor. Sie fasst 1 TByte und schafft Übertragungsraten von bis zu 940 MByte/s. Das erreicht sie durch zwei intern zu einem RAID 0 verschaltete M.2-SATA-SSDs. Angeschlossen wird die SSD über USB 3.1 (Gen 2, 10 GBit/s) mit C-Buchse.

Überdies wertet LaCie seine externen Desktop- und Mobil-Festplatten der Serie „Porsche Design“ um einen USB-Typ-C-Anschluss auf (USB 3.1 Gen 1, 5 GBit/s). Via USB-Typ-C lassen sich sogar Notebooks über das Netzteil der Desktop-Festplatten laden (USB Power Delivery). Derzeit funktioniert das lediglich mit dem aktuellen 12-Zoll-MacBook sowie dem hierzulande nicht erhältlichen Chromebook Pixel.

Die Porsche Design Desktop enthält eine 3,5-Zoll-Festplatte und ist mit 4, 5 und 8 TByte Kapazität erhältlich. Die Mobil-Festplatten im 2,5-Zoll-Format gibt es mit 1, 2 und 4 TByte. Sie versorgen sich ausschließlich über den USB-Port des PC – einen Netzteil-Anschluss haben sie nicht. Zu Marktstart und Preisen aller Modelle hat sich LaCie noch nicht geäußert.

(ll@ct.de)



LaCie Chromé: schicke und schnelle SSD mit USB 3.1

## Juniper findet Hintertüren im eigenen Betriebssystem

Der Netzausrüster Juniper hat gleich zwei Hintertüren in seinem Betriebssystem ScreenOS für die Firewalls und VPN-Systeme der NetScreen-Serie gefunden. Bei einer internen Überprüfung des Quellcodes seien „nicht autorisierte“ Funktionen gefunden worden, so Juniper. Krypto-Experten gehen davon aus, dass es sich um zu Spionage-Zwecken in den Code geschmuggelte Hintertüren handelt.

Eine der Lücken in ScreenOS erlaubt es, den VPN-Verkehr zu entschlüsseln – auch im Nachhinein. Die Basis dafür bildet der von der NSA schon im Standardisierungsprozess kompromittierten Zufallszahlengenerator Dual Elliptic Curve Deterministic Random Bit Generator (Dual\_EC\_DRBG). Zwar hatte Juniper die Parameter des Algorithmus verändert, um einen Missbrauch der Hintertür zu verhindern. Dann hatten allerdings Unbekannte diese Parameter wieder abgewandelt. Mit anderen Worten: Juniper hat sozusagen das Schloss in der NSA-Hintertür aus-

gewechselt. Die jetzt entdeckten Modifikationen deuten darauf hin, dass jemand das Schloss noch einmal gewechselt hat.

Die zweite Lücke umgeht die Anmeldung des SSH-Dienstes auf den Gateways mit der Zeichenkette <<< %s(un='%s') = %u. Ein Angreifer, der dieses magische Passwort kennt, bekommt Admin-Zugang auf ungepatchte Juniper-Geräte und kann auf diesem Wege ebenfalls VPN-Traffic entschlüsseln.

Juniper hat Updates bereitgestellt und rät Admins dringend dazu, diese einzuspielen, da der SSH-Dienst sperrangelweit offen steht. Betroffen sind die ScreenOS-Versionen 6.2.0r15 bis 6.2.0r18 sowie 6.3.0r12 bis 6.3.0r20. Die Firma teilt mit, man habe eine Untersuchung des Vorgangs eingeleitet, wisse aber momentan nicht, woher der Schadcode stammt und wie er in die ScreenOS-Software gelangen konnte. Die Betriebssysteme SRX und Junos seien nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht betroffen. (fab@ct.de)



Juniper-Firewalls der NetScreen-Serie stellen oft VPN-Verbindungen in Firmen-Netze her.

## 28 Mal Backspace: Linux-Bootloader Grub löchrig

Man kann die Passwort-Abfrage des Linux-Bootloaders Grub umgehen, indem man statt den Nutzernamen einzugeben 28 Mal die Backspace-Taste und dann Return drückt. So erhält ein potenzieller Angreifer eine Rescue-Shell und kann einen eigenen Kernel booten – zum Beispiel von einem USB-Stick. Der Angriff missbraucht zwei Speicherweltungsprobleme im Bootloader bei der Prüfung des vom Benutzer eingegebenen Nutzernamens. Da so früh im Boot-Prozess eine Reihe von Schutzfunktionen wie Address Space Layout Randomization (ASLR) und Data Execution Prevention (DEP) noch nicht funktionieren, kann der Angreifer den Speicherinhalt so manipulieren, dass er in der Rescue Shell landet.

Die Sicherheitslücke war sechs Jahre lang unentdeckt geblieben und ist in allen Grub-Versionen seit 1.98 vorhanden. Die Entwickler haben sie im Entwicklungszweig der Software geschlossen und viele Linux-Distributionen haben diese Änderungen bereits übernommen. Da die meisten Desktop-Linuxe über Grub booten, sind eine sehr große Anzahl von Rechnern betroffen. Allerdings nutzen nicht viele Nutzer die Passwort-Ab sicherung des Bootloaders. Diese kann etwa das Bootauswahl-Menü vor Manipulationen schützen und ist vor allem für Kiosk-Systeme von Bedeutung.

(fab@ct.de)

## Schwere Sicherheitslücke in FireEye-Appliances

Die Sicherheits-Appliances der Serien AX, EX, FX und NX des Herstellers FireEye können mit einer einzigen E-Mail gekapert werden, wie Googles Security-Veteran Tavis Ormandy dokumentiert. Da die Geräte in der Regel an neuralgischen Punkten im internen Netz von Firmen zu finden sind und die Aufgabe haben, vorbeifliegenden Traffic auf gefährlichen Code zu untersuchen, reicht es unter Umständen, wenn ein Angreifer eine präparierte Mail an die Firma schickt. Schadcode in einem angehängten Java-Archiv wird entpackt und dann beim Scan zur Ausführung gebracht. Kann ein Angreifer einen Nutzer aus dem internen Netz dazu verleiten, auf einen Link zu einer solchen Datei zu klicken, übernimmt der Angreifer ebenfalls die volle Kontrolle über das FireEye-Gateway.

Eine gehackte Sicherheits-Appliance stellt einen idealen Brückenkopf im Netz des Opfers dar und ist daher ein lohnendes Ziel. Von dort aus könnten Hacker fast beliebig Daten mitschneiden und andere Systeme infizieren. Ormandy, der die Lücke entdeckte, nannte einen solchen Angriff ein „Alpträum-Szenario“.

Bei Googles Project Zero wird die Lücke unter der Fallnummer 666 geführt und hat deswegen den Spitznamen „Sicherheitslücke des Teufels“ bekommen. FireEye hat sie innerhalb eines Tages geschlossen. Administratoren, die diese Systeme betreiben, sollten sicherstellen, dass sie das Security Content Update 427.334 eingespielt haben. In der Regel sind die FireEye-Appliances so konfiguriert, dass sie Sicherheits-Updates automatisch installieren. (fab@ct.de)

## Sicherheits-Notizen

Weltweit sind mehr als 35 000 MongoDB-Datenbanken öffentlich für jeden einsehbar. Diese lassen sich trivial über einschlägige Suchmaschinen finden. Administratoren sollten in den Einstellungen der NoSQL-Datenbank unbedingt Verbindungen von außen verbieten.

Die Unified-Threat-Management-Software von Sophos hat XSS-Lücken, über die Angreifer Admin-Sessions kapern und die Firewall abschalten können. Nutzer der Software sollten auf die Versionen 9.318 oder 9.352 aktualisieren.

Ein Server mit Newsletter-Software der Weltraumorganisation ESA wurde gekapert. Dabei konnten die Angreifer Nutzerdaten und unverschlüsselte Passwörter auslesen. Betroffene Abonnenten wurden informiert. Wie ein ESA-Sprecher mitteilte, wurden keine kritischen Daten oder Systeme der Organisation beeinträchtigt.

Cisco verteilt Sicherheitswarnungen an die eigenen Kunden ab sofort auch über ein API namens openVuln. Über die Schnittstelle können Admins die Informationen nach Belieben anpassen und weiterverarbeiten.

## Mehr King's Quest

Freunden episodischer Comic-Adventures serviert Sierra neues Download-Spielfutter für lange Winterabende: Die zweite Episode der neuen fünfteiligen King's-Quest-Serie ist unter dem Titel „Stein oder nicht Stein“ erschienen. Erneut erzählt der greise König Graham seiner Enkelin von den Anfangstagen seiner Herrschaft, und wieder wird das Ganze in feinster Zeichentrickgrafik liebenvoll dargestellt. Diesmal zeigt sich, dass Kobilde nicht unbedingt die spaßigen Gesellen sind, als die sie allgemein gelten: Eine Horde der kleinen Fieslinge hat ein ganzes Dorf gefangengenommen.

Das Team von The Odd Gentlemen entwickelt die Reihe, die sich an die berühmten Sierra-Klassiker von Roberta Williams aus den 1980er Jahren anlehnt, für PS 4/3, Xbox One/360 und Windows (via Steam). Die erste Episode „A Knight to Remember“ ist bereits seit Juli 2015 erhältlich; „Stein oder nicht Stein“ kostet 10 Euro. (psz@ct.de)



Eine Krone auf dem Kopf garantiert kein sorgenfreies Leben: In der zweiten Episode von King's Quest hat König Graham alle Mühe, seine Freunde zu befreien.

## Neue Spiele für Linux

Feral Interactive hat das Rennspiel **GRID Autosport** auf Linux portiert. Auf über 100 Strecken kann man in verschiedenen Renndisziplinen und -wagen antreten. Das Spiel ist über Steam erhältlich.

Das Kampfspiel **Street Fighter V** soll auch für SteamOS erscheinen und den Steam-Controller unterstützen. Ob die Linux-Version zeitgleich mit der Windows-Fassung am 16. Februar erscheint, ist unklar.

## Star Citizen: Über 100 Millionen US-Dollar gesammelt

Das Weltraum-Simulationsprojekt Star Citizen soll das „Wing Commander“ der Neuzeit werden – dafür sammelt Produzent Chris Roberts seit Jahren Geld über Crowdfunding ein. Nachdem die Alpha-Version 2.0 im Dezember erschien, wurde die Marke von 100 Millionen US-Dollar geknackt. Der Erscheinungsdatum der finalen Version ist weiterhin unbekannt.

Die aktuelle Fassung bringt Mehrspielergefechte im Ego-Shooter-Modus; außerdem gibt es drei größere Raumschiffe, auf denen sich Spieler treffen können. Neue Flugmodi erlauben genauere Landungen (Precision

Mode) und schnelleres Fliegen (Cruise Mode). Mithilfe des Nachbrenners entflieht man gefährlichen Situationen. Neu ist auch der Planet „Crusader“, um den drei Raumstationen kreisen.

Im Laufe der Zeit mehren sich kritische Stimmen an Roberts' ambitioniertem Projekt. Manche zweifeln daran, dass die hochkomplexe Weltraumsimulation inklusive Planetenerkundung überhaupt technisch umsetzbar ist. Einigen Unterstützern stößt sauer auf, dass es bereits über dreihundert Dollar teure Schiffe für ein noch unfertiges Spiel zu kaufen gibt. (mfi@ct.de)

## Alpha 13: Großes Update für 7 Days to Die

Für das Zombie-Survival-Spiel „7 Days to Die“ ist ein umfangreiches Update erschienen. Die Alpha-Version 13 erweitert den Early-Access-Titel um eine neue Bedienoberfläche, die Inventar, Crafting-Menü, Player-Statistik und Landkarte zusammenführt. Erklärende Texte erleichtern den Einstieg. Hitze, Kälte und Nässe stellen nun zusätzliche Gefahren dar. Kleidungsstücke und bestimmte Getränke sorgen für Wärme beziehungsweise Abkühlung. Auch Gegenstände haben eine Zustandsanzeige bekommen – so erfährt man zum Beispiel, wie lange man noch auf eine Holztür eindreschen muss, bis sie nachgibt. Außerdem gibt es acht neue Gegner – inklusive Zombie-Bär.

Die aktuelle Version lässt sich unter Linux direkt aus der Steam-Bibliothek starten. Darauf kann man auch dort mit dem Steam-Overlay und mit dem Steam-Chat arbeiten. Auch das Nachfolgen auf einen Spielserver über die Freundeiste klappt nun. (lmd@ct.de)



Wetter, Temperatur und neue Zombies: Die Alpha-Version 13 bereichert „7 Days to Die“ um viele Details.

## VPN-Router für All-IP-Umstieg

Lancom Systems hat mit dem Modell 1784VA seine Palette All-IP-fähiger Router nach oben erweitert: Das für kleine bis mittlere Firmen vorgesehene Gerät besitzt gleich vier ISDN-Ports (2 x NT, 2 x NT/TE). Mit ihnen lassen sich auch Anlagenanschlüsse nachbilden, um ISDN-Tk-Anlagen an All-IP-Netzen weiter zu nutzen. Dazu unterstützt der Router SIP-Trunking. Parallel zu den ISDN-Nummern kann man bis zu zehn VoIP-Nebenstellen betreiben, was sich über kostenpflichtige Optionen auf bis zu 40 Nebenstellen erweitern lässt. Damit so viele Gespräche gleichzeitig geführt werden können, muss der xDSL-Upstream freilich ausreichend Kapazität vorhalten: Pro HD-Telefonat sind mit dem G.722-Codec 64 kBit/s nötig.



Der xDSL-Router Lancom 1784VA besitzt intern gleich vier ISDN-Ports, um ISDN-Tk-Anlagen und -Telefone in die All-IP-Ära hinüberzutreten.

Die Internetverbindung baut der Router über sein Vectoring-fähiges xDSL-Modem auf (max. 100 MBit/s im Downstream) und gibt sie intern über vier Gigabit-Ethernet-Ports weiter. Diese Ports lassen sich individuell zu einer DMZ, zusätzlichen WAN-Ports oder für Monitoring umkonfigurieren. Aus den ab Werk verfügbaren fünf IPsec-VPN-

Tunneln kann man gegen Gebühr maximal 25 machen. WLAN-Schnittstellen besitzt der 1784VA nicht. Er kann aber – per kostenpflichtiger Option – mit einem Soft-WLAN-Controller bis zu sechs Lancom-APs steuern. Der 1784VA soll 951 Euro kosten, eine Option für zehn weitere VoIP-Teilnehmer kommt auf 237 Euro. (ea@ct.de)

## Linux als NAS-App

Für die Netzwerkspeicher der TS-x53A-Baureihe setzt QNAP auf einen Quad-Core-Celeron N3150 aus Intels Braswell-Generation, der mit 1,6 GHz läuft und im Burst auf 2,08 GHz hochschaltet. Dank AES-NI-Befehlserweiterung dürfte der NAS-Durchsatz anders als bei älteren Celeron-NAS mit verschlüsselten Volumes nur wenig einbrechen. Je nach Modell stehen zwei bis acht Plattsenslots, 4 oder 8 GByte RAM und zwei oder vier Gigabit-LAN-Ports bereit. Dazu kommen gleich zwei HDMI-Ausgänge, die 4K-Videos nur mit höchstens 25/30 Hertz Bildwiederholrate ausgeben. Einen Monitor-Port kann man beispielsweise für Videowiedergabe über das Mediencenter Kodi als NAS-App nutzen, während der andere HDMI-Port einer virtuellen Maschine als Bildausgabe dient.

Bei der x53A-Serie hebt QNAP die neue NAS-App Linux Station hervor, bei der ein reguläres x86-Linux als LXC-Container isoliert

vom NAS-Betriebssystem QTS laufen kann. So lassen sich eigene Server-Funktionen auf dem NAS realisieren, wenn man nicht auf die in QNAPs App-Katalog verfügbaren oder im NAS-Betriebssystem QTS integrierten Dienste zurückgreifen will. Für das kleinste Modell TS-253A-4G mit 4 GByte RAM und zwei Plattsenslots setzt QNAP 392 Euro (UVP) an, die größte Variante kommt auf 987 Euro (TS-853A, 8 GByte RAM, 8 Slots). (ea@ct.de)



Beim QNAP TS-453A läuft Linux in einem LXC-Container isoliert vom NAS-Betriebssystem QTS.

## Netz-Notizen

Apples zum OS-X-Server gehörige **Mobilgeräteverwaltung Profile Manager** kann beim Installieren von Apps seit iOS 9.2 stocken. Abhilfe beschreibt Apple in einem Support-Dokument (siehe c't-Link). Ein baldiges iOS-Update soll das Problem beseitigen.

Für seine NAS-Serien AS31, AS61 und AS62 bietet Asustor nun **Kodi 16** als Beta-Version an. Damit sollen die Geräte 4K-Videos mit 25/30 Hz Bildwiederholrate abspielen können.

D-Link hat drei **preisgünstige Router mit schnellem WLAN** für 40 bis 80 Euro aufgelegt: Das Modell DWR-118 ist ein Mobilfunk-Router mit optionalem LTE-USB-Stick für WAN-Fail-Over, die Varianten DIR-809 und -842 sind Breitband-Router. Nur der DIR-842 erreicht bis zu 867 MBit/s brutto im 5-GHz-Band.

**c't** Workaround für MDM bei OS X Server: [ct.de/y1bj](http://ct.de/y1bj)

**dual BEAM PRO**  
**3G/4G Lte Antenne**

- Für alle Lte Frequenzen
- Gewinn minimum 3dBi
- Magnetischer Standfuß
- Fenstermontage
- Zwei Meter hochwertiges Kabel mit SMA Stecker
- Die Antenne wird bei allen TDT Lte Routern mitgeliefert

**TDT**  
Experts in data communication

Deutsche Router, deutscher Service, deutsche Hotline: [www.tdt.de](http://www.tdt.de)



Detlef Borchers, Torsten Kleinz, Stefan Krempel

# Allgemeine Verunsicherung

## Hacker zwischen Sicherheits-Katastrophen und Big-Data-Alpträumen

Bezahlterminals, RFID-Schließanlagen und Banking-Apps standen auf der „Abschussliste“ der Sicherheitsexperten beim Stelldichein der Hacker-Szene, zu dem der Chaos Computer Club (CCC) zum 32. Mal geladen hatte. Warnungen vor Hardware-Trojanern und Schwachstellen im Internet der Dinge durften genauso wenig fehlen wie vor undurchsichtigen Algorithmen.

Wer glaubte, dass die Industrie durch das umstrittene neue IT-Sicherheitsgesetz und aus unzähligen Dateneinbrüchen gelernt hat, konnte sich auf dem 32. Chaos Communication Congress (32C3) in Hamburg vom Gegenteil überzeugen: Dem CCC verbundene Forscher zeigten schwere Sicherheitslücken en masse auf, zum Teil in Anwendungen, die direkt ans Geld oder an den Schutz der eigenen vier Wände gehen.

Karsten Nohl und seine Mitarbeiter von Security Research Labs präsentierten, wie sich ein über eBay erstandenes Kreditkartenzahlungs-Terminal hacken lässt. Dem Team gelang es, Zahlungen schier beliebig umzuleiten und den PIN-Schutz zu umgehen, wenn Zugang zum internen WLAN eines Händlers oder Hotels bestand. Ursache sind nachlässig oder gar nicht implementierte Sicherheitsmechanismen in den Übertragungsprotokollen Poseidon und ZVT. Die Forscher fanden heraus, dass alle Geräte mit den gleichen Schlüsseln ausgestattet waren und diese sich problemlos auslesen ließen.

Die aufgedeckten Möglichkeiten zum „Shopshifting“ könnten eine „große Betrugsmasche werden“, warnte Nohl. Der Angriff sei nicht nur mit einfachen Mitteln durchzuführen, sondern auch leicht zu automatisieren, da die Terminal-IDs fortlaufend vergeben werden und so einfach zu erraten sind. Der Sicherheits-tester appellierte an Zahlungsdienstleister und Banken, ihre Prozesse schnellstens anzupassen. Für die Zahlungsgeräte müssten individuelle Keys vergeben werden.

## Unsicheres Banking

Zwischen den Erlanger Sicherheitsforschern Vincent Haupert und Tilo Müller sowie dem Sparkassenverband hat sich derweil ein Katz-und-Maus-Spiel um den Hack der Online-Banking-App „pushTAN“ entwickelt. Als das Duo im Herbst vorführte, dass sich die Sicherungsverfahren der Mobilanwendung leicht aushebeln ließen, hieß es von der anderen Seite noch, dass nur „veraltete Versionsstände“ betroffen seien. Nun nahmen sich die beiden die zuletzt herausgegebene Variante vom 7. Dezember vor – und stießen auf nicht viel größeren Widerstand.

Die vom Hersteller Promon eingekaufte Sicherheitslösung suchte nun im Dateisystem nach allen Hinweisen, die für eine „Super-User-Genehmigung“ zum Ausnutzen des Root-Status auf Systemebene charakteristisch seien, berichtete Haupert. Die maßgeblichen Dateien könne man aber „einfach umbenennen“. Um den Hack zum Laufen zu bringen, reiche es prinzipiell, sich „systemlose“ Supernutzer-Rechte zu verschaffen. Ferner sei es nötig, die Spuren zu verwischen, dass man das „Xposed Framework“ eingesetzt und so den herkömmlichen Android-Anwendungrahmen verlassen habe.

Die Knackpunkte bestehen laut Haupert auch bei mobilen TAN-Verfahren anderer Banken. Dabei werde oft die 2-Faktor-Authentifizierung ad absurdum geführt, für die man immer zwei separate Endgeräte einsetzen sollte.

## Unsichere Schließtechnik

Schlechte Nachrichten für alle, die ihren Haus- oder Büroschlüssel durch eine Chipkarte ersetzt haben oder oft in Hotels übernachten, lieferten Ralf Spenneberg und Oguzhan Cicek von der Firma OpenSource Security. Die zugehörigen RFID-Transponder für einige einschlägige elektronische Schließsysteme könnten „trivial einfach“ geklont werden, berichteten sie. Kern des Problems: der zuvor als sicher betrachtete Hitag-S-Transponder von NXP. Er funk auf der Frequenz 125 kHz, arbeitet mit einem 48-Bit-Schlüssel und einem 24-Bit-Passwort auf Basis eines undokumentierten Kryptoverfahrens.

Mit Reverse Engineering und gängigen Angriffsmethoden wie Replay- und Brute-Force-Attacken sowie dem RFID-Testgerät Proxmark3 rückten die Tüftler den elektronischen Schlüsseln zu Leibe. Dabei spielten ihnen nach eigenen Angaben ein Designfehler sowie die vergleichsweise kurze Schlüssellänge in die Hände. Am Ende der Analyse sei Hitag S komplett ausles- und emulierbar gewesen, konstatierten sie. Mit einem verfeinerten Verfahren habe es nur noch fünf Minuten gedauert, den Transponder zu klonen. Unter bestimmten Umständen sei es auch möglich, die Schließberechtigung etwa von „Praktikant“ auf „Chef“ zu erweitern.

Für die einschlägigen Systeme von Winkhaus BlueSmart, Uhmann & Zacher sowie weiteren Anbietern hat das Unternehmen Sicherheitswarnungen herausgegeben. Andere Transponder im unteren Frequenzbereich sind laut Spenneberg entweder bereits gebrochen oder verwenden Verfahren, die genauso leicht zu knacken sind. Auch unter RFID-Lösungen, die in höheren Frequenzbereichen arbeiten, gebe es Systeme, die bereits seit Langem unsicher seien – etwa Mifare Classic oder Legic Prime.

### Unsichere Hardware

Fest in IT-Geräten und Chips eingebaute Hintertüren stellen eine „ernste Bedrohung“ dar, weiteten Peter Laackmann und Marcus Janke von Infineon den Blick der Hacker auf Hardware-Trojaner aus. Stunden solche Hintertüren einmal offen, könnten darüber unkompliziert private Daten, kryptografische Schlüssel oder Startwerte für „Pseudo-

Zufallszahlengeneratoren“ ausgelesen werden. Zudem sei es möglich, falsche Parameter etwa für eine Industriesteuerung, untaugliche Schlüssel oder „belastendes Material“ in ein System einzubringen.

Letztlich seien alle Fertigungsschritte für einen Chip vom Beschreiben der Schaltprozesse über das Layout bis zum Maskensatz geeignet, Trojaner einzusetzen, erläuterte Janke. Die Kommunikation der Spionageinstanzen mit der Außenwelt sei nur schwer aufzuspüren, da dafür etwa Seitenkanäle, Fehlerinduktionen oder Protokoll-Hintertüren genutzt werden könnten. „Backdoor-fördernde Technologien“ und „Debug-Schnittstellen“ müssten vor allem beim Fertigen von Sicherheitschips außen vor bleiben, forderten die Praktiker. Selbsttests und Verpflichtungen der Hersteller könnten hilfreich sein.

Ein französisch-deutsches Forscherteam gab Einblicke in eine Emulationsumgebung, mit der

sie dynamische Penetrationstests von Firmware vernetzter Elektronikgeräte maschinell durchführen konnten. Dabei fanden sie neben vielen „sehr ernsten Lücken“ im Internet der Dinge heraus, dass Produzenten die Basissoftware für integrierte Systeme oft voneinander übernehmen und nur Details veränderten. So vergrößerte sich die Zahl der angreifbaren Geräte rasch.

### Gefährliche Algorithmen

Der CCC-Kongress machte trotz Rekordzulauf von 13 000 Besuchern deutlich: Konnten die Hacker in den Anfangsjahren die IT-Welt noch in größerem Umfang mitgestalten, dienen sie ange-sichts mehr als einer Milliarde Facebook-Nutzer heute allenfalls als Korrektiv. Vortragende hinterfragten die Verdatung ganzer Lebensbereiche – ohne Patentrezepte dagegen vorweisen zu können. Jennifer Helsby von der

Universität Chicago schilderte, wie weit Big Data und automatische Entscheidungssysteme in unseren Alltag eingezogen sind. Über 50 US-Städte sowie erste Polizeibehörden hierzulande schwören etwa auf „Predictive Policing“ ein, bei dem Algorithmen die Wahrscheinlichkeit künftiger Verbrechen vorherberechnen. Im Personalwesen entschieden selbstlernende Programme, wer zum Vorstellungsgespräch geladen wird. Diskriminierung auf breiter Front sei die Folge.

Dass Datenmodelle tödliche Folgen haben können, zeigte Medienwissenschaftler Christoph Engemann anhand des Einflusses der Netzwerkanalyse auf die Kriegsführung der USA. Ihm zu folge wurden dabei Personen gezielt verhaftet, um Veränderungen in den Kommunikationskanälen zu analysieren. Wer als zentraler Teil des Netzwerks identifiziert worden sei, habe in Guantanamo oder auf einer Todesliste landen können. (jk@ct.de)

# STECKEN SIE WENIGER ENERGIE IN IHRE DRUCKUMGEBUNG. HOLEN SIE LIEBER MEHR RAUS.

MIT UTAZ SMART KÖNNEN SIE DEN VERBRAUCH IHRER OUTPUTSYSTEME EINFACH VERWALTEN UND OPTIMIEREN.



**UTAZ**  
smart

Software (MPS) erfasst alle Daten der im Netzwerk installierten Druck- und Multifunktionssysteme – und zwar herstellerunabhängig. Die neue Energie-management-Funktion umfasst darüber hinaus die Betriebs- und Ruhezeiten Ihrer Systeme. So können Sie den Energieverbrauch analysieren und optimieren. Zusätzlich gibt Ihnen UTAZ smart

konkrete Handlungsempfehlungen, um so den CO<sub>2</sub>-Ausstoß weiter zu verringern. Natürlich erhalten Sie auch alle Meldungen zu Toner und Zählerständen sowie Betriebszuständen – wenn Sie wollen, auch auf Ihr Smartphone. Ihr zertifizierter UTAZ-Fachhändler berät Sie gern und übernimmt auf Wunsch Wartung und Administration aller Systeme aus einer Hand.

Mehr Details zu den Funktionen von UTAZ smart unter [www.utaz-smart.de](http://www.utaz-smart.de)

IF IT WORX, IT'S  
**UTAZ**



Ronald Eikenberg

# Anschlussübernahme

## Kritische Sicherheitslücke beim Provider O2

Durch eine Schwachstelle im DSL-Netz konnte man die Telefonanschlüsse Hunderttausender Kunden übernehmen und dadurch fremde Rechnungen in die Höhe treiben. Auch ein Jahr nach Bekanntwerden der Lücke ist das Problem noch nicht ganz gebannt.

**B**ei der Telefónica-Tochter O2 hatten Abzocker leichtes Spiel: Durch eine Schwachstelle in der Infrastruktur konnte man von jedem O2-Anschluss aus die Telefonanschlüsse anderer Kunden kapern und auf deren Rechnung telefonieren. Die einzige Information, die zur Übernahme des Anschlusses nötig war, ist öffentlich: die IP-Adresse des Anschlussinhabers.

Eigentlich wollte der Aachener Sicherheitsforscher Hanno Heinrichs im Herbst 2014 lediglich ergründen, wie die automatische Router-Konfiguration beim DSL-Provider O2 funktioniert. Sobald man den vom Provider gestellten Miet-Router mit dem DSL-Netz verbindet, erhält das Gerät die zur Einrichtung von VoIP nötigen Zugangsdaten. Dazu wird das spärlich dokumentierte Konfigurations-Protokoll TR-069 genutzt. Ein Server des Providers schickt dem Router die VoIP-Zugangsdaten – und auf die hatte es Heinrichs abgesehen. O2 gibt diese Daten nämlich nicht an seine Kunden heraus, wodurch man nur ausgewählte VoIP-Clients am Anschluss betreiben kann. Deshalb wollte der Forscher ein Tool entwickeln, um seine Zugangsdaten auszulesen.

### TR-069 analysiert

Zu den Geräten, die O2 via TR-069 mit den VoIP-Zugangsdaten bespielt, gehört die Fritzbox 7490 aus dem Hause AVM. Bei bestimmten Ereignissen – etwa nach einem Neustart – kontaktiert der Router den „Auto Configuration Server“ (ACS) des Providers ([acs.o2online.de](http://acs.o2online.de)), um dort das Konfigurationsprofil abzurufen. Diese Kommunikation läuft direkt zwischen Router und ACS ab, weshalb sie für Nutzer normalerweise unsichtbar ist. Heinrichs fand jedoch einen Weg, die Datenströme zu untersuchen: Er schleuste den Datenverkehr einer

Fritzbox durch eine zweite, die als gewöhnlicher DSL-Router arbeitete. Die erste Fritzbox konfigurierte er so, dass sie die Internetverbindung der zweiten nutzte. Der gesamte Datenverkehr der ersten Box, einschließlich TR-069, wurde so durch ein lokales Netz geschleust, wo ihn Heinrichs mit einem Analyse-Proxy beobachten konnte. Um den eigentlich verschlüsselten Traffic mitlesen zu können, wies der Forscher die erste Fritzbox an, Klartext mit dem ACS zu sprechen.

Nachdem Heinrichs das Protokoll verstanden hatte, programmierte er einen rudimentären TR-069-Client, der sich gegenüber dem Provider als Router ausgab und so die Zugangsdaten abrufen konnte. Bei der Umsetzung machte ihn ein Detail stutzig: Vom initialen Kontakt zwischen Router und ACS bis zur Übertragung der VoIP-Konfiguration wurden keine Zugangsdaten abgefragt. Die Kunden wurden offensichtlich über die IP-Adresse identifiziert. Diese sieht der ACS einerseits anhand der Absender-IP-Adresse. Andererseits wird dieser aber auch zu Beginn der TR-069-Konfiguration in einem Parameter mit dem Namen WANIPConnection.1.ExternalIPAddress übertragen. Zunächst trug Heinrichs seine aktuelle WAN-IP fest als Wert für diesen Parameter ein.

### Übernahme fremder Anschlüsse

Am nächsten Tag staunte der Forscher nicht schlecht: Als er seinen Client erneut startete, erhielt er vom ACS die VoIP-Zugangsdaten eines anderen Kunden. Es stellte sich heraus, dass zur Identifizierung die IP-Adresse aus dem Parameter WANIPConnection.1.ExternalAddress herangezogen wurde. Der Forscher hatte vergessen, den Parameter nach der 24h-Zwangstrennung anzupassen. Die

dort eingetragene IP-Adresse wurde nun offenbar von einem neuen Kunden verwendet. Das ist höchst problematisch, da eine IP-Adresse kein Geheimnis ist, sondern eine öffentliche Information. Durch einen Scan des IP-Adressbereichs von Telefónica findet man im Nu die IPs etlicher aktiver O2-Kunden. Im einfachsten Fall genügt es schon, die letzte Ziffer der eigenen IP hoch- oder herunter zu zählen.

Anschließend wiederholte Heinrichs den Versuch mit der IP eines eingeweihten Bekannten, um zu überprüfen, ob dessen Zugangsdaten auch an seinem Anschluss funktionieren. Und tatsächlich – der Forscher konnte nach draußen telefonieren. Als Anruferkennung wurde dem Gesprächspartner die Rufnummer des Bekannten angezeigt, auf dessen Rechnung die Telefone später auch auftauchten. Ferner konnte der Forscher Anrufe für seinen Bekannten entgegennehmen.

Das Missbrauchspotenzial dieser Schwachstelle ist gewaltig: Ein Betrüger hätte O2-Kunden zum Beispiel hohe Telefonrechnungen durch teure Telefonate ins Ausland oder zu Premium-Rufnummern bescheren können. Diese Bedrohung ist keinesfalls theoretischer Natur: Online-Kriminelle durchforsten das Netz seit Jahren nach anfälligen VoIP-Systemen, um auf diesem Weg schnelles Geld zu machen. Eine ganz ähnliche Lücke wurde Ende Dezember 2015 auch bei Kabel Deutschland bekannt – auch bei dem Kabel-Provider war es unter anderem möglich, fremde Anschlüsse zu kapern [1].

### O2 löst das Problem – teilweise

Um die O2-Schwachstelle mit weiteren Anschläüssen und von unabhängiger Stelle verifizieren

zu lassen, wandte sich der bei der Aachener Security-Firma RedTeam Pentesting angestellte Forscher an c't. Uns gelang es auf Anhieb, die von Hanno Heinrichs beschriebene Situation mit mehreren Testanschlüssen nachzustellen. Mitte Oktober 2014 informierte er O2 über seine Erkenntnisse. Der Provider versprach, das Sicherheitsproblem zu ergründen und zu beseitigen. Bereits am Tage der Benachrichtigung hatte O2 eine erste Schutzmaßnahme umgesetzt, die das Abgreifen der Zugangsdaten teilweise verhindert: Der ACS liefert seitdem nur noch die zum Anschluss gehörigen VoIP-Zugangsdaten. Ein Angreifer im lokalen Netz kann diese Daten allerdings weiterhin kompromittieren.

### Ein Jahr ist nicht genug

Im Dezember 2015 baten wir die O2-Mutter Telefónica um eine Stellungnahme zu den Ereignissen – also über ein Jahr, nachdem das Unternehmen über das Sicherheitsproblem informiert wurde. Einige Tage später meldete sich das Unternehmen mit der Bitte, die Veröffentlichung um mehrere Monate zu verschieben. Das Unternehmen erklärte, dass einige Hunderttausende Anschlüsse im DSL-Netz von O2 aus der Ferne angreifbar waren – nämlich jene mit VoIP-Telefonie. Ein Missbrauch der Lücke habe bislang nicht stattgefunden, was durch ein „verschärfetes“ Monitoring sichergestellt werden konnte. Der verbleibende Angriffsvektor im lokalen Netz soll im ersten Quartal 2016 eliminiert werden.

(rei@ct.de)

### Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Kabelbruch, Schwerwiegende Sicherheitslücken bei Kabel Deutschland, c't 1/16, S. 24

## 4K-Riese mit VA-Technik

Viele Nutzer wünschen sich beim Monitor eine große Bildfläche, damit statt Zweischirmbetrieb ein Display für alles genügt. Diesem Wunsch kommt liyama mit dem X4071UHSU-B1 nach: Der Monitor hat ein blickwinkelstables VA-Panel mit  $3840 \times 2160$  Bildpunkten und eine Diagonale von 40 Zoll (102 Zentimeter). Wie bei VA-Technik üblich, dürfte sich auch der X4071UHSU-B1 durch eine sehr satte Schwarzanzeige und somit durch einen hohen Kontrast auszeichnen; liyama verspricht einen Wert von 5000:1.

Für den 4K-Betrieb mit 60 Hertz stehen ein DisplayPort und ein HDMI-2.0-Eingang bereit. Darüber hinaus rüstet liyama den 40-Zöller mit einer zweiten HDMI-Buchse aus, die



Der liyama-Monitor X4071UHSU-B1 bietet 4K-Auflösung auf einer riesigen Schirmfläche mit einer Diagonalen von 40 Zoll (102 cm).

## Papier-Recycler für Büros

Epson hat auf der Umweltmesse Eco-Products in Tokyo einen Prototyp der kompakten Papierproduktionsmaschine „PaperLab“ vorgestellt. Das PaperLab zerteilt bedrucktes Kopierpapier in einzelne Fasern und produziert daraus frisches Papier. Die Größe (DIN A3 bis zu Visitenkartengröße) und die Papierstärke lassen sich ebenso einstellen wie der Weißgrad, die Papierfarbe und sogar der Duft.

Durch das Zerfasern vernichtet das PaperLab Dokumente sicherer als jeder Shredder. Der Produktionsprozess verbraucht anders als

MHL-fähig ist. Damit lässt sich die Anzeige von Android-Smartphones auf dem großen Display wiedergeben – allerdings auf eine Bildwiederholrate von 30 Hz begrenzt. Den Ton gibt der 40-Zöller über sein 6-Watt-Soundsystem wieder.

Zum Parallelbetrieb von zwei PCs bietet der liyama-Monitor eine Picture-by-Picture-Funktion, die Signale von zwei PCs nebeneinander anzeigt. Als weiteres Extra gibt es einen USB-3.0-Hub mit zwei Ports. An der Rückseite kann man eine Vesa-Halterung anschrauben. Auf dem mitgelieferten Standfuß lässt er sich weiter neigen oder drehen noch in der Höhe verstellen. Der liyama X4071UHSU-B1 ist ab sofort für 630 Euro erhältlich. (spo@ct.de)



Das PaperLab von Epson zerfasert Altpapier und produziert daraus Recycling-Papier bis DIN-A3; Größe und Dicke lassen sich einstellen.

## 4K-Projektor für 48 000 Euro

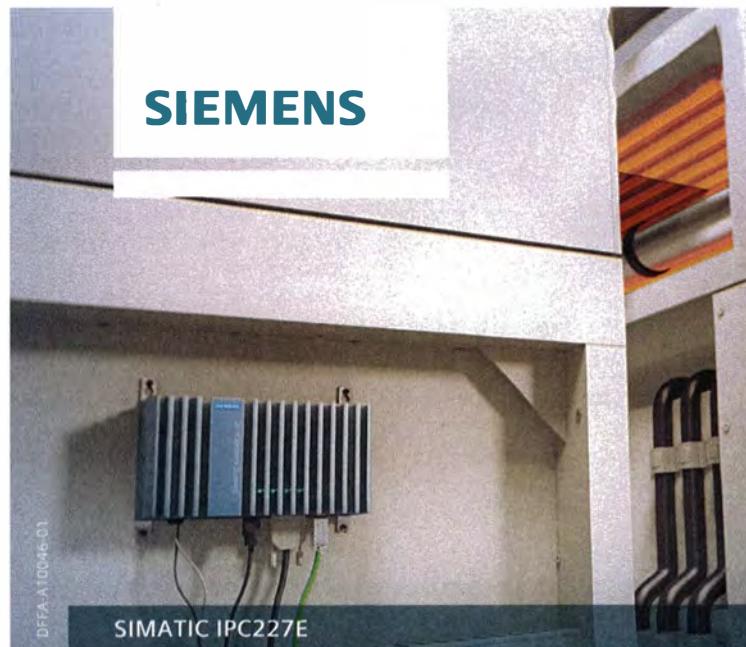
4K-Projektoren sind bislang noch rar gesät. Nun bietet Canon einen 4K-Beamer an. Dass der Hersteller das Profi-Segment anpeilt, macht nicht nur der Preis von 48 000 Euro deutlich: Mit einem Lichtstrom von 5000 Lumen eignet sich der XEED 4K500ST auch für Anwendungen in nicht komplett abgedunkelten Umgebungen. Canon nennt als Einsatzgebiete unter anderem medizinische und technische Anwendungen. Außerdem empfiehlt der Hersteller das Gerät für Simulationsumgebungen: Die Anzeigeverzögerung sei mit 16,6 Millisekunden kürzer als bei 4K-Modellen der Konkurrenz.

Der für eine feste Installation vorgesehene Projektor ist mit 17,6 Kilogramm laut Canon das leichteste 4K-Gerät seiner Klasse. Das Bild wird mit LCoS-Technik erzeugt, die Auflösung liegt bei  $4096 \times 2400$  Pixeln. Der 4K500ST unterstützt Canons Edge-Blending-Technik, mit der das Bild mehrerer Projektoren einfach



Der Canon-Projektor XEED 4K500ST schafft 5000 Lumen und eine Auflösung von  $4096 \times 2400$  Pixeln.

kombiniert werden kann. Der Hersteller verspricht im gedrosselten Eco-Modus eine Leistungsaufnahme von 470 Watt und eine Lampenlebensdauer von bis zu 4000 Stunden. Sollte eine Lampe ausfallen, wird diese im Rahmen der 3-Jahres-Garantie kostenlos ausgetauscht. Kunden können bis zu drei Ersatzlampen anfordern. Der XEED 4K500ST soll im ersten Halbjahr 2016 auf den Markt kommen (jkj@ct.de)



**Mich bringt so leicht nichts ins Schwitzen!**

## Arte-360-Grad-Videos für Android und iOS

Der deutsch-französische Fernsehsender Arte ist bekannt für seine Experimentierfreude. Mit der App ARTE360 bringt er seine atemberaubenden 360-Grad-Landschafts- und Konzertaufnahmen auf Mobilgeräte. Voraussetzung ist ein Smartphone oder Tablet mit Gyrosensor, damit man sich beim Betrachten des Videos zur Seite oder nach hinten drehen kann.

Besonders beeindruckend sind die Unterwasser-Filme sowie die Aufnahmen aus den Alpen. Die Videos dauern etwa 5 bis 10 Minuten und können schon mal 1 GByte groß sein – aber der kostenlose Download lohnt sich. Die App ist für Android und iOS erhältlich und funktioniert auch mit VR-Brillen. (acb@ct.de)



Mal ganz schnell abtauchen oder auf die höchsten Berge steigen – das geht mit ARTE360.

## VR-Fotos in 3D selber machen

Die Android-App Cardboard Camera von Google hilft dabei, mit einer ganz normalen Smartphone-Kamera stereoskopische 360-Grad-Fotos für VR-Brillen zu erstellen. Das Fotografieren ist damit kinderleicht: Man dreht sich mit dem Smartphone im Hochkantmodus einmal langsam um sich selbst, danach bearbeitet die Software etwa eine halbe Minute lang das Material – fertig. Dabei nimmt die App

## Redshift Pro steuert Teleskope

Bisher gab es die Astronomie-App Redshift aus dem United Soft Media Verlag im App Store in zwei Versionen: Den vom PC bekannten Klassiker sowie eine abgespeckte Einsteigerversion namens „Redshift kompakt“. Neu ist nun „Redshift Pro“ zum Preis von 20 Euro. Mit dieser Variante der App lassen sich auch Teleskope steuern.

Ein umfangreicher Himmelskalender und der konfigurierbare Beobachtungsplaner helfen, den besten Zeitpunkt für eine Beobachtung zu finden. Auf Wunsch meldet eine Benachrichtigungsfunktion, dass besondere Himmelsereignisse bevorstehen und wann bestimmte Himmelsobjekte sichtbar sind. Das Planetarium zeigt laut Hersteller mehr als 2,5 Millionen Sterne und zahlreiche weitere Himmelskörper. Außerdem enthält die App einen Online-Zugang zum USNO-B1.0-Katalog mit mehr als einer Milliarde Sternen. 3D-Modelle von



Der Beobachtungsplaner der Astronomie-App Redshift Pro weiß, wann es am Nachthimmel etwas Besonderes zu sehen gibt.

Deep-Sky-Objekten, Asteroiden und Kometen sowie 25 sogenannte interaktive Führungen runden den Inhalt ab.

Zum Betrachten des Nachthimmels, so wie er sich zu vergangenen Zeitpunkten darstellte oder in der Zukunft aussehen wird, kann man zwischen den Jahren 1000 bis 2500 nach Christi

wählen; dieses Intervall lässt sich durch einen kostenlosen Download auf 3000 vor bis 3000 nach Christi erweitern. (dwi@ct.de)



**ct** Alle Apps dieser Seite unter [ct.de/ye6a](http://ct.de/ye6a)

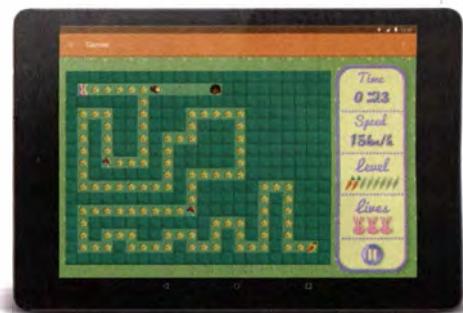
## Gaming-App hilft beim Training

Die Fitness- und Spiel-App Vescape des gleichnamigen Berliner Start-ups soll für Motivation auf dem Ergometer sorgen. Smartphone oder Tablet werden dazu an einen Heimtrainer gekoppelt, das Geschehen auf dem Bildschirm steuert man über die Pedalen.

Das erste Videospiel, das der Hersteller für die App fertiggestellt hat, heißt „Greedy Rabbit“. Der Spieler/Sportler steuert dabei ein Kaninchen durch ein Labyrinth. Es wird von Igeln, Füchsen und Fröschen gejagt und muss Fliegenpilze überwin-

den – steht ein Pilz im Weg und muss überfahren werden, so erhöht sich der Tretwiderstand des Ergometers.

Die App kann unter Android 14 Tage lang getestet werden. Danach kostet sie pro Monat 8 Euro; für 6- und 12-Monats-Abos gelten Staffelpreise. Eine iOS-Version der App befand sich zum Druckschluss im Beta-Stadium. (dwi@ct.de)



den – steht ein Pilz im Weg und muss überfahren werden, so erhöht sich der Tretwiderstand des Ergometers.

Die App kann unter Android 14 Tage lang getestet werden. Danach kostet sie pro Monat 8 Euro; für 6- und 12-Monats-Abos gelten Staffelpreise. Eine iOS-Version der App befand sich zum Druckschluss im Beta-Stadium. (dwi@ct.de)



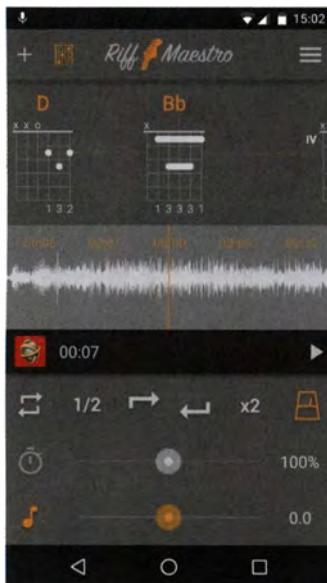
Cardboard Camera erzeugt beeindruckende 3D-Fotos wie dieses aus dem Studio unseres c't-uplink-Podcasts.

## Gitarren-App mit Akkord-Erkennung

IK Multimedia hat eine weitere App für Gitarristen veröffentlicht: Riff Maestro steht in Apples App Store für iPhone und iPad sowie im Google Play Store für Android als kostenlose Basisversion mit zukaufbaren Funktionen zur Verfügung. Die App importiert und analysiert auf Wunsch Musikstücke aus der Bibliothek des Nutzers und spielt sie zum Üben und Mitspielen wieder ab. Sie arbeitet mit dem Gitarren-Interface iRig und der Verstärkersimulation AmpliTube zusammen.

Mit der kostenlosen Version kann man Stücke komplett wiedergeben, einen Ausschnitt markieren und als Loop abspielen. Alle übrigen Funktionen kann man durch in-App-Käufe für jeweils 5 Euro nachrüsten. Dafür lässt sich ein Metronom freischalten, das den Takt des Stücks erkennt. Eine andere Erweiterung analysiert auch die Akkorde des geladenen Tracks und stellt sie zum Mitspielen als Griffsymbole dar. Eine dritte Investition befähigt die App, das Stück in variabler Geschwindigkeit und Tonhöhe abzuspielen. Takterkennung, Akkorderkennung und Transposition zusammen gibts als Bundle für 10 Euro. (akr@ct.de)

**ct** Downloads: [ct.de/yrh5](http://ct.de/yrh5)



Riff Maestro importiert Musikstücke und setzt auf Knopfdruck Loop-Points. Gegen je fünf Euro gibts Zusatzfunktionen wie Takt- und Akkorderkennung. (nij@ct.de)

## Musik-Apps synchronisieren per Ableton Link

Ableton Link ist ein neues Synchronisations-Protokoll über das Musik-Apps unter iOS ihren Rhythmus untereinander und mit der Desktop-DAW Ableton Live abstimmen können. Das klappt sowohl mit mehreren Apps auf einem Gerät als auch mit mehreren Geräten im selben WLAN. Jede App kann von sich aus eine Ableton-Link-Session

starten, in die sich andere Apps automatisch einklinken – ohne dass der Anwender irgendetwas konfigurieren müsste. Dabei steht es jeder App frei, das globale Tempo zu ändern.

Start- und Stop-Befehle überträgt Ableton Link nicht, stellt aber sicher, dass jede Musik-App nach einer Pause genau auf den ersten Schlag im nächsten Takt

wieder einsteigt. In einem kurzen Test klappte das im WLAN ohne spürbare Latenzen. Zu den ersten Apps, die Ableton Link unterstützen, gehören Audio- bus, Patterning, Fugue Machine, Elastic Drums, iMPC-Pro, Triqlraq sowie Apps von Korg und Finger Pro. Ableton Live unterstützt die Synchronisation seit der Beta-Version 9.5.1. (hag@ct.de)

## YouTube: Live-Streaming in Deutschland

Man konnte mit YouTube Live zwar schon länger auch von Deutschland aus streamen, aber hierzulande nichts anschauen – der Empfang von Live-Stream wurde durch Geoblocking verhindert. Mittlerweile ist die Einschränkung beim Live-Streaming gefallen und der Passus „YouTube Live-Streams können nicht in Deutschland empfangen werden“ ist von den YouTube-Support-Seiten verschwunden.

Auf Anfrage teilte YouTube mit, dass man den deutschen Kanal-Betreibern einen einfacheren Weg für Live-Streams ermöglichen wollte. „Deutsche Kanal-Betreiber, die live streamen möchten, müssen sich jedoch an nationale Gesetze und Regulierungen für Live-Streams halten“, so ein YouTube-Sprecher. Damit ist gemeint, dass Nutzer – auch beim Live-Streaming – das Urheberrecht (Stichwort: GEMA), Per-

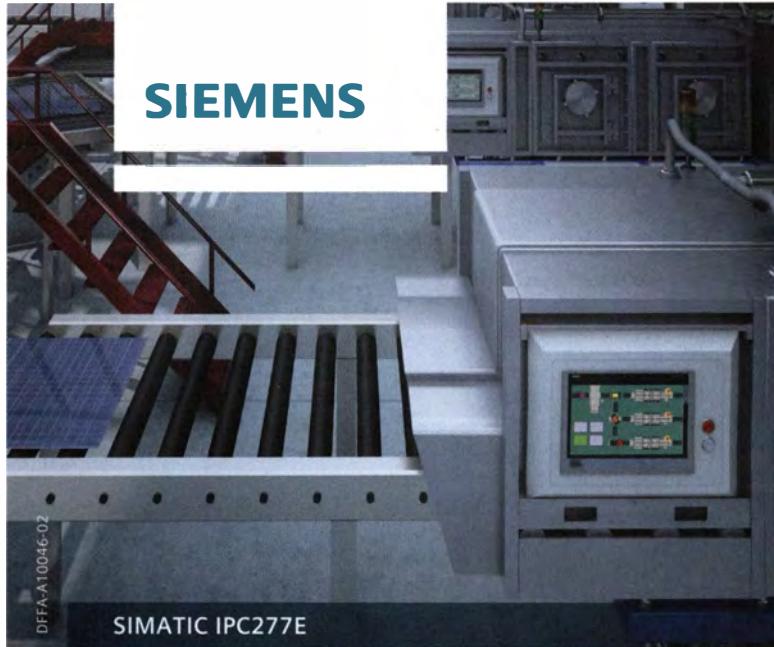
sönlichkeitsrechte, Eigentumsrechte und Rundfunkrechte respektieren müssen. So braucht man etwa für ein regelmäßiges, journalistisch-redaktionell geprägtes Live-Programm, das sich an mehr als 500 gleichzeitige Zuschauer richtet, eine Rundfunkzulassung. Mehr Hinweise dazu gibt die Web-TV-Checkliste der Landesmedienanstalten. (vza@ct.de)

**ct** Web-TVs: [ct.de/yrh5](http://ct.de/yrh5)

## Netflix kodiert individuell

Der Video-Flatrate-Anbieter Netflix will durch verschiedene Maßnahmen das Streaming verbessern. Statt starrer Profile setzt Netflix künftig auf die Inhalte zugeschnittene Parameter ein. Viele Titel sollen sich ohne sichtbare Qualitätseinbußen mit geringeren Datenraten kodieren lassen. Netflix führt ein Beispiel aus der Serie „Orange is the New Black“ an, bei dem die Datenrate für 1080p-Auflösung um 20 Prozent auf 4660 kBit/s gesenkt werden konnte. So können Kunden mit geringer Bandbreite nun mitunter Filme in HD empfangen, die sie bisher nur in SD anschauen konnten, weil sie mit unnötig hoher Datenrate kodiert wurden.

Auf der anderen Seite fällt mit dem neuen System die bisherige Obergrenze von 5800 kBit/s bei 1080p. Nötigenfalls werde man künftig beispielsweise auch eine Datenrate von 7500 kBit/s verwenden, um in der besten Qualitätsstufe ein artefaktfreies Bild zu senden. Das neue System bezieht sich übrigens nicht auf die Übertragung von Filmen in 4K-Auflösung; hier nutzt Netflix den effizienteren Codec HEVC (H.265) und wesentlich höhere Datenraten um 15,3 MBit/s. (nij@ct.de)



**SIEMENS**

SIMATIC IPC277E

Ich zeig's Ihnen – ab 7".

[siemens.de/ipc277e](http://siemens.de/ipc277e)



## Mesa 11.1 bringt optimierte 3D-Treiber

Die 3D-Treiber von Mesa 11.1 entlocken modernen Grafikchips von AMD, Intel und Nvidia mehr Geschwindigkeit. Die neue Version der Grafikbibliothek, über die alle großen Linux-Distributionen die quelloffenen, standardmäßig eingerichteten 3D-Treiber erhalten, bringt zudem erstmals den 3D-Treiber Virgl mit. Er ermöglicht 3D-Beschleunigung bei Linux-Distributionen, die in virtuellen Maschinen (VMs) unter der Kernel-eigenen Virtualisierungslösung KVM laufen.

Der für Linux-Gastsysteme gedachte Mesa-Treiber führt die 3D-Befehle allerdings nicht selbst aus; er leitet sie vielmehr über den Linux-Kernel und den Systememulator Qemu an den Wirt durch, damit der die 3D-Befehle mit seinem Grafiktreiber und folglich mit der Hardware-Beschleunigung des Grafikchips ausführt. Dieses über mehrere

Jahre unter dem Begriff „Virgl 3D“ entwickelte Verfahren erfordert daher mindestens Qemu 2.5 und den im Januar erwarteten Linux-Kernel 4.4.

Der in Mesa 11.1 enthaltene 3D-Treiber von Intel beherrscht 16x Multisample Anti-Aliasing (MSAA) – allerdings nur bei Skylake-Prozessoren, zu denen die seit August verkauften Core-i-Modelle der 6000er-Reihe gehören. Beim für aktuelle AMD-Grafikprozessoren zuständigen Treiber Radeonsi gab es eine ganze Reihe kleinerer Verbesserungen, um die Performance ein wenig zu steigern oder Fehler und Funktionslücken zu beseitigen.

AMD hat derweil bei der Vorstellung der Initiative „GPU-Open“ (siehe Seite 18) seine Treiberstrategie für Linux näher erläutert. Seinen proprietären Catalyst-Treiber will das Unternehmen ad acta legen und



**Neue Versionen von Mesa und Qemu ermöglichen 3D-Beschleunigung in virtuellen Maschinen.**

durch zwei Treiberfamilien ersetzen. Bei der einen sind die Treiber für Linux-Kernel, X-Server, Multimedia-Funktionen und 3D-Beschleunigung alle Open-Source-Software. Drei dieser Treiber kommen auch bei der zweiten Treiberfamilie zum Einsatz, zu der ein proprietärer 3D-Treiber gehört; dieser für Gamer

und professionelle Einsatzgebiete gedachte Treiber soll Funktionen implementieren, die dem quoöffnenen Treiber fehlen. Die quoöffne Treiberfamilie heißt Amdgpu und ist in einigen der neuesten Linux-Distributionen bereits enthalten; die zweite Familie will AMD bald vorstellen. (thl@ct.de)

## Qemu 2.5: Live-Migration unter widrigen Bedingungen

Zwei bei Qemu 2.5 eingeführte Funktionen sollen die Übertragung einer laufenden virtuellen Maschine (VM) auf einen anderen Wirt robuster machen. Das ist für die Virtualisierung mit KVM und Xen relevant, bei der Qemu typischerweise mitwirkt.

Bei der „Post-copy live migration“ kann der neue Wirt die VM bereits übernehmen, noch bevor er den kompletten Arbeitsspeicherinhalt erhalten hat, denn die fehlenden Teile kann der Wirt jetzt beim ersten Zugriff nachordern. Bei der „Autoconverge-

Live Migration“ reduziert Qemu die in der VM nutzbare Prozessorzeit, wenn eine Live-Migration vorbereitet wird. Durch diese Ansätze funktioniert die Migration auch bei VMs, deren Arbeitsspeicherinhalte sich äußerst schnell ändern.

Neu sind auch Schnittstellen, über die ein Linux-Gast die 3D-Beschleunigung des Wirts verwenden kann (siehe Mesa-11.1-Meldung oben). In Kombination mit Linux 4.4 soll der Treiber Virtio-Pci bessere Performance bieten. (thl@ct.de)

## Wine und CrossOver aktualisiert

Wine kann Windows-Programmen beim Ausführen unter Linux, BSD-Derivaten und OS X jetzt vorspielen, dass sie unter Windows 8.1 oder Windows 10 laufen. Die kürzlich veröffentlichte Version 1.8 hat zudem Unterstützung für DirectWrite und Direct2D gebracht, mit denen Anwendungen die Hardware-Beschleu-

nigung nutzen können, wenn sie Schriften und anderen Elementen der Bedienoberfläche ausgeben.

Unter Wine laufende Windows-Anwendungen setzen ihre Audio-Ausgaben nun automatisch über PulseAudio ab, mit dem moderneren Linux-Distributionen die Audio-Ausgabe zentral regeln. Ebenfalls neu,

aber noch unvollständig ist die Unterstützung von Direct3D 10 und 11. Eine Datenbank auf der Winehq-Homepage erläutert, welche Windows-Spiele und -Anwendungen mit Wine laufen und welche Einschränkungen es dabei gibt.

Die Firma Codeweavers bietet mit CrossOver eine kostenpflich-

tige Wine-Version für Linux und OS X mit Support an. Die vor Kurzem veröffentlichte Version 15 basiert bereits auf Wine 1.8. CrossOver vereinfacht die gelegentlich etwas komplizierte Wine-Bedienung und bietet bessere Kompatibilität mit populären Windows-Anwendungen wie MS Office 2013. (thl@ct.de)

## Service Pack für Suse Linux Enterprise 12

Verbesserter Hardware-Support, eine Software zum Single-Sign-on sowie Mini-Betriebssystem-Images – das sind einige der Neuerungen, die Suse mit dem Service Pack 1 (SP1) für die Desktop- und Server-Varianten von Suse Linux Enterprise 12 (SLE12) eingeführt hat. Als neu gilt auch Support für die Container-Virtualisierung mit Docker, obwohl Suse diesen bereits seit

einigen Monaten über ein eigens eingeführtes SLE-Modul anbietet.

Die als JeOS (Just enough Operating System) bezeichneten Mini-Images sind für Kunden gedacht, die Container, Appliances, virtuelle Maschinen oder Server aufsetzen wollen, bei denen das Betriebssystem nur aus den unbedingt nötigen Komponenten besteht. Die nur für den SLE-Ser-

ver (SLES) erhältlichen JeOS-Images gibt es in verschiedenen Varianten. Diese sind ungefähr 300 MByte groß und enthalten derzeit noch Komponenten aus SLE12 ohne Service Pack. Suse liefert zudem KIWI-Bauanleitungen mit, über die man sich eigene JeOS-Images maßschneiden kann.

Zum Einrichten eines Directory Servers zum Single-Sign-on

liegt nun die Server-Software Shibboleth bei. Um die Unterstützung für moderne Hardware zu verbessern, hat Suse eine Reihe von Treibern aktualisiert und einige neue integriert. Der Kernel basiert nach wie vor auf Linux 3.12 und soll beim nächsten, Ende 2016 erwarteten Service Pack 2 einen Sprung auf eine modernere Version machen. (thl@ct.de)

## Microsoft: Durchbruch in der Bilderkennung

Seit Google im Jahr 2012 mit seinem Deep Convolutional Neural Network (Deep CNN) die Bilderkennung revolutionierte, gelten diese speziellen neuronalen Netze als State of the Art – auch in verwandten Disziplinen wie etwa der Spracherkennung. Jetzt läutet Microsoft mit einem extrem tiefen, über hundert Schichten fassenden Konstrukt die nächste Ära ein. Das experimentell entwickelte Netz, das auch in Microsofts „Project Oxford“ einfließen soll, bestätigt eine schon vor Jahren von KI-Forschern geäußerte Theorie: Viel hilft viel.

Auch Googles Erfolg mit den bereits in den 1980er-Jahren entwickelten neuronalen Netzen gründete auf Massen an Ressourcen: der endlich verfügbaren riesigen Menge an Trainingsdaten, Rechenleistung und effizienterer Verarbeitung. Große Hoffnung setzen die Forscher seitdem auf extrem tiefe Netze, die sich aber als schwer trainierbar erwiesen, weil die Ergebnisse ab einer gewissen Tiefe immer ungenauer wurden. Vor drei Jahren war man noch stolz darauf, erfolgreich ein System mit acht verdeckten Schichten (Hidden Layers) trainieren zu können, Anfang dieses Jahres feierte man 20 bis 30 Schichten als Fortschritt.

Bei den diesjährigen Bilderkennungs-Wettbewerben ImageNet und MS COCO überwies Microsoft Research Asia (MSRA) die Konkurrenz auf die Plätze. Mit ihrem 152 Schichten fassenden Deep CNN sicherte sich die Forschergruppe um Jian Sun in drei ImageNet-Disziplinen den ersten Platz. In der Objekterkennung erzielte MSRA eine mittlere Präzision

von 0,62, während Qualcomm Research als Zweitplatzierter nur 0,53 erreichte – Details siehe c't am Ende des Artikels.

Ein Deep CNN folgt vom Modell her der menschlichen Wahrnehmung: Jede Schicht besteht aus mathematischen Funktionen (Neuronen), die in der Trainingsphase anhand Tausender zuvor klassifizierter Bilder lernen, ihre Parameter so zu justieren, dass sie die Essenz jedes Objekts herausfiltern. Zum Beispiel können sie einen Menschen unabhängig von Haar- und Hautfarbe, Größe, Gewicht, Kleidung und Drehwinkel erkennen. In den ersten Schichten entstehen einfache Filter, die etwa typische Kantenmuster oder Texturen herausarbeiten. In den höheren Schichten kombiniert das Netz sie dann nach und nach zu komplexeren Gebilden.

Die Microsoft-Forscher haben die höheren Schichten anders aufgebaut als die niedrigeren und geeigneteren mathematische Funktionen (Residualfunktionen) gefunden. Dadurch fließen die Informationen auch durch Überpringen von Schichten offensichtlich so durch das Netz, dass ein effektiveres Training möglich ist. Nach Angaben der Forscher verbessert sich die Erkennungsleistung des als „Deep Residual Network“ bezeichneten Systems sogar dann, wenn es zuvor für eine andere Aufgabe trainiert wurde. Möglicherweise haben die Forscher damit einen Ansatz entdeckt, um eine Art Erfahrungswissen zu modellieren.

(atr@ct.de)

**ct** Publikation, ImageNet-Ergebnisse: [ct.de/ydrd](http://ct.de/ydrd)



Im „Project Oxford“ stellt Microsoft seine Lern-Algorithmen für Anwendungsentwickler zur Verfügung. Die extrem tiefen neuronalen Netze sollen die Tools zum Erkennen von Objekten und Sprache verbessern.

## EU-Förderpreis für automatisierte Programmsynthese

Professor Bernd Finkbeiner von der Forschungsgruppe Reaktive Systeme der Universität des Saarlandes erhält einen „Consolidator Grant“ des Europäischen Forschungsrates (European Research Council, ERC). Der Förderpreis der Europäischen Union ist mit zwei Millionen Euro dotiert und wird Finkbeiner für Arbeiten auf dem Gebiet der automatisierten Programmsynthese verliehen. Der Informatiker arbeitet an Methoden, mit denen sich Software erzeugen lässt, ohne dass ein menschlicher Entwickler Programmcode schreiben muss.

Die auf diese Weise generierten Computerprogramme sollen garantiert fehlerfrei sein, was insbesondere für sicherheitskritische Software wichtig ist, etwa um autonome Fahrzeuge zu steuern. Entwickler könnten dadurch schon in einem sehr frü-

hen Stadium erkennen, ob eine Systemarchitektur oder eine Kombination unterschiedlicher Anforderungen die Sicherheit des Gesamtsystems gefährdet, verdeutlicht der Informatik-Professor. Teure Fehlentwicklungen ließen sich dadurch vermeiden.

Die System- und Programmbedingungen werden dafür in einer mathematischen Spezifikationssprache formuliert. Die automatisierte Synthese sorgt dafür, dass der Programmcode allen Anforderungen genügt und reglementiert auch noch offene Details. Entwickelt werden die Methoden im Rahmen des Forschungsprojekts OSARES (Output-Sensitive Algorithms for Reactive Synthesis). Die zwei Millionen Euro will Finkbeiner in neue Stellen für Doktoranden und promovierte Wissenschaftler investieren. (pmz@ct.de)

**SIEMENS**

DFFA-A10046-03

SIMATIC IPC

Kleine Kraftpakete – richtig starke Typen!

- Leistungsstark mit Dual oder Quad Core CPU
- Robust bis 60 °C
- Kompakt, ab 1L Volumen
- Vielseitig: Displays von 7" bis 19"
- Lüfterlos und wartungsfrei



Jan-Keno Janssen

# German Höhenangst

## Klettersimulation „The Climb“ für Virtual Reality

Eines der weltweit ersten ausschließlich für Virtual Reality konzipierten Großbudget-Spiele kommt aus Deutschland: Wir haben eine frühe Fassung von „The Climb“ bei Crytek in Frankfurt angetestet.

**G**roße Entwicklungsstudios scheinen noch nicht so richtig an die Virtual-Reality-Welle zu glauben – zumindest gibt es erst ganz wenige Triple-A-Produktionen, die von Grund auf für VR entwickelt werden. Das deutsche Studio Crytek – bekannt durch die Shooter-Blockbuster Far Cry und Crysis – traut sich: Sein Kletterspiel „The Climb“ wird ausschließlich mit VR-Hardware laufen, eine Version für konventionelle Bildschirme wird es nicht geben. Schon nach kurzem Anspielen wird klar, warum: Das Gefühl der Gefahr und der Höhe ist so intensiv, dass durch eine „Flachfassung“ ein Großteil der Anziehungskraft verlorenginge. Die Spielmechanik ist vergleichsweise simpel: Man klettert Berge hoch, ohne Seile, ohne Haken. Wie beim echten „Free-Solo“-Klettern ist Magnesia das einzige Hilfsmittel. Und wie in echt sucht man in „The Climb“ Mulden und Felsvorsprünge, um sich mit den Fingern hochzuziehen. Was profan klingt, funktioniert dank Virtual-Reality-Mittendrin-Gefühl erstaunlich gut. Tatsächlich bekam ich schon nach wenigen Minuten schwitzige Hände. Und: Immer dann, wenn ein Sprung nötig

war, zögerte ich viel länger als bei vergleichbaren Spielen – obwohl das Gehirn weiß, dass das alles nur eine Simulation ist, meldet sich der eingebaute Gefahrenmelder permanent. Umso besser fühlt es sich an, wenn ein waghafter Sprung zum nächsten Vorsprung gelungen ist. Und wenn man schließlich den Gipfel erreicht, ist das Glücksgefühl

fast so groß wie in echt. Vor allem, weil man dann endlich in Ruhe die Szenerie genießen kann: Da fliegen Vögel, da geht die Sonne unter, alles grafisch wunderhübsch aufbereitet – visuell ist „The Climb“ einer der bislang beeindruckendsten VR-Titel.

Bei der von mir getesteten Vorab-Version steuert man die Hände mit Kopfbewegungen und mit einem konventionellen Controller, künftig sollen aber auch Hand-Controller wie Oculus Touch unterstützt werden. Das Spiel funktioniert sowohl im Stehen (realistischer) als auch im Sitzen (entspannter). Crytek plant, „The Climb“ zusammen mit dem Verkaufsstart der Oculus-Rift-Consumer-Version im ersten Quartal 2016 zu veröffentlichen. Ob auch noch andere VR-Headsets unterstützt werden, ist noch unklar. Das Spiel soll bereits mit den System-Mindestanforderungen für die Rift (Nvidia GTX970 oder AMD Radeon R9 290) flüssig mit 90 fps laufen. (jkj@ct.de)

Nichts für Menschen mit Höhenangst: Die VR-Klettersimulation „The Climb“ erzeugt ein realistisches Gefühl von Höhe.



## „Bewegung ist eine Riesen-Herausforderung“



**Lead Programmer Dario Sancho-Pradel hat an Spielen wie SingStar und Ryse mitgearbeitet. Wir haben mit ihm über sein erstes VR-Projekt „The Climb“ gesprochen.**

**ct:** Ist es normal, dass man nach dem Spielen von „The Climb“ schweißüberströmt ist? Oder bin ich der einzige?

**Dario Sancho-Pradel:** Sie sind definitiv nicht der einzige [lacht].

**ct:** Passiert Ihnen das auch beim Spielen?

**Pradel:** Nein, ich habe mich schon dran gewöhnt.

**ct:** „The Climb“ fühlt sich definitiv anders an als ein normales Computerspiel.

**Pradel:** Definitiv! Das Mittendrin-Gefühl, die „Presence“, ist superintensiv. Alleine schon wegen der realistischen Landschaft und den sehr hoch aufgelösten Texturen.

**ct:** Nutzt das Spiel im Vergleich zu konventionellen 2D-Titeln andere, bessere Texturen?

**Pradel:** Schon, wir haben gerade in die „nahen“ Texturen extra viel Arbeit investiert. Weil uns natürlich klar war, dass sich der Spieler permanent sehr dicht an der Wand befindet.

**ct:** Wie begann eigentlich die Entwicklung – wollten sie primär eine Klettersimulation oder primär ein VR-Spiel machen?

**Pradel:** Wir experimentieren schon lange mit VR, schon seit 2013 mit der ersten Oculus-Rift-Entwicklerversion. Daraus wurden dann zwei Demos, die Teile 1 und 2 von „Back to Dinosaur Island“. (Anm. der Redaktion: Der erste Teil läuft auf der Oculus Rift DK2 und ist kostenlos

in Steam erhältlich.) Bei der ersten Demo haben wir gelernt, wie man Mittendrin-Gefühl erzeugt. Und bei der zweiten Demo ging es dann um Bewegung, eine Riesen-Herausforderung. Wir haben dem Spieler in einem sehr begrenzten Rahmen erlaubt, sich zu bewegen. Und der nächste Schritt war dann freie Bewegung, damit haben wir sehr viel experimentiert. In einer Demo konnte man klettern, zwar sehr rudimentär und ganz ohne Texturen – aber die Leute waren begeistert und konnten nicht mehr aufhören. Uns war dann schnell klar, dass das Gameplay genauso sein muss – und haben dann begonnen, das Ganze mit unserer CryEngine (Anm.: Cryteks Game-Engine) „schön“ zu machen.

**ct:** Was war bei der Entwicklung von „The Climb“ der größte Unterschied zu konventionellen Spielen?

**Pradel:** Ganz klar: Es gibt keine Waffen. Das war für uns – die Macher von Crysis! – sehr ungewohnt.

# eco INTERNET AWARD 2016

## WER SIND DIE HIDDEN CHAMPIONS?

Jetzt für die eco Awards 2016 bewerben!

<https://awards.eco.de>

20  
JAHRE  
eco

WIR GESTALTEN DAS INTERNET.  
GESTERN. HEUTE. ÜBER MORGEN.

eco

Verband der Internetwirtschaft e. V.

Torsten Kleinz

# Teenagerjahre einer Online-Enzyklopädie

## 15 Jahre Wikipedia – und die Zukunft

**Das unbestritten größte Nachschlagewerk der Weltgeschichte sucht neue Wege.  
Die Fakten-Plattform Wikidata macht Fortschritte, wird aber immer wieder infrage gestellt.**

Bereits zum 10. Geburtstag stand die freie Online-Enzyklopädie Wikipedia vor einer veritablen Krise. Das Projekt, das bisher nur exponentielles Wachstum gewohnt war, musste plötzlich mit einem rapiden Autorenschwund zurechtkommen. Das Verhältnis zwischen Community und Wikimedia Foundation war deutlich abgekühlert, nachdem die Wikimedia-Gründer Jimmy Wales vergeblich versucht hatte, einen Anti-Porno-Filter einzuführen. Schwesterprojekte wie Wikinews oder Wikibooks schafften nie den Sprung in die Relevanz.

Die Probleme sind zum 15. Geburtstag am 15. Januar 2016 geblieben. Doch trotz unzähligen Nachwuchs-Werbeaktionen ist es nicht einmal gelungen, die Zahl der Mitschreiber zu halten. Alleine in der englischen Wikipedia-Ausgabe ging die Zahl der aktiven Autoren von einst 50 000 auf mittlerweile knapp 30 000 zurück, in der deutschen Ausgabe von einst 9000 auf unter 6000. Schlimmer noch: Seit 2014 geht auch die Anzahl der Leser zurück. Von über 500 Millionen monatlichen Nutzern im Sommer 2013 sank die Besucherzahl auf inzwischen unter 400 Millionen. Von Platz 5 der weltweit meistbesuchten Webseiten ist die Enzyklopädie mittlerweile auf Platz 7 abgerutscht.

### Artikelbestand verdoppelt

Zur befürchteten Katastrophe ist es jedoch nicht gekommen. Die Wissensmaschine Wikipedia funktioniert auch mit weniger Autoren. Innerhalb der letzten fünf Jahre hat sich die Zahl der Artikel von 14 auf über 33 Millionen mehr als verdoppelt. Als Wi-

kipedia 2015 unter dem Titel „Wiki loves Monuments“ dazu aufrief, Fotos von Bau- und Naturdenkmälern einzureichen, kamen mehr als 230 000 Fotos zusammen, die nun unter freien Lizzenzen jedermann zur Verfügung stehen. Immer mehr Institutionen arbeiten direkt mit Wikipedianern zusammen, stifteten ihren Datenbestand oder laden Wikipedianer ein, mit ihnen zu kooperieren.

Gerade in Krisensituationen erweist sich das Konzept der von Freiwilligen geschriebenen und kuratierten Wissenssammlung als erstaunlich robust. Nach Ereignissen wie den Anschlägen von Paris oder dem Erdbeben von Nepal informieren sich nicht nur Millionen in der Online-Enzyklopädie – in gemeinsamer Arbeit schaffen es die Autoren, unter den Vorgaben einer Online-Enzyklopädie auch schnell, informative Artikel zu schaffen, die nur etwas weniger aktuell sind als die Newsicker der etab-

lierten Medien, dafür aber die Kontexte allgemeinverständlich aufzubereiten. Grundsätze wie der neutrale Benutzerstandpunkt und die Pflicht, externe Belege für Faktenbehauptungen anzugeben, helfen dabei.

Die Relevanz kommt zu einem Preis. Unzählige PR-Arbeiter versuchen täglich, ihre Arbeits- und Auftraggeber in der Enzyklopädie glänzen zu lassen. Gelegenheits-Manipulateure fallen dank eines aufwändigen Filtersystems relativ schnell auf. Doch mittlerweile haben einige PR-Firmen nachgerüstet. Ein kleiner Industriezweig spezialisiert sich inzwischen darauf, Inhalte in der Wikipedia einzupflegen – teils offen, teils verborgen.

Der Kampf gegen Spammer und Vandale hat auch seine negativen Seiten. Angesichts der zur Verfügung stehenden Freiwilligen, die sich der drogen Aufgabe widmen, Ztausende von Änderungen durchzusehen, setzt Wikipedia zunehmend auf

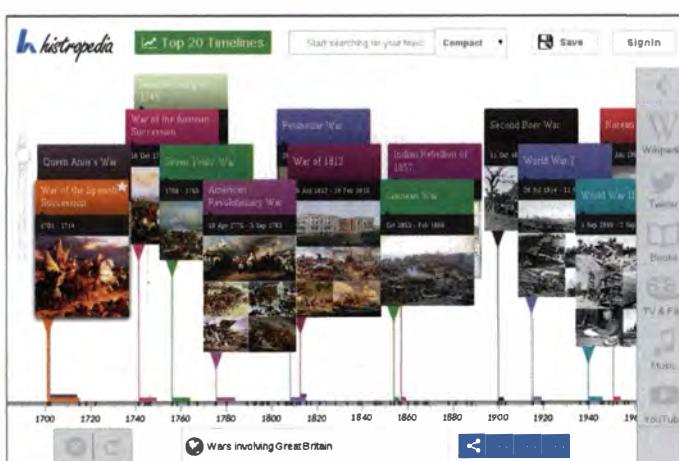
Automatisierung. Ein ausgefeiltes System schleust alle Beiträge durch halbautomatische Filter, die Änderungen auf Spam und andere Verdachtsmomente durchleuchten. Wer auf der Titelseite Penisbilder unterbringen will oder ohne Begründung ganze Kritikabschnitte entfernt, fliegt schnell auf. Administratoren und etablierte Autoren können verdächtige Änderungen mit einem Klick wieder löschen.

Folge: Ungeschickte Änderungen stehen sofort unter Manipulationsverdacht. Die Beiträge neuer Autoren werden in vielen Wikipedia-Ausgaben schon seit einigen Jahren nicht sofort live geschaltet. Wenn zudem die ersten Gehversuche eines Neulings sofort wieder gelöscht werden, kommt der wahrscheinlich nicht so schnell wieder. „Unsere Studien zeigen, dass die Wiederkehrrate von wohlmeinenden Autoren eingebrochen ist, als diese Tools eingeführt wurden“, schreiben Aaron Halfaker und Dario Taraborelli, die die Situation in der Wikipedia untersucht hatten.

### Neustart oder Kannibalisierung?

Ihre Lösung dafür ist der „Objective Revision Evaluation Service“, ein selbstlernender Algorithmus, der künftig eine bessere Analyse liefern soll und als Web-service in 50 bis 100 Millisekunden eine Bewertung der Beiträge liefern kann. Inwieweit die Änderung im Backend tatsächlich für ein freundlicheres Klima auf Wikipedia sorgen wird, muss sich aber noch erweisen.

Hoffnungsprojekt der Wikipedia-Bewegung ist Wikidata. Werden in der Wikipedia komplett



**Histropedia macht geschichtliche Entwicklungen einfacher begreifbar. Die Daten für die Timelines stammen aus Wikidata.**

Artikel geschrieben, wird auf Wikidata Fakt für Fakt maschinenlesbar abgelegt: von Namen und Geodaten über Verwandtschaftsbeziehungen bis hin zu einem Werkverzeichnis der erfassten Künstler. Die Idee hinter dem Projekt ist, Daten für alle 280 Sprachausgaben der Wikipedia zentral bereitzuhalten – ähnlich wie auf der Multimedia-Plattform Wikimedia Commons Bilder, Filme und Musikstücke für alle Wikipedia-Ausgaben abgelegt werden.

Nach Zahlen ist das neue Projekt ein beispielloses Erfolgsmödell: Drei Jahre nach Start hat Wikidata bereits 15,5 Millionen Einträge – drei Mal mehr als die englische Wikipedia. Es gibt mittlerweile auch eine Reihe von Anwendungen, die die Daten nutzen. So erstellt Wikipedia aus den verzeichneten Ereignissen historische Timelines, der Buchkatalogisierungs-Service Inventaire.io greift auf die Autoren- und Titeldaten zu. Auch Wikipedia-Artikel profitieren bereits. So wird den Artikeln über Gene automatisiert eine Infobox aus Wikidata zur Seite gestellt – für alle Sprachen einheitlich.

## Qualität

Dennoch ist das Projekt bis heute umstritten. Wikipedianern misstrauten immer voll automatisierten Systemen. Maschinell übersetzte und automatisch generierte Artikel sind verpönt. Doch diese Haltung hat ihre Grenzen: Wer in Deutschland wohnt, kommt eher nicht darauf, Artikel über afrikanische Monuments oder südamerikanische Literatur zu verfassen. Wikidata würde dieses Problem zumindest teilweise nivellieren: Was die Autorencommunity am einen Punkt der Welt zusammenträgt, steht auf diese Weise auch anderen Ausgaben zur Verfügung.

Kritiker befürchten aber, dass Wikidata das Freiwilligenprojekt irrelevant macht. So beantwortet Google eine Frage der Art „Wie hoch ist der Eiffelturm?“ direkt auf der Suchergebnisseite. Zwar wird der Wikipedia-Artikel zum Bauwerk immer noch als erstes Suchergebnis verlinkt. Doch der Nutzer hat weniger Grund, auf den Link zu klicken – seine Frage ist ja schon beantwortet. Somit sinkt auch die Wahrscheinlichkeit,

dass sich ein Wissenssuchender mit eigenen Beiträgen selbst einbringt. Einige Wikipedianer führen die sinkenden Leserzahlen direkt auf diese Entwicklung zurück.

Auch wird die Qualität der Wikidata-Einträge infrage gestellt. So weist der Wikipedianer Andreas Kolbe in dem Newsletter „Wikipedia Signpost“ darauf hin, dass viele Einträge in der Fakten-datenbank nicht durch externe Quellen belegt sind. „Heute fehlen noch grundlegende Qualitätsmechanismen in Wikidata“, schreibt Kolbe. Er verweist damit auf ein Problem, dass die Wikipedia mit den Jahren immer öfter hat: So landen unbelegte Behauptungen aus der Wikipedia oft in der Presse. Die so zu-stande gekommenen Presseartikel dienen wiederum als Belege, die in die Wikipedia eingepflegt werden.

Wikidata-Projektmanagerin Lydia Pintscher räumte Probleme ein, baut aber darauf, dass das alte Wikipedia-Prinzip funktionieren wird: Wenn mehr Nutzer auf die Daten zugreifen, werden sich auch mehr Nutzer finden, die die Qualität sicherstellen.

Auch wenn Wikipedia durch den weltweiten Erfolg viele Kämpfe für sich entschieden hat, kann sich die Enzyklopädie nicht in Sicherheit wiegen. So hat beispielsweise die chinesische Regierung entschieden, dass die eigene Bevölkerung recht gut ohne Wikipedia auskommen kann und sperrte die Seite komplett. Auch in Russland eckt Wikipedia in jüngster Zeit wieder an. So beklagen Regierungsoffizielle die westliche Voreingenommenheit des Projekts. Der Leiter der Präsidialbibliothek kündigte gar eine staatsfinanzierte Wikipedia-Alternative an. Gleichzeitig haben die 2012 verabschiedeten Internetgesetze Wikipedia zum Ziel der neuen Internetaufsicht gemacht, die zum Beispiel Artikel über Drogenkonsum und Selbstmord verbietet.

Das ausgiebigste Konflikt-potenzial herrscht aber nach wie vor innerhalb der Wikipedia selbst; die Meinungsverschie-denheiten zum Zweck der Wikipedia und den erprobten Arbeitsweisen eskalieren immer wieder. Viele offene Fragen bleiben also auch zum 15 Geburts-tag der Online-Enzyklopädie.

(jk@ct.de)

## Moto X Force mit bruchsicherem Display

Motorola verspricht für sein High-End-Smartphone Moto X Force ein bruchsicheres Display-Glas und gibt vier Jahre Garantie auf gesplittete Bildschirme. Fünf Materialschichten sollen einen Aufprall ausreichend dämpfen. Kratzer und ähnliche Beschädigungen sind hingegen von der Garantie ebenso ausgeschlossen wie Schäden am Rest des Geräts. Das Smartphone sei „nicht stoßfest oder darauf ausgelegt, allen Sturzschäden standzuhalten“.



Mit 5,4 Zoll Diagonale ist der Bildschirm kleiner als beim Moto X Style, nutzt aber die farbkräftigere AMOLED-Technik. Dank der gleichen Auflösung von 2560 x 1440 Pixeln ist er etwas schärfer (540 dpi). Für eine hohe Leistung sorgt ein Qualcomm Snapdragon 810 mit acht Kernen, denen 3 GByte Arbeitsspeicher zur Seite stehen. Der interne Flash-Speicher fasst bis zu 64 GByte, ein MicroSD-Slot ist vorhanden. Die bereits in der Style-Variante mit guten Bildern überzeugende 21-MP-Kamera (siehe c't 27/15, S. 106) ist auch beim Force dabei, ebenso wie die 5-MP-Frontkamera mit Blitz. Der größere Akku soll für zwei Tage Einsatzzeit reichen. Eine wasserabweisende Beschichtung schützt die Innereien vor Flüssigkeiten.

Ausgeliefert wird das Smartphone mit nur geringfügig verändertem Android 5.1, ein Update auf 6.0 soll folgen. Ab Januar wird das Moto X Force für 700 Euro in Deutschland erhältlich sein. Beim Kauf auf der Motorola-Webseite lassen sich Farben und Materialien individuell anpassen, anderswo stehen nur die vorgegebenen Designs zur Auswahl.

(asp@ct.de)

**Das Moto X Force ist ein High-End-Smartphone mit besonders robustem Display.**

## Jolla kann mit frischem Geld weitermachen

Jolla hat seine aktuelle Finanzierungsrounde doch noch erfolgreich abgeschlossen. Damit ist das drohende Aus des Sailfish-OS-Entwicklers abgewendet, wie die finnische Firma bekannt gab. Nachdem Absprung eines Hauptinvestors musste man Ende November die Hälfte seiner 100 Mitarbeiter entlassen.

Jolla wurde von ehemaligen Nokia-Mitarbeitern 2011 gegründet, um dessen quellenoffenes mobiles Linux-Betriebssystem MeeGo weiterzuentwickeln und auf dieser Basis neue Geräte wie Smartphones und Tablets zu veröffentlichen. Dafür setzt man inzwischen auch auf externe Hardware-Partner und vergibt an diese Lizizenzen für Sailfish OS. Die eigene Hardware-Entwicklung hatte man im Juli bereits abgespalten.

Laut Jolla-Chef Antti Saarnio will man sich nun verstärkt auf Schwellenländer konzentrieren, insbesondere Russland und Indien. Die Partner sollen auch die teure länderspezifische Forschung und Entwicklung übernehmen, Jolla will nur noch am Kernsystem arbeiten sowie die App-Entwickler unterstützen.

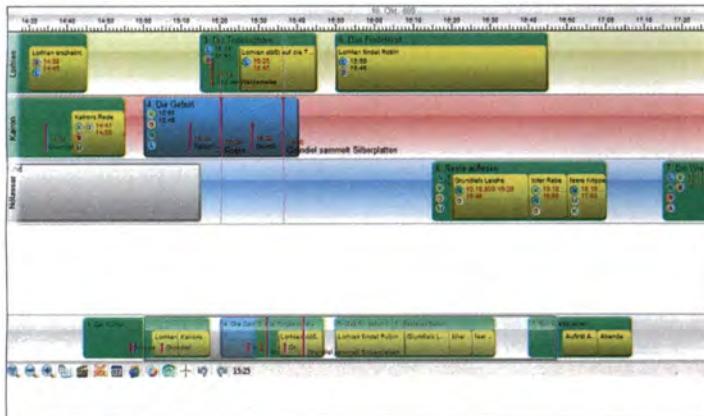
Klarer ist inzwischen das Schicksal des verspäteten haus-eigenen Jolla-Tablets. Die meis-ten Geldgeber werden das Tab-let nicht mehr erhalten, es wird nur noch eine kleine Charge des per Crowdfunding finanzierten Geräts ausgeliefert. Stattdessen soll es eine bislang unbekannte Entschädigung für leer ausgegangene Käufer geben. Von einer zuvor angedeuteten Rück-erstattung spricht Jolla aber nicht mehr.

(asp@ct.de)

## Bücher schreiben mit Papyrus Autor

Mit Version 8 des Schreibprogramms Papyrus Autor kann man gleichzeitig mehrere Texte geöffnet halten und in separaten Tabs bearbeiten. Die Anwendung von R.O.M.Logicware

richtet sich speziell an Buchautoren und bringt zahlreiche Funktionen für Fein-Tuning des Drucklayouts mit. Den Bedürfnissen von Schriftstellern kommt sie mit der neuesten



**Die integrierte Datenbank von Papyrus Autor hilft, Ereignisse einer Roman-Handlung auf der Zeitachse zu sortieren.**

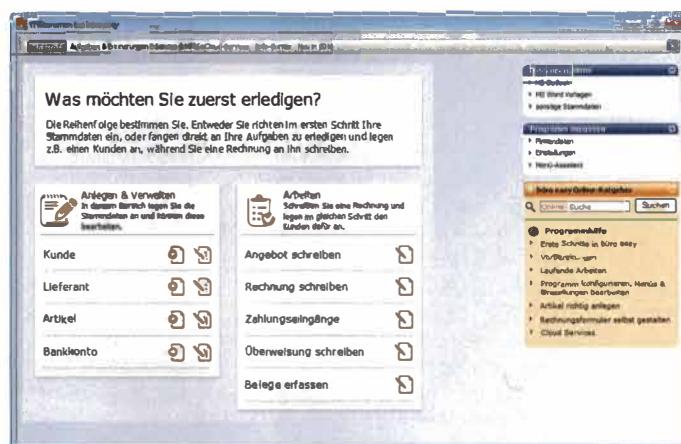
Ausgabe des Duden Korrektor entgegen, außerdem mit einer Datenbank für im Buch vor kommende Personen sowie neuerdings mit einer virtuellen Pinnwand. Letztere bewährt sich zum Beispiel, wenn man mehrere Handlungsstränge miteinander verknüpfen will.

Papyrus Autor 8 lässt dem Anwender die Wahl, ob er aus einem geöffneten E-Book ganze Bilder oder Bildausschnitte exportieren möchte. Der eingebaute Mini-E-Book-Viewer gibt schon vor der Produktion einen Ausblick, wie ein Text als fertiges E-Book aussehen wird. Zu diesem Zweck lassen sich Dokumente neuerdings auch als transparente Grafiken mit Alpha-Kanal ausgeben. Das Programm läuft unter Windows ab Version XP sowie unter OS X ab Version 10.7. Es kostet 180 Euro. Zum Testen gibt es eine kostenlose Demo. (mre@ct.de)

**ct** Testversion, Video-Tutorial: [ct.de/y3dc](http://ct.de/y3dc)

## Viele Neuauflagen bei Lexware

Das Softwarehaus Lexware renoviert zum Jahreswechsel große Teile seines Produktsortiments. Beim Flaggschiff der Freiburger Produktflotte, Financial Office 2016, hat sich gleich in mehreren der enthaltenen Programmpakete etwas getan: Auf den Lohnsteuerbescheinigungen für Arbeitnehmer, die mit der Lohnbuchhaltung „Lohn + Gehalt“ ausgestellt worden sind, prangt jetzt zusätzlich ein QR-Code mit allen Daten, die ein Steuerzahler in seinen Lohnsteuer-Jahresausgleich eintragen muss. Fotografiert man diesen als Nutzer des Webdiensts smartsteuer.de mit der zugehörigen iPhone-App, werden die Daten direkt ins Steuerformular eingetragen. Die Lexware-Tochter Smartsteuer will das Schema der Steuerdaten im QR-Code offenlegen, sodass künftig auch andere Anwendungen davon Gebrauch machen können. Arbeitgeber können mit Lohn + Gehalt die Beiträge für Unfallversicherun-



**Büro Easy** tut sich gegenüber den meisten Buchhaltungsprogrammen durch die Schritt für Schritt erscheinenden Arbeitsanleitungen hervor.

gen ihrer Mitarbeiter in separaten Meldungen einrichten.

In den Programmen „Warenwirtschaft“ und „Faktura+Auftrag“ lassen sich Buchungen neuerdings mit zugehörigen Dokumenten und mit formlosen Notizen verknüpfen. Mit dem kostenlosen Dienst Lexware Mobil kann man in der aktuellen Fassung außer Angeboten und Rechnungen auch Einkaufsbelege von unterwegs sichten. Preise für das Gesamtpaket Financial Office beginnen bei netto 360 Euro oder 25 Euro im Monat, jeweils für die Einzelplatz-Lizenz.

Am anderen Ende seiner Produktskala hat Lexware das Paket Büro Easy erneuert. Die Einsteiger-Anwendung hat in Version 2016 den Versand elektronischer Rechnungen nach dem ZUGFeRD-Standard (Zentraler User Guide des Forums für elektronische

Rechnungen in Deutschland) dazugelemt. Außerdem kann das Programm über die integrierte „Lexware Poststelle“ Dokumente als PDF bereitstellen und per E-Mail verschicken. Büro Easy 2016 ist in unterschiedlich umfangreichen Ausstattungen ab netto 60 Euro oder 5 Euro im Monat erhältlich.

Der Webdienst Lexoffice hat einen „Layout-Designer“ erhalten, mit dem Anwender ihren persönlichen Stil für Geschäftsbriefe umsetzen können. Ab Mitte Januar soll der Dienst außerdem den Zahlungsverkehr via PayPal unterstützen. Kontoführungsgebühren schlagen dann automatisch in der Kategorie „Zinsen“ zu Buche. „Buchhaltung & Finanzen“, die mittlere der drei Lexoffice-Varianten, verbucht neuerdings auch private Anteile von Fahrzeug-, Telefon- und weiteren Kosten. Die leistungsfähigste Ausführung, „Buchhaltung & Berichte“, taugt mit ihrer Gewinn- und Verlustrechnung jetzt auch für bilanzierende Betriebe wie GmbHs. Monatliche Netto-Gebühren für die drei Ausführungen betragen 7, 12 und 15 Euro. (hps@ct.de)



**Über den gedruckten QR-Code lassen sich Steuerdaten per iPhone einlesen, ohne dass man sich erst an einem Server anmelden müsste.**

# IMMER EINE IDEE SCHLAUER.



2x Mac & i mit 30% Rabatt testen!

#### Ihre Vorteile:

- **Plus:** digital und bequem per App
- **Plus:** Online-Zugriff auf das Artikel-Archiv\*
- **Lieferung frei Haus**

Für nur  
13,80 €  
statt 19,80 €

Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:

[www.mac-and-i.de/minabo](http://www.mac-and-i.de/minabo)

0541 80 009 120 · [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

+ Artikel-ARCHIV



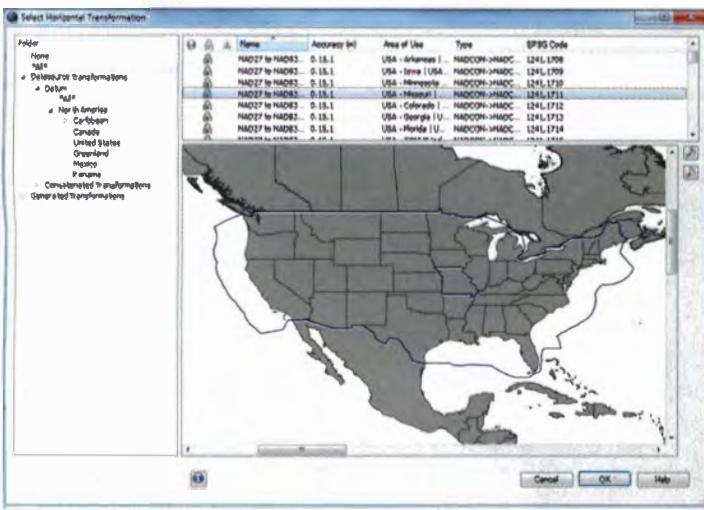
Mac & i. Deutlich. Mehr. Wissen.

## Rechenprogramm für Geografen

Der Blue Marble Geographic Calculator 2016 beherrscht die Georeferenzierung von Rasterbildern, sodass sich damit jede Bildregion eines Luftbilds korrekt mit einer Landkarte korrelieren lässt. Landkarten entzerrt die Software für beliebige, von Ort zu Ort unterschiedliche Geoide (Rechenmodelle für die gekrümmte Erdoberfläche), außerdem hilft sie, seismische Messungen auszuwerten. Die aktuelle Programmversion umfasst eine XML-formatierte Bibliothek geografischer Objekte, einen Projektmanager sowie Verwaltungswerkzeuge, um die Zu-

griffsmöglichkeiten auf Quelldaten detailliert zu kontrollieren.

Die überarbeitete Startseite des Programms soll Anwendern verständlich erklären, was man mit jeder der angebotenen Rechenfunktionen anfangen kann. Ebenfalls neu ist eine Erweiterung zur Zusammenarbeit mit Programmen des Geodaten-Spezialisten Esri sowie Unterstützung für CAD-Anwendungen. Der Geographic Calculator läuft unter Windows der Versionen XP bis 10 und kostet einmalig netto 1500 US-Dollar oder 1000 Dollar Jahresmiete. (hps@ct.de)



Der Geographic Calculator rechnet Ortskoordinaten in einem Areal für unterschiedliche Modelle der Erdkrümmung um.

## Vorratsdatenspeicherung startet Mitte 2017

Das neue Gesetz zur Vorratsdatenspeicherung ist mit der Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt am 18. Dezember 2015 in Kraft getreten. Zu diesem Zeitpunkt beginnt eine Übergangsfrist von 18 Monaten. Ab Juli 2017 müssen Zugangsanbieter die Verbindungsinformationen ihrer Kunden zehn Wochen und Standortdaten einen Monat lang speichern – falls das Gesetz bis dahin nicht als verfassungswidrig erklärt wird.

Ende Dezember 2015 erreichte die erste von mehreren angekündigten Klagen das

Bundesverfassungsgericht. Zu den Beschwerdeführern zählen der Deutsche Journalisten-Verband (DJV), der Deutsche Medienverband (DMV) sowie eine Reihe von Journalisten. Sie sehen sich als Berufsheimsträger nicht ausreichend vor den heftig umstrittenen Überwachungsmaßnahmen geschützt. Die FDP hatte bereits angekündigt, ebenfalls zu klagen. Auch die Datenschützer des Vereins Digitalcourage wollen klagen und haben bereits 2500 Unterstützer dafür gefunden. (hob@ct.de)

## EU-Datenschutzverordnung ab 2018 verbindlich

Nach jahrelangem Ringen hat das europäische Parlament die neue Datenschutzverordnung beschlossen. Sie soll 2018 für alle Mitgliedsstaaten verbindlich werden. Die Verordnung soll Internet-Nutzern mehr Kontrolle über ihre persönlichen Daten geben. Unter anderem erhalten sie das Recht, Informationen leichter löschen zu lassen (Recht auf Vergessen) und Daten von einem Anbieter zum nächsten mitzunehmen (Portabilität). Bei dem Kompromiss ist ein Mindestalter von 16 Jahren für die Einwilligung zur Datenverarbeitung vorgesehen, sofern nationales Recht keine tiefere Altersgrenze setzt.

Mit den neuen Bestimmungen müssen sich Internet-Konzerne die Zustimmung zur Datennutzung ausdrücklich einholen und ihre Produkte datenschutzfreundlich voreinstellen. An die neuen Regeln müssen sich nicht nur europäische Unternehmen, sondern auch ausländische Firmen wie Google und Facebook halten. Bei Verstößen gegen die Verordnung drohen Strafen von bis zu vier Prozent der Jahresumsätze. Für Google etwa würde das eine Buße von mehreren Milliarden Euro bedeuten – der Umsatz des Konzerns lag im vergangenen Jahr bei 66 Milliarden Dollar. (hob@ct.de)

## Nebenkosten abrechnen

Manfred Richter hat sein ab 20 Euro erhältliches Programm NeKo überarbeitet, mit dem man unter Windows, OS X und Linux Wohnungsnebenkosten er- und abrechnet. Die aktuelle Version kann Kommentare zu erfasssten Zählerständen und Vorauszahlungen festhalten. Fürs Homebanking kooperiert sie mit Hibiscus, MacGiro, BankX und StarMoney. Unter OS X lassen sich Abkürzungen jetzt bequemer eingeben, indem man die Mac-eigene Rechtschreibkorrektur abschaltet und dadurch häufigen Rückfragen zur Rechtschreibung vorbeugt. (hps@ct.de)

## Windows 10 Version 1511 hat Registry-Probleme

In der jüngsten Version von Windows gerät der Registry-Editor Regedit unter bestimmten Umständen in eine Endlos-Schleife, die den Rechner vollständig auslastet. Der Fall tritt immer dann ein, wenn das Werkzeug bei einer Suche auf einen Schlüssel stößt, dessen kompletter Pfad länger als 255 Zeichen ist. Solche Schlüssel sind laut Windows-Spezifikationen unzulässig, auf Rechnern mit vielen installierten Anwendungen aber trotzdem an der Tagesordnung. Beendet man die Endlos-Schleife über die Abbrechen-Schaltfläche, stürzt Regedit ab und wird sofort neu gestartet. (axv@ct.de)

## Verbandsklagerecht bei Datenmissbrauch

Der Bundestag hat ein Gesetz für neue „verbraucherschützende Vorschriften des Datenschutzrechts“ verabschiedet. Verbraucherverbände und Wirtschafts- sowie Wettbewerbskammern sollen das Recht erhalten, gegen Datenschutzverstöße von Firmen zu klagen oder diese abzumahnen. Bislang können Verbraucherschützer nur eingeschränkt stellvertretend für Betroffene von Datenmissbrauch tätig werden, etwa wenn es um unzulässige Verträge oder Geschäftsbedingungen geht.

Die neuen Möglichkeiten sollen unter anderem bei unerwünschter Werbung, beim Anlegen von Persönlichkeitsprofilen (etwa per Scoring zur Bonitätsprüfung durch Auskunfteien) sowie im sonstigen Adress- und Datenhandel greifen. Verbraucherschutzverbände müssen ihre Abmahnpraxis beim Bundesamt für Justiz anzeigen. Damit wollen die Abgeordneten eine Abzocke mit Anwaltschreiben verhindern.

Der Bundestag will es Verbrauchern zudem ab Oktober 2016 ermöglichen, Online-Verträge auf dem gleichen Weg zu kündigen, wie sie geschlossen wurden, also beispielsweise per E-Mail. Briefe oder Faxe müssen dann nicht mehr versendet werden. (hob@ct.de)

## Apple-Chef: Datenschutz und Sicherheit kein Gegensatz

Apple-Chef Tim Cook hat in einem Interview die Bedeutung der Verschlüsselung von Smartphone-Daten unterstrichen: Es gebe nur einen einzigen Weg, die unzähligen per-



**Mit iOS 8 erheblich ausgeweitet:** Der iPhone-Hersteller setzt die an den Passcode des Nutzers geknüpfte Verschlüsselung für viele iOS-Awendungen ein.

sönlichen Daten auf Mobilgeräten zu schützen – und das sei die Verschlüsselung, erklärte Cook im Gespräch mit dem Journalisten Charlie Rose. Datenschutz und nationale Sicherheit schließen sich gegenseitig nicht aus, glaubt Cook: „Wir sind Amerika. Wir sollen beides haben.“

Cook verteidigt damit den Standpunkt des Konzerns in der anhaltenden Krypto-Debatte um Zugriffsmöglichkeiten auf Smartphones. Mit iOS 8 hat der iPhone-Hersteller die an den Passcode des Nutzers geknüpfte automatische Chiffrierung erheblich ausgeweitet und verschlüsselt nun unter anderem Textnachrichten, Fotos und die Kontaktdatenbank.

Auf verschlüsselte Kommunikation über iMessage habe der Konzern keinen Zugriff, wiederholte Cook. Zu legitimen staatlichen Anfragen gebe man wie vom Gesetz vorgeschrieben die geforderte Information heraus – soweit dies möglich sei. Strafverfolger können etwa die in iCloud-Backups auf Apples Servern gesicherten Daten anfordern. Darüber sei dann auch der Zugriff auf die sonst verschlüsselten Daten wie iMessage-Nachrichten möglich.

Anfang Oktober hatte der Apple-Chef Datenschutz als „fundamentales Menschenrecht“ bezeichnet, der Konzern wolle seinen Kunden dabei helfen, ihr Leben privat zu halten. Apple führt auf einer Datenschutz-Seite im Detail auf (siehe c't-Link), welche Funktionen und Dienste Daten erheben und wie diese genutzt werden. Angaben zu staatlichen Anfragen werden dort ebenfalls genannt. (dz@ct.de)

**c't** Apples Datenschutzrichtlinien:  
[ct.de/ykvs](http://ct.de/ykvs)

## Apple und Ericsson legen Patentstreit bei

Zehn Monate nach Beginn des Patentstreits zwischen Ericsson und Apple haben die Unternehmen die Auseinandersetzungen beigelegt und sich auf ein neues Lizenzabkommen mit sieben Jahren Laufzeit geeinigt. Zu den finanziellen Details machten sie keine Angaben.

Nachdem eine frühere Vereinbarung ausgelaufen war, hatte Ericsson Apple vorgeworfen, Elemente der Mobilfunkstandards GSM und LTE sowie weitere Techniken ohne eine Lizenz zu nutzen. Für Patente, die zum

Grundstock technischer Standards wie GSM und LTE gehören, gelten besondere Regeln. Inhaber müssen Lizenzen dafür zu fairen Bedingungen und ohne Diskriminierung gewähren. Die Lizenzpreise führen aber immer wieder zu Streitigkeiten.

Aus dem Geschäft mit Lizenzen und geistigem Eigentum erwartet Ericsson im laufenden Jahr einen Umsatz zwischen 13 und 14 Milliarden schwedischen Kronen (1,4 bis 1,5 Milliarden Euro). (dz@ct.de)

## US-Sammelklage wegen Mobilfunkdaten-Verbrauch

US-amerikanische Nutzer werfen Apple in einer Sammelklage vor, dass eine für den Netzbetreiber AT&T gefertigte iPhone-5-Variante trotz vorhandener WLAN-Verbindung erhebliche Datenmengen kostenpflichtig über das Mobilfunknetz bezogen hat. Der Fehler sei erstmals in iOS 6 aufgetreten und von Apple erst zwei Jahre später mit iOS 8.1 beseitigt worden, obwohl er dem Unternehmen von Anfang an bekannt gewesen sei.

Sobald der Prozessor die Aufgaben der Bilddarstellung an die GPU über gab, erfolgte bei den fraglichen Geräten das Video-Streaming nicht mehr über WLAN, sondern über die Mobilfunkverbindung, erklärte die Anwaltskanzlei, die die Klägerseite vertritt. Bei der Variante, die für den Netzbetreiber Verizon gefertigt worden war, habe Apple das Problem umgehend beseitigt. Ob der Fehler auch in anderen iPhone-Varianten steckt, geht aus der Klageschrift nicht hervor. (dz@ct.de)

## Das Örtliche

Ohne Ö fehlt Dir was

Dein Reise- und  
Freizeitführer für  
Bremen.

Deine Meinung  
zählt! 1.000 Euro  
Hotelgutschein  
zu gewinnen.



Was gefällt Dir an dem  
Reiseführer von Das Örtliche,  
was gefällt Dir nicht?

Welche zusätzlichen Inhalte  
wünschst Du Dir?

Weitere Infos auf:  
[www.bremen-gewinnspiel.de](http://www.bremen-gewinnspiel.de)

\* über den QR-Code



Einsendeschluss: 31.01.2016



## Fischaugen-Action

**JK Imaging** verspricht bei der Neuauflage seiner Action-Cam **PixPro SP360** glasklare Rundumvideos mit Auflösungen bis Ultra HD.

In dem robusten, fast würfelförmigen Gehäuse der SP360 4K steckt eine Fixfokus-Linse (Blende f/2.8) mit 235° Bildwinkel. Anders als etwa die Ricoh Theta S „sieht“ die PixPro SP360 4K aber kein komplettes Kugelpanorama, sondern lässt unten einen schwarzen Fleck.

Ein 12,4-MPixel-Sensor (1/2,3“ BSI CMOS) liefert Videos in wählbaren Ausschnitten. Im Fischaugenmodus zeichnet er 2880 × 2880 Pixel auf. Im Front-Modus (16:9), der nur einen Ausschnitt des runden Bildes nutzt, wird bis 1080p formatfüllend aufgezeichnet; darüber kommen die Fischaugenränder wieder ins Bild. In den höchsten Auflösungen schafft die PixPro 30 Bilder/s (fps), bei 1080p immerhin 60 fps und in 720p sogar 120 fps. Bei 240 fps reicht es nur für 848 × 480 Pixel. Eine Umschaltung auf 25 Hz/50 Hz fehlt, sodass in den Videos mitunter Lampen und Leuchtreklamen flackern. Fotos schießt die Kamera mit maximal 2880 × 2880 Pixeln, 16:9- oder 4:3-Formate nur mit geringeren Auflösungen.

Der Bildsensor liefert auch bei schlechten Lichtverhältnissen ordentliche Bildqualität, wenngleich stark rauschreduziert. An Top-Action-Cams kommt die PixPro im 16:9-Modus nicht heran. Aufgrund des Objektivs verzerrt sie auch 16:9-Ausschnitte stärker als andere Action-Cams. Zudem lässt die Bildqualität bauartbedingt im Fischaugenmodus zum Rand hin deutlich nach.

Videos landen als MP4 (H.264-Video, AAC-Audio), Fotos als JPG auf MicroSD(XC)-Karten mit Kapazitäten bis zu 128 GByte.

Die Inbetriebnahme der Kamera gestaltet sich unnötig kompliziert: Der Quickstart

Guide gibt vor allem Rätsel auf und liest sich wie ein Netzplan der Hannoverschen Verkehrs betriebe. Deutlich besser ist das englischsprachige PDF-Handbuch; um die automatisch übersetzte deutsche Fassung sollte man einen Bogen machen.

Steuert man den Würfel über die Knöpfchen am Gehäuse, dient ein Monochrom-Displaychen zur Navigation. Deutlich bequemer klappt es über Mobil-Apps (iOS, Android) oder die PC-Anwendung (Windows, OS X), zu denen sie über ein selbst aufgespanntes WLAN (IEEE 802.11b/g/n) Kontakt aufnimmt. Dank NFC sollte die Konfiguration mit Android-Geräten besonders leicht klappen, doch mit unserem Nexus 5 wollte sich die SP360 4K so aber partout nicht verbinden. Dafür funktionierte es beim iPhone, wobei die Verbindung auch hier mitunter zusammenklappte. Steht der Kontakt, wird man mit einer nur gering (ca. 200 ms) verzögerten Live-Vorschau belohnt.

Schnell wechselt man zwischen Video- und Fotomodus, nimmt Belichtungskorrekturen vor oder stellt den Weißabgleich ein. Außerdem kann man zwischen diversen Ansichten wählen (Unfold Modes), etwa Global, Vorderseite (4:3, 16:9), Segment, Quadranten, Panorama, Ring, „Magic Flat“ oder Kuppel.

Bei Aufnahmen im Fischaugenmodus kann man in der Desktop-Software entscheiden, in welchem Ansichtsmodus und mit welchem Bildausschnitt das Video exportiert werden soll. Die Bedienung erschließt sich nicht intuitiv: So fehlte zunächst der Button für YouTube 360°; erst bei der richtigen Konfiguration tauchte er auf. Anleitung und Ergebnis finden Sie im Link unter dem Artikel.

Dank Bewegungserkennung lässt sich die PixPro SP 360 4K auch zur Überwachung eines kompletten Raumes einsetzen. Erkennt sie eine Bewegung, startet die Aufnahme. Wer die Kamera länger als eine Stunde am Stück nutzen will, braucht Ersatzakkus (Typ LB-080, 1250 mAh) oder muss sie am Netzteil betreiben. Allerdings schaltete sie sich im 4K-Betrieb mitunter hitzebedingt früher aus.

Beiliegende Linsenabdeckungen schützen die gewölbte Fischaugenlinse. Das nackte Gerät ist wasser- (IPX5) und staubdicht (IPX6X) und soll Stürze aus zwei Metern Höhe überstehen. Die PixPro SP360 4K gibt es mit verschiedenen Zubehör-Sets, die sich durch mitgelieferte Gehäuse und Halterungen unterscheiden. Im optionalen Schutzgehäuse soll sie bis zu 60 m tief tauchen können. Mit dem Duo Kit für 1000 Euro kann man mit Rücken an Rücken montierten Kameras echte Kugelaufnahmen anfertigen.

Das Fischaugen-Konzept der PixPro SP360 4K erweitert die Einsatzgebiete gegenüber anderen Action-Cams und liefert deutlich bessere Qualität als der Vorgänger. Wer die zusätzlichen Modi nicht braucht, ist mit GoPro & Co. besser bedient.

(Johannes Maurer/vza@ct.de)

Beispielvideo: [ct.de/yh6s](http://ct.de/yh6s)



## Wuchtige Druckkammer

Mit dem HPH-MT7 zeigt Yamaha, dass der Audio-Spezialist ebenso gute Studio-Kopfhörer baut wie Abhörmonitore.

Yamaha bewirbt das Modell als seine neue Studio-Kopfhörer-Referenz für Musik-Produzenten. Die kunstledernen, ohrumschließenden Muscheln des geschlossenen HPH-MT7 knarzen beim Aufsetzen kurz. Sobald sie Körpertemperatur erreicht haben, sitzen sie aber dauerhaft bequem und dämpfen Umgebungsgeräusche wirkungsvoll ab. Zum Komfort trägt der flexibel und dennoch stramm sitzende Bügel bei. Das glatte 3-m-Kabel ist einseitig geführt und endet in einem Klinkenstecker mit Schraub-Adapter von 3,5 auf 6,3 mm. Aufgrund der Breite des Steckers muss man Mobilgeräte allerdings aus ihrer Hülle nehmen, sonst passt er nicht.

Im Vergleich zum Studioklassiker DT-770 von Beyerdynamic spielt der HPH-MT7 deutlich druckvoller und lauter auf. Kick-Drums, gezupfte Gitarrenseiten und Zischlaute von Sängern treten ungewöhnlich stark hervor, als wenn die Anschlags-Transienten besonders betont würden. Offensichtlich verstärkt Yamahas Kopfhörer für diesen Klangeindruck sowohl Frequenzbereiche unterhalb von 150 Hz als auch um 5 kHz herum. Das sorgt für einen sehr knackigen Sound bei allen Tanzmusikrichtungen. Bei Sprach- und Gesangsaufnahmen hat man jedoch das Verlangen, Zischlaute mit einem Deesser zu reduzieren.

Im Studiogebrauch muss man die Bass- und Höhenbetonung bei Mixen berücksichtigen, die den Sound wuchtiger, härter und spitzer klingen lassen, als er eigentlich ist. Fans elektronischer Dance-Tracks freuen sich am ehesten mit dem knackigen präzisen Sound an – Liebhaber von Klassik, Jazz, Norah Jones, Adele & Co. wohl weniger.

(hag@ct.de)

## HPH-MT7

### Geschlossener Studio-Kopfhörer

Hersteller	Yamaha, <a href="http://de.yamaha.com">http://de.yamaha.com</a>
Anschluss	3-m-Kabel, 3,5/6,3 mm Klinke
Preis	ca. 160 € (Straße)

## PixPro SP360 4K

### Panorama-Kamera

Hersteller	JK Imaging, <a href="http://www.kodakpixpro.com">www.kodakpixpro.com</a>
Schnittstellen	Micro-HDMI, Micro-SD
Akkulaufzeit	55 min (mit WLAN)
Abmessungen/Gewicht	47 mm × 50 mm × 53 mm / 128 g
Preis	ab 479 €

# GNADENLOS DURCHLEUCHTET

RADIKAL DIGITAL: DAS PAPIERLOSE c't-ABO

6x c't  
NUR 17,70 €

## ERLEBEN SIE c't IN DIGITALER QUALITÄT:

- BEQUEM: alle 14 Tage freitags in der App
- 2 LESEFORMATE: im PDF-Original-Layout oder interaktiven HTML-Lesemodus
- VERFÜGBAR FÜR iOS (iPad, iPhone) und Android (Smartphone, Tablet, Kindle Fire)
- ZUSÄTZLICHE Bilder und Videos



JETZT BESTELLEN:  
[ct.de/digital](http://ct.de/digital)

## UNSER GESCHENK AN SIE:

Der flinke Quadrocopter bereitet Anfängern wie Profis jede Menge Spaß. Für In-/Outdoor geeignet.  
Solange Vorrat reicht!



# DENKEN SIE WEITER.

3 Ausgaben Technology Review mit **34% Rabatt** testen und Geschenk erhalten.

The advertisement features several issues of Technology Review magazine, including one with a red 'Neue Serie' sticker. A large red button labeled 'GRATIS' is prominently displayed. Below it, a small image of a kozio Kaffeebereiter (coffee maker) is shown.

## WÄHLEN SIE IHR GESCHENK!

Zum Beispiel:  
kozio Kaffeebereiter

## IHRE VORTEILE ALS ABONNENT:

### ■ VORSPRUNG GENIESSEN.

Früher bei Ihnen als im Handel erhältlich.

### ■ PREISVORTEIL SICHERN.

Mehr als 34 % Ersparnis im Vergleich zum Einzelkauf während des Testzeitraums.

### JETZT AUCH KOMPLETT DIGITAL:

- Bequem auf Ihrem Tablet oder Smartphone
- Für Android, iOS oder Kindle Fire

Jetzt bestellen und von allen Vorteilen profitieren:

**WWW.TRVORTEIL.DE**

## Kurztest | USB-Audio-Adapter, Magic Mouse 2



### Stereo-Stöpsel

Der USB-Soundadapter DeLock 61961 digitalisiert analogen Stereoton und gibt optische SPDIF-Signale aus – praktisch für Tablets.

Viele Tablets und Notebooks können analogen Stereoton nicht aufnehmen, weil sie lediglich einen Mono-Eingang für ein Headset-Mikrofon besitzen. Abhilfe schafft ein billiger USB-Audio-Adapter mit Stereo-Eingang wie der Delock 61961 für 15 Euro. Wegen der meist miserablen Produktbeschreibungen findet man jedoch kaum heraus, welche der vielen ähnlichen USB-Stöpsel zwei Eingangskanäle besitzen. Auf die Fährte des Delock 61961 brachte uns die Webseite von George Smart ([george-smart.co.uk](http://george-smart.co.uk)). Demnach steckt im Delock 61961 der VIA-Chip VT1620A mit der USB Product ID 3400h, unser Testgerät meldete sich aber mit der etwas anderen Version 3417h.

Der USB-Adapter wird unter Windows 10 automatisch erkannt, inklusive aller vier Tastenfunktionen. Er zieht etwa 60 mA aus dem USB-Port und arbeitet per USB-OTG-Adapter auch an den Micro-USB-Buchsen mancher Tablets. Das klappt auch unter Android 5.0, etwa am Alcatel OneTouch alias Telekom Puls.

Die Qualität der digitalisierten Signale ist mäßig, nach unserer Skala entspricht sie der Note zufriedenstellend. Das liegt vor allem am Dynamikumfang von lediglich 79 dB(A). Bei der Ausgabe schlägt sich der schwarze Stöpsel „gut“. Über einen TOS-Link-Adapter liefert die grüne 3,5-Millimeter-Klinkenbuchse optische SPDIF-Signale mit bis zu 96 kHz. Wer Geräte mit Cinch-Buchsen anschließen will, braucht Adapterkabel. (ciw@ct.de)

#### Delock 61961

##### USB-Audio-Adapter mit Stereo-Eingang

Anbieter	DeLOCK, <a href="http://www.delock.de">www.delock.de</a>
Anschlüsse	USB 2.0, 2 Klinkenbuchsen: Stereo-Ausgang/ opt. SPDIF, Stereo-Eingang
Tasten	Lautstärke höher und niedriger, Wippe zum Ausschalten Ein-/Ausgang
Soundchip	VIA Technologies VT1620A (USB Vendor ID 040Dh, Product-ID 3417h)
Lieferumfang	Mini-CD mit Treibern für Windows ab Vista
Preis	15 €

### Maus à la Kafka

Mac-Nutzer schätzen die Magic Mouse wegen der Gestensteuerung. Die Neuauflage bringt nun einen fest eingebauten Akku mit.

Wer die Magic Mouse kennt und die neue Version in Betrieb nehmen will, staunt beim Auspacken: Statt in den gewohnten Schneewittchensarg aus Plastik zwängt Apple die Magic Mouse 2 in eine schnöde Pappschachtel. Aus der fällt auch ein Lightning-Kabel: Die neue Generation will nicht mehr mit AA-Zellen gefüttert werden, sondern bekam einen nicht wechselbaren Akku implantiert. Die LED entfiel.

Das Lightning-Kabel dient nicht nur zum Aufladen des drahtlos operierenden Geräts, sondern auch zum Aufbau der Bluetooth-Verbindung mit dem Mac. Es genügt, dazu die Maus per Lightning-Kabel zu verbinden. Dafür ist allerdings OS X ab 10.11 obligatorisch. Andere Methoden zum Pairing sind bisher nicht bekannt. So bleibt die Maus in der Apple-Welt gefangen.

Die Buchse für das Lightning-Kabel hat Apple an der Unterseite der Maus platziert. Zum Laden legt man das Gerät entweder auf die Seite oder auf den Rücken – dabei sieht es aus wie eine Küchenschabe. Den Spott von Apple-Hassern darf man ignorieren: Eine Akku-Ladung reicht bis zu einem Monat. Binnen einer Minute schöpft der Akku Energie für einen Arbeitstag.

Davon abgesehen, dass die Maus ein paar Gramm leichter ist und das Material der Gleitkufen verändert wurde, hat sich gegenüber der Vorgängerin nichts getan. Sie erkennt horizontale sowie vertikale Wischbewegungen mit einem oder zwei Fingern und unterscheidet zwei Maustasten. Antippen statt Klicken und weitere Gesten lernt sie erst mit zusätzlicher Software für Mac OS. Aktuelle Bootcamp-Treiber sollen die Maus auch unter Windows nutzbar machen. (ps@ct.de)

#### Magic Mouse 2

##### Bluetooth Maus mit Touch-Bedienung

Hersteller	Apple
Systemanf.	Mac OS X 10.11
Straßenpreis	80 €



## NAS mit Virtualisierung

Der Netzwerkspeicher QNAP TS-251+ ist mit einem Quadcore-Prozessor und reichlich RAM ausgestattet wie ein kleiner Server.

Beim TS-251+ betreibt QNAP Modellpflege: Gegenüber dem Vorgänger TS-251 steckt jetzt ein Quad-Core-Celeron J1900 drin (vorher Dual-Core J1800). Außerdem hat QNAP das RAM auf 2 GByte verdoppelt. Damit eignet sich das TS-251+ ab Werk für den Betrieb virtueller Maschinen mit der NAS-App Virtualization Station (c't 19/14, S. 58). Unserem Testgerät hat der Hersteller gleich 8 GByte spendiert.

Mit zwei NAS-Festplatten WD30EFRX maßen wir bei großen Dateien bis zu 100 MByte/s Speicherdurchsatz. Das TS-251+ reizt Gigabit-Ethernet also knapp aus. Dank eines virtuellen Switches lässt sich für die Virtualisierung nun dieselbe Schnittstelle nutzen wie für den NAS-Speicherverkehr. Das soll laut QNAP auch den Netzwerk-Durchsatz zu virtuellen Maschinen steigern. Ein probehalber installiertes Xubuntu 15.10 64 Bit lief erfreulich zügig mit Videoausgabe über den HDMI-Port.

Die Leistungsaufnahme des TS-251+ mit 8 GByte lag bei ruhenden Platten mit 12 Watt knapp über der des Vorgängers mit 4 GByte (10,5 Watt). Zwar gibt es das billigere TS-251 noch in Restbeständen. Doch wer VMs auf einem genügsamen x86-NAS mit zwei Plattschlots laufen lassen will, sollte gleich zum Nachfolger greifen. (ea@ct.de)

### TS-251+

#### x86-NAS für 2 Laufwerke

Hersteller	QNAP, qnap.de
Bedienelemente	Ein, Copy, Reset, 5 + 2 x 2 Statusleuchten, IR-Fernbedienung
Anschlüsse	2 x RJ45 (GE), 2 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, HDMI
SMB-Durchsatz RAID 1	2 x WD30EFRX (W/R)
kleine Dateien (256 KByte)	18 / 19 MByte/s
mittlere Dateien (2 MByte)	63 / 70 MByte/s
große Dateien (400 MByte)	81 / 101 MByte/s
Geräuschenwicklung (idle)	0,4 Sone
Leistungsaufnahme (idle)	18 / 12 Watt (Platten drehend / ruhend)
Preis	440 € (ohne Platten, 8 GByte RAM; 2 GByte: 330 €)

## App-Maßband

Der Laser-Entfernungsmesser PLR 30 C von Bosch überträgt Entfernungswerte via Bluetooth an eine Android- oder iOS-App.

Z Zollstock und Zettel gibt es digitale Alternativen, wenn es beispielsweise ums Ausmessen der Wandflächen für die nächste Renovierung geht. Das Laserentfernungsmessgerät Bosch PLR 30 C ist eine davon. Unter einer ganzen Reihe solcher Geräte ist es mit einem Preis von 100 Euro das günstigste Modell mit Schnittstelle. Es hat vier Mess-Modi für Strecken, Flächen, Räume und Dauermessungen. Bei letzterem werden Maximal- und Minimalwert festgehalten. Leider merkt sich der PLR 30 C die letzten Einstellungen nicht. Die Batterien reichen laut Hersteller für 10 000 Messungen oder zweieinhalb Stunden Dauermessung bei abgeschaltetem Bluetooth.

In den Stores für Android und iOS bietet der Hersteller eine kostenlose App an, die die Messdaten per Bluetooth vom PLR empfängt. Die Messergebnisse kann man direkt in Pläne oder auf Fotos einzeichnen, für den Besuch im Baumarkt oder Möbelhaus entfällt so die Zettelwirtschaft. Die Bluetooth-Verbindung kam im Test unkompliziert zustande und reichte mit einem Nexus 5 auf eine Entfernung von etwa 25 Metern. In der Praxis spielt das eine eher untergeordnete Rolle, weil man Smartphone und PLR 30 C meist gleichzeitig bedienen muss.

Exportieren lassen sich die Messdaten aus der App nur als PDF. Das Messen mit dem Laser ist wie erwartet sehr viel bequemer und in der Praxis präziser als mit klassischen Mitteln. (tig@ct.de)

### Bosch PLR 30 C

#### Laser-Entfernungsmesser

Hersteller	Bosch, www.bosch-do-it.de
Laserdiode	635 nm, Klasse 2
Schnittstelle	Bluetooth Serial Port Profile
Betriebssysteme	Android, iOS
Messbereich/-genauigkeit	5 cm ... 30 m / ± 2 mm
Stromversorgung	2 x Batterie 1,5-V-LR03 im AAA-Format
Preis	100 €

DOKUMENTE  
SPIELEND  
EINFACH  
MANAGEN

The advertisement features a woman in a professional suit holding several documents, smiling. In the background, there's a large, detailed drawing of a document or blueprint. The text "DOKUMENTE SPIELEND EINFACH MANAGEN" is prominently displayed at the top. At the bottom left, it says "CeBIT HANNOVER 14.-18. MÄRZ 2016 Halle 3 – Stand B20".

## PERFORMANCE SET

Dokumente effizient managen

Erfassen, verwalten und archivieren Sie Ihre Dokumente effizient und einfach: Mit Hardware, Software und Services von KYOCERA automatisieren Sie Ihre Dokumentenprozesse von der Erfassung bis zur Ablage und reduzieren unnötige Suchzeiten.

KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH  
Infoline 0800 187 187 7  
www.performance.kyocera.de

KYOCERA Document Solutions Inc.  
www.kyoceradocumentsolutions.com



## Verliebt in die eigene Homepage?

Das kann Ihnen auch passieren – mit einer Heise Homepage.

Denn Heise Homepages sind hand-made in Germany und immer am Puls der Zeit. Natürlich sind sie auch Smartphone tauglich, Google optimiert und überzeugen mit modernster Technik. Auf Wunsch sogar mit Shopsystem.

Wechseln Sie jetzt zu Heise Homepages: Wir bieten Ihnen eine bezahlbare Homepage mit Rundum-sorglos-Service, in die Sie sich verlieben werden.

Rufen Sie uns an.

0511 / 51 51 99 70.

Wir freuen uns auf Sie!



[www.heise-homepages.de](http://www.heise-homepages.de)

Heise RegioConcept



### Bontempi auf Steroiden

Aus einem Sample-Loop bastelt Native Instruments Flesh auf Knopfdruck ein komplettes Song-Arrangement mit Bass, Synthie und Akkord-Flächen.

Dem Software-Begleitautomaten „Flesh“ genügen ein bis zwölf Sample-Loops, um daraus per Wavetable-Synthese automatisch eine passende Bassline, einen Lead-Synth sowie Akkordflächen samt Delay-Effekten zu generieren. Klangbastler Tim Exile hat sein neuartiges Instrument für den Synthie-Baukasten Reaktor 6 von Native Instruments veröffentlicht, es läuft aber auch mit dem kostenlosen Reaktor 6 Player.

Flesh lässt sich über drei Oktaven eines MIDI-Keyboards spielen: Auf der mittleren Oktave ruft man zwölf verschiedene Sample-Loops ab. Aus diesen erzeugt Flesh anhand der Akkorde, die man auf der unteren Oktave spielt, automatische Bass-, Synthie- und Flächen-Sounds. Deren Klang- und Effektparameter lassen sich wiederum auf der oberen Oktave verändern, indem man mit den Keyboard-Tasten zwölf Parameter-Slots aufruft. In diesen Slots kann man beispielsweise festlegen, dass auf der Note C nur der Bass spielt, beim D das Sample-Loop hinzugemischt wird und bei E und F erst Synth und Pads hinzukommen, deren Tonlängen und Effektanteile sich wiederum auf den weiteren Tasten der Oktave nach eigenem Gusto variieren lassen. Dadurch lässt sich live mit dem Arrangement improvisieren, zwischen Intros, Drops und Breakdowns wechseln und zusätzlich über vier übergeordnete Drehregler etwa den Anteil an Resonanzen und Modulationen verändern.

In der Harmonie-Sektion werden über einzelne Noten automatisch Akkorde gelegt, deren Charakter (Dur, Moll, Pentatonik) man über nicht veränderbare Presets auswählt. Mit dem eingebauten 8-Step-Sequenzer lassen sich kurze Kadzen live einspielen. Für längere Passagen muss man den MIDI-Sequenzer einer DAW bemühen, in die man Reaktor 6 mit Flesh einbinden kann.

Der Sampler hält zwölf Slots bereit, die man per Drag & Drop mit beliebigen Sounds füttern kann. Am besten eignen sich Drum-Loops mit verschiedenen Intensitäten. Diese Loops zerschneidet Flesh rhythmisch in einzelne Stücke, deren Größe man über einen Threshold-Regler einstellt. Die rhythmischen Figuren, die schließlich der Bass-, Mono- und Poly-Synth aus diesen Schnipseln generieren, lassen sich bei

jedem der drei Synthies über rund ein Dutzend Voreinstellungen wählen. Neben der Lautstärke regelt der interne Mixer von Flesh zudem den Anteil, mit der die Delay-Spur gefüttert wird.

Die mehreren Dutzend Presets, die Tim Exile eingespielt hat, decken im Wesentlichen die Genres House und Trance ab. Sie klingen sehr gefällig und man muss sich schon Mühe geben, mit Flesh etwas zu spielen, das unmusikalisch klingt. Besonders viel Spaß macht das mit Natives Komplete-Keyboard-Serie, da diese mit ihrem Lämpchen die Oktavsektionen von Flesh bunt beleuchtet und direkten Zugriff auf die wichtigsten Klangparameter gewährt. Aber auch mit anderen MIDI-Keyboards ist die Bedienung kinderleicht.

Mit eigenen Samples ist es jedoch gar nicht mal so einfach, ebenso groovende und dichte Ergebnisse zu erzielen. Flesh setzt oft seinen eigenen Willen durch und generiert ähnlich pulsierende Klangteppiche, über die der Musiker selbst bei wildem Knöpfchen-drehen letztlich nur wenig Kontrolle hat. Auch der Zufall spielt beim Ergebnis eine große Rolle.

So eignet sich Flesh ideal als Jam-Werkzeug, um aus dem Nichts heraus aus einem Sample neue musikalische Ideen zu entwickeln oder zu improvisieren. Wer jedoch bereits einen speziellen Sound im Kopf hat, tut sich mitunter schwer, ihn mit dieser smarten Begleitautomatik zu erzielen.

Zwar kann man sich in der Vollversion von Reaktor 6 den kompletten Aufbau von Flesh bis ins Detail ansehen, mangels Dokumentation lässt er sich aber kaum sinnvoll verändern. So genügt bereits der kostenlose Reaktor 6 Player, um alle wesentlichen Nuancen dieses ungewöhnlichen Arrangier- und Sound-Werkzeugs zu nutzen. (hag@ct.de)

**ct** c't-Video mit Klangbeispielen: [ct.de/y4vt](http://ct.de/y4vt)

### Flesh

Sample-Player mit Wavetable-Synth und Arrangier-Automatik

Hersteller	Native Instruments, <a href="http://www.native-instruments.com">www.native-instruments.com</a>
Systeme	Windows ab 7, OS X ab 10.9
Voraussetzungen	Reaktor 6 oder Reaktor 6 Player
Preis	99 €



## Schlagzeugpumpe

**Softube peppt sein Drum-Synthesizer-Plug-in Heartbeat mit einer exzellenten Effekt-Sektion auf.**

Auf den ersten Blick mag die Auswahl an acht synthetischen Schlagzeug-Instrumenten spartanisch wirken. Softube verzichtet auf Samples und orientiert sich bei seinem Physical Modelling an der alten TR-808 und TR-909, ohne sie jedoch plump zu kopieren. Für Kick, Snare, HiHat und Percussion sind jeweils zwei Engines verfügbar. Mit Reglern für Anschlag, Pitch-Bending oder Decay lassen sich höchst unterschiedlich klingende Drum-Sets zusammenstellen, deren große Bandbreite die 50 Presets nur erahnen lassen.

Die Layer-Sektion bringt Leben in statische Beats: Hier lassen sich bis zu vier Instrumente übereinanderlegen, sodass sie im Millisekundenabstand oder aber in rhythmischer Abfolge erklingen. Ein Chaosregler mischt die Reihenfolge oder triggert benachbarte Layer. So kann man etwa Claps jedes Mal etwas anders klingen lassen oder kurze, zufällige Breaks einstreuen.

Richtig fett wird der Sound mit der Effektsektion. Sie wartet mit dem Dynomite-Kompressor von Valley People auf, der extreme Pump-Effekte ermöglicht, sowie mit Softubes edel klingendem Stereo-Hall TSAR-1. Hinzu kommen Delay, EQ und Verzerrer. Die Dauer aller Sounds lässt sich mit einem Gate regulieren, sodass man mit einem Dreh vom fetten Dubstep-Beat zu minimalistischen Klicks kommt.

Der interne Mixer gibt alle Spuren separat an den Host aus. Dank NKS-Integration lässt sich Heartbeat auch mit Native Instruments Maschine steuern. Der enorm druckvolle Sound lässt viele andere Software-Synthesizer hinter sich. Einzig das Stimmen der Drums und das Abspeichern von Presets hätte Softube vereinfachen können. iLok-Nutzer können das Plug-in 20 Tage lang kostenlos testen (iLok-2-Dongle optional). (hag@ct.de)

### Heartbeat

#### Drum-Synthesizer Software-Plug-in

Hersteller	Softube, <a href="http://www.audiowerke.eu/softube">www.audiowerke.eu/softube</a>
Systemanf.	Windows ab 7, OS X ab 10.7
Formate	VST2/3, AU, AAX, 32/64 Bit, iLok-Schutz
Preis	156 €



## LDAP-Management mit FusionDirectory

Verzeichnisdienste erleichtern das Management der IT-Infrastruktur. FusionDirectory macht deren Komplexität mit intuitiver Bedienung handhabbar.

Unternehmen bilden in einem Active Directory oder OpenLDAP-Verzeichnis ihre Organisationsstruktur mit allen Anwendern und Gruppen, Servern, Druckern, PCs und Netzwerk-Hardware sowie Diensten von DNS bis IMAP ab. FusionDirectory abstrahiert von den technischen Einzelheiten eines solchen LDAPv2- oder LDAPv3-Verzeichnisses und konzentriert sich auf die übersichtliche und verständliche Darstellung der erfassten Daten.

Die PHP-Anwendung nutzt die üblichen LDAP-Schemata wie inetOrgPerson und posixAccount und bindet lediglich für die eigene Konfiguration und die Integration von Diensten ohne eigene LDAP-Anbindung eigene Schemata ein; letztere sind in einzeln installierbaren Paketen organisiert. Der Admin kann Mitarbeitern Zugriff auf einzelne Äste des Verzeichnisses einräumen, sodass beispielsweise die Personalabteilung Mitarbeiter selbst anlegen und entfernen kann.

Vor größeren Änderungen lassen sich Snapshots einzelner Einträge, Äste oder auch des gesamten LDAP-Baumes erzeugen und bei Bedarf mit wenigen Mausklicks zurückspielen. Automatische Abläufe garantieren die Konsistenz der Systeme: Das Ausscheiden eines Mitarbeiters beispielsweise deaktiviert und archiviert dann seine Mailbox und löscht sein Home-Verzeichnis.

Im Zusammenspiel mit Systemmanagement-Software wie FAI (Fully Automated Installation) und Opsi (Open PC Server Integration) spielt FusionDirectory seine volle Stärke aus. So lassen sich auch komplexe Umgebungen mit deutlich verringertem Aufwand an zentraler Stelle erfassen, aufzusetzen und zuverwalten.

(Marianne Spiller/odi@ct.de)

### FusionDirectory

#### LDAP-Manager

Hersteller	<a href="http://fusiondirectory.org">fusiondirectory.org</a>
Preis	kostenlos (GPL 2)

VERTRAULICHE  
DOKUMENTE  
SICHER  
DRUCKEN



CeBIT

HANNOVER

14.-18. MÄRZ 2016

Halle 3 – Stand B20

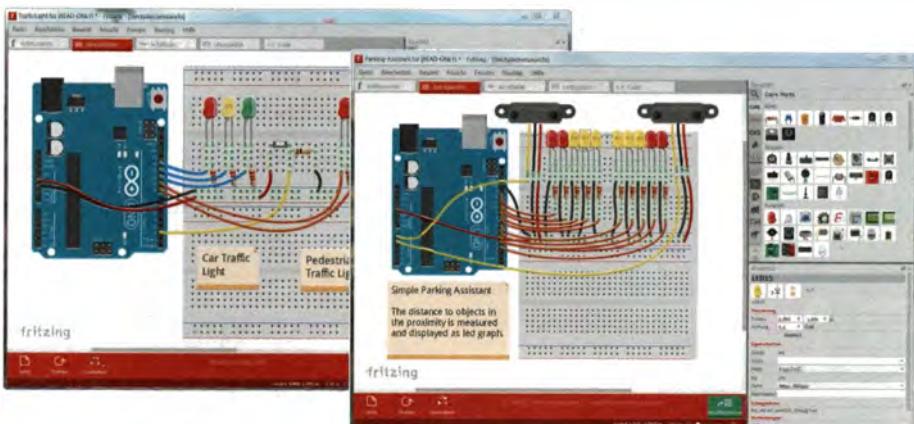
## SECURITY SET

Dokumente sicher managen

Sensible Dokumente dürfen nicht in falsche Hände geraten. Hardware, Software und Services von KYOCERA Document Solutions schützen Ihre Daten und Dokumente sicher vor unbefugtem Zugriff.

KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH  
Infoline 0800 187 187 7  
[www.security.kyocera.de](http://www.security.kyocera.de)

KYOCERA Document Solutions Inc.  
[www.kyoceradocumentsolutions.com](http://www.kyoceradocumentsolutions.com)



## Android-Fernsteuerung

**Vysor steuert vom PC aus Android-Geräte fern.**

Die Chrome-App Vysor, zu finden im Chrome Web Store, zeigt den Display-Inhalt des Android-Geräts im Browser auf dem PC an und reicht Tastendrücke und Mausklicks an das Gerät durch. Dazu muss man Smartphone oder Tablet per USB-Kabel mit dem PC verbinden und das USB-Debugging in den Entwickleroptionen aktivieren. Beim ersten Start installiert Vysor eine App auf dem Gerät, die den Bildschirminhalt überträgt.

Nun lässt sich das Smartphone oder Tablet vom PC aus steuern: Man kann beliebige Apps starten, SMS- oder Whatsapp-Nachrichten mit der Tastatur eintippen, Benachrichtigungen lesen, Apps aus dem Play Store installieren oder Geräteeinstellungen ändern. Wer sowieso am PC sitzt und das Smartphone neben sich liegen hat, spart so das Gefummel auf dem Touchscreen – selbst das Wischen durch die Homescreens geht bequem mit der Maus. ESC- und Home-Taste ersetzen den Zurück- und Home-Button des Geräts, alternativ lassen sich über die Vysor-Leiste oben im Fenster Schaltflächen für zurück, Home und Menü einblenden. Dort finden sich auch Buttons zum Anfertigen von Screenshots und zum Regeln der Lautstärke.

Vysor ermöglicht so die Steuerung sämtlicher Funktionen des Android-Geräts vom PC aus. Damit geht die Chrome-App weit über das bekannte Airdroid hinaus: Die App macht zwar viele Android-Funktionen im Browser auf dem PC zugänglich, aber beliebige Apps lassen sich damit nicht nutzen. Zudem fordert Airdroid so ziemlich alle Rechte auf dem Gerät an, die eine App überhaupt kriegen kann – die Vysor-App benötigt keinerlei spezielle Zugriffsrechte. (odi)

### Vysor

#### Android-Fernsteuerung

Hersteller	ClockworkMod
Systemanf.	Chrome-Browser, Android
Preis	kostenlos

## Elektronik für Newbies

**Der Elektronikbaukasten des Internet-Zeitalters: Fritzing erleichtert den Einstieg in Bastuprojekte mit Arduino und ähnlichen Kleinstcomputern. Entsprechend verbreitet sind mittlerweile seine gegenständlichen Schaltbilder.**

Individuelle Elektronikprojekte erleben eine Renaissance: Seit der Einführung von Arduino, Raspberry Pi & Co. blühen an jeder Ecke im Internet Selbstbauprojekte auf Basis von Mikrocontrollern und Kleinstcomputern – längst nicht mehr nur unter der Obhut erfahrener Hobbyelektroniker. Durch die breite Verfügbarkeit aller Arten von Sensoren und Bauteilen sind selbst aufwendigen Ideen kaum noch Grenzen gesetzt.

Trotz aller Neugier empfinden Anfänger Elektronik oft als kompliziert und unverständlich. Diese Hürde zu überwinden hat sich das als Open Source angelegte Projekt Fritzing auf die Fahnen geschrieben. Die Software wurde an der Fachhochschule Potsdam entwickelt, um den Zugang zu komplexer Technik im wahrsten Sinne „begreifbar“ zu vermitteln. Fritzing erlaubt es, eigene Ideen über einheitliche Projekt-dokumentation leicht mit anderen zu teilen.

Fritzing benutzt drei Darstellungsebenen: neben dem klassischen Schaltplan und einem Platinenlayout auch eine Ansicht, die die physische Anordnung der Bauelemente etwa auf einem Steckbrett zeigt. Änderungen synchronisiert es untereinander. Ein Mausklick wechselt die Ansicht von der Steckplatine zum klassischen Schaltplan oder zur Leiterplatte. In einem Code-Editor kann der Anwender zusätzlich Befehle zur Steuerung unterstützter Mikrocontroller eingeben und auf die Geräte hochladen (die jeweilige IDE muss dazu auf dem benutzten Rechner installiert sein). Der Clou dabei ist die gemeinsame Dokumentation der Projekt-Hard- und -Software.

Um nun den Weg von der Idee zur fertigen Leiterplatte erfolgreich zu meistern, setzen übliche Layout-Programme Vorkenntnisse

und eine ausführliche Einarbeitung voraus. Anders Fritzing: Hier erfolgt der Einstieg nicht über den abstrakten Schaltplaneditor, sondern auf einem virtuellen Steckbrett. Dank fotorealistischer Darstellung von Bau- teilen und Verbindungsleitungen präsentiert sich die Schaltung dabei als physikalisch erfahrbarer Raum, der eher spielerisch zum Experimentieren einlädt.

Die von der Fritzing-Community geschaf- fene Bauteilbibliothek zeigt sich in einem Fenster rechts neben der Arbeitsfläche. Widerstände, LEDs und andere grundlegende Elemente stecken in „Core Parts“, zum Bevöl- kerm des Steckbretts zieht man sie mit der Maus auf die Arbeitsfläche. Eigenschaften, wie die Kapazität eines Kondensators, sind im unteren Teil des Fensters editierbar. Ein Klick auf eine Kontaktfläche im Steckbrett zeigt alle elektrisch miteinander verbun- denen Kontakte an, was bei Platzierung und der anschließenden Verdrahtung der Kom- ponenten mit der Maus hilfreich ist.

Soll das fertige Projekt als beständiges Gerät weiterexistieren, bietet sich die Erstellung einer Leiterplatte an. Das ist per „Fritzing Fab“ aus dem Programm heraus vorgesehen. Wie bei konventionellen CAD-Anwendungen erfolgt der Aufbau in unter- schiedlichen Lagen. Nach Positionierung der Bauelemente ist die Verdrahtung als ein- oder doppelseitige Platine möglich, per Autorouter unterstützt Fritzing das Verlegen der Leiterbahnen. Dient ein Arduino als Projektbasis, wird die Leiterplatte dabei passend in Form eines Aufsatzes (Shield) angelegt.

Dank intuitiver Bedienung, zahlreicher Beispiele und Internet-Tutorien sowie einer großen Community erleichtert Fritzing den Einstieg in die Elektronik zum Nulltarif. Nicht nur für Anfänger eine klare Empfehlung.

(Mathias Poets/ps@ct.de)

## Fritzing

#### Design- und Dokumentationshilfe zur Elektronikbastelerei

Web	<a href="http://www.fritzing.org">www.fritzing.org</a>
Hersteller	Fachhochschule Potsdam
Systemanf.	Windows, Linux, OS X ab 10.7
Preis	kostenlos (GPL)

Make:  
ct

# Make: KREATIV MIT TECHNIK

5-Euro-  
WLAN-Modul  
**ESP8266**  
programmieren



## Peltier-Leselampe

Strom aus Teelicht

- Diascanner aus Druckerresten
- Übersicht Spannungsregler
- MOSFETs erklärt
- Tiptoi-Stifte hacken



Ranga Yogeshwar  
im Interview



# Bock auf Basteln!

2x Make mit 35% Rabatt testen.

### Ihre Vorteile:

- 2 Hefte mit 35% Rabatt testen
- Zusätzlich digital lesen über iPad oder Android-Geräte
- Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- Versandkostenfrei

Für nur 12,90 Euro statt 19,80 Euro.

\* Für die Laufzeit des Angebotes.



Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:  
**[www.make-magazin.de/minabo](http://www.make-magazin.de/minabo)**

Hier können Sie direkt bestellen und finden weitere Informationen.

Tel: 0541 80 009 125 E-Mail: [leserservice@make-magazin.de](mailto:leserservice@make-magazin.de)  
(Mo.-Fr. 8-19 Uhr, Sa. 10-14 Uhr)



Hannes A. Czerulla

# Die ersten mit 10

## Microsoft Lumia 950 und Lumia 950 XL mit Windows 10 Mobile

**Das Smartphone Microsoft Lumia 950 und das Phablet 950 XL sind die Windows-Phones mit der bislang besten Ausstattung. Sie sollen demonstrieren, wie leistungsfähig das neue Betriebssystem Windows 10 Mobile ist. Doch zeigen sie auch, dass die Software noch nicht ganz fertig ist.**

**M**icrosoft will den Sprung aufs Smartphone schaffen und sich mit Windows 10 Mobile endlich einen Platz neben iOS und Android sichern. Die neuen Spitzenmodelle Lumia 950 und 950 XL sind die ersten mit dem neuen Betriebssystem. Mithilfe der Infrarotkamera in der Gehäusefront merkt sich der Hello genannte biometrische Entsperrmechanismus Farb- und Tiefeninformationen des Nutzergesichts und der Iris und entsperrt den Bildschirm automatisch, sobald es seinen Besitzer vor der Kamera erkennt. Versuche, das System mit einem Foto auszutricksen, schlugen fehl. Die Entsperrung funktionierte im Test auch bei schlechter Beleuchtung und kaum langsamer als mit einem Fingerabdrucksensor: Je nach Helligkeit der Umgebung brauchten die Lumias ein bis drei Sekunden, um zu reagieren.

Microsofts Assistent Cortana antwortet auf allgemeine Wissensfragen, startet Suchanfragen, verwaltet den Kalender oder steuert Apps. Die Entwickler haben es geschafft, weitreichende Assistenzfunktionen wie bei Now mit natürlich gesprochenen Antworten wie bei Siri zu vereinen.

Eine Continuum genannte Funktion ermöglicht es, die Lumias an einen Bildschirm anzuschließen und wie einen PC mit Maus und Tastatur zu bedienen. Das dafür nötige Display Dock, das via USB angeschlossen wird, gibt es ab 80 Euro zu kaufen. Auf dem angeschlossenen Monitor zeigt Windows 10 Mobile eine Bedienoberfläche, die sich mit Startmenü und Arbeitsfläche an der Desktop-Oberfläche von Windows 10 orientiert. Bislang funktionieren aber nur die Microsoft-eigenen Smartphone-Apps im Continuum-Modus.

An der Bedienoberfläche hat sich gegenüber Windows Phone 8.1 kaum etwas getan. Der Hauptbildschirm besteht aus Kacheln, deren Anordnung und Größe der Nutzer anpassen kann. Mit einem Wisch nach rechts kommt man zur alphabetisch sortierten Liste aller Apps. Benachrichtigungsleiste und Schnellverknüpfungen sind ähnlich organisiert wie bei Android. Die Systemeinstellungen sind nun wie beim Desktop-Windows nach Kategorien sortiert, das sorgt für mehr Übersicht als bei Windows Phone 8.1. Schriften und Schaltflächen sind für Touch-Bedie-

nung etwas zu klein geraten und auf einigen Bildschirmen gibt es viel ungenutzten Platz.

Nicht alles lief im Test fehlerfrei. App-Updates brachen regelmäßig ohne erkennbaren Grund ab, gelegentlich begleitet von aussagelosen Fehlermeldungen. Änderte man die Helligkeit über die Verknüpfung in der Benachrichtigungsleiste, hängte sich das System immer mal wieder auf und konnte meist nur mithilfe eines erzwungenen Neustarts wiederbelebt werden. In Foren berichten Nutzer außerdem von Bluetooth- und WLAN-Problemen, die im Test aber nicht auftraten. Trotz flinker Hardware muss man Sekunden warten, bis eine App startet. Windows-Phone 7 und 8 überspielten diese Wartezeiten geschickt mit eleganten Animationen; Windows 10 Mobile geht sparsamer mit solchem Zierat um und zeigt stattdessen auch einfach mal einen schwarzen Bildschirm, wodurch die Verzögerungen eher auffallen. Selbst der Wechsel zwischen Startbildschirm und App-Menü funktioniert nur verzögert.

### Alles neu

Die Ausstattung des Lumia 950 und Lumia 950 XL ist fast identisch mit der aktueller Android-Spitzenmodelle. Im Lumia 950 arbeitet der Snapdragon 808 mit sechs Kernen, im 950 XL der große Bruder Snapdragon 810 mit acht Kernen. Sie greifen auf jeweils 3 GByte RAM zurück und werden mithilfe von flüssigkeitsgefüllten Heatpipes gekühlt. Bei voller Belastung reduzieren sie aber nach wenigen Sekunden den Takt, so wie sie es in konventionell gekühlten Geräten auch tun.

Sowohl das 5,2-Zoll-Display des 950 als auch das 5,7 Zoll große Display des 950 XL zeigen die mehr als ausreichende Auflösung von 2560 × 1440 Pixeln und eine entsprechend scharfe Darstellung. Dank AMOLED-Technik ist der Kontrast hoch, die Helligkeit aber mit nur rund 300 cd/m<sup>2</sup> zu niedrig, um in der prallen Sonne die Anzeige problemlos abzulesen. Farben stellen die Bildschirme im Vergleich zu anderen AMOLED-Displays eher zurückhaltend dar; Anhängern realitätsnaher Farben dürfte das gefallen. Alle anderen können die Darstellung in den Einstellungen selbst anpassen. Schaut man von der Seite aufs Display, driften die Farben ins Grün ab. Gefunkt wird



über 5-GHz-WLAN und im LTE-Netz mit bis zu 300 MBit/s. Die Laufzeiten fallen nicht herausragend lang aus, aber knappe zwei Tage halten beide Geräte meist durch. Die USB-Buchse hat den neuen Typ-C-Anschluss, der in etwa so groß ist wie der klassische Micro-USB-Anschluss, aber auch verdreht passt und im Fall der Lumias Daten mit bis zu 10 GBit/s überträgt. Ein entsprechendes Netzteil und ein Datenkabel mit klassischer USB-A-Buchse für den Anschluss an den PC liegen bei. Die Akkus lassen sich problemlos austauschen und laden auch drahtlos nach Qi-Standard. Ohne Kabel dauert der Ladevorgang allerdings mehr als doppelt so lang.

Für teure Spitzenmodelle kommen die Lumias äußerlich sehr unspektakulär daher. Die Plastikgehäuse in Weiß und Schwarz wirken billig und uninspiriert; sie könnten auch zu einem preiswerten Einstiegermodell gehören. Von einem Gerät, das Windows 10 Mobile zum Durchbruch verhelfen soll, hätten wir mehr erwartet. Immerhin ist der matte Kunststoff griffig und Fingerabdrücke fallen nicht sonderlich auf.

### Gut ohne Pixelspielereien

Sowohl Front- als auch Rückkamera sind in beiden Geräten identisch. Wieder mal sind die Windows-Phones mit der von Nokia entwickelten PureView-Technik ausgestattet, die auf Wunsch mehrere Sensorpixel des Kamera-Chips zusammenrechnet, um rauscharme Fotos in der Dunkelheit schießen zu können. Alternativ fotografieren die Smartphones in voller 19-Megapixel-Auflösung und sogar im Raw-Format. Unabhängig von der Auflösung zeigen die Bilder mit wenig Rauschen und hohem Detailgrad High-End-Qualität. Die Schärfe nimmt zu den Bildecken hin deutlich ab. Bis auf einen leich-

ten Grünstich erscheinen Farben realitäts-treu und kräftig. All das gilt auch für 4K-Videos. Dank des optischen Bildstabilisators stellen geschmeidige Schwenks kein Problem dar. Gleich drei LEDs in verschiedenen Farben können bei Bedarf Fotomotive aufhellen und erzeugen eine einigermaßen natürliche Beleuchtung. Doch beleuchten sie zu punktuell und lassen die Bildmitte im Vergleich zum Rest des Fotos zu hell erscheinen.

Die übersichtliche Kamera-App stellt weit mehr Einstellungen zur Verfügung als es beispielsweise die Google-eigene oder die arg puristische von Apple tun. Vom ISO über die Blende bis zum Weißabgleich kann der Nutzer alle Werte selbst bestimmen.

## Fazit

Die Lumia-Modelle 950 und 950 XL sind technisch auf der Höhe der Zeit und können mit ihrer High-End-Hardware auch den besten Android-Smartphones Paroli bieten. Von Windows 10 Mobile kann man das noch nicht behaupten. Während Android und iOS voll ausgewachsen sind und sich auf dieser Basis immer weiterentwickeln, scheint Windows 10 Mobile in der Pubertät festzustecken. Die kleinen Bugs haben auf 600-Euro-Telefonen nichts zu suchen. Mit dem Kauf sollte man bis zu den ersten Patches warten. (hcZ@ct.de)

Windows-Smartphones		
Modell	Microsoft Lumia 950	Microsoft Lumia 950XL
<b>Ausstattung</b>		
Betriebssystem	Windows 10 Mobile	Windows 10 Mobile
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 808 / 2 × 1,8 GHz, + 4 × 1,4 GHz	Qualcomm Snapdragon 810 / 4 × 2 GHz + 4 × 1,5 GHz
Grafik	Adreno 418	Adreno 430
Arbeits- / Flash-Speicher (frei)	3 GByte / 32 GByte (29,1 GByte)	3 GByte / 32 GByte (29,1 GByte)
Wechselspeicher / maximal	MicroSDXC / 200 GByte	MicroSDXC / 200 GByte
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	4.1 / ✓ / ✓	4.1 / ✓ / ✓
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)	LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3000 mAh / ✓ / ✓	3340 mAh / ✓ / ✓
USB-Anschluss	Typ-C	Typ-C
Abmessungen (H × B × T)	14,5 cm × 7,3 cm × 1 cm	15,2 cm × 7,8 cm × 1 cm
Gewicht	150 g	165 g
<b>Kamera-Tests</b>		
Kamera-Auflösung Fotos / Video	18,7 MPixel (4992 × 3744) / 4K (3840 × 2160)	18,7 MPixel (4992 × 3744) / 4K (3840 × 2160)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (3)	✓ / ✓ / ✓ (3)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	5 MPixel (2592 × 1936) / 2208 × 1242	5 MPixel (2592 × 1936) / 2208 × 1242
<b>Display-Messungen</b>		
Technik / Größe (Diagonale)	OLED / 11,5 cm × 6,5 cm (5,2 Zoll)	OLED / 12,6 cm × 7,1 cm (5,7 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	2560 × 1440 Pixel (564 dpi) / 16:9	2560 × 1440 Pixel (517 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	13 ... 301 cd/m² / 92 %	7 ... 295 cd/m² / 79 %
Kontrast / Farbraum	>10 000:1 / AdobeRGB	>10 000:1 / AdobeRGB
Preis	565 €	659 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe

ct



## iX-Workshop

# iX-Präsentationsworkshop für ITler

Bis zum  
26. Januar  
Frühbucherrabatt  
von 10%  
sichern!

Wussten Sie, dass Entscheider 82 % aller Präsentationen als langweilig und einschläfernd beurteilen und lediglich 4 % aller Präsentationen begeistern? Lukrative Projekte werden durch ineffektive Präsentationen nicht überzeugend dargestellt und kommen so häufig nicht zustande.

Im Rahmen des Workshops werden die für das Unternehmen wesentlichen Präsentations-Themen überzeugend gestaltet und nachhaltig trainiert. Es werden sowohl die Inhalte als auch die Persönlichkeit des einzelnen Teilnehmers berücksichtigt. Es wird ausreichend Raum für die sofortige Umsetzung im Training gegeben. Um die Nachhaltigkeit des Gelernten zu sichern wird ein Tandempartner zur Seite gestellt.

Termin: 24. bis 26. Februar 2016, qSkills GmbH & Co. KG, Nürnberg

**Frühbuchergebühr:**  
1606,50 Euro (inkl. MwSt.)

**Standardgebühr:**  
1785,00 Euro (inkl. MwSt.)

### Referent



Kieselbach Training & Coaching, Tübingen

Sylvia Kieselbach leitet den Bereich Beratung & Coaching & Unternehmenskontakte am Career Service der Universität Tübingen. Sie begleitet mit ihrem Team Absolventen bei der Berufsucht und ist für deren fachspezifischen Auftritt und Präsentationen bei Auswahlgesprächen zum Berufseintritt spezialisiert.

Eine Veranstaltung von:



Organisiert von:



Weitere Infos unter:  
[www.heise-events.de/praesentationsworkshop](http://www.heise-events.de/praesentationsworkshop)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)

Achim Barczok

# C scharf

## Google-Tablet Pixel C mit magnetischer Andock-Tastatur

Das neue Google-Tablet heißt nicht Nexus, sondern Pixel C. Es lockt mit Top-Hardware und schickem Metall-Design und verwandelt sich mit magnetischer Andock-Tastatur in ein Notebook.

**G**oogle setzt als dritter Betriebssystem-Hersteller nach Microsoft und Apple aufs Hybrid-Design: Das neue Referenz-Tablet für Android heißt Pixel C, und es lässt sich mit magnetischem Tastatur-Dock wie ein Notebook-Display aufstellen.

Unter den aktuellen Produktiv-Tablets auf dem Markt ist das Pixel C das kompakteste: Mit 10 Zoll Display-Diagonale fällt es neben einem iPad Air oder Galaxy Tab 10.1 nicht weiter auf und es ist deutlich kleiner als das riesige iPad Pro (12,9 Zoll) oder das Surface Pro 4 (12,3 Zoll) [1].

### Schickes Tablet

Der Tablet-Teil des Pixel C sieht edel aus und fühlt sich mit seinem aus einem Stück gemachten Metallgehäuse wertig an. Google hat auch an den kleinen Details gefeilt: Schick sind zum Beispiel die schmale LED-Leiste auf der Rückseite, die in den Google-Farben aufleuchtet, oder die ausgefrästen Löcher für die Stereo-Lautsprecher.

Das Tablet liegt mit etwas mehr als 500 Gramm gut in der Hand und lässt sich so-

wohl hochkant als auch quer prima bedienen – was unter anderem an dem ungewöhnlichen Seitenverhältnis von etwa 1:1,4 liegt – das gleiche Verhältnis wie bei einem DIN-A-Blatt. Dadurch hat man das Gefühl, eher ein 8-Zoll- als ein 10-Zoll-Tablet zu halten. Die Display-Fläche entspricht etwa DIN A5.

Das Tastatur-Dock kostet 169 Euro extra und ist mit 400 Gramm ziemlich schwer; es hat das gleiche Metall-Aussehen wie das Tablet. Verbinden lässt es sich über eine im Winkel verstellbare Schiene, die per Starkmagneten an das Tablet andockt. Das Tablet sitzt dann so fest, dass es auch beim Herumtragen nicht herausfallen kann. Der Aufstellwinkel ist wie bei einem Notebook beliebig einstellbar. Auch in sehr schräger Display-Lage steht das Tablet stabil und fällt selbst dann nicht um, wenn man es anschubst.

Kontaktstellen zwischen Tablet und Tastatur gibt es nicht. Die Tastenanschläge werden per Bluetooth übertragen: Sobald man Tablet und Tastatur physisch trennt, unterbricht Android auch die Bluetooth-Verbin-



dung. Die Software scheint noch nicht ganz ausgereift, denn gelegentlich brach die Verbindung beim Schreiben ab oder aktivierte sich nicht automatisch beim Andocken. Die Tastatur hat einen eigenen Akku, den man über das Tablet lädt. Das geht zwar praktischerweise induktiv, aber nicht im laufenden Betrieb. Nur wenn die Tastatur umgedreht ans Tablet angedockt ist und die Rolle eines Tablet-Covers übernimmt, lädt sie auch.

### Zu schmale Tastatur

Dem kompakten Tablet-Design geschuldet ist die Tastatur des Pixel C wesentlich schmäler als die des iPad Pro oder gar eines richtigen Notebooks – im Prinzip ist sie so groß wie viele der kompakten Bluetooth-Tastaturen, die man als Zubehör für Tablets bekommt. Die Tasten haben aber trotz des flachen Designs einen vergleichsweise guten Druckpunkt und klackern nicht zu laut.

Nach einer Eingewöhnungsphase tippt man darauf deutlich schneller als auf einer virtuellen Tastatur, doch das Layout ist nichts für Vielschreiber und führt auch nach längerer Zeit immer noch zu Vertippen: Enter, Shift und andere Tasten am Rand sind halb so schmal wie die übrigen Buchstaben, Funktionstasten gibt es mit Ausnahmen der Suchen-Taste nicht; besonders nervig ist das fehlende „Entfernen“ à la Apple. Größer/

### Laufzeiten

Modell	Video (normale Helligkeit) [h] besser ►	Video (max. Helligkeit) [h] besser ►	3D-Spiel (normale Helligkeit) [h] besser ►	WLAN-Surfen (normale Helligkeit) [h] besser ►
Google Pixel C	8,5	6,3	6,8	14,5
<b>Zum Vergleich</b>				
Apple iPad Pro	8,4	5	5,6	9
Google Nexus 7 (2013)	11	7,6	4,6	13,3
Google Nexus 9	11,2	8,6	5,9	12,3
Microsoft Surface Pro 4 (Core m 3)	4,7	4	2,1	7,3
Normale Helligkeit: 200 cd/m <sup>2</sup> , Spiel: Asphalt 8, Surfen: Abruf einer Standard-Webseite alle 30 s				

### Benchmarks

Modell	Prozessor / Grafik	CPU: Coremark Single-Thread [Punkte] besser ►	CPU: Coremark Multi-Thread <sup>1</sup> [Punkte] besser ►	GPU: Manhattan 3.0 (Display-Aufl.) [fps] besser ►	GPU: Manhattan 3.0 (offscreen, 1080p) [fps] besser ►	GPU: Ice Storm Unlimited besser ►
Google Pixel C	Nvidia Tegra X1 / Maxwell	6779	26168	15	35	39946
<b>Zum Vergleich</b>						
Google Nexus 7 (2013)	Qualcomm Snapdragon S4 / Adreno 320	4792	19125	nicht gemessen	nicht gemessen	10970
Google Nexus 9	Nvidia Tegra K1 / Kepler 192	10923	22547	22,4	31,4	25971
Samsung Galaxy Tab S2 9.7 LTE	Samsung Exynos 5433 / Mali-T760 MP6	6160	31717	12	17	20007
Sony Xperia Z4 Tablet	Qualcomm Snapdragon 810 / Adreno 430	7919	29523	15,9	26,8	24437
Werte gemessen mit 64 Bit, falls verfügbar		12 Threads pro Rechenkern				



Per Magnetschiene dockt die Tastatur sehr fest ans Pixel C an.

Das Tastatur-Dock hat kaum Funktionstasten und nur sehr schmale Tasten am Rand.



Kleiner-Zeichen, Sternchen oder Tilde sind teils nur hinter nicht gekennzeichneten Tastenkombinationen versteckt, teils muss man sie über die virtuelle Tastatur eingeben. Das fehlende Touchpad lässt sich über eine per Bluetooth oder USB-OTG angeschlossene Maus kompensieren.

Auf dem Pixel C läuft das aktuelle Android 6.0.1, das gegenüber dem Vorgänger mit einem nutzerfreundlichen Berechtigungssystem für Apps und vielen kleinen Optimierungen punkten kann. Als Referenzgerät von Google dürfte es anders als die meisten Android-Tablets noch lange mit Updates versorgt werden.

Speziell fürs Pixel C angepasste Notebook-Funktionen wie einen Splitscreen-Modus, mit dem man mehrere Apps nebeneinander betreiben könnte, gibt es nicht – er soll erst in der nächsten Android-Version Standard werden. Viele Apps aus dem Play Store laufen nur hochkant und werden dann im Notebook-Modus falsch dargestellt.

## Schnelle Hardware, ordentliche Laufzeit

Das Pixel C ist eines der performantesten Tablets überhaupt. Der eingebaute Nvidia Tegra X1 sorgt für Tempo, Ruckler sind auf der Oberfläche kaum zu bemerken und selbst aufwendige Spiele wie GTA San Andreas laufen in der höchsten Grafikstufe tadellos. In den Spiele- und CPU-Benchmarks erzielt das Pixel C ähnliche Werte wie die aktuellen High-End-Prozessoren von Samsung und Qualcomm. Auch das Display ist Spitze: Das IPS-Panel ist schön scharf, leuchtet extrem hell, ist blickwinkelunabhängig und hat für ein LCD einen extrem hohen Kontrast von 1875:1.

Abgesehen von der Kopfhörer-Buchse hat das Tablet nur einen Anschluss, den USB-C-Slot, der im Notebook-Modus unten links liegt. Besonders schnell lädt das Pixel C darüber aber nicht, und auch höhere Datenraten als bei herkömmlichen Tablets mit Micro-USB-2.0-Buchse konnten wir nicht feststellen. Die Fotos der Rückseitenkamera liegen auf dem Niveau von schlechteren Mittelklasse-Smartphones: das ist für ein Tablet erstaunlich gut. In puncto Qualität sind sie ab-

solut ausreichend für Facebook-Fotos oder Spaß-Videos – einen Blitz gibt es nicht.

## Fazit

Das Pixel C ist eines der besten Android-Tablet, das man derzeit bekommen kann: Es kommt mit aktuellem Android, absoluter Top-Hardware und einem schicken Gehäuse – dafür geht der Preis von knapp 500 Euro mit 32 GByte Flash in Ordnung. Als Notebook-Ersatz macht es aber eine schlechte

Figur. Die Tastatur hat zwar einen pfiffigen Andock-Mechanismus und stellt das Tablet in einem beliebigen Winkel auf; beim Tastendesign und der System-Anpassung für den Notebook-Modus sind aber Surface Pro 4 und selbst das iPad Pro deutlich weiter.

(acb@ct.de)

## Literatur

- [1] Achim Barczok, Goliath gegen Goliath, das iPad Pro und das Surface Pro 4 im Vergleich, c't 26/15, S. 110

## Pixel C

### Android-Tablet

Hersteller Google, google.com

Betriebssystem / Bedienoberfläche Android 6.0.1

Varianten 32 oder 64 GByte

### Ausstattung

Prozessor / Kerne Nvidia Tegra X1 / 4 × A57, 4 × A53

Grafik Nvidia Maxwell

RAM / Flash-Speicher / microSD 3 GByte / 32 GByte / ✓

WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder IEEE 802.11 a/b/g/n-300/ac-866 / ✓ / ✓

Bluetooth / NFC / GPS

Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor

Mobilfunk –

Akku / austauschbar / drahtlos ladbar 9000 mAh / – / –

Abmessungen (H × B × T) 24,2 cm × 18 cm × 0,7 cm (mit Tastatur-Dock: 1,2 cm)

Gewicht 517 g (Tastatur-Dock: 401 g)

### Kamera-Tests

Kamera-Auflösung Fotos / Video 8 MPixel (3264 × 2448) / 1920 × 1080

Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl) ✓ / ✓ / –

Frontkamera-Auflösung Fotos / Video 1920 × 1080 / 1920 × 1080

### Display-Messungen

Technik / Größe (Diagonale) LCD (IPS) / 14,9 cm × 21,2 cm (10,2 Zoll)

Auflösung / Seitenverhältnis 1800 × 2560 Pixel (308 dpi) / 1:1,4

Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung 15 ... 453 cd/m<sup>2</sup> / 83 %

Kontrast / Farbraum 1875:1 / sRGB

Blickwinkelabhängigkeit Kontrast / Farbe ⊕⊕ / ⊕⊕

Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall wäre das ganze Bild pink.

winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand



0 200 400 600



### Weitere Messungen

WLAN-Durchsatz im 2,4-GHz-Band: kurze Distanz / 20 m 13,4 / 3,8 ... 6,6 MByte/s

WLAN-Durchsatz im 5-GHz-Band: kurze Distanz / 20 m 22,1 / 9 ... 13,7 MByte/s

Preis 499 €

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden

– nicht vorhanden





Thorsten Leemhuis

# Neu-Kern-Kernel

## Linux-Notebook mit Intels neuester Prozessorgeneration Skylake

Die ersten Notebooks mit Prozessoren der Core-i-6000er-Reihe sind jetzt erhältlich. Aktuelle Linux-Distributionen bringen schon Treiber für diese mit. Die laufen aber vielfach noch nicht richtig rund.

Intel hat im Herbst eine neue Prozessorgeneration vorgestellt. Manche Linux-Distributionen laufen auf diesen „Skylake“-Chips nur sehr schlecht, weil ihnen passende Treiber fehlen. Man sollte meinen, solche Probleme durch den Kauf eines bereits mit Linux ausgelieferten Skylake-Systems vermeiden zu können. Das haben wir an dem Tuxedo Book BU1505 untersucht. Bei diesem 15,6-Zoll-Notebook mit Core i7 6500U durfte sich nicht nur die vorinstallierte Linux-Distribution beweisen, sondern auch einige von uns installierte.

Auf unserem Testgerät hatte Tuxedo ein Ubuntu 15.10 eingerichtet, bei dem einige Repositories aktiviert waren, die zusätzliche oder neue Software nachrührten. Darunter war auch das Repository „Oibaf“ (Updated and Optimized Open Graphics Drivers). Dieses versorgt Ubuntu-Systeme mit Entwicklerversionen neuer Open-Source-Grafiktreiber, die nicht für Endanwender gedacht sind. Zum Testzeitpunkt bekam das Notebook da-

über einen 3D-Treiber aus einer sehr frühen Vorabversion von Mesa 11.2, denn zu diesem Zeitpunkt war selbst Mesa 11.1 (siehe S. 28) noch nicht fertig.

### Pre-Alpha-Treiber

Die Oibaf-Macher aktualisieren ihre Treiberpakete alle paar Tage und schieben sie nach wenigen Tests in ihr Repository, wo sie das Notebook bei der nächsten Systemaktualisierung abholt. Das Risiko, dass ein Update etwas kaputt macht, ist daher größer als bei einem unmodifizierten Ubuntu. Dort durchlaufen Updates mehr Tests und werden gestaffelt ausgeliefert; sie enthalten zudem nur in Ausnahmefällen Entwicklerversionen von Mesa und Co., da in solchen gelegentlich schwerwiegende Fehler stecken.

Darauf angesprochen teilte Tuxedo uns mit, ihr Ansatz habe bislang keine Probleme bereitet und die Leistungsfähigkeit von Skylake-Systemen teilweise deutlich verbessert.

Man wolle das Oibaf-Repository aber in Zukunft nicht mehr aktivieren; stattdessen will das Unternehmen wöchentlich aktuelle Treiberpakete aus dem Oibaf-PPA entnehmen und nach einer Qualitätskontrolle über ein hauseigenes Repository an seine Geräte ausliefern.

Die Treiber zur Video-Wiedergabebeschleunigung des Core i7-6500U liegen beim vorinstallierten Ubuntu weitgehend brach: Tuxedo hat das Gstreamer-Plug-in nicht installiert, das der standardmäßig eingerichtete Video-Player dazu benötigt. Das belastet den Prozessor und folglich auch den Akku bei der Video-Wiedergabe unnötig.

Ein über Ubuntu's Repositories nachinstalliertes VLC versuchte die Video-Beschleunigung zu nutzen, zeigte bei einem H264-Video allerdings statt des Videos ein grünes Rechteck. Mit einem H265-Video funktionierte die Beschleunigung, mit einem in 4K-Auflösung zeigten sich allerdings Bildstörungen. Durch Probleme mit der Overlay-Funktion überdeckte das Video andere Fenster, die eigentlich vor dem Video-Fenster zu sehen sein sollten. Manchmal wurde der Desktop-Hintergrund bei der Video-Wiedergabe an einigen Stellen blau und blieb es auch. Einige dieser Fehler zeigten sich auch ohne Video-Beschleunigung.

Im Zweisichtsbetrieb erzeugte der Kernel jedes Mal eine Warnmeldung, wenn der Mauszeiger von einem Display auf das andere wechselte. Wir konnten aber keine Aussetzer feststellen, wie sie der im Textkasten erwähnte Skylake-PC unter Ubuntu zeigte. Während des mehrere Tage dauernden Tests stürzte das Notebook allerdings zweimal ab. Womöglich lag die Schuld bei den Grafiktreibern, denn es passierte beim Starten eines 3D-Spiels und zu Beginn einer Video-Wiedergabe.

### Andere Distributionen

Mit einem von uns installierten Ubuntu 15.10 verhielt sich das System ähnlich wie das vorinstallierte Ubuntu. Es fehlte allerdings ein Indikator-Applet in der Bedienleiste des Desktops, mit dem man die Display-Helligkeit auslesen und einstellen kann, was man durch ein von Tuxedo bereitgestelltes Installations-Skript beseitigen kann. Mit dessen Hilfe lief auch das auf Ubuntu 14.04.3 aufbauende Linux Mint 17.3 ganz ähnlich wie das vorinstallierte Ubuntu.

Debian 8 (Jessie) haben wir gar nicht erst zu installieren versucht, denn der Distribution fehlen fast alle für Skylake-Systeme wichtigen Treiber. Fedora 23 richtete lediglich einen generischen Kernel-Grafiktreiber ein: 3D-Beschleunigung funktionierte daher ebenso wenig wie das Einstellen der Bildschirmauflösung, der Mehrschirmbetrieb oder die Regelung der Displayhelligkeit. All das gelang jedoch nach Setzen des Kernel-Parameters `i915.preliminary_hw_support=1`, der eine noch unfertige Skylake-Unterstützung im von Fedora eingesetzten Linux-Kernel 4.2 aktiviert.

In Kürze sollte das nicht mehr nötig sein: Das Fedora-Projekt will einen Kernel 4.3 über

## Linux und Core-i-Prozessoren der 6000er-Serie

Das Tuxedo-Notebook lief einigermaßen rund unter Linux, obwohl es Intels erst vor wenigen Monaten eingeführte Prozessorgeneration einsetzt. Weniger Glück hatten wir bei zwei für den Redaktionseinsatz vorgesehenen PCs, in denen ebenfalls Intel-Prozessoren der Skylake-Generation steckten.

Auf einem dieser PCs installierten wir Ubuntu 15.10, bei dem alle paar Stunden die Bedienoberfläche kurz stockte, sodass Tastatureingaben erst nach ein bis drei Sekunden ausgeführt wurden. Bei der näheren Untersuchung zeigten sich Warnmeldungen im Kernel-Protokoll, die immer dann aufraten, wenn der Mauszeiger von einem auf den anderen der beiden Bildschirme wechselte, die am PC hingen.

Eine Internet-Recherche ergab, dass auch andere Ubuntu-Anwender mit Skylake-Systemen diese beiden Fehler sehen. Wir spielten daraufhin die vierte Vorabversion von Linux 4.4 aus einem Repository ein, in dem Ubuntu-Entwickler neuere Kernel-Pakete anbieten. Die durch Mausbewegung ausgelösten Warnmeldungen traten damit nicht mehr auf; nach wie vor stockt die Bedienoberfläche aber ab und an. Bis Redaktionsschluss konnten wir die Ursache

nicht beseitigen. Unklar blieb auch, wie weit das im System steckende Asus-Mainboard Z170 Pro Gaming oder Ubuntu 15.10 oder die Kombination der beiden den Fehler verursachen.

Ein baugleiches, aber mit Fedora 23 versehenes System verhielt sich anfangs schlechter: Spätestens nach einer Stunde fror das System komplett ein, sodass ein Kaltstart nötig wurde. Das könnte mit der bei dieser Distribution noch unfertigen Kernel-Unterstützung für den Grafikkern von Skylake-Prozessoren zu tun haben. Mit Linux 4.3.2 und der vierten Vorabversion von Linux 4.4 lief das System stabil.

Andere Probleme gab es mit den beiden Skylake-Systemen indes nicht; das ist unter anderem der Vorarbeit der Linux-Entwickler von Intel zu verdanken, denn die haben Treiber für Skylake-Prozessoren und den zugehörigen Intel-Chips für Audio, Netzwerk und Co. schon in den Kernel eingebracht, als diese Prozessoren noch gar nicht erhältlich waren. Viele der in den letzten zwei bis drei Monaten erschienen Linux-Distributionen unterstützen daher die Hauptfunktionen von Skylake-Systemen bereits von Haus aus.

die Systemaktualisierung nachreichen, der Skylake von Haus aus unterstützt. Mit dem zum Testzeitpunkt aktuellen Linux 4.3.2 ließ sich der Bildschirm allerdings nur durch Zu- und Aufklappen des Displays wieder reaktivieren, wenn er sich nach Inaktivität ausgeschaltet hatte. Mit einer Vorabversion von Linux 4.4 trat das Problem nicht auf. Allerdings zeigte Fedora selbst mit diesem Kernel viele der Probleme, die es bei der Video-Beschleunigung mit dem vorinstallierten Ubuntu gab.

### Laut

Mit dem von Tuxedo eingerichteten Ubuntu ist der Lüfter im Leerlauf oder bei Büroarbeiten kaum zu hören. Beim Kompilieren von Software mit allen CPU-Kernen läuft der Lüfter nach zirka zwanzig Sekunden an und wird nach einer Minute störend laut. Nach einigen Minuten Volllast für Haupt- und Grafikprozessor steigt der Geräuschpegel sogar auf satte 2,1 Sone; so viel Krach machen sonst meist nur Gaming-Notebooks mit potenteren Hardware-Komponenten.

Tuxedo verspricht bis zu 10 Stunden Akkulaufzeit. Bei unseren Leerlauf-Test mit aktivem WLAN und einer auf 100 cd/m<sup>2</sup> reduzierten Bildschirmhelligkeit erreichten wir

nur rund die Hälfte davon. Die am Netzteil gemessene Leerlauf-Leistungsaufnahme betrug mit allen Distributionen etwas über 10 Watt. Das ist recht hoch für die Ausstattung dieses Notebooks und deutet auf Probleme mit den Stromspartechniken hin.

Prozessor, Speichermenge und viele andere Ausstattungsmerkmale kann man beim Bestellen des Notebooks individuell festlegen. Auf Wunsch kann man sogar eine M.2-SSD und eine 1 TByte große Festplatte ordern. In der günstigsten Ausstattungsvariante kostet das Gerät 850 Euro; die Testkonfiguration war für 1150 Euro erhältlich. Windows 10 kostet in der Home-Version 120 Euro Aufpreis. Nettos Gimmick, das unserem Testgerät noch fehlt: Tuxedo tauscht die Windows-Taste des Keyboards gegen eine mit Tux-Logo aus.

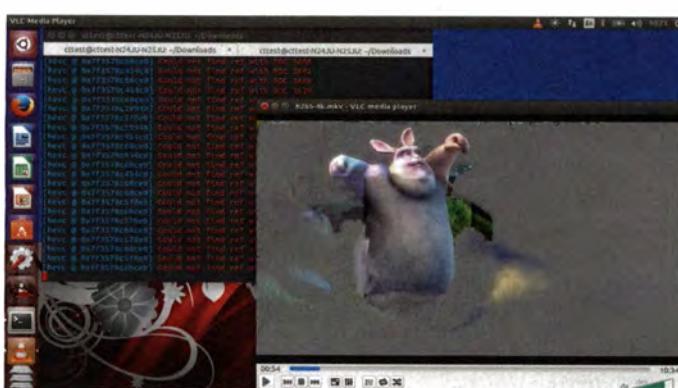
### Fazit

Das Tuxedo Book BU1505 läuft auf den ersten Blick ziemlich rund und vermeidet Probleme, die beim Installieren von Linux auf Windows-Notebooks immer mal wieder auftreten. Das vorinstallierte Linux schlägt sich recht ordentlich, aber nicht gut: Die unfertigen Treiber trüben zusammen mit den Pro-

blemen bei der Video-Wiedergabe und den zwei Abstürzen das Bild. In der Preisklasse dieses Notebooks gibt es zudem eine Reihe von Windows-Geräten, die eine längere Akkulaufzeit aufweisen und unter Last deutlich weniger Krach machen. (thl@ct.de)

### Linux-Notebook: Tuxedo Book BU1505

Schnittstellen (V=vorne, H=hinten, L=links, R=rechts, U=unten)	
VGA / HDMI / DP / MiniDP	R/L / - / -
USB 2.0 / 3.0 / LAN	2 × R / 2 × L / R
Kartenleser / Strom	R (SD) / L / -
Docking-Anschluss / Webcam	- / mittig oben im Display
Ausstattung der getesteten Konfiguration	
Display	15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, max. 196 cd/m <sup>2</sup> , matt
Haupt- und Grafikprozessor	Intel Core i7-6500U (2 Kerne mit HT; max 3,1 GHz)
Hauptspeicher	2 × 8 GB PC3-12800
WLAN & Bluetooth	PCIe/USB: Intel Dual Band Wireless-AC 7265 (a/b/g/n-300/ac-867)
Massspeicher	SSD: Samsung SSD 850 EVO M.2 (120 GB)
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Gewicht / Größe /	1,9 kg / 37,9 cm × 25,9 cm /
Dicke mit Füßen	2,0 ... 3,2 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,3 cm / 18 mm × 18 mm
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	44 Wh Lithium-Ionen / ✓ / -
Netzteil: Leistung / Größe / Abmessungen	40 Watt / 270 g / 8,9 cm × 3,7 cm × 2,6 cm
Messwerte	
Laufzeit Idle (WLAN an, 100 cd/m <sup>2</sup> )	5 Stunden, 10 Minuten
Xonotic (big-keybench, 1920 × 1080, defaults)	99 fps
Kcbench (Linux 4.0 kompiliert)	234 Sekunden
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 / 2,1 Sone
Preis und Garantie	
Listenpreis Testkonfiguration	1150 €
Garantie	2 Jahre
✓ vorhanden	- nicht vorhanden
k. A. keine Angabe	ct



Bei der Video-Wiedergabe zeigten sich Bildfehler in Videos und Störungen auf dem Desktop.

Florian Müssig

# Rückfortschritt

## Lenovos Hybrid-Notebook Yoga 900

Mit dem Yoga 900 behebt Lenovo die groben Schnitzer, die der Vorgänger Yoga 3 Pro hatte. Geblieben sind die Vorzüge wie das flache Gehäuse mit einem außergewöhnlichen 360-Grad-Scharnier, das geringe Gewicht und der hochauflösende 13-Zoll-Touchscreen – aber auch das Premium-Preisschild.



**D**as Ende 2014 erschienene Yoga 3 Pro konnte nicht an den Erfolg des Yoga 2 Pro anknüpfen: Wegen eines vermurksten Kühlsystems kam der damals nagelneue Core-M-Prozessor nicht auf Touren, was sich in einer unterdurchschnittlichen CPU-Performance widerspiegeln sollte [1]. So blieb das Yoga 3 Pro ein Ladenhüter, während das Yoga 2 Pro mit schnelleren Core-i-Prozessoren außerplanmäßig lange weiterverkauft wurde.

Mit dem Yoga 900 will Lenovo den Ausrutscher vergessen machen, was man nicht nur am neuen Namensschema merkt. Wie beim gelungenen Yoga 2 Pro kommen nun statt Core-M-CPU's wieder potenterne Core-i-Prozessoren zum Einsatz, denen ausreichend Kühlung zuteil wird: Die Benchmark-Ergebnisse liegen auf dem zu erwartenden hohen Niveau. Ob des kaum mehr als eine USB-Buchse hohen Rumpfs gebührt dem Kühlsystem nicht nur dafür Lob: Die beiden Lüfter rauschen mit höchstens 0,7 Sone; bei geringer Systemlast bleiben sie unhörbar leise.

Auch das zweite große Problem wurde aus der Welt geschafft: Die Tastatur hat nun wie-

der ein sechszeiliges Layout, welches viel alltagstauglicher ist als die fünfzeilige Version mit zigfach belegten Tasten beim Yoga 3 Pro. Die Tasten geben präzises Feedback beim Tippen; an das etwas kleinere Tastenraster als bei Desktop-Tastaturen üblich hat man sich schnell gewöhnt. Das Touchpad ist etwas zu kompakt geraten, um Vier-Finger-Gesten auszuführen; zum Ausführen eines Vier-Finger-Tipps (zum Öffnen des Info-Centers von Windows 10 Home) reicht es aber aus. Die Handballenablage fühlt sich dank eines Überzugs aus Kunstleder angenehm an.

Der farbkraftige, blickwinkel-unabhängige und hochauflösende Touchscreen zeigt 3200 × 1800 Pixel, wodurch der Bildschirminhalt besser dargestellt wird als bei vielen anderen Notebooks. Dennoch stören sich Nutzer mit Adleraugen an ausgefransten Buchstabenrändern bei schwarzem Text auf weißem Hintergrund. Das liegt an der RGBW-Bauweise des PenTile-Panels: Zusätzlich zu den drei Grundfarben lässt ein Subpixel bei Bedarf weißes Licht hindurch. Dadurch kann die Hintergrundbeleuchtung schwächer dimm-

sioniert werden, was beim Stromsparen hilft. Außer der Textdarstellung erscheint auch die Anzeige von gleichmäßigen Farbflächen „unsauber“; beim Betrachten von Bildern stört die PenTile-Matrix hingegen nicht. Der Panel-Typ ist allerdings nichts Neues, sondern kam auch schon bei den Vorgängern zum Einsatz.

### USB-Mischmasch

An der linken Geräteseite hat Lenovo eine neue Typ-C-Buchse platziert, die zwar kein USB 3.1 (SuperSpeed+, 10 GBit/s) unterstützt, dafür aber wahlweise USB-3.0-(SuperSpeed, 5 GBit/s) oder DisplayPort-Signale liefert. Mittels optionaler aktiver Adapter bekommt man aus letzterem auch HDMI oder VGA; einen exklusiven Monitorausgang sieht Lenovo nicht vor. Die herkömmliche USB-3.0-Buchse am rechten Rand erkannte unsere Testfestplatte nur mit USB-2.0-Geschwindigkeit; mit demselben Kabel gab es an der linken USB-3.0-Buchse keine Probleme.

Das Yoga 900 wird per USB geladen – allerdings nicht über die neue Typ-C-Buchse, sondern wie bei Lenovo schon länger üblich über eine leicht abgewandelte USB-2.0-Buchse. Letztere erlaubt das Einsticken von normalen Typ-A-Kabeln, verhindert aber, dass das Ladekabel in einer der anderen USB-Buchsen landet. Ist das Notebook voll, so kann man das mitgelieferte Netzteil mit USB-Ausgang auch zum Laden von Smartphone & Co. verwenden. Bei auf 100 cd/m<sup>2</sup> reduzierter Bildschirmhelligkeit und geringer Systemlast haben wir eine Laufzeit von über elf Stunden gemessen.

Beim Testgerät aus der Serienfertigung fiel uns nach dem Auspacken auf, dass der Rumpf verzogen war: Es kippelte bei Benutzung stark, weil immer nur drei der vier Gummifüße Schreibtischkontakt hielten. Auch beim Umklappen des Displays hinter den Rumpf, welches dank 360-Grad-Scharnierein ein zulässiger wie vorgesehener Bedien-Modus ist, blieb an einer Ecke ein Luftspalt. Wir konnten das Problem aber leicht selbst beheben: Beim Abschrauben der Bodenplatte löste sich die Verspannung, und nach dem Wiederanschrauben kippelte das Yoga 900 nicht mehr. Offensichtlich war das Gerät mit zu viel Kraft im Werk zusammengebaut worden, was der Qualitätssicherung nicht aufgefallen war.

Zum Aufrüsten lohnt sich das Abschrauben der Bodenplatte kaum: CPU und Arbeitsspeicher sind auf die Hauptplatine gelötet. Austauschbar wären einzige die SSD (M.2 2280) und das WLAN-Modul (M.2 2230). Erstere bietet mit 512 GByte aber schon ab Werk ordentlich Speicherplatz; und letzteres ist ein aktuelles 11ac-Modul, welches bereits zwei Datenströme gleichzeitig unterstützt.

Bis kurz vor Jahresende konnte man das Yoga 900 nur in der hier getesteten Konfiguration für 1700 Euro kaufen. Bei Erscheinen dieser Ausgabe dürften auch andere Modelle zwischen 1500 und 1800 Euro erhältlich sein, die sich hinsichtlich des Speichers unterscheiden: Manche haben eine 256-GByte-SSD, andere einen auf 16 GByte verdoppelten Arbeitsspeicher. Der Prozessor Core i7-6500U ist bei allen an-



Das Yoga 900 wird über eine USB-2.0-Buchse im modifizierten Typ-A-Format (links) geladen. Die neue Typ-C-Buchse (rechts) stellt wahlweise USB-3.0- oder DisplayPort-Signale zur Verfügung.

## Lenovo Yoga 900: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	80MK002GGE
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / L (Typ C) / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	1 × L / 2 × L (1 × Typ C), 1 × R / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	L (SD) / – / –
<b>Ausstattung</b>	
Display	Samsung LTN133YL05L02: 13,3 Zoll / 33,8 cm, 3200 × 1800, 16:9, 276 dpi, 5 ... 256 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-6500U (2 Kerne mit HT)
Prozessor-L-Cache	2 × 256 KByte L2-, 4 MByte L3-Cache
Prozessor-Taktrate	2,5 GHz (3,1 GHz bei einem Thread)
Hauptspeicher	8 GByte PC3-12800
Chipsatz / mit Hybridgrafik / Frontside-Bus	Intel Skylake-U / – / –
Grafikchip (Speicher)	int: Intel HD 520 (vom Hauptspeicher)
Sound	HDA: Realtek ALC298
WLAN / 5 GHz / MU-MIMO	PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8260 (a/b/g/n-300/ac-867) / ✓ / –
Bluetooth / Stack	USB: Intel 4.2 / Microsoft
Touchpad (Gesten)	RMIHID: Synaptics (max. 4 Finger)
TPM / Fingerabdruckleser	TPM 2.0 / –
Massenspeicher	SSD: SK Hynix SC300 (512 GByte)
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	66 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 242 g, 6,4 cm × 5,5 cm × 3 cm, Steckernetzteil
Gewicht	1,3 kg
Größe / Dicke mit Füßen	32,4cm × 22,4cm / 1,6cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 18,5 mm × 18mm
<b>Leistungsaufnahme</b>	
Suspend / ausgeschaltet	0,4 W / 0,3 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max)	4,3 W / 8,5 W / 12 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	35,1 W / 14,9 W / 34,3 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteiler-Powerfactor	71,1 W / 0,55
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>	
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / WLAN (200 cd/m <sup>2</sup> )	11,3 h (5,8 W) / 8,6 h (7,6 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	6,9 h (9,5 W) / 2,8 h (23,3 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1 h Laden	1,7 h / 6,7 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 0,7 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	468,7 / 461,7 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	88453 / 66483
Leserate Speicherkarte (SD / xD / MS)	55,1 / – / – MByte/s
WLAN 802.11n 5 GHz / 2,4 GHz (20 m)	25,5 / 13,1 MByte/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / –98,8 dB(A)
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	3,05 / 3,27
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	14766 / 43071 / 425 fps
3DMark (Ice Storm / Cloud Gate / Sky Diver / Fire Strike)	55884 / 5884 / 3176 / 846
<b>Preis und Garantie</b>	
Straßenpreis Testkonfiguration	1700 €
Garantie	2 Jahre
<input checked="" type="checkbox"/> sehr gut <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> zufriedenstellend <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> sehr schlecht	
<input checked="" type="checkbox"/> vorhanden <input type="checkbox"/> nicht vorhanden    k. A. keine Angabe	

Bord, ebenso der hochauflösende Touchscreen. Für Varianz sorgt zusätzlich die Gehäusefarbe: Es gibt die Außenflächen nicht nur wie beim Testgerät in Silber, sondern auch in kräftigem Orange und einem Champagner getauften Gold-Ton.

## Fazit

Das Yoga 900 lässt die technischen Schwächen des Vorgängers Yoga 3 Pro vergessen: Lenovo liefert wie schon mit dem Yoga 2 Pro ein leichtes 13-Zoll-

Notebook mit langer Laufzeit und leisem Lüfter bei dennoch hoher Rechenleistung – garniert mit einem hochauflösenden Touchscreen und 360-Grad-Scharnieren. Dafür muss man aber tief in die Tasche greifen: Es werden mindestens 1500 Euro fällig. (mue@ct.de)

## Literatur

- [1] Florian Müsing, Erstlinge, HP Envy 15 x2 und Lenovo IdeaPad Yoga 3 Pro: Notebook-Tablet-Hybride mit Core-M-CPU, c't 26/14, S. 102


  
**VOICE** Themen-Forum  
— Modernes IT-Management —

Mit dem „VOICE Themenforum“ schafft VOICE, der Bundesverband der IT-Anwender e.V., erstmals ein neues Veranstaltungsformat, das Möglichkeiten für einen direkten Anwender-Anbieter-Dialog eröffnet. Das Themenforum schließt die Lücke zum interaktiven Austausch zwischen allen IT-Verantwortlichen aus Anwenderunternehmen aller Branchen und den IT-Anbieterunternehmen.

Im April 2016 lädt VOICE gemeinsam mit Stefanie Kemp, Verantwortliche der RWE IT GmbH für IT-Governance, CIO Office, IT Transformation und Innovation zum Themenforum **Modernes IT-Management** nach Essen zur RWE ein. Diskutiert und erarbeitet werden u.a. die Themenschwerpunkte Change Management, Prozesse der digitalen Transformation, Innovationsmanagement, agiles Arbeiten und Operational Excellence. Drei ausgewählte Anbieter präsentieren exklusiv Lösungsansätze und stellen sich den Fragen der VOICE-Mitglieder. Im Anschluss folgt ein Kongress mit interaktiven Workshops, in dem zielorientiert Ergebnisse erarbeitet werden.

- Entscheider treffen: Anwender & Anbieter im Dialog
- Nachhaltig: Kommunikation über die elektronische Mitgliederplattform von VOICE
- Vorabend-Get-together zum Netzwerken und Kennenlernen

[www.voice-ev.org](http://www.voice-ev.org)

Ihr Ansprechpartner für weitere Informationen ist  
Patrick Quellmalz vom  
**VOICE – Bundesverband der IT-Anwender e.V.**  
Tel.: +49 30 2084 964 70 | Fax: +49 30 2084 964 79

In Kooperation mit:



Herbert Braun

# HTML 3D

## WebVR: Virtuelle Realität im Web

**Navigieren mit Kopfbewegungen und Eintauchen in Online-Anwendungen: Die Firefox- und Chrome-Entwickler experimentieren mit virtueller Realität.**

Womöglich sind auf den Kopf geschnallt we Headsets wie die Oculus Rift bald ganz alltägliche Computer-Displays – und spätestens dann wird die Möglichkeit interessant, virtuelle Realität ins Web zu bringen. VR-Erlebnisse könnten damit ohne Download und ohne Beschränkung auf eine Geräteplattform zur Verfügung stehen.

Tatsächlich ist VR im Web keine Science-Fiction mehr. Während Samsung beim Browser seiner Gear VR ganz eigene Wege geht, arbeiten bei Firefox wie auch bei Chrome Teams an einem Standard für WebVR. Experimentelle Versionen der beiden Browser unterstützen diese Technik bereits.

### Firefox 3D

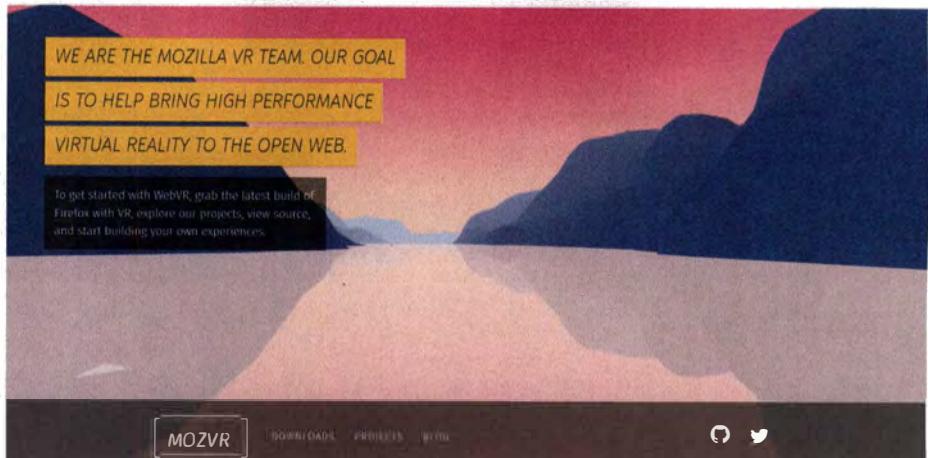
Ein kleines Team von Mozilla-Entwicklern um Josh Carpenter und Vladimir Vukicevic integrierte das WebVR-API in Firefox. Seit Januar 2015 ist dieses Feature in den Nightly Builds von Firefox enthalten. Zur Aktivierung legt man in about:config den Schalter dom.vr.enabled auf true um (eigens dafür gibt es sogar eine Erweiterung namens Mozilla WebVR Enabler). Anschließend kann man mit einer VR-Brille die unter [www.mozvr.com](http://www.mozvr.com) hinterlegten Demos anschauen. Bei unserem Test mit einer Rift-Entwicklerversion (DK2) unter Windows 10 mussten in den Anzeige-Einstellungen dafür „Erweitern“ und „Querformat gedreht“ eingestellt sein.

Bei Chrome ist die WebVR-Unterstützung in der Desktop-Version noch nicht angekommen, wohl aber in der Variante für Android. Wer WebVR auf dem Desktop ausprobieren will, kann sich alternativ zu den Firefox-Nightlys die „WebVR Builds“ des Chrome-Entwicklers Brandon Jones installieren. Außer der Oculus hat das Chromium-Team auch andere Plattformen im Visier: Googles Android-Ableger „Project Tango“, das räumliche Navigation auf Mobilgeräte bringen soll, das OpenVR-API, das von der Spieleplattform Steam abstammt, und die ebenfalls von Google stammenden günstigen „Cardboard“-Aufsätze, die gewöhnliche Smartphones in VR-Brillen umwandeln.

Auch die Nightly Builds von Firefox für Android unterstützen bereits WebVR.

### WebVR-Herausforderungen

Der technische Hintergrund der bisherigen WebVR-Demos ist WebGL. Das ist eine in mittlerweile allen namhaften Browsern un-



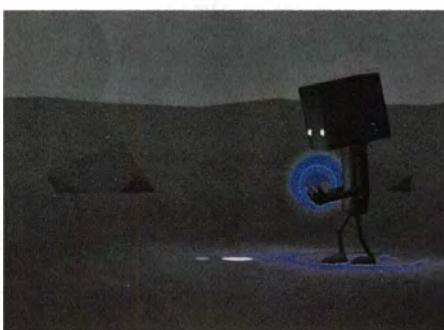
MozVR.com sammelt nicht nur Anleitungen und Demos zu virtueller Realität im Web, sondern schickt Besucher im Tiefflug durch eine Küstenlandschaft.

terstützte Schnittstelle, die direkten Zugriff auf die Grafikkarte erlaubt und damit eine 3D-Performance ermöglicht, die noch vor wenigen Jahren im Web nicht vorstellbar gewesen wäre. Üblicherweise schreibt man den WebGL-Code nicht von Hand, sondern lässt eine JavaScript-Bibliothek wie three.js die Arbeit erledigen, das Werkzeug für Geometrie und Texturen bereitstellt.

Was für WebVR nun noch zu tun bleibt, ist, diese dreidimensionalen Welten für ein aufsetzbares Display aufzubereiten, das jedem Auge eine andere Sicht auf das Geschehen bietet. Für diesen Zweck stellt das WebVR-API Informationen über das Gerät und das Display zur Verfügung und bereitet Sensoraten für die Steuerung auf.

Die kleine Anzahl an Demos legt nahe, dass der Einstieg in WebVR nicht gerade trivial ist – was vor allem an der WebGL-Basis liegen dürfte, die ganz andere Werkzeuge, Konzepte und Probleme hat als normale Webentwicklung. So faszinierend wie WebGL ist, bleibt es doch ein Fremdkörper unter den Webtechniken.

Daher hat sich die Mozilla-WebVR-Gruppe auch vorgenommen, CSS für 3D aufzubereiten. Tatsächlich unterstützen moderne Browser CSS-Transformationen und -Animationen im dreidimensionalen Raum. Der Umsetzung in WebVR stehen jedoch noch einige



Das simple, aber schön gestaltete Spiel Inspirit passt sich an verschiedene VR-Umgebungen an.

Hindernisse im Weg, etwa bei der Ausrichtung des Koordinatensystems. Außerdem tut sich CSS schwer damit, Objekte in realen Maßen zu beschreiben statt in Pixel, Em oder Prozent. Kurz vor Redaktionsschluss hat Mozilla die „A-Frame“-Open-Source-Bibliothek veröffentlicht, die die Entwicklung von WebVR-Anwendungen deutlich vereinfacht.

### Neue Dimension

Zwar sind Spiele, Filme und Demos vorerst die naheliegenden Anwendungsbereiche für WebVR. Aber wenn es gelingt, die dritte Dimension und die Steuerung durch Gesten ins Surfen zu integrieren, könnte dies das Web in eine neue Dimension bringen – man denke an die Möglichkeiten für Shopping oder Informationsangebote.

So wie von heutigen Webseiten erwartet wird, dass sie auf dem Handheld ebenso gut funktionieren wie auf dem 23-Zoll-Display, könnte Dreidimensionalität eine zusätzliche Ausgabeform werden.

All das ist Neuland, von dem noch nicht einmal die groben Umriss bekannt sind: Was sind Standard-Interaktionen für Klicks, Zoom und Scrollen? Wie verändert sich eine Webseite, wenn man sie nicht mehr als Pixel-Viereck betrachtet? Wie sieht überhaupt ein Browser in der virtuellen Realität aus? Vielleicht wird es in ein paar Jahren selbstverständlich sein, zum Einblenden der Navigation den Kopf nach links zu wenden oder sich zum Zoomen nach vorne zu beugen.

So ungewiss und unfertig die Details sind: Es ist schwer vorstellbar, dass virtuelle Realität nicht in der einen oder anderen Form ins Web einziehen wird. Wer sich schon heute damit vertraut machen will, sollte sich Mozillas „A-Frame“ oder Boris Smus‘ „WebVR Boilerplate“ ansehen. Die damit gestalteten Anwendungen laufen übrigens unabhängig von WebVR-Unterstützung im Browser, da sie diese gegebenenfalls durch ein Polyfill ersetzen.

(jkj@ct.de)

Links zu WebVR: [ct.de/y72h](http://ct.de/y72h)

Kai Schwirzke

# After Eight

## DAW-Software Cubase 8.5 setzt auf effiziente Bedienung

**Steinberg überrascht in Cubase 8.5 mit der pfiffigen Cloud-Lösung VST Transit; darüber hinaus nutzen die Hamburger das Zwischen-Update für zahlreiche Workflow-Verbesserungen. Synthesizer-Fans werden sich über das stark verbesserte VSTi-Plug-in Retrologue 2 freuen.**

**D**as Thema Online-Zusammenarbeit erweitert Steinberg mit VST Transit um eine neue Facette: Diese Programmerweiterung erlaubt es, ein Cubase-Projekt in die Cloud zu laden und es dort mit befriedeten Usern zu teilen. Öffnet ein zur Zusammenarbeit eingeladener Musiker ein solches Projekt, so darf er nach Belieben eigenes Material hinzufügen, die Originalspuren oder Spuren anderer Mitwirkender sind jedoch tabu. Möchte er diese trotzdem verändern, so muss er zunächst eine Kopie des Materials erstellen – eine clevere Lösung, denn so verhindert Steinberg Versionskonflikte, die entstehen, wenn mehrere Anwender gleichzeitig auf eine Datei zugreifen. In diesem Echtzeitzugriff auf das Originalprojekt besteht übrigens ein wesentlicher Unterschied zu anderen Cloud-Diensten wie Dropbox oder Splice.

Zurzeit unterstützt VST Transit noch nicht alle Aspekte eines Cubase-Arrangements, der Dienst wird allerdings kontinuierlich ausgebaut. Cubase-Anwender erhalten 500 MByte

Cloud-Speicher und ein Transfervolumen von 1 GByte. Audiodateien werden im verlustfreien FLAC-Format gespeichert, MP3-Unterstützung ist laut Steinberg in Vorbereitung. Die Preise für mehr Platz in der Cloud standen zu Redaktionsschluss noch nicht fest.

Der virtuell-analoge Synthesizer Retrologue gehört zu den beliebtesten Instrumenten im Cubase-Portfolio; in Version 2 wurden dessen Fähigkeiten deutlich erweitert. So stehen nun drei anstatt zwei Oszillatoren zur Verfügung, und das Filter-Arsenal wurde auf 24 erweitert. Ein umfangreicher, viersträgiger Step-Sequencer, die mittlerweile sechzehnfache Modulationsmatrix (für LFOs und Hüllkurvengeneratoren) sowie die mit sechs Slots üppig ausgestattete Effektabteilung verhelfen dem Synthesizer zu „bewegten“ Klangstrukturen. Retrologue 2 ist zu seinem Vorgänger abwärtskompatibel und kann auch separat erworben werden.

## Arbeiten im Fluss

Der Datenaustausch zwischen zwei Projekten gehörte lange Zeit nicht zu den Stärken von Cubase. Version 8.5 gestattet es, aus anderen Cubase-Arrangements Spuren zu importieren, auch inklusive des vollständigen Mixer-Kanalzugs.

Obendrein wurde das Handling in den MIDI-Editoren verbessert. So kann man jetzt im Drum-Editor endlich die Notenlängen bearbeiten – wichtig für lang ausklingende Sounds wie Crash-Becken, die nicht als „One Shot“-Sample (ein Tastendruck spielt den vollständigen Klang) programmiert wurden. Eine Filterfunktion verbessert die Übersicht; damit lassen sich zum Beispiel alle nicht benutzten Drum-Instrumente ausblenden. Im Key-Editor verändert man bereits beim Einzeichnen einer Note durch Halten der Maustaste deren Länge und Lautstärke, durch Hinzunahme der Alt-Taste zusätzlich die Position.

## Cubase 8.5

### Audio/MIDI-Sequencer

Hersteller	Steinberg Media Technologies GmbH, www.steinberg.de
Systemanf.	Windows ab 7, OS X ab 10.10.1
Plato-in-Standards	VST2, VST3
Preis	Update von Cubase 8 50 € (Artist und Pro), Update von Cubase 7 150/200 € (Artist/Pro), Vollversion 300/550 € (Artist/Pro)

Das erforderte bislang mehrere Arbeitsschritte.

Schließlich wurde der aktuelle, sehr leistungsfähige Timestretch-Algorithmus von Z-Plane integriert und die Navigation in der Media Bay (die Mediendatenbank in Cubase/Nuendo) verbessert – deutlich angenehmer, weil konfigurierbar, ist nun das Verhalten der Insert- und Send-Slots im Mischpult. Mit der um einige Spielhilfen erweiterten Chord-Pad-Funktion können auch harmonisch unerfahrene Anwender spannende Akkordfolgen zusammenstellen und aufnehmen.

Nicht nur Cubase Pro, auch der kleine Bruder Cubase Artist profitiert bis auf sehr wenige Ausnahmen – etwa der Track Import – von den Segnungen des Updates. Artist schränkt seine Anwender nicht allzu sehr ein, kostet aber nur gut die Hälfte der großen Version; es empfiehlt sich für alle, die sich von der Funktionsfülle der DAW-Boliden erschlagen fühlen. Mit 64 Audio- und 128 MIDI-Spuren lässt sich ebenso leben wie mit „nur“ 53 Audio-Plugins; die Ausstattung an virtuellen Instrumenten ist bei beiden Versionen identisch.

## Fazit

Das 8.5er Update beschert Cubase-Anwendern eine Reihe sehr sinnvoller Workflow-Verbesserungen; offenbar sind sich die Entwickler durchaus der Problematik funktionsstrotzender, „historisch gewachsener“ DAWs bewusst. Wäre zu wünschen, dass sich dieser Trend im nächsten „großen“ Update auf Version 9 fortsetzt. Schon der virtuelle Synthesizer Retrologue ist in seiner zweiten Ausgabe ein echtes Pfund, das den Update-Preis rechtfertigt. VST Transit zeigt großes Potenzial, auf die Weiterentwicklung darf man gespannt sein. Eine Trial-Version für Cubase Pro 8.5 hat Steinberg für den Januar 2016 angekündigt (uh@ct.de)



**Mit VST Transit stellt Cubase in Version 8.5 ein Werkzeug bereit, mit dem mehrere Musiker via Cloud an einem Stück zusammen arbeiten können.**

Dieter Brors

# Rasantes Linux-Trio

## SoftMaker Office 2016 für Linux

Die neue Linux-Version der Büro-Suite leistet viel und ist der Open-Source-Konkurrenz in manchen Dingen weit überlegen. Es bleibt aber noch Luft nach oben.

**S**oftMaker Office 2016 für Linux entspricht inhaltlich den aktuellen Versionen für Windows-PCs und Android-Tablets. Erstmals gibt es die Software auch für Linux in zwei Varianten: Die Standard-Version zum Preis von 70 Euro enthält das Textprogramm TextMaker, die Tabellenkalkulation PlanMaker und das Präsentationsprogramm Presentations. Die neue Professional-Version kostet 100 Euro. Sie enthält zusätzlich den Duden Korrektor als Rechtschreib- und Grammatikprüfung sowie mehrere Duden- und Langenscheidt-Nachschatzgewerke; diese Komponenten waren bisher der Windows-Version vorbehalten.

Das Office-Paket lässt sich auf 32-Bit- und 64-Bit-Linux-Systemen mit glibc 2.15 oder höher installieren. Die Software selbst steht nur als 32-Bit-Version zur Verfügung. Für die unterschiedlichen Linux-Distributionen stehen Debian-, RPM- und TGZ-Pakete als 30-Tage-Testversion zum Download bereit. Durch Eingabe eines Lizenzschlüssels lässt sich die Demoversion dauerhaft freischalten. Das Paket haben wir auf zwei PCs mit Ubuntu 15.10 und dem Unity-Desktop getestet. Da alle wichtigen Linux-Distributionen mit LibreOffice bereits ein umfangreiches Office-Paket mitbringen, haben wir viele Funktionen mit dieser Open-Source-Software verglichen.

### Windows-typisch

TextMaker, PlanMaker und Presentations starten blitzschnell. Im Test benötigten die Programme nach dem Start rund zwei Sekunden, bis sie sich nutzen ließen – doppelt so schnell wie LibreOffice Writer, der auf denselben PCs allerdings auch nur 5 Sekunden brauchte.

Die Oberflächen von TextMaker, PlanMaker und Presentations entsprechen exakt denen der Windows-Versionen, bis hin zu den Schriftarten in den Menüs. Sie sind fest vorgegeben und lassen sich nicht ändern, lediglich die Schriftgröße und das Dialog-Design kann man in den Einstellungen anpassen.

Auch auf dem Linux-Desktop ist den SoftMaker-Office-Programmen sofort anzusehen, dass sie von der Windows-Version abstammen.

Anders als etwa Writer oder Calc passen sich die SoftMaker-Programme ansonsten nicht an die Linux-Oberfläche an. So erscheinen etwa die Menüs auf dem Unity-Desktop nicht im Globalmenü, sondern innerhalb des Programmfensters. Die Integration in den Linux-Desktop beschränkt sich auf Datei-Verknüpfungen; vorhandene Texte, Tabellen und Präsentationen lassen sich vom Desktop oder Dateimanager aus wie erwartet mit einem Doppelklick öffnen.

### Besser texten

TextMaker bietet alles, was man von einem ausgewachsenen Textprogramm erwartet. Über eine interne Datenbank lassen sich Literaturangaben verwalten und mit den zugehörigen Textstellen verknüpfen. Das Datenbankmodul dient auch als internes Adressbuch, um Adressen in Einzel- oder Serienbriefe zu übernehmen. Die Datenbankstruktur ist dabei nicht vorgegeben, man kann auch eigene Datenbanken mit beliebigen Feldern erzeugen und in TextMaker nutzen.

Ähnlich wie in DTP-Programmen lassen sich Dokumente über Masterseiten gestalten, die zum Beispiel unterschiedliche Text-

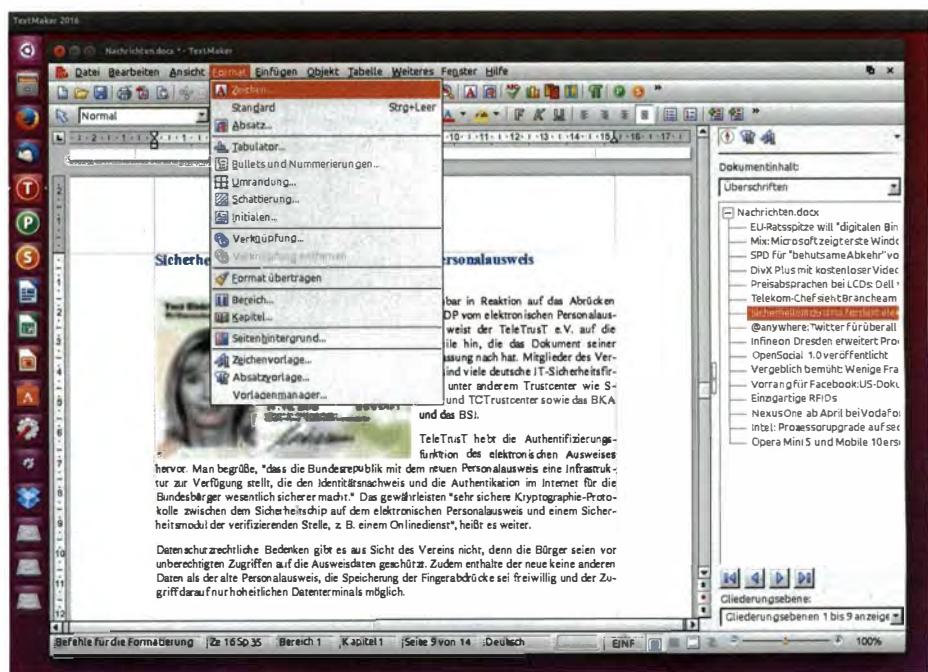
rahmen oder ein Hintergrundbild festlegen. Wer dieses Werkzeug konsequent nutzt, muss nur die Masterseite austauschen, damit ein Dokument in einem anderen Layout erscheint.

Bei der Auswahl von Schrift und Schriftgröße zeigt die Live-Preview die Auswirkungen im Dokument unmittelbar an. In Writer kann man sich nur an der Schrift-Vorschau im Auswahlfeld orientieren, sieht das tatsächliche Ergebnis aber erst nach dem Zuweisen der Schrift.

Eine ausblendbare Seitenleiste zeigt Überschriften, Bilder, Tabellen, Fußnoten und andere Elemente an, sodass man sich in umfangreichen Dokumenten schnell orientieren kann. Diese Leiste ähnelt dem Navigator in Writer, ist aber weitaus übersichtlicher, da sie nur ausgewählte Elementtypen anzeigt. Ein Doppelklick auf eines dieser Elemente führt direkt zur jeweiligen Stelle im Dokument. Damit lassen sich in großen Manuskripten zum Beispiel Überschriften oder Fußnoten schnell überarbeiten.

Selbst mit sehr großen Dokumenten kommt TextMaker gut zurecht. Bilder, Tabellen und andere Objekte blieben im Test stets an ihrem Platz. Ein knapp 1500-seitiges Dokument öffnete TextMaker in nur 2 Sekunden; Writer benötigte für eine ODF-Datei mit demselben Inhalt zwar fünf Mal so lange, aber auch nur 10 Sekunden. Sowohl in TextMaker als auch in Writer ließen sich große Dokumente flüssig bearbeiten, auch wenn viele Bilder eingebettet waren.

Neu hinzugekommen ist in TextMaker 2016 eine Export-Funktion für E-Books im Epub-Format. Um das E-Book zu gestalten, gibt man im zugehörigen Dialog lediglich die gewünschten Metadaten wie Titel, Autorename und Veröffentlichungsdatum ein und lädt ein passendes Titelbild hinzug. TextMaker generiert beim Export auch



gleich ein Inhaltsverzeichnis, sofern den Überschriften eine passende Absatzvorlage zugeordnet ist. Writer bietet zwar von Haus aus keine solche Funktion, mit der Extension Writer2ePub lässt sie sich aber nachrüsten.

In der Standardversion des Office-Pakets ist TextMaker mit einer einfachen Rechtschreibkorrektur ausgerüstet. Bei Bedarf überprüft die Rechtschreibhilfe das Dokument im Hintergrund und zeigt zumindest Tippfehler zuverlässig an. Die Qualität entspricht weitgehend der Rechtschreibkorrektur in Writer.

Weitau mehr bietet der Duden Korrektor der Professional-Version. Er prüft auch den Kontext und weist auf mögliche Grammatikfehler hin, wenn zum Beispiel Singular und Plural fälschlicherweise gemischt wurden. Seine Stärken zeigt der Duden Korrektor auch bei falscher Getrennt- und Zusammenschreibung. Hält man den Mauszeiger über das als fehlerhaft markierte Wort, weist ein detaillierter Hilfetext auf den Fehler hin und bietet Abhilfe. Damit findet der Duden Korrektor viele Fehler, die in Writer und in der Standardversion von TextMaker unbemerkt bleiben.

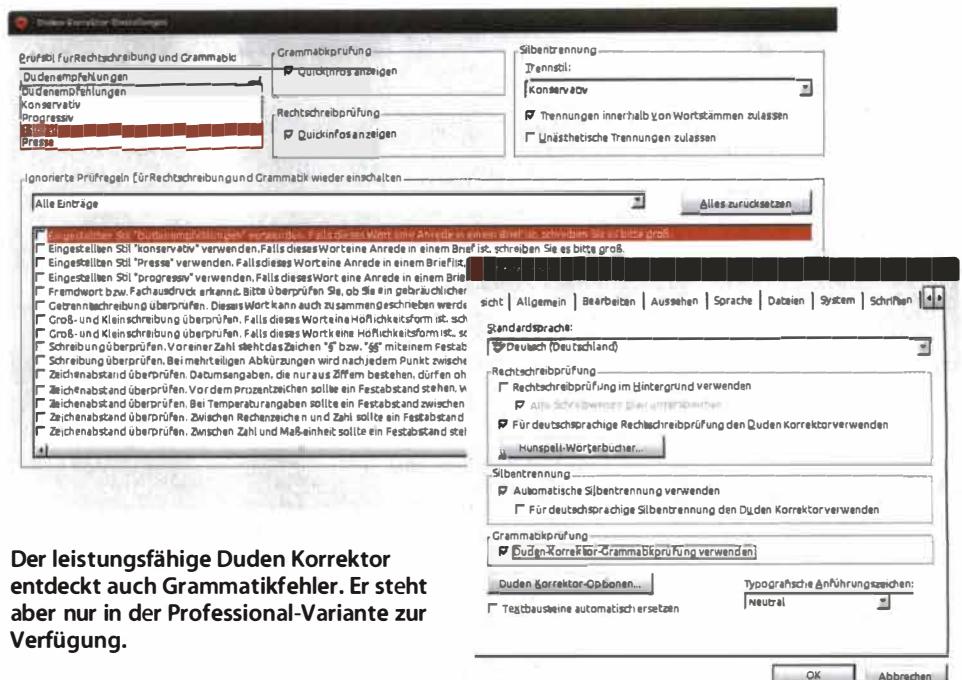
## Näher an Excel

Die neue PlanMaker-Version hat jetzt auch unter Linux Funktionen dabei, die Microsoft in Excel 2007 eingeführt hat. Die bedingte Formatierung von PlanMaker unterstützt nun auch farbige Datenbalken und Symbole, mit denen sich Daten hinterlegen lassen, um zum Beispiel Trends zu markieren. Farbbalken und Symbole sind kompatibel zu Excel und lassen sich in Microsofts Tabellenkalkulation problemlos bearbeiten, wenn man die Tabelle als Excel-Datei speichert. Das beherrscht allerdings auch LibreOffice Calc, und zwar schon seit der Version 3.6.

Auch Pivot-Tabellen sind jetzt kompatibel zu Excel. Mit ihnen kann man riesige Datensmengen auf unterschiedliche Art zusammenfassen und interaktiv aus verschiedenen Blickwinkeln analysieren. So kann man zum Beispiel in einer Vertriebsfirma die Umsätze von Außendienstmitarbeitern nach Regionen oder unterschiedlichen Produktkategorien untersuchen, wobei man einfach zwischen verschiedenen Ansichten hin und her wechselt. Calc beherrscht zwar ebenfalls Pivot-Tabellen, setzt beim Import von Excel-Dateien aber die Auswahlfilter nicht korrekt um, sodass man keine Auswahl mehr treffen kann.

## Animiert präsentieren

Presentations orientiert sich wie auch LibreOffice Impress an Microsofts PowerPoint: In der Mitte des Arbeitsfensters bearbeitet man die aktuelle Folie, über die Folienansicht links wählt man Folien zum Bearbeiten aus oder erzeugt neue; gestaltet werden sie mit Elementen und Funktionen aus der rechten Seitenleiste. Anhand zahlreicher Designs lassen sich Präsentationen mit wenigen Klicks auch



**Der leistungsfähige Duden Korrektor entdeckt auch Grammatikfehler. Er steht aber nur in der Professional-Variante zur Verfügung.**

mit animierten Folienübergängen versehen. Neben PowerPoint-kompatiblen Animationen gibt es hier zahlreiche weitere Effekte, die Folien unter anderem mit 3D-Übergängen aus einem Karussell oder aus einer Konfetti-Wolke einfliegen lassen. Hilfslinien erleichtern die exakte Positionierung von Bildern, Tabellen und anderen Objekten anhand eines Rasters.

Fertige Präsentationen lassen sich manuell oder zeitgesteuert abspielen. Dabei kann der Redner wichtige Punkte auf einer Folie mit einem virtuellen Textmarker hervorheben. Bei Bedarf lassen sich Präsentationen als PDF-Datei oder im HTML-Format speichern; anders als in der Windows-Version lassen sich Präsentationen unter Linux jedoch nicht als Video exportieren.

## Microsoft-kompatibel

Der problemlose Austausch von Dokumenten mit Nutzern anderer Programme ist für viele Anwender ein wichtiges Kriterium. SoftMaker versteht darunter vor allem eine bestmögliche Kompatibilität zu Microsoft Office. Word-Dokumente, Excel-Tabellen und PowerPoint-Präsentationen lassen sich sowohl in den aktuellen als auch in den alten Formaten lesen und schreiben. Dabei übernehmen die SoftMaker-Programme alle Formatierungen und platzieren Bilder, Formeln, Animationen und andere Objekte mit wenigen Ausnahmen an der korrekten Stelle. In komplizierteren Dokumenten kommt es dennoch vor, dass Hintergrundbilder oder Textfelder leicht verschoben werden. Writer, Calc und Impress können zwar Dokumente in Microsofts alten Dokumentformaten ähnlich gut umsetzen, scheitern aber häufig bei den neueren XML-Formaten. Die sehr gute Kompatibilität beschränkt sich in SoftMaker Office jedoch auf die Microsoft-

Formate: Das Open-Document-Format kennt nur das Textprogramm und TextMaker produziert beim Import komplexer Texte so viele Fehler, dass der Dokumentinhalt kaum wiederzuerkennen ist, wenn man ihn später in Writer öffnet.

## Fazit

Die Linux-Version von SoftMaker Office 2016 überzeugt durch eine hohe Geschwindigkeit und vor allem durch den problemlosen Dokumentaustausch mit Microsoft Office. Wer unter Linux Word-Dokumente, Excel-Tabellen und PowerPoint-Präsentationen in den aktuellen Dateiformaten bearbeiten will, findet derzeit nichts Besseres. Hier ist SoftMaker Office LibreOffice weit überlegen. In der Professional-Variante überzeugt der Duden Korrektor mit seiner Grammatikprüfung. Sie deckt viele Fehler auf, die sich erst im Kontext erkennen lassen. Hier kann weder die Rechtschreibprüfung der Standard-Version noch die von LibreOffice auch nur annähernd mithalten.

Die schlechte Unterstützung des Open-Document-Formats, das Behörden einiger Staaten für Dokumente voraussetzen, trübt jedoch das gute Bild von SoftMaker Office. Wer Dokumente in diesem Format nutzt und auf Microsoft-Kompatibilität keinen Wert legt, ist bei LibreOffice besser aufgehoben.

(db@ct.de)

ct Testversion: [ct.de/yvt9](http://ct.de/yvt9)

## SoftMaker Office 2016 für Linux

### Office-Paket

Hersteller	SoftMaker, <a href="http://www.softmaker.de">www.softmaker.de</a>
Systemanf.	Linux mit x86-CPU (32 oder 64 Bit) mit glibc 2.15 oder höher
Preise	70 € (Standard, 3 PCs), 100 € (Professional, 3 PCs)



Georg Schnurer

# Rechnungs-Chaos

## Probleme mit der Buchhaltung bei Unitymedia

Eigentlich ist ein Vertrag mit einem Internet-Provider eine ganz einfache Sache: Der Provider liefert den Zugang und der Kunde zahlt die vereinbarte monatliche Gebühr. Blöd nur, wenn sich der Provider nicht mehr an die getroffenen Vereinbarungen hält.

Christoph O. ist IT-Dienstleister und nutzte für sein Büro in Dieburg lange Zeit einen VDSL-Zugang der Telekom. Die zur Verfügung gestellte maximale Bandbreite von 50 MBit/s im Downstream und 10 MBit/s im Upstream war ihm allerdings schon länger zu gering. Deshalb freute er sich, als Unitymedia in seiner Wohngegend für einen Internet-Zugang warb, der einen Downstream von bis zu 200 MBit/s und einen Upstream von satten 20 MBit/s versprach.

So kontaktierte er den Business-Service von Unitymedia und erkundigte sich, ob diese Bandbreite auch im Rahmen eines gewerblichen Vertrags zu erhalten wäre. Sein Berater konnte ihm aber lediglich einen 100/10-MBit/s-Vertrag anbieten. Mehr Bandbreite stünde erst in etwa einem Jahr zur Verfügung. Da hier immerhin der Downstream deutlich schneller war als bei seinem bisherigen VDSL-Vertrag mit der Telekom, lies sich Christoph O. zu einem Wechsel überreden.

Seine Entscheidung versüßte Unitymedia mit dem Versprechen, dass er bis zum Ablauf seines VDSL-Vertrags keine Grundgebühren

an Unitymedia bezahlen müsste. Christoph O. prüfte seine Unterlagen, teilte dem Verkäufer mit, dass der Telekom-Vertrag noch bis zum 30. 4. 2016 läuft, und bat um schriftliche Bestätigung der grundgebührenfreien Monate.

### Alles prima

Am 8. Juni 2015 begrüßte ihn Unitymedia als neuen Kunden für „Office Internet 100“, dem Business-Tarif des Unternehmens. Zeitgleich traf auch die Kündigungsbestätigung der Telekom zum 30. 4. 2016 ein. Diese faxte Christoph O. sofort an Unitymedia, woraufhin man ihm am 11. Juni schriftlich bestätigte, dass er bis zum 30. April 2016 keine Grundgebühr entrichten müsse. Auch die zusätzlich bestellten fünf statischen IP-Adressen bestätigte Unitymedia. Für den Service sollte Christoph O. 11,78 Euro zahlen. Nach der grundgebührenfreien Zeit, also ab Mai 2016, wäre dann für die verbleibende Vertragslaufzeit eine monatliche Gebühr in Höhe von 55,81 Euro fällig. Hinzu käme noch eine einmalige Anschlussgebühr von 95,08 Euro.

Der Anschluss wurde zum 1. Juli 2015 geschaltet, und fortan surfte Christoph O. in seinem Büro mit bis zu 100 MBit/s. Wenig später, am 3. Juli, trudelte die erste Rechnung ein: Unitymedia kündigte an, am 31. Juli 11,87 Euro von seinem Konto einzuziehen. Von der avisierten Anschlussgebühr fehlte jede Spur.

„Die folgt dann wohl im nächsten Monat“, dachte sich Christoph O. und ging wie gewohnt seinen Geschäften nach. Am 13. Juli 2015 ließ ihn jedoch eine Werbung von Unitymedia stützen: Plötzlich sollte in seiner Wohngegend auch ein Business-Tarif mit 200 MBit/s Bandbreite verfügbar sein. Warum hatte ihm der Berater dann bei Vertragsabschluss gesagt, dass maximal 100 MBit/s möglich seien?

Sofort kontaktierte er die Business-Hotline. Dort bestätigte man die Verfügbarkeit des schnellen Anschlusses. Wenn Christoph O. in diesen Tarif wechseln wolle, sei das kein Problem. Als Bestandskunde müsse er aber auf die ihm zuvor versprochenen gebührenfreien Monate verzichten und noch einmal 79,90 Euro Umstellungsgebühren zahlen.

### Ungerecht

Das fand Christoph O. ausgesprochen ungerecht, schließlich hatte man ihn erst vor knapp vier Wochen mit dem Hinweis auf fehlende Verfügbarkeit auf den Tarif mit langsamerem Internetzugang festgelegt. Doch alles Argumentieren half nichts: Sein Gegenüber an der Business-Hotline blieb hart. Wechseln sei kein Problem, doch die Freimonate seien dann halt weg, beharrte er auf seiner Position.

Nachdem er telefonisch zu keiner Lösung kam, schilderte er seine Situation noch einmal schriftlich und bat um eine faire Lösung. Tatsächlich bestätigte Unitymedia am 27. Juli 2015 die gewünschten Konditionen: Der An-

schluss von Christoph O. werde umgestellt, gegen die bereits avisierte Umstellungsgebühr. Bis zum 30. April 2016 werde Unitymedia auf die Grundgebühr verzichten, danach würden monatlich 96,90 Euro fällig. Die Umstellung erfolgte zum 3. August 2015. Mit dem neuen Tarif entfiel dann auch die Zusatzgebühr für die fünf statischen IP-Adressen, da diese im Paket „Office Internet 200“ bereits enthalten waren. „Na also, geht doch“, dachte sich Christoph O.

## Falsche Rechnung

Als die August-Rechnung ins Haus flatterte, war die Freude dahin: Von der schriftlich zugesicherten Grundgebührbefreiung fehlte jede Spur. Sofort protestierte er schriftlich, doch abgesehen von einer automatischen Eingangsbestätigung reagierte Unitymedia nicht. Auch ein zweites Schreiben vom 28. August 2015 ließ das Unternehmen unbeantwortet. Stattdessen buchte Unitymedia am 31. August stolze 100,75 Euro von seinem Konto ab.

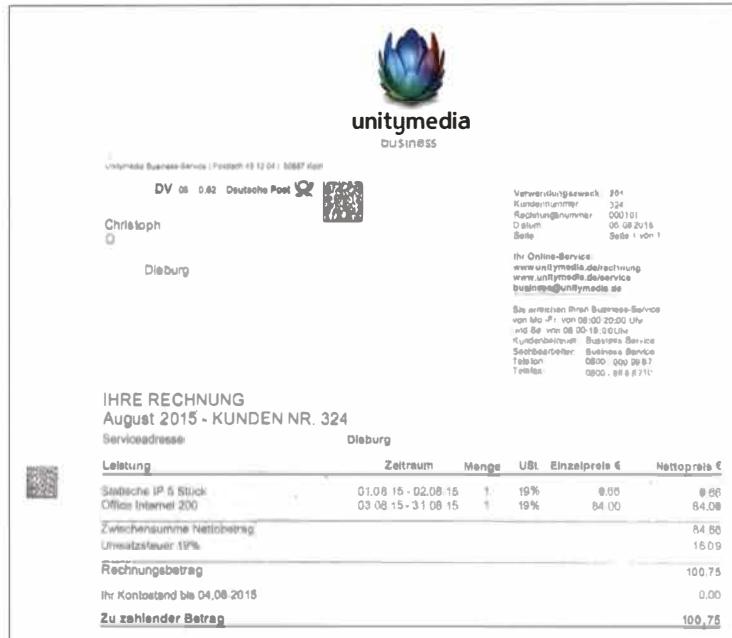
Falsche Rechnungen einfach so kassieren? Das wollte Christoph O. nicht dulden. Kurzerhand wies er seine Bank an, die Abbuchung rückgängig zu machen. Eine direkte Reaktion von Unitymedia blieb aus, dafür entdeckte er am 8. September 2015 eine Überweisung des Providers auf seinem Konto: Die Firma hatte ihm 115,11 Euro zukommen lassen. War damit nun alles gut?

Anscheinend nicht, denn die September-Rechnung belief sich auf 111,94 Euro. Zwar enthielt sie eine Gutschrift der Grundgebühr, doch es tauchte ein ominöser Posten „Kontostand bis 3.9.2015“ in Höhe von 103,42 Euro auf.

Telefonisch bat Christoph O. um Aufklärung. Die Hotline versprach, das Problem zu lösen und sich schriftlich bei ihm zu melden. Am 22. September war es soweit: Unitymedia bedauerte die aufgetretenen Probleme und räumte ein, dass da wohl einiges durcheinander geraten sei. Zudem habe man die Rechnung vom 13. August auch noch an die falsche E-Mail-Adresse gesendet. Immerhin habe der Provider nun die grundgebührlfreie Zeit bis zum 2. Mai 2015 (sic!) im System eingestellt.

Die beiden vom Kunden monierten Rechnungen seien korrekt, da dort lediglich die Gebühren für die zusätzlich bestellten statischen IP-Adressen berechnet worden sei. Um die geschäftliche Partnerschaft nicht gleich zu Beginn zu belasten, habe man die beiden Rechnungen gutgeschrieben und den Betrag an den Kunden ausgezahlt.

Nun hatte Christoph O. zwar eine Erklärung für die ominöse Gutschrift, doch der Zeitraum für die Grundgebührbefreiung lag jetzt in der Vergangenheit. Zudem fehlte nach wie vor eine Aufschlüsselung für die September-Rechnung. Also wandte er sich erneut an Unitymedia. Die Hotline erklärte das falsche Datum bei der Grundgebühr-



befreiung mit einem Druckfehler. Gemeint sei der 1. 4. 2016 – falscher Monat, aber immerhin richtiges Jahr. Um den Rest werde man sich kümmern.

## Falsche Mahnung

Statt Aufklärung erhielt der Kunde Ende Oktober eine Mahnung. Also ging das Drama in die zweite Runde: Christoph O. protestierte schriftlich, Unitymedia bestätigte den Eingang und versprach die baldige Bearbeitung.

Endlich, am 24. Oktober 2015, kam das vermeintlich erlösende Schreiben: Selbstverständlich gelte die Grundgebührbefreiung bis zum 1. Mai 2016. Zudem bestätigte Unitymedia die Gutschrift sämtlicher offener Posten in Höhe von 113,14 Euro. Diese seien inklusive der daraus resultierenden Mahn- und Rücklastschriftgebühren durch Fehler von Unitymedia entstanden. Es folgte noch eine Entschuldigung für die Pannenserie.

Alles gut? Leider nein. In der November-Rechnung berechnete Unitymedia erneut die ominösen 113,94 Euro, die laut dem Schreiben vom 24. Oktober eigentlich ausgebucht worden waren. Christoph O. sah angesichts dieses Rechnungs-Chaos keinen anderen Weg, als sich an die c't-Redaktion zu wenden.

## Nachgefragt

Nach der Lektüre der vielen, teils widersprüchlichen Schreiben und Rechnungen von Unitymedia können wir die Verärgerung des Kunden gut nachvollziehen. Es hat den Anschein, als bemühe sich die Support-Abteilung nach Kräften, das Problem des Kunden zu lösen, doch irgendwie scheint die Buchhaltung querzuschließen. Ganz offenbar hat die Rückbuchung von Christoph O. Sand

Und so begann es: Entgegen der vertraglichen Vereinbarung buchte Unitymedia Grundgebühren ab.

ins vollautomatisierte Abrechnungsgetriebe von Unitymedia gestreut. Doch wenn ein Unternehmen trotz rechtzeitigem Kundenprotest dennoch Geld einzieht, das ihm nicht zusteht, darf und muss sich der Kunde mit allen ihm zur Verfügung stehenden Mitteln wehren. Eine Rücklastschrift ist bei Abbuchungen ein durchaus legitimes Mittel. Das Chaos, dass Unitymedia daraufhin losgetreten hat, darf nicht zu Lasten des Kunden gehen.

Wir baten deshalb Olaf Winter, Pressesprecher bei Unitymedia, um eine Erklärung. Dieser räumte ein, dass es bei der Vertragsumstellung von Christoph O. zu einem Fehler gekommen sei. Dadurch habe man im August einen falschen Betrag abgebucht. Da sich die bereits veranlasste Korrekturbuchung mit den Beschwerden des Kunden überschnitten habe, sei fälschlicherweise wieder der Ausgangszustand hergestellt worden. Unitymedia verstehe, dass sich der Kunde über die Abbuchungsfehler und die daraus entstandene Verwirrung geärgert habe. Man entschuldige sich deshalb explizit.

Immerhin, so der Pressesprecher weiter, sei dem Kunden kein finanzieller Nachteil entstanden. Das Kundenkonto sei nun ausgeglichen. Die November-Rechnung könne Christoph O. als gegenstandslos betrachten. Auf eine Rückforderung der fälschlicherweise erstatteten 111,94 Euro werde man verzichten.

Damit liegt der Pressesprecher auf der Linie, die der Unitymedia Business Service bereits am 4. November eingeschlagen hatte. Bleibt zu hoffen, dass dies nun auch bis zur Buchhaltung durchdringt, und nicht erneut Mahnungen versandt werden.

Christoph O. ist jedenfalls froh, dass nun alles geregelt zu sein scheint. Auch wenn ihm kein direkter finanzieller Schaden aus dem Unitymedia-Rechnungs-Chaos entstanden ist, hat ihn die Geschichte doch viel Zeit und Mühe gekostet. (gs@ct.de) ct



Peter-Michael Ziegler

# Fahrprüfung

Mit dem Autopiloten im Tesla Model S unterwegs

Die Oberklasse-Limousine Model S des kalifornischen Unternehmens Tesla Motors besticht durch mehrere Besonderheiten: reiner Elektroantrieb, wahnsinnige Beschleunigung, große Reichweite. Jetzt hat Tesla dem Fahrzeug auch noch einen Autopiloten spendiert – wir haben ihn ausprobiert.

Die E-Mail kam ganz unverhofft. Ob wir nicht Lust hätten, den neuen Autopiloten des Model S auszuprobieren, fragte Tesla Motors an. Vier Tage lang – ganz alleine. Ein Computer auf vier Rädern, der auch noch selbstständig fahren kann? Aber hallo.

Das Model S ist nach dem Roadster das zweite Elektrofahrzeug von Tesla. Hinter dem Unternehmen steht der Investor, Erfinder und Multi-Milliardär Elon Musk. Der gebürtige Südafrikaner machte sein Geld zunächst mit dem Aufbau des Internet-Bezahl-dienstes PayPal, der später für 1,5 Milliarden US-Dollar an eBay verkauft wurde.

Seinen Anteil investierte Musk in zwei neue Start-ups: das private Raumfahrtunternehmen SpaceX, das heute erfolgreich Satel-

liten ins All befördert und zu einem wichtigen Versorger der Internationalen Raumstation (ISS) geworden ist, sowie Tesla Motors.

Während der bis 2012 produzierte Roadster eher in die Kategorie Freizeitauto fällt, ist das seit 2013 auch in Deutschland erhältliche Model S als Limousine ausgelegt. Mehr entspanntes Reisen statt Cabrio-Feeling. Unser Testwagen sollte ein Model S „P90D“ sein, das sich – dank des P am Anfang – durchaus auch Sportwagen nennen darf.

Denn das rein elektrisch angetriebene und bis zu 250 km/h schnelle Fahrzeug kann so rasant beschleunigen, dass einem die Spucke weg bleibt. Im wörtlichen Sinn. Einige spüren es auch in den Ohren, wenn der Gleichgewichtssinn funkts: Achtung! Achter-

bahn-Start! In weniger als drei Sekunden von null auf hundert, das schaffen nicht viele Autos.

Und vor allem nicht so leise: Bis auf Reifen-Abrollgeräusche ist das Model S kaum zu hören – weder im Fahrzeug noch draußen.

## Wahnsinn

Formel-1-Sprints im öffentlichen Straßenverkehr – das ist doch Wahnsinn, werden einige jetzt denken. Tatsächlich hat Tesla den Schaltknopf zum Abrufen der Maximalleistung auf dem zentralen 17-Zoll-Touchscreen-Display, über das die meisten Fahrzeugfunktionen des Model S bedient werden, in Deutschland auch mit dem Wort „Wahnsinn“ belegt.

Aber wie Achterbahnen, auf denen (statistisch belegt) nur sehr selten etwas passiert, ist auch das Model S so konstruiert, dass die Masse trotz hoher G-Kräfte sehr gut kontrollierbar bleibt. Verantwortlich dafür sind mehrere Besonderheiten des Fahrzeugs – darunter die Straßenlage, die sich völlig von anderen Pkw unterscheidet.

Während etwa ein Golf viel tun muss, um Gewichtsunterschiede zwischen Front (Motor, Getriebe, Klimaanlage, Batterie etc.) und Heck (Kofferraum) auszugleichen, ist das Model S mit einer zentralen, mehr als 700 Kilogramm schweren Akku-Einheit bestückt, die den kompletten Unterboden zwischen

Vorder- und Hinterachse ausfüllt. Ist das Fahrzeug zudem mit dem optionalen Smart-Air-Paket (pneumatische Federung statt Stahlfedern) ausgestattet, klebt das Auto geradezu auf der Straße.

Die von einem Aluminium/Titan-Trägersystem gestützte und über wenige Schrauben mit dem Chassis verbundene Akku-Einheit besteht aus 14 bis 16 Modulen mit eigenem Batteriemanagement, in denen jeweils mehr als 450 zylindrisch angeordnete Lithium-Ionen-Zellen von Panasonic sitzen.

Abhängig von der bestellten Akku-Größe kommt das Model S so auf eine Gesamtenergiemenge von 70 bis 90 kWh, was bei ruhiger Fahrweise durchaus für 350 bis 400 Autobahnkilometer reicht.

Angetrieben wird das „Model S P90D“ von zwei Elektromotoren: einem 350-kW-Motor auf der Hinterachse und einem etwas kleineren (193 kW) für die Vorderachse. Das Fahrzeug hat somit Allradantrieb – was für Autopilot-Funktionen ebenso von Vorteil ist wie die elektrische Lenkung, die vom deutschen Zulieferer „Robert Bosch Automotive Steering“ (früher ZF Lenksysteme) stammt.

## Mobiles Auge

Überhaupt steckt viel von Bosch in dem Auto, wie auch von anderen namhaften Zulieferern der Automobilindustrie – Continental (Luftfederung) zum Beispiel oder Brembo (Scheibenbremsen). Aber in der Fahrzeugtechnik will Tesla das Rad auch gar nicht neu erfinden. Das Unternehmen versteht sich viel mehr als Hightech-Unternehmen mit Kernkompetenzen in Soft- und Hardware.

Maschinelles Lernen, künstliche Intelligenz, Big Data und vor allem Computer Vision, also die Befähigung von Computern, Bildinhalte zu interpretieren und in verwertbare Informationen zu überführen – das sind Themen, mit denen sich die Entwicklungsingenieure von Tesla Motors auseinandersetzen. Denn zu den großen Zielen, die Elon Musk verfolgt, gehört außer der Verbreitung von Elektromobilität die Einführung des autonomen Fahrens.

Damit ein Auto autonom fahren kann, muss es drei Grundfunktionen beherrschen: Masse selbstständig beschleunigen, Masse selbstständig abbremsen und Masse selbstständig in eine gewünschte Bahn lenken. Das automatische Beschleunigen und Abbremsen ist mit der Einführung von 77-GHz-Radarsystemen für Pkw schon länger möglich. Volkswagen beispielsweise nennt das ACC (Adaptive Cruise Control) und bietet das System selbst für Kleinwagen wie den Polo an.

Auch an das automatisierte Lenken trauen sich die meisten großen Automobilhersteller inzwischen heran. Allerdings sind die verfügbaren Systeme oft nur für niedrige Fahrgeschwindigkeiten ausgelegt, etwa in Staus. Tesla Motors geht einen Schritt weiter und hat Autopilot-Funktionen in das Model S integriert, die auch bei normalen Autobahnfahrten, auf Bundesstraßen und selbst im Stadtverkehr nutzbar sind.

Das Fahrzeug ist dazu ab Werk mit einem 77-GHz-Radarsystem ausgestattet, insgesamt zwölf Ultraschallsensoren sowie einer Frontkamera. Bei der Bildauswertung greift Tesla unter anderem auf Technik des israelischen Unternehmens Mobileye zu. Mobileye entwirft sogenannte SoCs (Systems on Chips) für Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), die unter dem Namen EyeQ vertrieben werden.

EyeQ-Chips enthalten mehrere parallel arbeitende Vision Computing Engines (VCE) sowie mehrere Vector Microcode Machines (VMP) und können dadurch verschiedene videobasierte ADAS-Funktionen wie Spurhalteassistent, Verkehrszeichenerkennung oder auch Frontaufprallwarnung miteinander kombinieren.

Mobileye ist kein Unbekannter in der Branche: 2014 belieferte das Unternehmen eigenen Angaben zufolge 18 Unternehmen der Automobilindustrie mit insgesamt 2,7 Millionen EyeQ-Chips. 2016 sollen es bereits 23 Unternehmen sein, die insgesamt 240 Fahrzeugmodelle damit bestücken. Zu den Kunden gehören auch deutsche Hersteller wie Audi, BMW und Opel. Gefertigt werden die EyeQ-Chips von STMicroelectronics.

## Linksspur-Pächter

Wir sind mit dem Model S in vier Tagen rund 1000 Kilometer gefahren und haben Teslas Autopiloten in vielen Situationen ausprobiert. Von seiner besten Seite zeigte sich das System bei längeren Autobahnfahrten: Zweimal kurz den Autopilot-Schalthebel an der linken Lenkradseite zu sich ziehen, die gewünschte Geschwindigkeit einstellen und schon fährt das Auto bis auf Widerruf von selbst.

Von selbst heißt in dem Fall: Das Fahrzeug erkennt über die Frontkamera die Markierungen der Fahrspur, auf der es sich befindet und wird über die integrierte Steuerelektronik mittig auf dieser Spur gehalten, auch in Kurven. Zusätzlich verarbeitet das System Daten aus der GPS-gestützten Fahrzeugnavigation und weiß somit immer im Voraus, wann die nächste Kurve kommt.

Erfasst das Front-Radarsystem des Model S ein anderes Fahrzeug auf derselben Spur, das aber langsamer ist, bremst das eigene Fahrzeug automatisch ab und hält einen vorgegebenen Abstand ein, den der Fahrer über ein Drehräddchen am Autopilot-Schalthebel selbst wählen kann. Beschleunigt das vorde- re Fahrzeug, beschleunigt auch das Model S.

Tesla Motors bewirbt den neuen Autopiloten zudem mit einem automatischen Spurwechselassistenten. Dieser würde sich beispielsweise anbieten, um langsam fahrende Lkw ohne Fahrereingriff links zu überholen. So richtig „automatisch“ funktionierte das im Testfahrzeug aber noch nicht. Vielmehr muss der Fahrer beide Hände ans Lenkrad legen und selbst den Blinker betätigen – dann aber wechselt das Model S tatsächlich eigenständig und elegant von einer Fahrbahn auf die andere.

Der Grund für den obligatorischen Fahrereingriff beim Spurwechsel liegt auf der Hand: Für videobasierte ADAS-Funktionen greift das Model S derzeit nur auf die bereits erwähnte Frontkamera zu – braust ein Linksspur-Pächter im Mean-Look mit hohem Tempo von hinten heran, fehlt dem System diese Information. Die Entscheidung, ob ein Spurwechsel möglich ist, muss also (noch) der Mensch treffen.



Das 17-Zoll-Touchscreen-Display ist die zentrale Bedieneinheit des Tesla Model S. Dahinter sitzt ein Embedded-PC.



134 000 Euro ruft Tesla Motors für diese Version des Model S auf. Dafür sind Luftfederung und extra Sprint-Power inklusive.



**Model-S-Besitzer erhalten ein Autoleben lang kostenlose Strom an Supercharger-Stationen. Gedacht sind die Schnelllader allerdings nur für Langstreckenfahrten.**

Künftige Fahrzeuge von Tesla Motors wie das Model X oder das für 2017 angekündigte Model 3 dürften aber mit viel mehr Kamera-systemen ausgestattet sein. Das sogenannte „hochautomatisierte Fahren auf Autobahnen“ (HAF), an dem auch alle großen deutschen Automobilbauer intensiv arbeiten, ist also nur eine Frage der Zeit.

HAF bedeutet, dass die Fahrzeugsteuerung über längere Zeit komplett an einen Computer übergeben wird. Der Fahrer muss das System dann nicht mehr dauerhaft überwachen, sondern kann sich auch fahrfremden Aktivitäten wie etwa dem Internet-Surfen widmen.

### Große Ziele

So weit ist der aktuelle Autopilot im Model S noch nicht. Zwar kann der Fahrer durchaus für längere Zeit die Hände vom Steuer nehmen und das Auto auch bei höheren Geschwindigkeiten selbst fahren lassen – ohne dauerhafte Kontrolle geht es aber noch nicht. Trotzdem empfanden wir den Autopiloten schon jetzt als großen Komfort- und Sicherheitsgewinn.

Überrascht waren wir von der Präzision der Lenkautomatik. Selbst enge Kurven auf kleinen Landstraßen schaffte das System meist selbstständig – was nicht zuletzt dem präzisen Kartenmaterial geschuldet sein



**Durch zweimaliges Heranziehen des unteren Schalt-hebels auf der linken Lenkrad-Seite aktiviert man den Autopilot des Model S.**

dürfte. Bei der Navigation greift das Model S auf zwei Komponenten zu: Kartendaten von Navigon, die auf einer fest installierten Speicherplatte abgelegt sind, sowie Live-Daten von Google Maps.

Aber auch bei Überlandfahrten gilt: Vorsicht! Denn das Fahrzeug kann bislang nicht selbst einschätzen, ob die eingestellte Geschwindigkeit unter Umständen zu hoch ist. In der Stadt lässt sich der Autopilot ebenfalls aktivieren. Hat man beispielsweise im Stop-and-Go-Verkehr ein Auto vor sich, bremst das Fahrzeug an Ampeln bis zum Stopp und beschleunigt bei Grün auch wieder. Die Interpretation von Lichtsignalen sowie das Abbiegen an Kreuzungen beherrscht das System aber noch nicht.

Mit dem letzten großen Software-Update für das Model S hat Tesla außerdem damit begonnen, Daten von allen mit Model-S-Fahrzeugen zurückgelegten Strecken in eine Cloud-Infrastruktur hochzuladen und zu analysieren. Automatisiert verarbeitet werden sowohl Informationen aus der Fahrzeugsensorik als auch Positions- und Fahrdaten. Ziel sind noch präzisere Abbildungen der Straßennetze.

Nach den Vorstellungen von Musk soll die Tesla-Flotte künftig wie ein selbstlernendes Netzwerk agieren, in dem jedes Fahrzeug von den Erfahrungen anderer Fahrzeuge profitiert. Registriert ein Tesla-Auto beispiels-

weise, dass Fahrbahnmarkierungen auf einer Straße fehlen, wird diese Information anderen Fahrzeugen, die ebenfalls an der Stelle vorbeikommen, zur Verfügung gestellt.

Möglich ist dies, weil alle Tesla-Fahrzeuge rund um die Uhr über Mobilfunk (in Deutschland per O2-Netz) oder WLAN mit dem Internet verbunden sind. Auch Software-Updates mit Bug-Fixes oder neuen Funktionen spielt Tesla „Over-the-Air“ (OTA) ein.

### Freies Autofahren

Angezeigt werden Model-S-Besitzern eventuelle Updates – die man übrigens auch ignorieren kann – über das schon erwähnte 17-Zoll-Touchscreen-Display, das hochkant in die Mittelkonsole eingebaut ist und leicht in Richtung Fahrer zeigt. Ein zweites, etwa 12 Zoll großes Display im Armaturenbrett dient als Instrumententafel und liefert dem Fahrer Informationen zur aktuellen Geschwindigkeit, eingeschalteten Assistenzfunktionen oder auch Abbiegeanweisungen der Routeführung.

Während in anderen Fahrzeug-Cockpits oft ganze Heerscharen von physischen Knöpfen und Schaltern für das Bedienen von Klimaanlage, Sitzheizung, Radio, Navigation oder auch Telefon verbaut sind, kommt das Model S mit sehr wenigen aus: einem Warnblinker, einem elektrischen Handschuhfach-



**Die Frontkamera nutzt der Autopilot des Model S vor allem für die Spurführung.**



**Die mehr als 6500 Lithium-Ionen-Akkus sind unter der gesamten Fahrgastzelle zwischen Vorder- und Hinterachse montiert.**

Öffner sowie sechs Funktionselementen auf dem Lenkrad.

Der Rest wird über den 17-Zoll-Touchscreen bedient. Direkt dahinter befindet sich auch gleich ein Großteil der Intelligenz des Fahrzeugs: ein Embedded-PC von der Größe eines DIN-A4-Aktenordners mit zahlreichen Anschlüssen, der unter Ubuntu-Linux läuft. Das derzeit von einem Tegra-4-Prozessor angetriebene Mainboard entwickelt Tesla ebenso wie viele andere Platinen im Fahrzeug selbst.

An die Hauptplatine sind per USB jeweils ein WLAN-, ein Bluetooth- und ein Mobilfunkmodul angebunden. Sowohl die Touchscreen-Einheit als auch die Cockpit-Display-Einheit mit eigenem Tegra-3-Prozessor

haben außerdem Zugang zu einem Ethernet-Switch, an dem wiederum ein Gateway zum CAN-Bus des Fahrzeugs hängt. Dieses Gateway ist besonders geschützt, um zu verhindern, dass eventuell eingeschleuster Schadcode bis zur Antriebselektronik beziehungsweise zum Batteriemanagement durchdringt.

Ein großer Vorteil des OTA-Prinzips von Tesla ist, dass das Unternehmen sofort reagieren kann, wenn Sicherheitslücken bekannt werden. Patches lassen sich so in kürzester Zeit an alle Fahrzeuge weltweit verteilen, statt aufwendige Rückrufe starten zu müssen.

Trotzdem dürfte es auch einige Menschen geben, die dem Tesla-Konzept eines vernetzten Fahrzeugs mit einiger Skepsis ge-

genüberstehen. Denn gefragt werden die Kunden in der Regel nicht, wenn in Kalifornien neue Features wie beispielsweise der Aufbau eines „Fleet Learning Network“ beschlossen werden.

Spätestens 2018 ist in Europa aber sowieso Schluss mit dem Traum vom „freien Autofahren“. Denn dann müssen EU-Neufahrzeuge mit dem automatischen Notrufsystem eCall ausgestattet sein. Das bedeutet verpflichtenden Einbau von Satellitennavigationsempfänger und Mobilfunkmodul in jeden Neuwagen. Tesla Motors hat diesen Schritt bereits vollzogen. (pmz@ct.de)

**ct** Weitere Infos, Bilder und Videos:  
[ct.de/ypjd](http://ct.de/ypjd)

## Drei Fahrer, drei Meinungen zum Model S

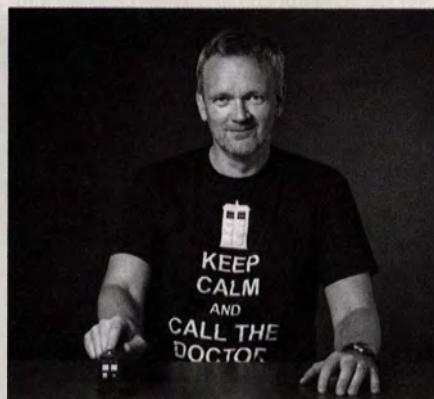


### Schnelle Freundschaft

Ein Auto, das in drei Sekunden von 0 auf 100 beschleunigt, brauche ich im Alltag nicht. Mit dem Autopiloten des Model S könnte ich mich allerdings sofort anfreunden. Wer unsicher ist, kann die Hände zunächst auf dem Lenkrad liegen lassen. Dann spürt man schon sehr genau, wie fein und präzise die Lenkbewegungen sind. Das schafft Vertrauen. Mir reichte nach einer Weile bereits ein einzelner Finger als Lenkrad-Kontrolle.

Anders als zunächst erwartet, führte der halbautonome Fahrmodus des Model S – also keine automatischen Überholvorgänge, keine automatische Anpassung an Geschwindigkeitsbeschränkungen – bei mir auch nicht dazu, dass ich mich weniger auf den Verkehr um mich herum konzentriert hätte. Im Gegenteil: Die geistigen Ressourcen, die man sonst für das manuelle Spurhalten einsetzt, kann man jetzt viel besser in die Beobachtung des Verkehrs investieren.

Allerdings wird es wohl noch etwas dauern, bis die Technik in Preisregionen angekommen ist, die für mich akzeptabel sind. Solange muss mein Kleinwagen halt noch durchhalten. (Johannes Maurer)



### Zwei Gesichter

Beim Model S bin ich genauso zwiegespalten wie das Auto selbst, das einerseits Dragracer ist – andererseits aber auch bequeme Reisekutsche. Die Idee, Autopilot-Funktionen „Over-the-Air“ nachzuliefern, ist zwar zeitgemäß, aber auch riskant. Denn plötzlich hat jeder einen „Autopiloten“. Ob man damit vernünftig umgehen kann, fragt keiner. Womöglich gefährdet man nicht nur sich selbst, sondern auch Insassen und andere Verkehrsteilnehmer.

Nutzt man die Autopilot-Funktion sinnvoll, reist man allerdings deutlich entspannter über die Autobahn. Auch Staus nerven viel weniger – das Auto weiß schon, was es tut. Anders als der E-Golf ist das Model S auch kein Spielzeug, sondern dank 350 Kilometer Reichweite (bei gesitteter Fahrweise) ein tatsächlich sinnvolles Auto.

Ein zuschaltbares Fahrgeräusch wäre noch gut, damit Passanten das Auto im Stadtverkehr nicht nur sehen, sondern auch hören – aber vielleicht wird das ja eh noch vorgeschrrieben. Für einen TIE-Fighter-Sound würde ich dann auch 'nen Zehner locker machen. (Volker Zota)



### Haben-Wollen-Faktor

Das Model S gehört zu den besten Autos, die ich bislang gefahren habe. Und das waren schon einige. Antrieb und Lenkung reagieren sehr präzise, die Straßenlage ist einfach sensationell. Mit etwas Übung kann man das Auto sogar mit nur einem Pedal fahren. Denn allein die Rekuperation (Energierückgewinnung) reicht oft schon aus, um das Fahrzeug an einer Ampel oder Kreuzung zum Halten zu bringen. Die neuen Autopilot-Funktionen vergrößern den Haben-Wollen-Faktor nur. Man fühlt sich, als habe ein neues Zeitalter des Autofahrens begonnen.

Allerdings ist der Preis für das Fahrzeug so hoch, dass wohl nur die wenigsten es sich leisten können. 100 000 Euro sollte man schon einkalkulieren, will man auf Annehmlichkeiten wie Luftfederung oder Panoramadach nicht verzichten. Und dann muss ich an meinen jüngsten Autokauf denken. Neuwagen, vor einem Jahr. Was ich damals auf keinen Fall wollte? Ein vernetztes Auto. Mich regen schon die ständigen Updates auf meinem Smartphone auf. Und was ist das Model S? Der Inbegriff des vernetzten Autos. (Peter-Michael Ziegler)



Achim Barczok, Hannes A. Czerulla, Alexander Spier

# Android ausreizen

## Alternativen zu den Google-Apps

Wer alles aus Android herausholen will oder das System ohne Google betreiben, die Akkulaufzeiten verlängern oder gar rooten möchte, findet hier die passenden Tipps und Anleitungen. Ein guter Anfang ist es, die mitgelieferten Google-Programme durch Apps zu ersetzen, die beispielsweise Offline-Navigation ermöglichen, Cloud-Speicher verschlüsseln oder mit Exchange-Servern umgehen können.

**E**in neues Android-Gerät ist in Sekunden einsatzbereit und mit fast allem ausgestattet, was man im Alltag benötigt. Allerdings klatschen viele Hersteller ihre überladenen Bedienoberflächen auf die Original-Oberfläche, Google greift persönliche Daten ab und der Akku hält zu kurz. Glücklicherweise bietet Android viele Möglichkeiten, gegen solche Ärgernisse vorzugehen. Unser Schwer-

punkt zeigt Schritt für Schritt, wie man das Betriebssystem komfortabler, sicherer und effizienter macht.

Bevor man in den Tiefen des Betriebssystems herumbastelt, sollte man mit den Apps anfangen. Das vorinstallierte Portfolio von Google und den Smartphone-Herstellern stößt schnell an seine Grenzen. Google Maps beispielsweise funktioniert offline nur sehr eingeschränkt. Google Mail empfängt keine E-Mails von fremden Anbietern und auch der Kalender funktioniert nur mit der Google-Cloud.

Im Google Play Store findet man schnell Ersatz für alle Google- und Hersteller-Apps. Der Funktionsumfang vieler Alternativen übersteigt den der vorinstallierten Programme. Manche sind auf Bereiche spezialisiert, die Android nicht bedient, oder von überflüssigem Beiwerk befreit. Die Auswahl ist gigantisch, weswegen wir Apps zusammengestellt haben, die allgemein zu empfehlen sind oder einmalige Features bieten.

Hat man einen Favoriten gefunden, braucht man die Google- und Hersteller-Apps meist nicht mehr. Allerdings lassen sie sich nicht ohne Weiteres deinstallieren. Um sie loszuwerden, gibt es zwei Möglichkeiten: Möchte man die Programme komplett löschen und den Speicherplatz freigeben, muss man das Gerät rooten (siehe S. 70).

Einfacher ist es, die App zu deaktivieren. Dabei verschwindet das App-Icon, die Dateien bleiben aber vorhanden. Die entsprechende Option steht in den Einstellungen unter dem Menüpunkt Apps. Dort kann man auch die bereits installierten Updates und den Cache des jeweiligen Programms löschen, was ein bisschen Speicherplatz freigibt. Solange die Anwendung deaktiviert ist, kann man sie nicht nutzen. Überlegt man es sich anders, kann man das Programm jederzeit wieder aktivieren.

(hcz@ct.de)

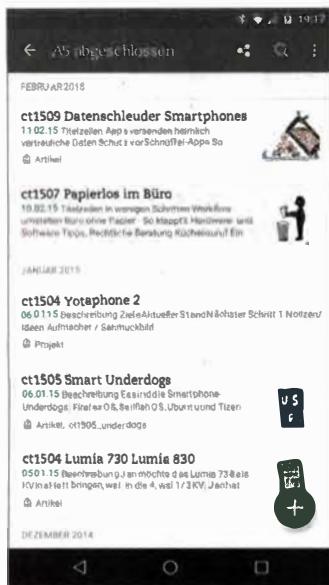
## Android ausreizen

Launcher	Seite 68
Android ohne Google	Seite 70
Diebstahlschutz	Seite 72
Display, Knöpfe, LEDs	Seite 74
Rooting	Seite 76
FAQ Strom sparen	Seite 78

**ct** Alle Apps: [ct.de/yce2](http://ct.de/yce2)

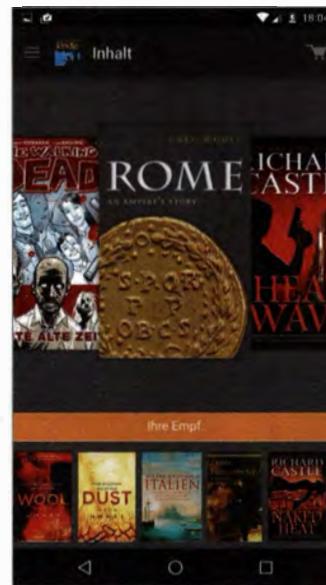
## Notizen

Für die Einkaufsliste reicht die Notizen-App von Android, doch wer wirklich Notizzettel ersetzen will, braucht **Evernote**. Die App synchronisiert Texte, Fotos, eingescannte Dokumente und handgeschriebene Notizen mit der Cloud. Dabei wird alles indexiert: Die Suche nach einem Begriff findet ihn – egal ob eingetippt, handgeschrieben oder abfotografiert.



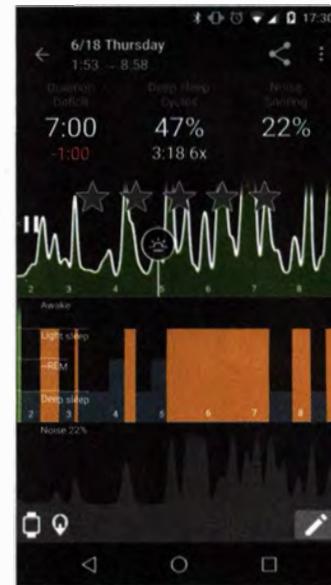
## Filme und E-Books

Googles Shops sind maximal zweite Wahl, wenn es um Medien geht. Amazon hat ein deutlich breiteres Portfolio an E-Books in der **Kindle App**. **Amazon Video** bekommt man nicht in Play, aber über die Amazon-Webseite (siehe c't-Link). Darüber kann man nicht nur Serien und Filme kaufen und leihen, sondern als Prime-Nutzer auch kostenlos schauen.



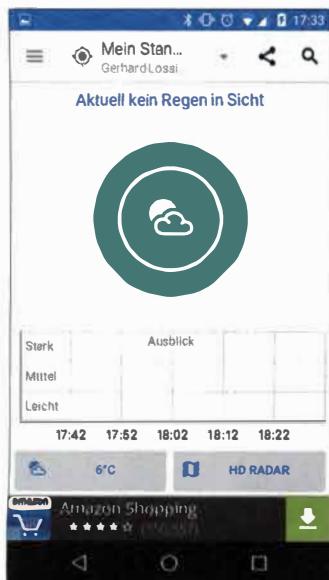
## Wecker

Wer schwer aus dem Bett kommt und mehr über seinen Schlaf wissen will, kommt an **Sleep as Android** kaum vorbei. Aufzeichnung der Schlafphasen, eine Schnarchstatistik und unerbittliche Abrechnungen des Schlafdefizits motivieren dazu, früher ins Bett zu gehen. Als Wachmacher gilt es, Aufgaben zu lösen – beispielsweise einen QR-Code im Bad einzuscannen.



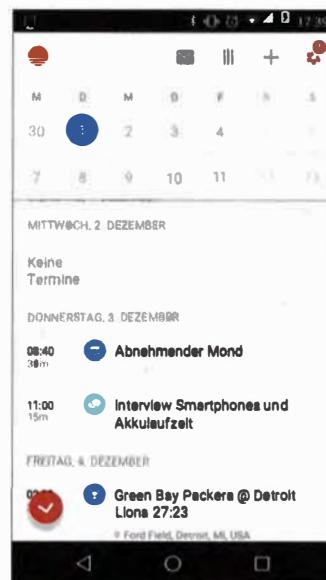
## Wetter

Wenn dunkle Regenwolken drohen, beantwortet **Rain Today** auf die Minute genau, ob man einen Schirm braucht. Während andere Wetter-Apps den Tagesverlauf nur grob vorhersagen, warnt Rain Today erstaunlich präzise bis zu 60 Minuten vor dem nächsten Regenguss. Dahinter steckt zwar nur ein aufgemotztes Regenradar, doch züglicher als Satellitenbilder ist es allemal.



## Kalender

**Sunrise** vereint alle Kalender, Termine, Geburtstage und Erinnerungen an einer Stelle. Während sich der Google Kalender gegenüber anderen Diensten abschottet, nimmt Sunrise fast alles entgegen, was ein Datum hat – egal ob Erinnerungen in Evernote oder die Sendetermine der Lieblingsserie. Eine Liste mit vorgefertigten Kalendern macht den Start einfach.



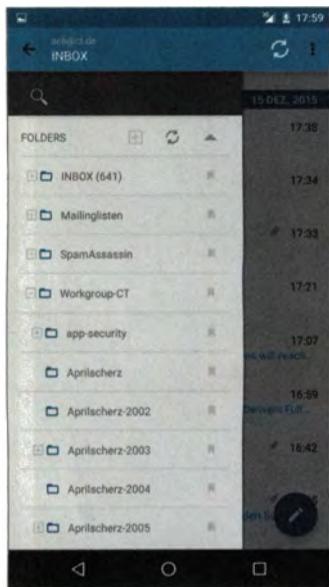
## Kamera-App

Es lohnt sich, im App Store nach Kamera-Apps zu stöbern, denn es gibt gleich mehrere, die den Job besser machen als die Standard-App von Google. Uns gefällt **Camera Zoom Fx** besonders gut. Sie lässt nicht bloß alle erdenklichen Parameter anpassen; sie bringt auch Dutzende Effekte, Filter und Spielereien mit, um schicke Instagram-Postings oder Foto-Collagen zu erstellen.



## Mail-Client

Es gibt außer dem populären Mail-Client K9 einen weiteren Liebling in der Redaktion: **MailDroid**. Wie K-9 ist er weit mächtiger als Googles Standard-Client, kommt mit den Protokollen IMAP, POP3 und Exchange zu recht und unterstützt von Haus aus PGP – und er besitzt ein deutlich intuitiveres Interface als K-9. Die werbefreie Version kostet allerdings 20 Euro.



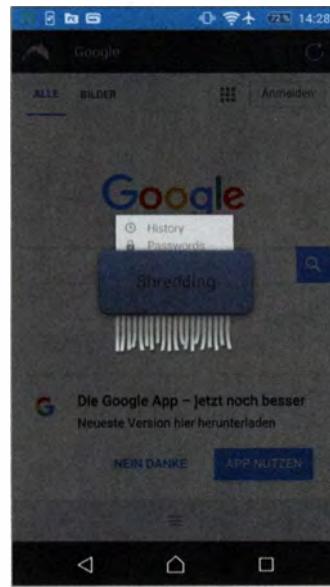
## Zeitungen und Zeitschriften

Das niederländische Start-up **Blendle** bietet ein umfassendes Angebot deutscher und englischsprachiger Titel, eine gute Stöberfunktion und die Möglichkeit, Zeitungs- und Zeitschriftenartikel einzeln zu kaufen. Wer für sein Gerät nur die Beta-Version angezeigt bekommt, sollte lieber auf der mobilen Webseite des Anbieters lesen – dort macht das Stöbern mehr Spaß als in der Beta-App.



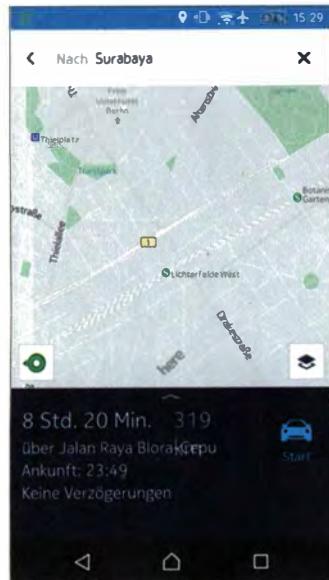
## Browser

Der **Dolphin Zero Incognito Browser** bietet zwar kaum Funktionen oder Optionen, ermöglicht aber halbwegs anonymes Surfen. Beim Schließen löscht er automatisch Cookies, Verlauf, Standort und alle anderen persönlichen Informationen. Kommt er mal nicht weiter, öffnet ein Button den großen Bruder Dolphin Browser mit vollem Funktionsumfang.



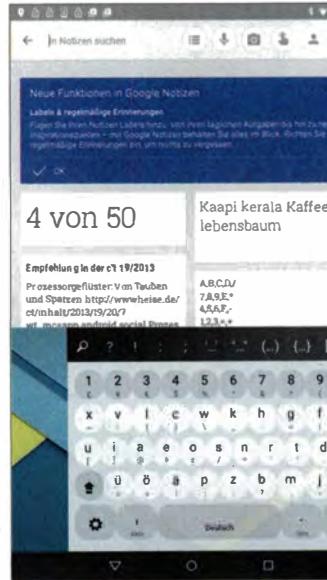
## Navigation

Die ursprünglich von Nokia entwickelte Navi-App **Here Maps** bietet den gleichen Bedienkomfort wie Google Maps, ist genauso professionell und übersichtlich gestaltet und bringt kostenlose Offline-Karten mit, die fast für alle Länder verfügbar sind. Einarbeitungszeit wie beim Konkurrenten OsmAnd ist dank der einfachen Bedienung nicht nötig.



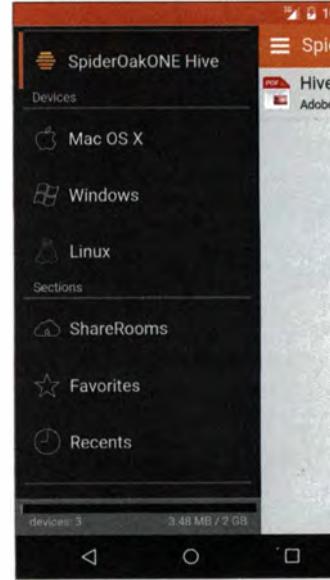
## Tastatur

Die kostenlose Onscreen-Tastatur **Multiling O Keyboard +emoji** unterstützt zahlreiche Sprachen und gibt dem Nutzer fast grenzenlose Freiheit bei der Gestaltung. Zudem kann man etliche Layouts und Themes auswählen und so Tastenanordnung und das Aussehen den eigenen Vorlieben anpassen. Einen ausführlichen Praxis-Artikel dazu finden Sie in c't 24/15, Seite 174.



## Cloud-Speicher

Der Cloud-Dienst **SpiderOak** funktioniert nach dem Zero-Knowledge-Prinzip: Vor dem Upload via App oder Desktop-Programm werden die Dateien verschlüsselt, sodass außer dem Nutzer keiner – nicht einmal der Cloud-Anbieter – Zugriff hat. Auf Wunsch kann man Ordner teilen oder automatische Backups einzeln ausgewählter Dateien anfertigen. 2 GByte Speicher sind gratis.





1blu

- > Bis zu 300 GB SSD oder 1.500 GB HDD
- > Bis zu 16 CPU-vCores nutzen
- > Bis zu 32 GB RAM garantiert
- > Bis zu 48 GB RAM maximal

# 1blu-vServer

## Mit superschneller SSD-Power!

### 1blu-vServer 8X

#### Wahlweise 1.500 GB HDD oder 300 GB SSD

- > 32 GB RAM garantiert
- > 48 GB RAM maximal
- > Bis zu 16 CPU-vCores nutzen
- > 6 IP-Adressen verfügbar
- > Centos 6/7 | Ubuntu 14.04 | Debian 7/8
- > Plesk 12.5
- > Traffic inklusive
- > SSL-Zertifikat inklusive

statt 49,- €  
nur  
**1,-**  
€/Monat\*

6 Monate lang!

### 1blu-vServer LX

#### Wahlweise 300 GB HDD oder 120 GB SSD

- > 4 GB RAM garantiert
- > 8 GB RAM maximal
- > Bis zu 2 CPU-vCores nutzen
- > 2 IP-Adressen verfügbar
- > Centos 6/7 | Ubuntu 14.04 | Debian 7/8
- > Plesk 12.5
- > Traffic inklusive
- > SSL-Zertifikat inklusive

statt 7,90 €  
nur  
**1,-**  
€/Monat\*

6 Monate lang!

\* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Angebote verfügbar ab Anfang Januar 2016 (Näheres unter [www.1blu.de](http://www.1blu.de)). Bei Bestellung bis 31.01.2016 alle 1blu-vServer für 1,- €/Monat in den ersten 6 Monaten (Vertragslaufzeit jeweils 12 Monate); danach jeweils regulärer Preis/Monat (z.B. 1blu-vServer LX 7,90 €, 1blu-vServer 8X 49,- €). Keine Einrichtungsgebühr für 1blu-vServer bei einer Vertragslaufzeit von 12 Monaten. Verträge jeweils jederzeit kündbar mit 1 Monat Frist zum Ende der Vertragslaufzeit. Angebote für andere Vertragslaufzeiten siehe [www.1blu.de](http://www.1blu.de).



Dr. Oliver Diedrich

# Tapetenwechsel

## Frischer Homescreen mit neuem Android-Launcher

Ein neuer Launcher ist die einfachste und ungefährlichste Methode, seinem Android-Gerät ein neues Gesicht zu verpassen. Einige Launcher glänzen mit umfangreichen Konfigurationsoptionen, andere mit innovativen Bedienkonzepten.

**N**ichts prägt das Look and Feel eines Android-Geräts so sehr wie der Launcher: Er zeigt die Homescreens an, platziert die Widgets, organisiert die Apps und interpretiert die Touch- und Wischgesten auf dem Homescreen. Das Schönste daran: Launcher sind ganz normale Apps, die man ohne Nebenwirkungen installieren und bei Nichtgefallen einfach wieder löschen kann. An die hundert Stück hält der Play Store bereit.

Die traditionellen Launcher lehnen sich optisch und funktional an Googles Android-Launcher an. Der originale Google-Now-Launcher steht im Play Store zum kostenlosen Download bereit und verpasst jedem Android die aufgeräumte Optik aktueller Nexus-Geräte. Viel mehr Flexibilität bietet der beliebte Nova-Launcher.

### Die Klassiker

Das fängt schon damit an, dass Nova den Homescreen auch im Querformat anzeigt. Sowohl auf dem Homescreen als auch in der App-Übersicht kann man festlegen, wie viele Icons in welchem Raster und welcher Größe angezeigt werden. Widgets lassen sich beliebig platzieren und skalieren. Neben beliebig vielen Homescreens kennt Nova auch mehrere Docks, zwischen denen man wie zwischen den Homescreens hin- und herwischen. Auf Wunsch lässt sich die Statusleiste ausblenden; zusätzliche Gesten erleichtern die Bedienung. Die gesamte Konfiguration lässt sich speichern, auch in der Cloud, und auf demselben oder einem anderen Gerät wiederherstellen.

Das Konzept einer traditionellen Bedienung bei mehr Anpassbarkeit verfolgen auch CM, Hola und Solo Launcher. Sie gehören zu den beliebtesten Launchern im Play Store und beschreiben sich als modern, schnell und schlank. Allerdings bringen alle drei überflüssigen Ballast wie einen RAM-Booster mit und versuchen, den Anwender zur Installation weiterer Apps zu verleiten. So baumelt beim CM Launcher ein Reklame-Icon von der Benachrichtigungsleiste; der Hola Launcher präsentiert App-Werbung in den Apps Hola Picks, Hola Spiele und HeartApp – die man immerhin löschen kann. Besonders viele Konfigurationsoptionen bietet der Buzz

Launcher; gelungene Homescreen-Designs kann man übers Netz mit anderen Buzz-Nutzern teilen. Ein Klassiker, der schon seit Jahren entwickelt wird, ist der Go Launcher Ex.

Bei vielen alternativen Launchern lässt sich die Optik mit Icon-Sets aus dem Play Store weiter aufpeppen; auch die Unterstützung für Themes ist weit verbreitet. Manchmal gibt es Zusatzfunktionen wie das Schnellstartmenü Shine des Hola Launchers, das sich aus einer Bildschirmecke heraus starten lässt. Einige Launcher versuchen, die installierten Apps automatisch zu kategorisieren, um so für mehr Übersicht zu sorgen, oder organisieren die App-Übersicht nach den Anfangsbuchstaben der App-Namen.

### Die Innovativen

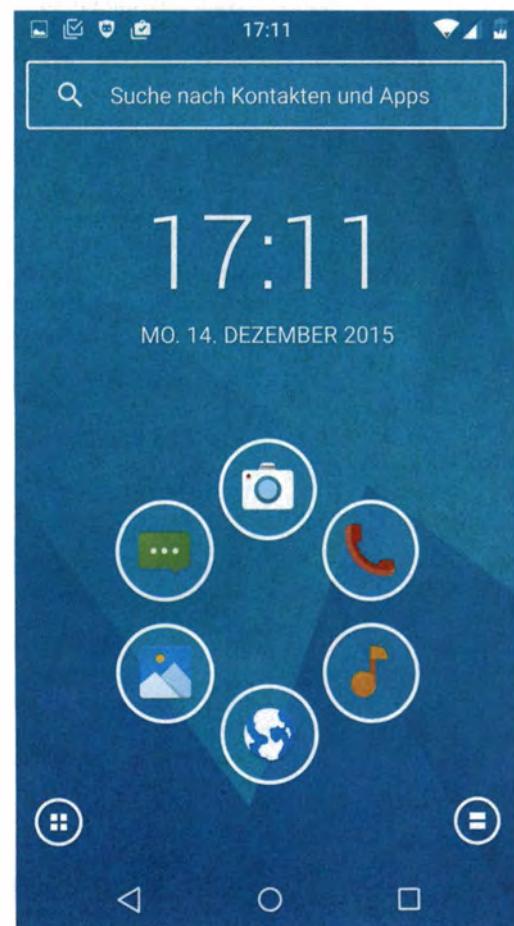
Einige Launcher führen neue Bedienkonzepte in die Android-Welt ein. So simuliert der One Launcher die iOS-Optik, während der Launcher 8 WP Style die Kacheln von Windows 8 und 10 nachbaut. Origineller ist der Aviate-Launcher von Yahoo, der je nach Umgebung und Tageszeit unterschiedliche Informationen und Apps anzeigt, um die Funktionsfülle des Smartphones kontext-abhängig zu bändigen.

Nokias Z Launcher passt sich an das Verhalten des Users an, um die meist genutzten Apps, Kontakte und Informationsquellen prominent anzuzeigen. Apps wählt man wie üblich aus einer Übersicht aus, man kann aber auch einfach die Anfangsbuchstaben auf den Homescreen malen – das funktioniert erstaunlich gut. Microsofts Arrow-Launcher möchte Android mit fest vorgegebenen Screens vereinfachen: Ein Screen sammelt die am häufigsten verwendeten Apps, einer die wichtigsten Kontakte, einer die zuletzt genutzten Apps und Kontakte, einer die Widgets. Auch der Z Launcher und der besonders schlanke Nano Launcher lernen während der Benutzung dazu.

Der Smart Launcher arrangiert auf einem sehr reduzierten Homescreen die wichtigsten Apps in einer Art Blume, wobei jedes Icon bei einfacher und doppeltem Antippen zwei unterschiedliche Apps starten kann. Auch hier landen Widgets auf einem eigenen Screen – allerdings erst in der kostenpflichtigen Pro-Version.

Die Auswahl an Launchern ist groß, und etwas Besseres als Samsungs Touchwiz findet sich allemal. Mehrere Launcher lassen sich problemlos parallel installieren; Android fragt dann, welcher genutzt werden soll. Unter „Startseite“ in den Systemeinstellungen oder mit einer App wie Home Switch können Sie jederzeit zwischen den Launchern wechseln. (odi@ct.de)

ct Weitere Screenshots: [ct.de/y1yk](http://ct.de/y1yk)



Alternative Launcher wie der Smart Launcher peppen Android auf – ganz ohne Risiken und Nebenwirkungen.

# Maker Faire®

DEUTSCHLAND • ÖSTERREICH • SCHWEIZ

FAMILIEN-FESTIVAL FÜR INSPIRATION,  
KREATIVITÄT & INNOVATION

DER GROSSE MAKER-TREFFPUNKT.

**3D-DRUCK** Wearables Upcycling/Recycling  
Hardware Hacking Arduino/Raspberry Pi & Co.

Crafting/Handarbeit **ROBOTIK** Steampunk  
Handwerk

Wissenschaft & Forschung **Elektronik** Musik

**Internet of Things** **QUADROCOPTER**

Unterstützen Sie als Sponsor die Maker-Szene, präsentieren Sie sich kreativen, technik- und wissenschaftlich begeisterten Menschen und zeigen Sie auf, welche Innovationen und welche Kreativität Sie mit Ihren Produkten verbindet. Um die Nachwuchsförderung zu unterstützen, wird auf den Maker Faires Hannover und Berlin 2016, erstmals ein zusätzlicher Bildungstag für Schüler und Lehrer stattfinden!

Weitere Informationen zu Sponsoring- und Ausstellungs-Möglichkeiten unter der Rubrik Partner werden auf [www.maker-faire.de](http://www.maker-faire.de).

**FOR MAKERS ONLY:**

Die Call for Makers sind eröffnet!

Dortmund



MÄRZ

Wien



APRIL

Hannover



MAI

Friedrichshafen



JUNI

Berlin



OKTOBER



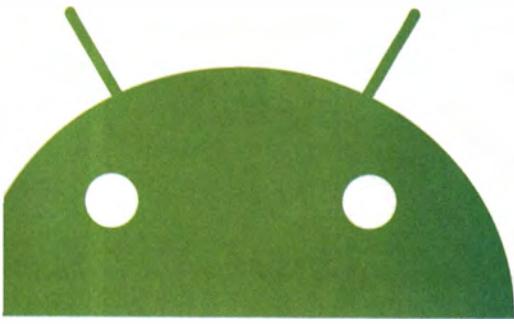
**WWW.MAKER-FAIRE.DE**

Achim Barczok

# Android pur

## Android ohne Google und Hersteller-Apps nutzen

**Google, Samsung, Sony & Co. packen das Betriebssystem Android mit einer Vielzahl von Apps voll, die nicht jeder haben will. Um sie loszuwerden, muss man einige Tricks anwenden. Das macht das Smartphone bei weitem nicht dumm – denn selbst für den Play Store gibt es Alternativen.**



Auch wenn Android inzwischen sehr eng mit diversen Apps und Diensten verzahnt ist: Anders als iOS und Windows Phone kann man das Google-Betriebssystem auch prima ohne die Apps von Google benutzen. Und selbst die Zusatzdienste von Herstellern wie Samsung oder Sony lassen sich auf einem Android-Telefon oder -Tablet größtenteils deaktivieren.

Die Verknüpfungen zwischen Gerät und den Herstellern von System und Hardware bestehen grundsätzlich auf vier Stufen, die sich mit unterschiedlichem Aufwand trennen lassen:

- Synchronisierung persönlicher Daten wie Kalender oder Kontakte kappen (leicht)
- vorinstallierte Apps wie Browser, Musik-Shop und Mail-Client deaktivieren (mittel)
- Alternativen für die Apps aus dem Play Store finden (schwer)
- Verknüpfungen auf Systemebene lösen (sehr schwer)

Dieser Artikel gibt Tipps, wie Sie diese Elemente teilweise oder komplett loswerden, worauf Sie dabei verzichten müssen – und wo es gute Alternativen gibt.

### Komplett frei

Der einzige Weg, der die Verzahnungen auf allen vier Ebenen sauber entfernt, führt über ein Gerät, das von Anfang an ohne Zusatz-Apps von Google und dem Hardware-Hersteller daherkommt. Kaum ein Hersteller bietet so ein Smartphone oder Tablet an – wir haben jedenfalls 2015 kein einziges ins c't-Testlabor bekommen. Fast immer vorinstalliert sind Play Store, die meisten anderen Google-Apps wie Chrome-Browser und GMail sowie Extra-Shops und -Apps der Gerätehersteller.

Weil aber das für jeden Entwickler verfügbare Android-Basispaket AOSP (Android Open Source Project) solche Google- und Hersteller-Apps nicht enthält, gibt es auch schlanker Android-Builds ohne Zusatzdienste. Solche Custom-ROMs wie CyanogenMod muss man allerdings nachträglich auf sein Smartphone aufspielen – mehr dazu lesen Sie auf Seite 76. Das ist aufwendig, zumal es nicht für jedes Smartphone oder Tablet ein passendes Image gibt.

Die Entscheidung gegen Google kann man später noch revidieren: Falls man die Google-

Dienste doch noch auf einem Custom-ROM nutzen möchte, lassen sie sich auch nachträglich installieren – als über diverse Webseiten erhältliches Paket „Gapps“.

### Stück für Stück

Leichter ist eine Kur in kleinen Schritten, mit der man zumindest die ersten drei Ebenen entschlackt. Einzig an die Hersteller-Integration in das System kommt man auf diese Weise nicht richtig ran – Aktualisierungen sucht das Gerät weiterhin über den Hersteller-Server, lädt GPS-Hilfsdaten und meldet sich nach Installation als neues Android-Gerät bei Google.

Viel gewonnen haben Sie auf Ihrem Smartphone bereits, wenn Sie bei der Einrichtung kein Google-Konto angeben und auf den darauffolgenden Einrichtungsschritten möglichst wenig Häkchen setzen. So überspringen Sie Angebote wie den Google-Standortdienst oder die Anmeldung beim Smartphone-Hersteller. Dann werden Kontakte, Kalenderdaten und Ähnliches nicht synchronisiert, aber auch der Zugriff auf die Medien-Shops und den Play Store ist nicht mehr möglich – wenn überhaupt, fließen nur noch anonyme Daten.

Alternativ können Sie einen Google-Account anlegen und mit falschen Daten befüllen; dank der überall erhältlichen Play-Store-Gutscheine sind darüber sogar anonyme App-Käufe möglich. Allerdings muss Ihnen bewusst sein: Würde Google alle über dieses Konto gesammelten Daten von Browser-Historie bis Bewegungsprofil auswerten, würde die Spur wohl trotz Anonymität sehr schnell zu Ihnen führen.

Wenn Sie nur auf einen Teil der Google-Dienste verzichten möchten, aber zum Beispiel den Play Store behalten wollen, können Sie alle unerwünschten Verbindungen auch einzeln kappen. Deaktivieren Sie dazu in „Einstellungen/Konten/Google“ alles, worauf Sie verzichten können. Stellen Sie vorher sicher, dass Sie bestehende Kontakte oder Kalenderdaten lokal gesichert haben – auf den meisten Geräten kann man sie in den jeweiligen Apps über deren Einstellungen als Backup exportieren.

Weitere Dienste verstecken sich in den Google-eigenen Einstellungen, die je nach

Android-Version im App-Menü als eigener Punkt „Google Einstellungen“ oder unter „Einstellungen/Google“ zu finden sind. Gehen Sie hier akribisch alles durch und schalten Sie aus, was Sie nicht nutzen möchten. Diese Schritte sind selbst dann wichtig, wenn Sie kein Google-Konto eingerichtet haben; anonymisierte Standortdaten beispielsweise gleicht Google auch auf Smartphones ohne Google-Konto ab. Weiterhin sollten Sie unter „Einstellungen/Sichern & Zurücksetzen“ das Google-Backup deaktivieren, denn darüber speichert Google unter anderem WLAN-Passwörter und persönliche Daten aus den Apps anderer Herstellern.

### Apps deaktivieren

Bleiben noch die vom Hersteller und Google vorinstallierten Apps. Entfernen Sie unter „Einstellungen/Anwendungen“ oder „Einstellungen/Apps“ in der Liste „Installierte Apps“ alle Einträge der unerwünschten Apps. Hier finden sich oft auch vorinstallierte Apps von „Partnerunternehmen“ des Herstellers, etwa Pizzadienste. Danach wechseln Sie in die Liste „Alle“; dort stehen beispielsweise Chrome, GMail, Maps, Facebook oder Samsung Gear. Die meisten Apps aus der „Alle“-Liste lassen sich nicht deinstallieren, sondern nur deaktivieren. Nach Deaktivierung starten die Apps nicht mehr und sind auch nicht mehr Teil des App-Menüs – das dürfte den meisten Anwendern reichen.

Aber Vorsicht: Die „Alle“-Liste enthält auch System-Dienste. Android zerschießen kann man auf diesem Weg zwar unserer Erfahrung nach nicht, da sich zwingend erforderliche Dienste nicht deaktivieren lassen. Aber wenn Sie beispielsweise den Download-Manager, die Tastatur oder die SMS-App entfernen, sollten Sie vorher einen adäquaten Ersatz installiert haben.

Deaktivierte Apps können Sie über die Liste „Deaktiviert“ bei Bedarf wieder einschalten. Einige Programme lassen sich nicht deaktivieren; auf unseren Testgeräten waren das zum Beispiel der Samsung-Kalender oder die Google-Play-Dienste. Diese wird man nur auf einem gerooteten Smartphone mit Werkzeugen wie Titanium Backup los.

Nach diesen Vorkehrungen bleiben immer noch kleine Verbindungen mit

Google bestehen, zum Beispiel regelmäßige Update-Checks oder Aktualisierungen von Sprachpaketen. Wer Google auch hier misstraut, muss auf ein Custom-ROM umsteigen oder vielleicht generell überlegen, ob Android für ihn die richtige Wahl ist.

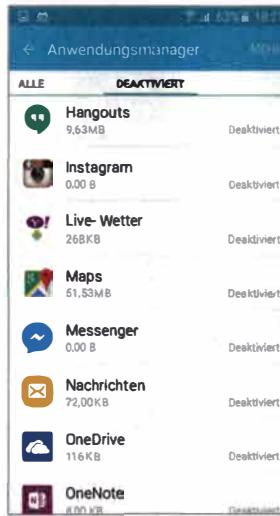
## Kontakte, Kalender

Auf den meisten Smartphones und Tablets können Sie Kontakte und den Kalender auch lokal speichern – ganz ohne Online-Abgleich. Wenn Sie sich dazu entscheiden, sollten Sie regelmäßig Backups anlegen, um bei Verlust des Handys die Daten nicht zu verlieren. Entweder exportieren Sie dazu regelmäßig den aktuellen Stand auf Ihren PC oder besser noch synchronisieren die Informationen mit dem kostenlosen Windows-Programm MyPhoneExplorer von FJSOFT zwischen Rechner und Mobilgerät. Lässt Ihr Smartphone von Haus aus keine lokalen Kontakte oder Kalender zu – wie bei Nexus-Geräten –, helfen Apps wie Offline Calendar oder MyLocalAccount weiter. MyLocalAccount verwendet einen eleganten Trick: Es legt einen Dummy-Dienst an, mit dem Sie dann Kalender und Adressbuch „synchronisieren“ – in Wirklichkeit bleiben die Daten aber auf dem Gerät.

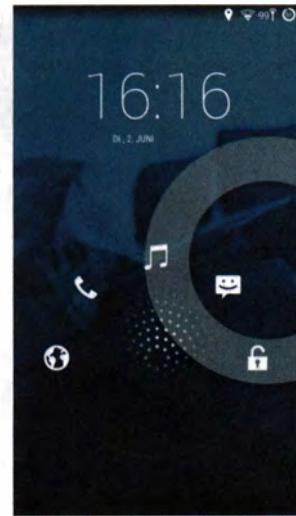
## Apps ohne Play Store

Für die Standardanwendungen eines Android-Smartphones gibt es viele Alternativen, die sogar besser als die Apps von Google sind – eine Liste haben wir Ihnen auf Seite 64 zusammengestellt. Wollen Sie allerdings auch auf den Play Store verzichten, wird es kniffliger: Die meisten Apps sind nur über den Google-Shop erhältlich.

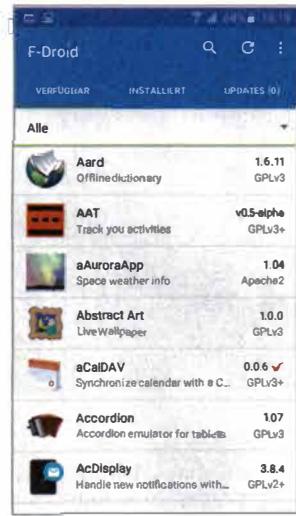
Mit dem Amazon Store gibt es inzwischen eine brauchbare Alternative zum Play Store, doch auch dahinter steckt natürlich ein großes Unternehmen mit Interesse an den persönlichen Daten des Anwenders – man treibt den Teufel also mit dem Beelzebub aus. Wer aber eh rege bei Amazon einkauft, den kann das nicht schrecken.



In den Einstellungen listet Android alle installierten Apps und Dienste. Manche kann man nur deaktivieren, aber nicht deinstallieren.



Ein Custom-ROM wie CyanogenMod ist die einzige Chance auf ein komplett Google-freies Android-Smartphone.



Der Android-Shop F-Droid bietet Dutzende kostenlose Open-Source-Apps und prüft regelmäßig, ob App-Updates bereitstehen.

Herstellerunabhängig ist dagegen der Shop F-Droid, der ausschließlich kostenlose und Open-Source-Programme für Android listet – was die Auswahl allerdings deutlich reduziert. Dennoch findet man Apps für die wichtigsten Kategorien wie Browser, Mail-Client, Navigation und selbst Spiele. Ein paar Highlights, die es bei F-Droid oder direkt von den jeweiligen Entwicklern gibt, haben wir Ihnen im Kasten unten zusammengestellt.

Es gibt außerdem Dutzende Webseiten, die Installationsdateien von Android-Apps (APK) direkt anbieten – sogar von solchen, die man sonst nur im Play Store bekommt. Diese Angebote sind mit Vorsicht zu genießen, weil solche APKs womöglich manipuliert und mit Schadsoftware verseucht sind. Am vertrauenswürdigsten ist noch die Webseite apkmirror.com, die von der amerikanischen Android-News-Site „Android Police“ gepflegt wird.

Sicherer ist es, solche APKs selbst über den Desktop-PC direkt bei Google herunterzuladen. Dafür brauchen Sie zwar ein Konto bei Google, müssen sich damit aber nicht auf dem Handy anmelden. Dieser indirekte Weg ist von Google nicht vorgesehen, aber dennoch möglich mit dem quelloffenen APK-Downloader raccoon. Das funktioniert selbst mit vielen Kauf-Apps, sofern sie über das Google-Konto gekauft wurden. Die so aufs Handy übertragenen Apps haben allerdings einen entscheidenden Nachteil gegenüber Apps, die über den Play Store oder F-Droid installiert wurden: Sie erfahren nicht, wenn Updates erscheinen und müssen sie händisch einspielen.

(acb@ct.de)



Alle Apps:  
[ct.de/yspx](http://ct.de/yspx)

## Apps, die ohne Play Store auskommen



**APG (F-Droid):** OpenPGP für Android, Integration in Mailer K9 möglich



**Barcode Scanner (F-Droid):** einfacher Barcode- und QR-Code-Scanner



**Firefox (F-Droid):** Web-Browser von Mozilla



**Newpipe (F-Droid):** YouTube-Client



**Öffi (oeffi.schildbach.de):** Verbindungs- auskunft im öffentlichen Nahverkehr



**OSMand~ (F-Droid):** On- und Offline-Karten, Routenberechnung und Navigation



**Telegram (F-Droid):** Instant-Messenger mit End-to-End-Verschlüsselung



**Threema (threema.ch):** Instant-Messenger mit End-to-End-Verschlüsselung



**Twidere (F-Droid):** Twitter-Client

Hannes A. Czerulla

# Apps gegen Diebe

## Diebstahlschutz für Android-Smartphones und -Tablets



**Ob man sein Smartphone verliert oder jemand es stiehlt, spielt netto keine Rolle: Weg ist weg. Die wichtigsten beiden Fragen sind auch gleich: Wie schütze ich meine Daten? Und wie bekomme ich mein Gerät eventuell zurück? Apps, Aufkleber und Google selbst helfen aus der Patsche.**

Die Wenigsten würden jeden Tag einen 500-Euro-Schein in die Hosentasche stecken und auch noch damit in der Öffentlichkeit herumwedeln. Bei ebenso wertvollen Smartphones haben wir damit kein Problem. Je teurer das Modell, desto wahrscheinlicher ist ein Diebstahl und desto unwahrscheinlicher wird die Rückgabe, wenn man es liegenlässt. Ist das Gerät weg, will man in jedem Fall Fremden den Zugriff auf die Daten verwehren oder sie sogar löschen und das Gerät nach Möglichkeit wieder aufspüren.

Schon ein paar generelle Tipps helfen: Stellen Sie immer eine Bildschirmsperre ein. Ob Zahlen-PIN, Fingerabdruck oder die als unsicher geltende Wischgeste ist erst mal egal, denn für die meisten Finder stellen alle drei Methoden eine Barriere dar. Zudem erschwert die Sperrere, dass jemand das Gerät in den Werkszustand zurückversetzt.

Die IMEI-Nummer identifiziert ein Gerät eindeutig und hilft zu beweisen, dass es sich um das eigene Smartphone oder Tablet handelt, falls es wieder auftaucht. Zwar lässt sich unter Umständen die IMEI ändern; das setzt aber viel Aufwand und Fachwissen voraus. Man findet die Nummer hinterm Akku oder tippt in die Telefon-App die Kombination \*#06#. Die Nummer klebt außerdem meist auf der Originalverpackung.

Professionelle Diebe haben es meist nur auf die Geräte selbst abgesehen, nicht auf die SIM-Karten. Damit aber dennoch niemand auf fremde Kosten telefoniert, sollte man die Karte eines abhanden gekommenen Smartphones vom Provider sperren lassen: Anruf bei der jeweiligen Service-Nummer genügt. Für eine Ersatzkarte verlangen die Mobilfunkanbieter meist 5 bis 25 Euro – also weniger als für stundenlange Gespräche ins Ausland oder zu Service-Rufnummern.

### Hausmittel

Google bietet mit dem Geräte-Manager seit Android 2.2 eine ins Betriebssystem integrierte Lösung an, um (verlorene gegangene) Geräte zu verwalten. Den Geräte-Manager erreicht man unter der Web-Adresse [google.com/android/devicemanager](http://google.com/android/devicemanager) oder per Google-Suche. Außer der klassischen Version für Desktop-Rechner gibt es unter

derselben Adresse eine für Mobilgeräte angepasste Seite. Google Play hält eine einschlägige App bereit, die aber nicht installiert sein muss, um das Gerät selbst zu verwalten. Drei Bedingungen müssen erfüllt sein, um alle Funktionen des Managers nutzen zu können: Das Gerät muss online und mit einem Google-Konto verbunden sein und der Android Geräte-Manager muss auf dem Gerät als Administrator registriert sein. Die entsprechende Option liegt unter Einstellungen/Sicherheit/Geräteadministratoren. Bei modernen Smartphones und Tablets ist diese Option von Haus aus aktiviert.

Das Web-Interface bietet vier Funktionen: Eine Google-Map zeigt die letzte bekannte Position und das dazugehörige Datum. Dazu muss die Standortfreigabe auf dem Gerät aktiviert sein. Die Genauigkeit beträgt maximal 10 Meter, nimmt in Innenräumen ohne GPS aber massiv ab. Auch in ländlichen Gegenden mit weniger Funkzellen ist die Ortung ungenauer als in Ballungsgebieten.

Vermutet man das Gerät in der Nähe, kann man es mit voller Lautstärke klingeln

lassen – selbst wenn es lautlos oder auf Vibration eingestellt ist. Der Alarm hört erst nach fünf Minuten wieder auf oder wenn man am Gerät den Entsperrknopf drückt. Als dritte Option sperrt der Geräte-Manager das Smartphone oder Tablet. Vor der Sperrung legt man ein neues Bildschirmschloss fest und schreibt eine Nachricht oder Telefonnummer, die auf dem gesperrten Display erscheint. Der Finder oder Dieb des Telefons kann die angezeigte Nummer vom gesperrten Gerät aus anrufen. Sonstige Benachrichtigungen zeigt der Sperrbildschirm wie gehabt an.

Die letzte Möglichkeit besteht darin, alle Daten zu löschen, also einen Werks-Reset durchzuführen. Dabei gehen alle Einstellungen und persönlichen Daten verloren. Auch Dateien im internen Speicher wie Fotos und Musik werden vernichtet; die Speicherkarte bleibt aber unangetastet. Nachdem man das System zurückgesetzt hat, funktioniert der Geräte-Manager nicht mehr. Das bedeutet, dass Ortung, Klingeln und Sperren nicht mehr zur Verfügung stehen, auch ist der

The screenshot shows the AndroidLost.com website's 'Controls' section. It includes three main sections: 'Alarm' (described as ignoring the silent mode and setting the volume to normal), 'Benutzerdefinierter Alarm' (described as selecting a different alarm tone), and 'Vibration' (described as vibrating for a specified duration). The website has a navigation bar with links like 'FAQ', 'Forum', 'Guide', 'Testimonials', 'Credits', and language and donation buttons.

Das Web-Interface von Lost Android mag einfach aussehen, lässt aber kaum Wünsche offen.

eigene Google-Account nicht mehr mit dem System verknüpft.

Falls das Gerät gerade offline ist, reagiert es erst auf die Befehle, wenn wieder eine Internetverbindung besteht. Hat der neue Besitzer das Gerät im Offline-Modus auf Werkseinstellungen zurückgesetzt, läuft der Geräte-Manager ins Leere.

Seit Version 5.1 enthält Android die Reaktivierungssperre „Device Protection“. Diese Funktion erzwingt die Eingabe der zuletzt verwendeten Google-Zugangsdaten, nachdem jemand das Handy auf Werkseinstellungen zurückgesetzt hat. Wer diese Daten nicht besitzt, kann Android nicht starten. Leider ist die Sperre nicht auf allen Smartphones mit Android 5.1 aktiv. Sie taucht nicht im Menü auf, sondern tritt automatisch in Kraft. Samsung geht eigene Wege: Auf aktuellen Geräten wie dem Galaxy S6 muss man ein Samsung-Konto einrichten und die Reaktivierungssperre manuell aktivieren.

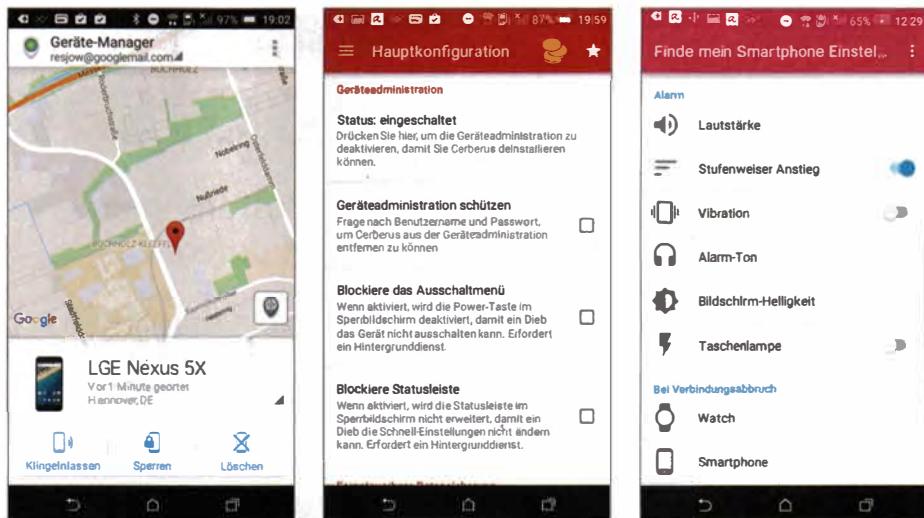
## Mit Fahndungsfoto

Apps wie den Geräte-Manager bekommt man in Google Play auch von anderen Anbietern – einige davon mit interessanten Zusatzfunktionen. Fast alle Programme setzen tiefgreifende Zugriffsrechte voraus und wie der Android Geräte-Manager eine Eintragung als Geräteadministrator.

Die App „Cerberus“ kann das Android-Gerät nicht nur per Web-Browser steuern, sondern auch per SMS. Der Vorteil ist, dass das Mobilgerät keine Internetverbindung braucht. SMS mit einer Kombination aus einem frei wählbaren Passwort und bestimmten Befehlen löschen oder orten beispielsweise das Gerät. Eine Liste mit möglichen Befehlen erhält man bei der Einrichtung automatisch per Mail. Auf Wunsch nimmt die App einen Screenshot oder ein Video mit der Kamera auf und verschiickt das Ergebnis via E-Mail. Mit AutoTask kann man Regeln formulieren, wann Cerberus automatisch Nachrichten verschicken soll. Die App könnte beispielsweise den Standort senden, wenn jemand die SIM-Karte tauscht, oder ein Foto der Frontkamera knipsen, wenn ein falscher Entsperr-Code eingegeben wurde. Damit Cerberus unentdeckt bleibt, kann man seine Verknüpfung im App-Menü ausblenden. Eine Woche lässt sich Cerberus kostenlos ausprobieren, danach verlangen die Entwickler einmalig 4,99 Euro.

„Lost Android“ funktioniert ähnlich wie Cerberus per SMS oder Internetverbindung, verknüpft sich aber ohne separaten Account mit dem Google-Konto. Die Zugangsdaten werden nicht an Lost Android weitergegeben. Die Bedienoberfläche des Web-Interface ist zwar karg und hässlich, aber übersichtlich und funktionell. Wer möchte, kann dem Entwickler spenden; grundsätzlich ist die App kostenlos.

Das am PC populäre „Avira Antivirus“ ist nicht zu empfehlen, da die Werkzeuge gegen Diebstahl und Verlust nicht über die Fähigkeiten des Android Geräte-Managers



Google hat mit dem Geräte-Manager eine Diebstahlsicherung in Android integriert.

Die App Cerberus fotografiert auf SMS-Befehl den Dieb und versteckt sich im System.

„Finde mein Smartphone“ macht die Smartwatch zur Smartphone-Leine.

hinausgehen. Die App stellt aber auch Viren-Scanner, Blockierliste und Mail-Scanner zur Verfügung, die jedoch überflüssig sind.

„WearAware“ und „Finde mein Smartphone“ richten sich an Besitzer von Smartwatches mit Android Wear. Diese Apps schlagen Alarm, sobald sich das Smartphone zu weit von der Uhr entfernt. Um das Telefon zu finden, kann man es klingeln und vibrieren lassen. Die Basisversionen beider Programme sind kostenlos und geben sich im Funktionsumfang nicht viel. In der 2,10 Euro teuren Pro-Version von Finde mein Smartphone kann man Klingeltöne und Lautstärke selbst bestimmen und zusätzlich das verlorene Telefon blinken lassen.

## Kopfgeld aussetzen

Selbst wenn das Android-Gerät nur verloren gegangen ist und es ein ehrlicher Finder aufgreift, ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass es den Weg zurück nach Hause findet. Bei Smartphones und Tablets lässt sich der Besitzer schwer ermitteln und normalerweise fehlt dem Finder der Anreiz, sich in die Recherche zu stürzen. Gegen dieses Problem gehen Dienste wie „BringMeBack“ vor. Sie betreiben eine Art modernes Fundbüro: Sie verkaufen Aufkleber und Anhänger mit aufgedruckten individuellen Codes. Diese befestigt der Kunde an seinen unentbehrlichen Gegenständen und registriert sie auf einer Webseite. Auch einen Finderlohn kann man festlegen, der vielleicht sogar Diebe zur Rückgabe bewegt. Findet jemand die Wertsache, sieht er auf der Webseite des Anbieters, wer der Besitzer ist und wie viel er für die Rückgabe zahlt. Zur Kontaktaufnahme dient ein alternder Chat; der gesamte Rückgabeprozess kann über den Dienst als Vermittler abgewickelt werden. Laut der Firma finden auf diesem Weg neun von zehn

Gegenständen zurück zu ihrem Besitzer. Aufkleber oder Anhänger kosten 7,95 Euro und werden versandkostenfrei verschickt. Geld verdient BringMeBack nur am Verkauf der Codes, die für Firmenkunden auch individuell gestaltbar sind.

Versicherungen hingegen lohnen sich für die wenigsten Nutzer. Meist ist es effizienter, Geld für den Notfall zurückzulegen. Die jährlichen Prämien starten zwar bei rund 4 Euro, decken dann aber nichts ab, was der Hersteller nicht schon garantiert. Für einen Diebstahlschutz muss man mindestens 25 Euro pro Jahr zahlen, wobei für teurere Smartphones à la iPhone 6 oder Galaxy S6 schon 30 bis 90 Euro fällig sind. Wegen zahlreicher Leistungsausschlüsse muss man sich zudem auf Diskussionen mit der Versicherung einstellen und die eigenen Daten werden damit auch nicht sicherer.

(hc@ct.de)

**ct** Alle Apps und Dienste: [ct.de/yju1](http://ct.de/yju1)



Ein Aufkleber von BringMeBack erhöht die Rückgabekosten verlorener Gegenstände angeblich auf 90 Prozent.

Achim Barczok

# Knopfsache

**Android-Buttons mappen, Display ausrichten, LEDs konfigurieren**

Das gibt es bei keinem anderen Mobilbetriebssystem: Android ist so flexibel, dass man sogar Hardware-Buttons und LEDs umfunktionieren kann. So holt man mehr aus seinem Smartphone heraus – oder umschiftt Probleme mit der Hardware.

Dieser Artikel entstand aus einer echten Not heraus. Auf einer Trekking-Tour in Schottland fiel bei strömendem Regen das Smartphone des Autoren aus: Ein schmaler Streifen des Touchscreens reagierte bei Berührung nicht mehr – vermutlich ein Wasserschaden. Weil der Streifen auch eine Zeile der virtuellen Tastatur lahmlegte, war der Anruf beim nächsten Hostel unmöglich. Ein Bett fand sich zum Glück auch ohne Smartphone, doch eine Woche später in der c't-Redaktion stellte sich die Frage: Lässt sich ein derartiges Handicap überhaupt noch ausbügeln? Es war ein Android-Smartphone, deshalb ja.

Android erlaubt mehr Zugriffe als iOS oder Windows Phone und ermöglicht selbst Dinge, die erst auf den zweiten Blick Sinn ergeben. Die Apps „Ultimate Rotation Control“ und „Swivel“ richten den Bildschirm in jede beliebige Richtung aus – ob die App das vorsieht oder nicht. Root ist nicht erforderlich, man muss den Apps nur erweiterte Rechte geben („Geräteadministratoren“).

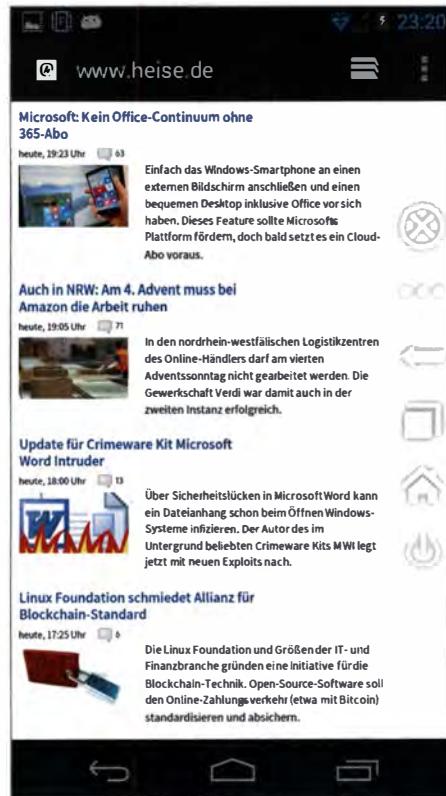
Auf dem Smartphone mit kaputtem Display reicht es also, das Smartphone zum Eintippen von Telefonnummern um 180 Grad zu drehen, damit die virtuelle Tastatur auf den „heilen“ Teil des Touchscreens rutscht. Das klappt sogar mit der Bildschirmsperre,

weshalb auch PIN- und Wischmuster-Sperren über den kaputten Touchscreen möglich sind.

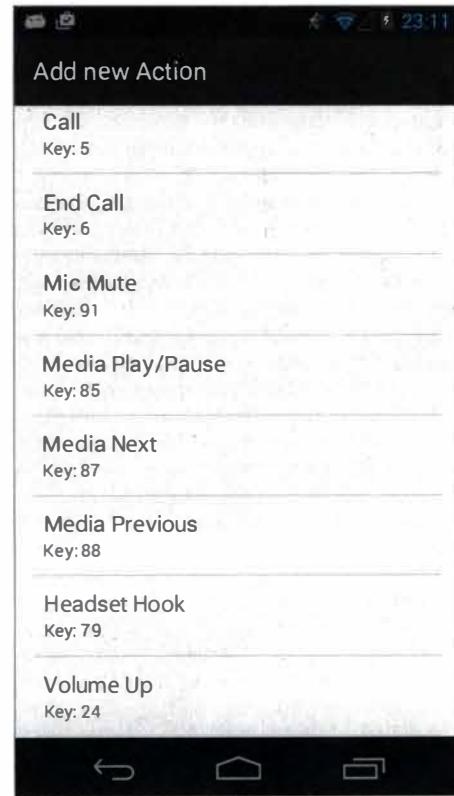
Das beliebige Ausrichten des Displays ist aber nicht nur in Notfällen praktisch: Wenn der eine Finger beim Spielen immer den Lautsprecher verdeckt, dreht man das Smartphone einfach um. Fehlt der Lieblings-App ein Hochkantmodus, kann man sie trotzdem in einer fixierten Autohalterung oder beim Lesen im Bett ins Querformat zwingen. Sowohl bei Ultimate Rotation Control als auch Swivel lässt sich praktischerweise für jede App einzeln festlegen, wie sie sich ausrichten soll.



Light Manager lässt die Smartphone-LED aufblinken – je nach eingehender Nachricht in unterschiedlichen Farben.



Die App Button Savior erstellt ein virtuelles Button-Menü, das kaputte oder fehlende Knöpfe ersetzen kann.



Mit Xposed Additions lassen sich Einschalter, Lautstärkeregler und andere Knöpfe mit neuen Funktionen belegen.

## Blink-Anlage

Auch die farbig blinkende LED vieler Android-Smartphones lässt sich fast nach Belieben anpassen, etwa mit der App „Light Manager“. Mit wenigen Tippen ist damit beispielsweise definiert, dass die LED bei einer neuen SMS weiß blinkt, bei einem verpassten Anruf gelb, und bei niedrigem Akkustand rot. Um auch Nachrichten aus Facebook, WhatsApp, IFTTT oder sogar beliebigen Apps mit eigenen LED-Signalen zu beleben, ist allerdings Root-Zugriff notwendig (siehe S. 76); die werbefreie Version „Light Manager Pro“ kostet 1,59 Euro.

Richtig Spaß macht das Konfigurieren der LED bei den Sony-Smartphones Xperia U, P und SP. Sie haben eine transparente LED-Leiste mit drei RGB-LEDs. Auf gerooteten Smartphones kann man sie mit der App U-Disco unter anderem in Regenbogenfarben aufleuchten lassen oder in ein Stroboskop verwandeln.

## Buttons konfigurieren

Auch die virtuellen Android-Tasten lassen sich konfigurieren, umstellen oder komplett neu anlegen. Das Mini-Tool „Home2 Shortcut“ beispielsweise erweitert die Home-Taste: Ein Doppeltipp auf Home oder Sequenzen wie „Home“ und dann „Zurück“ starten beliebige Apps; so ist man in Android deutlich schneller unterwegs.

Sind eine oder mehrere der Tasten unterhalb des Panels ausgefallen, legt man mit „Button Savior“ ein zusätzliches virtuelles Button-Menü an. Das klappt bei fast allen Smartphones, einige ältere Geräte müssen zuerst gerootet werden. Das Extra-Menü wird am Rand des Bildschirms mit einer Läsche angekündigt und ist mit einem Tipp darauf eingeblendet – auf dem Startbildschirm und in jeder App. Mit der 2,40 Euro teuren Pro-Version kann man sogar eigene Soft-Button-Menüs zusammenstellen.

Button Savior stellt auch eine Lockscreen-Taste bereit – praktisch, wenn der mechanische Power-Button einen Winkelkontakt hat. Für diesen Fall bietet sich alternativ auch die

App „Screen Off and Lock“ an: Drückt man auf deren Icon, geht das Smartphone in Standby (kein Root erforderlich).

## Kopfhörer-Knöpfe und Hardware-Tasten

Sogar die Knöpfe am Headset lassen sich frei belegen, und zwar mit der 1,99 Euro teuren App „Headset Droid“. Tippt man ein, zwei, drei oder vier Male auf den Headset-Knopf, führt die App unterschiedliche Funktionen aus und startet zum Beispiel eine App oder ein Tasker-Skript, drückt auf Pause oder springt im laufenden Musikstück ein paar Sekunden.

Etwas aufwendiger wird es, wenn die Hardware-Buttons am Smartphone neue Funktionen bekommen sollen, denn hierfür ist in der Regel ein Root-Zugriff erforderlich. Für ein derartiges „Remapping“ der Knöpfe empfiehlt sich „Xposed Additions“ – ein Modul für das auf Seite 76 vorgestellte Xposed-Framework. Mit dem Additions-Modul lassen sich für kurzes oder langes Drücken auf Hardware- oder Soft-Buttons eigene Funktionen festlegen – und zwar je nachdem, ob das Smartphone gerade angeschaltet, im Standby oder gesperrt ist. So lässt sich beispielsweise der Lautstärkeregler zum Play- und Pause-Knopf für Musik umstellen oder ein kaputter Power-Button durch langes Drücken auf „Volume Up“ ersetzen.

Beim Anpassen der Knöpfe lohnt auch ein Blick auf die unzähligen weiteren Xposed-Module, die voller kreativer Android-Ideen stecken. „Volume Steps+“ stellt beispielsweise die Lautstärkeregler feiner ein, „Xposed Torch“ aktiviert über Hardware-Buttons eine LED-Taschenlampe.

Wer das Xposed-Framework nicht installieren kann oder will, greift auf den etwas fummeligen „Button Remapper“ zurück. Diesen gibt es nur als Direkt-Download im xda-developer-Forum in Form eines Android-Installationspaketes (siehe Link am Ende des Artikels). Button Remapper ist unübersichtlich und es ist nicht immer klar, welche Button-ID zu welchem Hardware-Knopf gehört. Deshalb dauert es bisweilen ein bisschen, bis



**Ultimate Rotation Control** richtet den Bildschirm beliebig aus; auch wenn das Smartphone kopftsteht.

man das richtige Ergebnis erzielt. Führen weder Additions noch Remapper zum Ziel, gehen Abenteuerlustige mit einem Datei-Explorer im nur per Root erreichbaren Ordner /system/usr/keylayout selbst auf Suche. Je nach Gerät stehen die Mapping-Listen dort in den Dateien gpi0-keys.kl, Generic.kl und qwerty.kl. Seien Sie beim Umstellen vorsichtig und erstellen Sie auf jeden Fall ein Backup, bevor Sie etwas ändern. (acb@ct.de)

ct Alle Apps: [ct.de/ykhg](http://ct.de/ykhg)

**LEARNTec 2016 | Lernen mit IT | 24. Internationale Fachmesse und Kongress**

**Zukunft Lernen.**



[www.learntec.de](http://www.learntec.de)

**26. – 28. Januar 2016  
Messe Karlsruhe**

**LEARNTec**

Dr. Oliver Diedrich

# Volle Kontrolle

## Android rooten und Custom-ROMs aufspielen

**Man muss ein Android-Gerät nicht rooten, um es produktiv einzusetzen. Aber eine Menge nützlicher Dinge werden erst mit Root-Rechten möglich – oder mit einem Custom-ROM, einer Android-Version, die nicht vom Gerätehersteller stammt.**

**R**oot ist bei Android ungefähr das, was der Administrator unter Windows ist: Nur mit Root-Rechten hat man volle Kontrolle über das Android-System, kann auf den gesamten Speicher zugreifen, Komplett-Backups erstellen, versehentlich gelöschte Dateien wiederherstellen oder Bloatware – überflüssige, vorinstallierte Apps – deinstallieren. Mit einem Custom-ROM machen Sie sich komplett unabhängig von der Update- und System-verfricken-Strategie des Herstellers und können sogar Google aussperren.

Standardmäßig haben lediglich einige wenige System-Bestandteile Root-Rechte. Damit Apps mit Root-Privilegien laufen dürfen, muss ein Kommandozeilenprogramm namens Su ins System implantiert werden, das einer laufenden App Root-Rechte verschafft. Wenn eine App Root-Rechte anfordert, muss der Anwender in einem Dialog zustimmen – das verhindert, dass sich Schadsoftware heimlich Root-Privilegien verschafft. Apps wie SuperSU oder Superuser bieten weitergehende

Verwaltungsfunktionen und erlauben es beispielsweise, Apps versehentlich gewährte Root-Rechte wieder zu entziehen.

### Rooten

Die Möglichkeiten der neuen Root-Freiheit lassen sich mit dem Xposed-Framework gut ausloten. Nach Installation des Xposed-Installers von Xposed.info (nehmen Sie nicht die aktuelle Entwicklerversion, sondern die ältere, stabile Version) rüsten Module zusätzliche Funktionen nach. Einige Xposed-Module finden Sie im Play Store; über 700 Module verzeichnet das Xposed-Modul-Repository auf Xposed.info. MonsterUI beispielsweise verschafft vielen Android-4-Geräten Lollipop-Optik. Xposed GEL Settings bringt dem Google Now Launcher bei, was alternative Launcher schon lange können (siehe Seite 68).

Gravity-Box und XUIMod rüsten in Android zahlreiche Features und Einstellungsmöglichkeiten nach, die man sonst nur in Cus-

tom-ROMs findet. Advanced Power Menu+ erweitert das Ausschalt-Menü um Funktionen wie das Erstellen eines Screenshots oder das Anschalten der Taschenlampe.

XPrivacy fängt Zugriffe neugieriger Apps auf private Daten wie Adressbuch, Anrufliste und Ort ab – zum Android-Standard wird das leider erst mit Version 6 (Marshmallow), die bislang nur für neuere Google-Geräte erhältlich ist. Power Nap schaltet die Hintergrundaktivitäten von Apps ab, während das Smartphone ausgeschaltet ist, und verspricht dadurch eine bessere Standby-Laufzeit. Allerdings kommen dann auch keine WhatsApp-Nachrichten an, sofern man den Messenger nicht auf die Ausnahmeliste setzt: Software, die mit Root-Rechten an System- und App-Einstellungen dreht, kann erhebliche Nebenwirkungen haben und das System schlammstensfalls sogar beschädigen.

Mit Root-Rechten und einem Root-fähigen Dateimanager wie dem FX File Explorer mit Root-Add-on können Sie sämtliche Da-

## Rooten und Custom-ROMs: Wie es geht

Wie man zu Root-Rechten kommt, hängt vom Gerät und der Android-Version ab. Manchmal muss man nur eine App starten, die das Gerät direkt rootet; Framaroot kommt mit einer Menge Smartphones und Tablets zurecht (siehe c't-Link).

Häufig sind jedoch eine Reihe komplexer und potenziell gefährlicher Operationen erforderlich. Die Vorgehensweise ähnelt dann dem Aufspielen eines Custom-ROM, da man mit speziellen PC-Programmen oder den Google-Entwicklerwerkzeugen Adb und Fastboot Teile des Android-Systems (Boot-Image, Kernel, Recovery oder System-Image) im Flash-Speicher durch veränderte Software ersetzt. Xda-Developers.com sammelt Anleitungen zu einer Vielzahl von Geräten (siehe c't-Link).

Die CyanogenMod-Macher pflegen für jedes unterstützte Gerät eine eigene Wiki-Seite, die die nötigen Schritte zur Installation des Custom-ROM beschreibt. Häufig muss zunächst der Bootloader entsperrt werden. Anschließend führen zwei Wege zum Custom-ROM: Gerät rooten, mit dem ROM-Manager aus dem Play Store oder einer speziellen App ein alternatives Recovery installieren, ins Recovery booten und von dort aus das Custom-ROM aufspielen („flashen“).

Die Alternative besteht darin, Recovery und Custom-ROM mit einer speziellen Software vom PC aus zu flashen. Sofern Sie Google-Dienste und den Play Store nutzen wollen, müssen Sie außerdem die Google Apps (kurz Gapps) flashen.

Zentral bei der Installation von Custom-ROMs ist das Recovery, ein minimales zweites Android-System auf einer eigenen Partition im Flash-Speicher. Während das vorinstallierte Recovery-System lediglich signierte Updates des Herstellers einspielt, installieren alternative Recoveries wie ClockworkMod Recovery (CWM) und Team Win Recovery Project (TWRP) auch Custom-ROMs und modifizierte Systembestandteile. Bei einigen Geräten müssen Sie das Custom-ROM mit einem Programm wie Odin und Heimdall (fast alle Samsungs) oder Fastboot (Google, Sony) vom PC aus flashen; dazu muss das Gerät in den Download- oder Fastboot-Modus versetzt werden. Die Hintergründe dazu finden Sie in [3].

Bei der Installation eines Custom-ROM wird das Gerät auf den Werkzustand zurückgesetzt. Wenn Sie sich nicht auf die Datenspeicherung in der Cloud und den Wiederherstellungsmechanismus von Android für Apps und App-Daten („Sichern und zurücksetzen“/ „Automatische Wiederherstellung“) verlassen wollen, können Sie im Recovery vor dem Einspielen des neuen ROM ein Komplett-Backup des alten Systems anlegen und bei Problemen zurückspielen.

Auch zu Custom-ROMs finden Sie in den Xda-Developers-Foren Hilfe. Im Unterforum „Android Development“ des Forums zu Ihrem Gerät werden unter anderem Veränderungen am Hersteller-Android („Stock-ROM“) wie Rooten diskutiert. Um Custom-ROMs geht es im Unterforum „Original Android Development“.



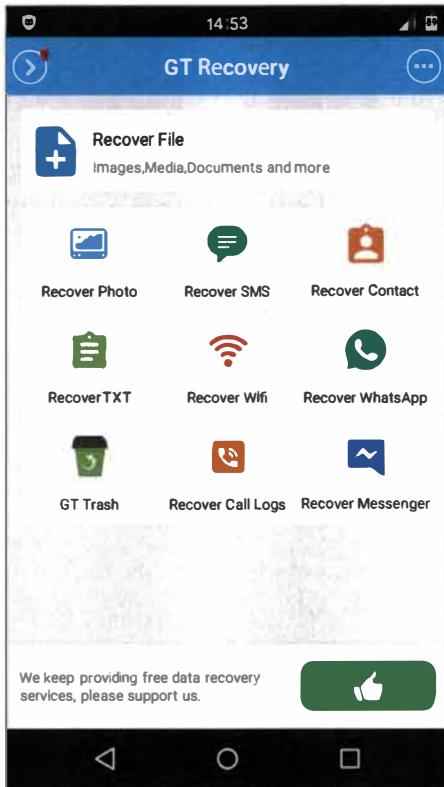
Root-Rechte erhält eine App nur mit ausdrücklicher Erlaubnis des Anwenders.

teien im Android-System auslesen. So lassen sich beispielsweise APK-Dateien aus dem Verzeichnis /data/app auf den PC kopieren, um sie dort zu dekompilieren und zu analysieren [1]. Titanium Backup sichert Apps und App-Daten und befreit das System von unerwünschten vorinstallierten Apps: Dank Root-Rechten lassen sich auch Apps entfernen, die der Hersteller in das System-Image eingebaut hat. Titanium Backup markiert sie in der App-Übersicht rot. Achtung: Dabei handelt es sowohl um unnötige Hersteller- und Reklame-Apps als auch um essenzielle Systemkomponenten – seien Sie also vorsichtig beim Löschen.

Mit Root-Rechten stellen Apps wie GT Recovery und DiskDigger gelöschte Dateien, aber auch andere Daten wie Nachrichten, Kontakte und WLAN-Passwörter wieder her. Wenn sie versagen, können Sie mit der Android Debug Bridge Adb sogar ein komplettes Image des Flash-Speichers auf den PC übertragen, um dort nach verlorenen Daten zu suchen [2]. Ad-Blocker wie AdBlock Plus filtern mit Root-Rechten nicht nur den WLAN-, sondern auch den Mobilfunk-Datenverkehr.

## Custom-ROMs

Custom-ROMs entstehen aus den Quelltexten der Android Open Source Platform (AOSP). CyanogenMod, das populärste Custom-ROM, ähnelt dem puren Android der Nexus-Geräte und verzichtet auf all die über-



Die Wiederherstellung gelöschter Daten geht auch auf dem Smartphone – mit Root-Rechten.



Custom-ROMs stoppen allzu neugierige Apps – das offizielle Android lernt das erst mit Marshmallow.

flüssige Bloatware, die viele Hersteller auf ihren Geräten vorinstallieren. CM enthält nützliche Erweiterungen wie systemweite Themes, ist für eine Vielzahl von Android-Geräten verfügbar und Grundlage vieler anderer Custom-ROMs (siehe c't-Link).

Ein wichtiges Argument für Custom-ROMs ist die Sicherheit: Die CM-Entwickler stopften beispielsweise die Stagefright-Lücke deutlich früher als die meisten Android-Hersteller. Custom-ROMs bringen halbwegs aktuelle Android-Versionen auch auf Geräte, die keine oder nur verspätete Updates vom Hersteller erhalten. Viele Custom-ROMs bieten eine feinkörnige Rechteverwaltung, mit der man Apps das Auslesen von Adressbuch, Kalender, Standort, SMS- und Anrufliste individuell erlauben oder verbieten kann.

Die Installation eines Custom-ROM ist der schnellste Weg, um die arg verfrickelten Android-Versionen einiger Hersteller loszuwerden und durch ein pures Android zu ersetzen – das ist fast immer eine deutliche Verbesserung. Custom-ROMs sind auch die einzige Möglichkeit, ein Android-Gerät komplett ohne Google-Dienste zu betreiben (siehe Seite 70). Allerdings ist die Installation nicht ganz trivial: Wenn etwas schiefgeht, ist das Gerät schlimmstenfalls unbrauchbar.

Und es gibt Nebenwirkungen: Neben der Bloatware verlieren Sie auch die nützlichen Hersteller-Apps. Zwar findet man fast immer Ersatz im Play Store, aber möglicherweise liefert die Kamera etwas schlechtere Bilder, ver-

langt die Tastatur etwas Umgehöng oder fehlen Spezialfunktionen wie ein Zweifestermodus. Als Lohn winkt jedoch ein schlankes, sauberes, aktuelles Android-System, das nur enthält, was Sie wirklich brauchen.

(odi@ct.de)

## Literatur

- [1] Achim Barczok, Ronald Eikenberg, David Wischnjak, Durchleuchtet, Schnüffel-Apps durch Analyse und Monitoring aufdecken, c't 9/15, S. 130
- [2] Lutz Labs, Sofortmaßnahmen am Unfallort, Datenrettung von Festplatte, Flash-Speicher und Smartphone, c't 24/14, S. 150
- [3] Dr. Oliver Diedrich, Rooten, flashen, bricken, Ein Blick hinter die Kulissen von Android, c't 15/15, S. 128

**c't** Tools, Custom-ROMs: [ct.de/ysss](http://ct.de/ysss)

CyanogenMod-Versionen		
Codename	Android-Version	CyanogenMod-Version
Eclair	2.0, 2.1	5
Froyo	2.2	6
Gingerbread	2.3	7
Honeycomb	3	-
Ice Cream Sandwich	4.0	9
Jelly Bean	4.1, 4.2, 4.3	10, 10.1, 10.2
KitKat	4.3	11
Lollipop	5.0, 5.1	12, 12.1
Marshmallow	6.0	13



Alexander Spier

# Strom sparen mit Android

## Antworten auf die häufigsten Fragen

### Verschwenderisches Android

**?** Ist Android stromhungriger als andere Smartphone-Betriebssysteme?

**!** Für einzelne Aufgaben braucht Android nicht mehr Energie als iOS oder Windows Phone. Trotzdem machen Android-Smartphones oft früher schlapp, weil Android den Apps viele Freiheiten lässt. Sie dürfen das Gerät aufwecken, im Hintergrund aktiv bleiben und Daten übertragen sowie direkt auf die Hardware zugreifen. Es bleibt vor allem den Entwicklern überlassen, wie verantwortungsvoll sie damit umgehen – der Anwender kann darauf nur begrenzt Einfluss nehmen. Je mehr Anwendungen installiert sind, desto häufiger wird ein Gerät aus dem Standby geholt.

Erst mit Android 6 hat Google mit der „Akku-Leistungsoptimierung“ ein System eingeführt, damit Apps die Hardware seltener aufwecken und Daten synchronisieren. Einige Gerätehersteller haben in Android 5 vergleichbare Einschränkungen eingebaut.

### Stromfresser finden

**?** Trotz aller Maßnahmen ist mein Smartphone nach wenigen Stunden leer, obwohl ich es kaum benutze. Woran kann das liegen?

**!** Häufig sind daran im Hintergrund laufende Apps Schuld. In Einstellungen/Akku zeigt Android unter dem Akku-Verlaufsdigramm die größten Verbraucher an. Meist sind dort Systemdienste und Hardware zu finden; steht jedoch weit oben eine App, die man kaum benutzt, dürfte sie der Übeltäter sein. Die Detailansicht für jede App verrät, wie lange sie im Hintergrund aktiv war und ob sie WLAN, GPS und den Mobilfunk benutzt hat. Hier kann man sie auch zwangsläufig beenden. Hilft das nicht, kann man versuchen, die Daten der Anwendung in den App-Infos zu löschen, sie zu deaktivieren oder zu deinstallieren.

### Hungrige Hardware

**?** Abgesehen von Betriebssystem und Apps, was sind die größten Verbraucher beim Smartphone und wo kann man sparen?

**!** Wie lange das Display aktiv ist, beeinflusst die Laufzeit besonders stark. Möglichst kurze Abschaltzeiten und eine geringe Helligkeit helfen, den Verbrauch zu reduzieren. Funkverbindungen schlucken viel Energie, nicht nur wenn Daten übertragen

werden – ein Scan nach erreichbaren Netzen und Zellen kostet ebenfalls Strom. Ist man nicht in Reichweite eines bekannten WLAN, lohnt es daher, die WLAN-Antenne in den Schnelleinstellungen abzuschalten.

Wird unterwegs keine Datenverbindung benötigt, hilft das Abschalten der „Mobilfunkdaten“ in den Android-Einstellungen unter „Datenverbrauch“. Das spart zudem kostbares Datenvolumen. Nur ein Wechsel in den Flugmodus deaktiviert allerdings die Mobilfunkverbindung komplett; die anderen Funkverbindungen lassen sich getrennt wieder aktivieren.

Da die wenigsten Apps eine exakte Ortung benötigen, reicht oft die stromsparende Positionssuche per WLAN und Mobilfunk. Um GPS abzuschalten, wählt man unter „Standort“ den Energiesparmodus aus.

### System aufräumen

**?** Was kann ich tun, damit mein Android-Smartphone länger durchhält?

**!** Je seltener Daten abgeglichen und heruntergeladen werden, desto länger läuft das Gerät. Dafür entfernen Sie möglichst alle unbenutzten Apps vom Gerät. In einigen Diensten wie Twitter und Mail-Clients lässt sich einstellen, dass sie nur bei aktiver Nutzung synchronisieren oder zumindest seltener. Bei Google Play lässt sich das automatische Herunterladen von Updates deaktivieren. Persönliche Assistenten wie Google Now oder Wetter-Apps mögen zwar praktisch sein, fragen aber regelmäßig den Standort ab und holen sich Informationen aus dem Netz. Um die Laufzeit zu verlängern, sollte man auf diese Apps verzichten.

Android erlaubt das Abschalten der Synchronisation nur pauschal für alle Apps. Die Option „Daten automatisch synchronisieren“ ist ab Android 5 in den Einstellungen unter

„Konten“ im Kontextmenü rechts oben zu finden, bei Android 4 unter „Datenverbrauch“. Damit bei aktiver Mobilfunkverbindung keine Daten im Hintergrund übertragen werden, hakt man unter Datenverbrauch „Hintergrunddaten beschränken“ an.

### Schneller ist sparsamer

**?** Ich verwende mein Gerät auch unterwegs und will ungern auf eine Datenverbindung verzichten. Spart die Beschränkung auf UMTS oder GSM im Vergleich zu LTE Strom?

**!** Generell sind UMTS (3G) und GSM (2G) bei aktiver Datenübertragung sparsamer und brauchen in der Spurte nur die Hälfte oder gar ein Viertel der Energie. Allerdings sind die älteren Standards auch deutlich langsamer. Mit GSM dauert selbst der Abruf simpler Webseiten sehr lange. Mit LTE sind die Daten wesentlich schneller auf dem Gerät und das Modem kehrt schneller wieder in den Standby zurück. Gerade bei größeren Datenmengen spart man mit LTE sogar Energie.

Im Standby ist der Mehrverbrauch durch LTE gering, aber konstant. Will man nur telefonisch erreichbar sein, spart die Beschränkung auf GSM und UMTS ein paar Milliwatt.

### Automatisch Energie sparen

**?** Ich will nicht jeden Morgen und Abend alles Mögliche per Hand an- und ausschalten müssen. Geht das automatisch?

**!** Grundsätzlich lässt sich mit mächtigen Apps wie Tasker fast alles unter Android automatisieren. Hier können Sie nahezu beliebige Bedingungen festlegen, was zu welchem Zeitpunkt, Ort oder Aktion an- oder abgeschaltet wird. Scheut man die umständliche Einrichtung, wird man mit einem Tool wie dem Avast Battery Saver glücklicher. Dieses bietet orts- und zeitabhängige Profile und steuert Display-Helligkeit, WLAN-Status und Kontensynchronisation automatisch. Wem das zu starr ist, der wird mit der App If by IFTTT glücklicher. Sie erlaubt simple Wenn-dann-Konstruktionen auch für Android-Einstellungen, etwa die Deaktivierung des WLAN beim Verlassen des Hauses. Einige Systemfunktionen wie der Flugmodus und die mobile Datenverbindung dürfen Apps bei neueren Android-Versionen allerdings nicht ohne Weiteres verändern. Nur mit Root-Rechten stehen alle Optionen offen. (asp@ct.de)

**ct** Apps zum Strom sparen: [ct.de/ygtu](http://ct.de/ygtu)

#### Gemessene Stromaufnahme beim Smartphone

Betriebszustand	Leistungsaufnahme [mW]
Flugmodus	10,7
GSM-Standby	15
UMTS-Standby	16,2
LTE-Standby	22,3
Video-Streaming <sup>1</sup> (UMTS, 10 min HD)	1612
Video-Streaming <sup>1</sup> (LTE, 10 min HD)	1118

gemessen mit einem Samsung Galaxy S5 und Android 5.0, bei deaktivierten Hintergrunddaten, Werte nach Abzug der Leistungsaufnahme durch das Display.  
<sup>1</sup> inklusive Grundlast

# Auf Herz und Nieren geprüft:

2015  
ct TESTGUIDE

## ct TESTGUIDE

Die Tests des Jahres auf über 280 Seiten

### PC & ZUBEHÖR

All-in-One-PCs bis 24 Zoll  
Prozessoren, Mainboards  
Mini-PC-Vergleich  
Büro-Komplett-PCs

### GRAFIKKARTEN

High-End-Gaming  
Grafikkarten für Kompaktrechner  
Spielen in 4K-Auflösung  
60 Grafikkarten im Vergleich

### MOBILE

Smartphone-Vergleich  
Tablets-Androids  
bellos laden  
Smartwatches

### STORAGE

D und Festplatten-Tests  
SSD-Gehäuse - USB-Boxen  
hohe externe HDDs

### PRINTING

Preiswerte Tintendrucker  
Büro-Laser-Farldrucker  
A3-Fotodrucker

### LAPTOPS

Kompakte Laptops  
Hybrid-Laptops  
Tablets klein und groß

### NETZWERKE

Gigabit-Powerline-Adapter  
Fritzbox & Co.  
Überwachungskameras

### MONITORE

21:9-Monitore im Vergleich  
Hochauflösende Displays  
4K-Monitore

www.ctspecial.de

Jetzt für  
nur 12,90 €  
bis 13.12. portofrei  
bestellen.

shop.heise.de/ct-testguide [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)  
Auch als eMagazin erhältlich unter: shop.heise.de/ct-testguide-pdf



Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten  
oder ab einem Einkaufswert von 15 €

 **heise shop**  
[shop.heise.de/ct-testguide](http://shop.heise.de/ct-testguide)





Martin Fischer, Fabian Scherschel

# Vroooom!

Wohnzimmer-Simulator für virtuelle Raser

Erst mit Spezial-Equipment machen Rennspiele richtig Spaß: Sportsitz, Lenkrad, drei Bildschirme und ein gut konfigurierter Gaming-Rechner katapultieren den Spieler aus dem Wohnzimmer direkt in den Rallye-Wagen.

Für passionierte deutsche Autofahrer gilt schon ein Kratzer im schicken Metallic-Lack als Unheil. Trotzdem träumen viele davon, hemmungslos über Schotterpisten zu preschen und ihren Wagen auszureißen. Mit den richtigen Komponenten lässt sich ein Rallye-Simulator bauen, der in den eigenen vier Wänden echtes Motorsport-Feeling aufkommen lässt – und den Lack des Wagens in der Garage schont.

Zur Formvollendung braucht man einen Sportsitz, ein Lenkrad mit Kraftrückkopplung (Force Feedback), idealerweise drei Displays und einen schnellen Gaming-PC. Bei der Auswahl der Komponenten für unseren Simulator spielte der Preis nur eine Nebenrolle – bei hochwertigen Bauteilen wird man nicht durch knarzendes Plastik oder Spiel im Lenkrad aus dem Geschehen gerissen. Wichtig

war uns auch ein kompaktes Ganzes, damit man den Aufbau nicht immer wieder wegräumen muss.

Ein geeignetes Rennspiel gehört zwangsläufig dazu: Unsere Wahl fiel auf Dirt Rally – der ersten waschechten Rallye-Simulation seit Jahren. Sie begeistert nicht nur durch ihre mitreißende Grafik, sondern auch durch das realistisch anmutende Fahrverhalten, ein komplexes Schadensmodell und der präzisen Steuerung.

## Cockpit-Kombo

Der Halbschalen-Rennsitz RR3033 (430 Euro) von der Firma Raceroom Products hat im Unterschied zu günstigen Varianten eine verstellbare Rückenlehne und eignet sich somit auch für zwei Meter große Hobby-Rennfah-

rer, die in echte Sportwagen kaum reinpassen. Raceroom bietet noch jede Menge Zusatz-Equipment an, etwa Sitzschienen (40 Euro), über die sich der Abstand zu den Pedalen wie in einem richtigen Autositz bequem einstellen lässt.

Als Steuergerät haben wir zur Lenkrad-Pedal-Kombination Logitech G920 (360 Euro) gegriffen. Es vermittelt dank zweier Force-Feedback-Motoren sehr gut die auf den Rennwagen einwirkenden Kräfte. Das ins Lenkrad integrierte Gamepad erleichtert außerdem die Bedienung der Spiele-Menüs, so dass man kaum zu Tastatur und Maus greifen muss. Im Vollbild-Modus von Steam kommt man sogar komplett ohne Tastatur aus.

Die Auswahl der geeigneten Displays gestaltete sich schwierig: Vor allem musste die

Reaktionszeit minimal sein; wichtig war uns zudem ein möglichst dünner Rahmen, damit er im Dreisichtsbetrieb nicht stört. Außerdem müssen die Displays zumindest in der Höhe verstellbar sein, um sie optimal auf die Körpergröße des Rennfahrers anpassen zu können. Überdies sollten die Panel maximal Full HD (1920 × 1080 Pixel) zeigen, damit Spiele auch im Dreisicht-Betrieb flüssig laufen. Diese Kriterien erfüllt der 24-Zoll-Monitor Eizo Foris FS2434 (300 Euro), der sich von anderen Displays besonders durch seine hauchdünnen Ränder abhebt. Aus Platzgründen haben wir uns bewusst gegen größere Monitore entschieden.

Damit Dirt Rally auf drei Displays flüssig läuft, braucht man einen Gaming-PC mit schneller Grafikkarte. Wer noch keinen hat, kann sich beispielsweise unseren „All-inclusive-PC“ zusammenbauen (940 Euro) und die dort vorgeschlagene GeForce GTX 960 durch eine GTX 980 (ab 480 Euro) ersetzen. Die Bauanleitung und Komponentenliste finden Sie in c't 25/15 ab Seite 101. Zum Autofahren haben wir zur GeForce GTX 980 Ti (ab 650 Euro) gegriffen, die ein 500-Watt-Netzteil benötigt. AMD-Fans sollten mindestens eine Radeon R9 390X einsetzen (ab 400 Euro).

## Mehrschirm-Setup

Zum Aufbau der Monitore braucht man einen Schreibtisch mit mindestens anderthalb Metern Breite. Stellen Sie die äußeren Displays nach innen gewinkelt bündig neben den mittleren Monitor. Jeder der Eizo-Monitore hat zwei HDMI-Buchsen und einen DVI-Anschluss; DisplayPort fehlt. Daher ist man bei manchen Grafikkarten auf Adapter angewiesen. Die GeForce GTX 980 und GTX 980 Ti besitzen im Referenzdesign nur jeweils einmal HDMI und DVI und drei Display-

Ports. Den dritten Monitor müssen Sie also mit einem aktiven Adapter von DisplayPort auf DVI oder HDMI verbinden.

Anschließend fassen Sie über das Grafiktreiber-Menü die drei Displays zu einem großen zusammen. In der Nvidia-Systemsteuerung versteckt sich die Option unter „Surround“. Dort aktivieren Sie „Mit Surround über die Anzeigen verteilen“; konfigurieren dann die Anordnung der Displays über den Treiber und nehmen eventuell noch eine Rahmenkorrektur vor. Letztere ist dank der dünnen Ränder der Eizo-Monitore nicht unbedingt nötig.

Danach erkennt Windows statt drei einzelner Full-HD-Bildschirme einen einzigen mit der Super-Breitbild-Auflösung 5760 × 1080. Spiele nutzen diese Auflösung nicht automatisch; man muss sie in ihren Optionsmenüs einstellen und übernehmen. Mit Dirt Rally klappt das prima, da es auf Breitbildauflösungen angepasst ist. Ältere Rennspiele können Probleme bereiten; etwa, weil sie die Auflösung nicht übernehmen oder das Bild auf den seitlichen Displays verzerrt darstellen.

## Angeschraubt

Wer das virtuelle Rennauto mit Lenkrad und Pedalen statt mit Gamepad oder Tastatur steuert, verbessert nach ein wenig Übung seine Rundenzeiten und hat viel mehr Spaß beim Fahren. Wenige Schreibtische sind jedoch robust genug, um Force-Feedback-Lenkräder wackelsicher zu montieren – von der miserablen Ergonomie ganz abgesehen. Auch rutscht die Pedaleinheit bei starkem Gasgeben gern mal weg – kurzum: Man muss das alles festschrauben.

Der Raceroom-Rennsitz RR3033 bietet Vorbohrungen, um Peripheriegeräte wie Lenkrad-Pedal-Kombis fest anzuschrauben. So lassen sich selbst stundenlange Rallye-



Der Rennstuhl RR3033 von Raceroom ist verstellbar und eignet sich daher auch für zwei Meter lange Zocker.

Sessions bequem absolviieren. Dabei positioniert man den Stuhl so nah wie möglich zentriert vor dem Schreibtisch mit den Displays. Die angeschraubten Pedale verschwinden idealerweise unter dem Tisch. Alternativ lässt sich am Stuhl eine VESA-Halterung befestigen, die sich allerdings nur für ein einziges Display eignet. Das ist günstiger, spart Platz und ermöglicht es, den Aufbau auch mal schnell wegzurücken. Allerdings geht dabei das Mittendrin-Gefühl verloren. Das kam für unseren Dreisicht-Aufbau nicht in Frage,



**Dirt Rally ist die Grundlage für unseren Rennsimulator. Es begeistert durch seine schicke Grafik und das realistische Fahrverhalten.**



der einen festen Platz in der Wohnung benötigt (mindestens drei Quadratmeter).

Neben der VESA-Halterung und den Sitzschienen bietet der Hersteller Raceroom zahlreiche weitere Zubehörteile für den Stuhl an. Sehr praktisch ist die Tastaturhalterung, welche die Bedienung des Rechners außerhalb der Rennspiele erleichtert – zum Beispiel, wenn man mit Freunden nebenbei chattet. Über die Lautsprecher-Halterung lässt sich auch ein 4.1-Surround-System anbringen.

Automatik-Muffel dürfte der Schaltknüppel-Halter interessieren. Besonders geeignet hierfür sind sequenzielle Schaltungen wie etwa das CSR-Modell von Fanatec, die der Mechanik in einem echten Rallye-Auto am nächsten kommen.

Für unseren Simulator haben wir auf einen separaten Schaltknüppel verzichtet, schließlich ist Dirt Rally schon im Automatik-

Betrieb sehr anspruchsvoll. Schalten lässt sich aber auch über Wippen, die hinter dem G920-Lenkrad liegen. Das ist in engen Kurven allerdings kompliziert, da man dort oft übergreifen muss, um das Lenkrad schnell zu drehen.

Sind Lenkrad und Pedale am Stuhl verschraubt, kann man das Gaspedal durchlatschen oder am Lenkrad reißen, ohne dass etwas wackelt. Selbst bei starken Lenkbewegungen und Force-Feedback-Kräften bleiben die zwei Motoren des G920 sehr leise – das schont die Nerven des Partners, falls der Rennstuhl im Wohnzimmer steht. Dort sind auch eher Kopfhörer als Lautsprecher zu empfehlen.

Gewöhnen müssen sich Hobby-Rallyefahrer an den geringen Durchmesser des Lenkrades – manch einer dürfte sich in einen Gokart versetzt fühlen. Selbst routinierte Autofahrer können in den ersten Runden

**Der selbstgebaute Simulator sorgt für echtes Motorsport-Feeling im Wohnzimmer und eignet sich für Rennspiele aller Art.**

schwer abschätzen, wann eine volle Umdrehung erreicht ist – besonders in Haarnadelkurven kann das fatale Folgen haben. Daran gewöhnt man sich allerdings mit der Zeit, auch dank des Mittelpunkt-Indikators am Lenkrad.

Bis zum Redaktionsschluss enthielt Dirt Rally noch keine vorkonfigurierten Profile für das aktuelle Logitech G920, nur für ältere Logitech-Modelle. Daher mussten wir eine knappe Stunde investieren, um Tastenbelegungen, Achsen, Force Feedback und die Empfindlichkeit des Lenkrads und der Pedale von Hand einzustellen. Da das Lenkrad in der Standard-Belegung keinen Start-Knopf hat, belegt man den leuchtenden Xbox-Knopf in der Mitte am besten mit der Eingabe-Taste. Den ersten Bildschirm beim Spielstart von Dirt Rally muss man auf diesem Weg bestätigen – keinesfalls mit der Tastatur! Sonst aktiviert das Spiel die Tastatursteuerung und vergisst die Lenkrad-Belegung.

## Bereit für VR

Rennspiele machen in unserem Simulator derart viel Spaß, dass man sich nach ein paar Runden nur schwerlich aus dem Sitz schälen möchte. Klar: Der beschriebene Aufbau ist ein Luxus für Rennspiel-Fanatiker, die nicht selber zum Lötkolben greifen wollen, dafür aber auch ein paar tausend Euro springen lassen. Allerdings muss einem bewusst sein: Dieser Aufbau eignet sich tatsächlich nur für Rennspiele und vielleicht noch eine Weltraumsimulation wie Elite: Dangerous.

Wer in seiner Wohnung keinen Platz für drei nebeneinander stehende Displays hat, kann noch ein paar Monate warten, bis die ersten Virtual-Reality-Brillen auf den Markt kommen. Mit der Hand am Lenkrad, den Füßen auf den Pedalen und der VR-Brille auf den Kopf fühlt man sich dann tatsächlich wie im Rennwagen. Näher kann man einer echten Fahrt in einem Rallye-Auto kaum kommen, ohne in eines einzusteigen.

(fab@ct.de/mfi@ct.de) ct



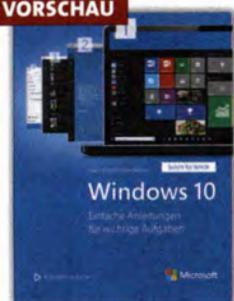
Die Pedale für den Simulator schraubt man am Stuhl an. Dann verrutscht oder wackelt auch bei einer Vollbremsung nichts.

## Simulator inklusive Gaming PC

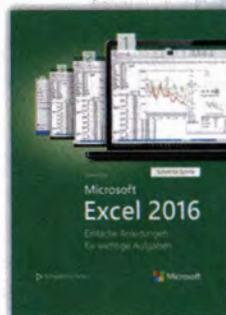
Komponente	Bezeichnung	Preis
Rennsitz	RaceRoom RR3033	420 €
Sitzlaufschiene	RR Seat Slider	40 €
Versteifungsprofile	RR Stabiliser Pro	40 €
Keyboard-Halterung	RR Keyboard Bracket	50 €
Lenkrad	Logitech G920 Driving Force	330 €
Displays	3 × Eizo Foris FS2434	900 €
	<b>Zwischensumme</b>	<b>1780 €</b>
Gaming-PC	c't-All-inclusive-PC mit GTX 980 und Windows 10 (siehe c't 25/15, S. 101)	1510 €
	<b>Summe</b>	<b>3290 €</b>



VORSCHAU



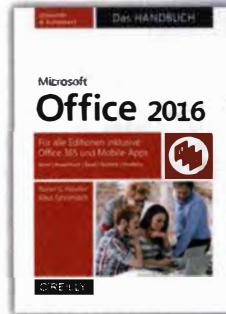
01/2016 · ca. 576 Seiten · ca. € 19,95 (D)  
ISBN 978-3-86490-324-3  
(Microsoft Press)



2015 · 474 Seiten · € 24,95 (D)  
ISBN 978-3-86490-329-8  
(Microsoft Press)



2015 · 848 Seiten · € 36,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-325-0  
(Microsoft Press)



2015 · 1120 Seiten · € 39,90 (D)  
ISBN 978-3-96009-010-6  
(O'Reilly)



2015 · 310 Seiten · € 9,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-317-5  
(Microsoft Press)

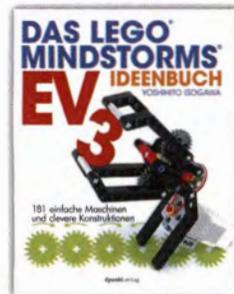


2015 · 416 Seiten · € 34,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-247-5



2015 · 280 Seiten · € 24,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-334-2

NEU



2015 · 232 Seiten · € 22,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-272-7



2015 · 364 Seiten · € 26,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-296-3



2015 · 310 Seiten · € 29,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-331-1



Florian Müssig

# Neuauflagen und Neuzugänge

## 15-Zoll-Gaming-Notebooks mit High-End-GPUs und Skylake-Vierkern-Prozessoren

Spieler müssen nicht zu klobigen 17-Zoll-Notebook greifen, wenn sie mächtige Hardware zum Mitnehmen suchen: Auch kompaktere 15-Zöller beherbergen gaming-taugliche Komponenten. Derzeit kommt ein Schwung neuer Geräte auf den Markt, weil Intel die sechste Generation der Core-i-Prozessoren ausliefert – und jetzt stürzt sich auch Acer in das Getümmel der Hochleistungs-Notebooks.

**A**ls Intel im September auf der IFA die sechste Generation der Core-i-Prozessoren vorgestellt hat, fühlte man sich eher wie auf der Spielemesse GamesCom: Die meisten Neuvorstellungen der Notebook-Hersteller zur Prozessor-Premiere waren leistungsstarke Gaming-Notebooks. Kurz vor Jahresende kamen diese in den Handel; wir haben vier mit 15-Zoll-Bildschirmen ins c't-Labor geholt.

Zu den bekannten Anbietern Dell (Alienware 15 R2), MSI (GE62 Apache Pro) und Schenker (XMG P506 Pro) gesellt sich mit Acer

ein Neuzugang: Mit dem Predator 15 bringen die Taiwaner ihr erstes Hochleistungs-Notebook auf den Markt – bislang lieferte der Hersteller maximal Aspire-Nitro-Geräte mit Mittelklasse-Grafikchips. Andere namhafte Hersteller wie Asus und Medion scheinen sich aus dem Markt der starken 15-Zöller zu verabschieden: Beide haben in ihren Gaming-Notebook-Familien bislang nur die 17-Zoll-Modelle auf Skylake aktualisiert.

Wir haben uns für die 15-Zoll-Klasse entschieden, weil diese Geräte groß genug sind, um die

leistungsstärksten Notebook-Komponenten zu beherbergen, aber auch ausreichend mobil bleiben. Acer und Dell legen bei der Laufzeit ordentlich vor: Über neun Stunden sind ob der potentiellen Hardware eine Kampfansage – manches kompakte Ultrabook macht früher schlapp. Das XMG P506 Pro hält hingegen bestenfalls fünf Stunden durch. Dem GE62 Apache Pro geht bereits nach drei Stunden die Puste aus, weil MSI die Leistungsaufnahme bei geringer Systemlast nicht im Griff hat – sie liegt deutlich über dem Möglichen.

Spieler nehmen bei Gaming-Notebooks ein hohes Gewicht in Kauf, weil sie viel 3D-Leistung bekommen, die sie aber einfacher zu Freunden oder auf LAN-Partys mitnehmen können als bei einem Desktop-PC. Üblich sind rund drei Kilo, wie sie das Alienware 15 R2 und das XMG P506 Pro auf die Waage bringen. Die anderen Kandidaten sind deutliche Ausreißer: Das GE62 Apache Pro wiegt keine zweieinhalb Kilo, das Predator 15 hingegen über dreieinhalb Kilo – so schwer war schon lange kein 15-Zoll-Notebook mehr im Labor.

## GPU-Power

Im Testfeld kommen die derzeit schnellsten Notebook-GPUs zum Einsatz: Acer und Schenker bestücken ihre Geräte mit dem Nvidia GeForce GTX 980M; MSI verwendet den etwas langsameren GeForce GTX 970M. Auch das Dell-Notebook gibt es mit diesen GPUs, doch wir haben uns für ein Modell mit AMD Radeon R9 M390X entschieden, den es nur in wenigen Notebooks gibt. Anders als die beiden Nvidia-Chips, die schon länger Verwendung finden [1], ist dieser brandneu. Trotzdem greift AMD nicht auf seine neueste GPU-Technik zurück: Hier kommt anders als bei den Fury-Karten für Desktop-PCs kein HBM-Speicher zum Einsatz [2].

Die R9 M390X ist etwas langsamer als Nvidias GeForce GTX 970M, reicht aber ebenfalls aus, um aktuelle Spiele mit hohen Details und schicken Effekten in Full-HD-Auflösung dazustellen. Gegenüber dem Vorgänger R9 M290X ist das für AMD ein großer Schritt, denn dieser kam nicht einmal an Nvidias GeForce GTX 965M heran, der deutlich weniger leistet als der GTX 970M. Der GTX 980M thront über allen anderen, sodass man die Grafikregler in 3D-Spielen etwas weiter nach rechts schieben kann. Für das Spielen in 4K-Auflösung sind alle Notebook-GPUs zu schwach, und auch für künftige VR-Spiele steht nicht genug 3D-Leistung bereit.

Spieler benötigen eine gute Versorgung mit neuen Grafiktreibern, weil diese Fehler beheben

und Optimierungen für neue Spiele enthalten. Hier hat Nvidia in der Vergangenheit bessere Arbeit abgeliefert. AMD gelobt zwar Besserung und hat Ende November mit der Crimson-Edition einen runderneuerten Treiber (ehemals Catalyst) vorgestellt, doch nun muss sich zeigen, in welchem Rhythmus die nötigen Updates für neue Spiele erscheinen. Immerhin: Auf allen vier Testgeräten lassen sich die Referenztreiber der GPU-Hersteller installieren. Man ist also nicht darauf angewiesen, dass der Notebook-Hersteller regelmäßig angepasste Treiber liefert.

## G-Sync-Wirrwarr

In allen vier Probanden steckt dasselbe matte IPS-Panel mit Full-HD-Auflösung. Trotzdem gibt es Unterschiede hinsichtlich der maximalen Helligkeit, die die Hersteller zulassen. Das Panel beherrscht grundsätzlich G-Sync für ruckelfreie Bildfolgen trotz schwankender Frameraten unterhalb von 60 fps [3] – das verhindert durch Frame-Wechsel zerrissene Bilder. Nutzen kann man diese Nvidia-exklusive Funktion lediglich beim XMG P506 Pro – und das auch nur, wenn man im BIOS die Hybridgrafik abschaltet. Dadurch sinkt allerdings die eh schon mittelprächtige Laufzeit, weil die potente GPU dann immer aktiv ist.

Beim Predator 15 taucht G-Sync im Datenblatt auf, doch wir fanden keine Möglichkeit, dessen Hybridgrafik abzuschalten. Auf Nachfrage erklärte Acer, dass

man G-Sync nur auf externen Monitoren unterstützt, nicht aber auf dem eingebauten Bildschirm – man habe sich für eine der beiden Optionen entscheiden müssen. Dies steht tatsächlich auch im Kleingedruckten, dennoch ist der Sachverhalt verwirrend.

MSI hatte bei einigen älteren Varianten des GE62 Apache Pro mit G-Sync geworben, tut dies beim hier getesteten Modell aber nicht – wohlweislich, denn auch hier kann man die Hybridgrafik nicht abschalten. Das Alienware 15 R2 bleibt mit seiner Radeon-GPU bei G-Sync außen vor; das AMD-Pendant FreeSync wurde nicht implementiert.

## Prozessor-Kraft

Dass sich die Hersteller bei Skylake zuerst auf Gaming-Notebooks konzentriert haben, liegt an dem seltsamen Zeitplan von Intels Roadmap rund um den Vorgänger Broadwell: Dessen leistungsstarken Vierkerner stellte Intel erst Mitte 2015 vor – drei Monate vor dem Start von Skylake. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass nur wenige Hersteller die Broadwell-Quad-Cores überhaupt verwenden [4]. Das Gros übersprang sie schlicht und wartete gleich auf Skylake.

Im Nachhinein offenbart sich, warum Intel die Broadwells so unattraktiv vermarkte: Sie waren zu gut – oder die Skylakes sind zu schlecht, je nach Betrachtungsweise. Bereits bei ersten Tests an Prototypen-Notebooks mit dem Skylake-Vierkern Core

i7-6700HQ zeigte sich, dass dieser in CPU-Benchmarks keine Werte erreichte, die nicht schon mit seinem Broadwell-Gegenstück möglich waren [5]. Die jetzt hier getesteten Seriengeräte bestätigen das damalige Ergebnis. Dem Anwender kann das eigentlich egal sein: In vielen Gaming-Notebooks, die bis dato verkauft wurden, kamen noch CPUs der vierten Core-i-Generation alias Haswell zum Einsatz. Gegenüber diesen liefert Skylake wie schon Broadwell ein durchaus spürbares Leistungsplus, welches Spieler, denen das Schnellste gerade gut genug ist, gerne mitnehmen.

Im Alienware 15 R2 kommt mit dem Core i7-6820HK eine flottere CPU-Variante zum Einsatz, die den Core i7-6700HQ der anderen Testgeräte deutlich auf die Plätze verweist. Dies liegt zum Teil an etwas höheren garantierten Taktraten und einem von 6 auf 8 MByte vergrößerten L3-Cache, aber vor allem daran, dass diese CPUs von Intel ganz offiziell zum Übertakten freigegeben sind. Dieser Einladung folgt Dell im Alienware-Gerät: Solange Grenzwerte hinsichtlich Chip-Temperatur und Leistungsaufnahme eingehalten werden, darf der Chip auf bis zu 4,14 GHz aufdrehen.

## Sonstige Neuerungen

In allen vier Kandidaten kommt – erstmals in Notebooks – DDR4-Arbeitsspeicher zum Einsatz. Dies ist eher fürs Datenblatt relevant als in der Praxis: Broadwell



**Bei Performance und Verarbeitung gibt es bei Acers Gaming-Notebook-Debüt nichts auszusetzen. Das Predator 15 ist allerdings dick und vor allem schwer geraten.**



**Dell verkauft das Alienware 15 R2 wahlweise mit AMD-Grafikchip oder mit Nvidias High-End-GPUs. Der Akku hält mit über neun Stunden ausgesprochen lange durch.**

Köln, KOMED Veranstaltungszentrum.

10. – 12. Mai 2016

# building IoT

Die neue Softwareentwicklerkonferenz zu  
Internet of Things und Industrie 4.0

// EINTAUCHEN INS INTERNET DER DINGE

Programm im  
Januar 2016 online!

## ZIELGRUPPEN:

- // Softwareentwickler
- // Softwarearchitekten
- // Projektleiter
- // IT-Leiter

## SESSIONS (Auszug):

- // IoT-Architektur(en)
- // Ins Internet der Dinge mit C und C++
- // Ins Internet der Dinge mit Java
- // IoT-Protokolle – Grundlagen und Vergleich
- // Prototyping-Plattformen für IoT-Projekte
- // Typische Sicherheitsprobleme im Umfeld von IoT und Industrie 4.0
- // MQTT sicher einsetzen
- // DDS – Fundament des Industrial Internet of Things
- // OPC UA – Interoperability vom Sensor bis in die Cloud
- // Best Practices für erfolgreiche Smarthome-Projekte



Veranstalter:



heise  
Developer



dpunkt.verlag

[www.buildingiot.de](http://www.buildingiot.de)



Das optische Laufwerk des Acer Predator 15 lässt sich gegen einen mitgelieferten Zusatzlüfter austauschen.

hat dieselben CPU-Leistungsdaten mit DDR3-Speicher erreicht – es gab also auch zuvor keinen spürbaren Bandbreiten-Flaschenhals.

An den Notebooks von Acer, Dell und MSI findet man USB-Buchsen im neuen Typ-C-Format. Alle drei Geräte liefern darüber besonders hohe Transferraten gemäß USB 3.1 (Super-Speed+, 10 GBit/s). Bei MSI kümmert sich ein Zusatz-Controller von ASMedia um USB 3.1. Die beiden anderen setzen auf ein Zusatz-Chip von Intel, der zudem Thunderbolt 3 bereitstellt – und damit auch Display-Port-Signale.

In den Notebooks von Acer, MSI und Schenker kommen M.2-SSDs mit SATA-Anbindung zum Einsatz; zusätzlich gibt es eine Festplatte für große Datenmengen. In der getesteten Ausstattungsvariante des Dell-Geräts mit AMD-GPU arbeitet nur eine Festplatte; in anderen Modellen steht auch dort eine SSD als Systemlaufwerk bereit. Bei Dell und Schenker kann man sich gegen Aufpreis besonders rasante PCIe-NVMe-SSDs einbauen lassen. Nur Acer und MSI spendieren ihren Geräten noch optische Laufwerke.

book-Debüt auch designtechnisch dicke Geschütze auffährt: Mattierte Flächen und flache Winkel erinnern an Stealth-Technik; die rot umrandeten riesigen Kühlkörper-Kiemen an der Rückseite würden einem Transformer-Roboter gut stehen.

Apropos Kühlung: Wer das optische Laufwerk nicht benötigt, der kann es gegen einen beiliegenden Einschub mit Zusatzlüfter austauschen. In unseren Tests war dessen Nutzen allerdings gering: Das Notebook wurde bei anhaltender Rechenlast nur etwas lauter, ohne dafür höhere Benchmark-Ergebnisse abzuwerfen. Selbst mit Zusatzlüfter bleibt das Predator 15 mit Abstand das leiseste Notebook im Testfeld.

Die Tastatur überzeugt mit einem sehr guten Tippgefühl: Alle Tasten inklusive Cursor- und Ziffernblock sind normalgroß, sie bieten viel Hub und einen präzisen Druckpunkt. Auch die Maustasten des großen Touchpads klicken präzise. Will man wie beim Zocken üblich eine externe Maus anschließen, kann man die Sensorfläche mit einem danebenliegenden Taster abschalten. Fünf Sondertasten am hinteren Tastaturrand lösen Shortcuts oder Makros aus; ein Profilumschalter erlaubt drei Belegungsebenen.

Der dicke 90-Wh-Akku treibt das Predator 15 bis zu neun Stunden lang an – einzig das Dell-Gerät schafft mehr. Das vollständige Aufladen dauert mit mehreren Stunden allerdings sehr lange.

Die getestete Ausstattungsvariante mit 512-GBYTE-SSD und 2-TByte-Platte für 2400 Euro ist

das Topmodell. Mit GeForce GTX 980M gibt es noch eine 200 Euro günstigere Version mit halbiertem Speicherplatz. Mit dem etwas langsameren Grafikchip GTX 970M beginnen die Preise bei 1800 Euro.

## Dell Alienware 15 R2

Dell beweist, dass Gaming-Power durch leistungsstarke Komponenten nicht automatisch reduzierte Mobilität bedeutet: Das Alienware 15 R2 hält bei geringer Systemlast fast neun-einhalb Stunden durch. Anders als beim Predator 15 schlägt die Laufzeit nicht aufs Gewicht durch: Hier trägt man „nur“ drei Kilo herum. Zudem lädt das Alienware 15 R2 den Akkurasant wieder auf. Der Lüfter rauscht angenehm tief-frequent.

Der vorinstallierte AMD-Treiber erkannte den eingebauten Grafikchip als Radeon R9 M295X, nach dem Update auf die neuen Crimson-Treiber hieß er dann R9 M390X – beide GPUs haben dieselben technischen Daten. Nach der Crimson-Installation funktionierte zunächst die Helligkeitssteuerung des Displays nicht mehr; sämtliche Regler waren aus Windows verschwunden. Nach zwei Tagen tauchte sie wieder auf – ohne dass wir etwas an der Konfiguration geändert hätten. Dell konnte das Problem nachvollziehen – offensichtlich fehlt dem Crimson-Treiber noch Feinschliff.

Als einziges Gerät im Testfeld bietet das Alienware 15 R2 keinen separaten Ziffernblock; dennoch sind die Tasten etwas kleiner als üblich. Am guten Tipp gefühl ändert sich dadurch nichts. Der Cursor-Block wurden vom Hauptfeld abgesetzt, sodass vier gleich große Tasten bereitstehen, ohne dass das restliche Layout darunter leidet. Links neben dem Tastenfeld liegen fünf Sonder-tasten, die frei mit Anwendungen oder Makros belegt werden können. Eine sechste Taste schaltet durch drei Belegungsebenen; die aktuell gewählte erkennt man an der Farbe der Tastenbeleuchtung. Außer der Tastatur ist auch das Touchpad beleuchtet; in der Front und im Deckel sitzen LED-Zierstreifen.

Die getestete Ausstattungsvariante mit Übertakter-CPU und AMD-GPU für 1750 Euro stammt aus dem Fachhandel. Dells haus-eigener Web-Shop führte bei



Gamer bekommen mit dem MSI GE62 Apache Pro viel Gaming-Power, ohne viel Gewicht schleppen zu müssen. Der Akku leert sich jedoch arg schnell.

Redaktionsschluss nur Modelle mit Nvidia-Chip; die Auswahl reicht vom besseren Mittelklasse-Modell GeForce GTX 965M bis zum GeForce GTX 980M. Den übertaktbaren Core i7-6820HK gibt es dort nur in Kombination mit dem schnellsten Nvidia-Chip für 2300 Euro. Im Einstiegsmodell arbeitet ein Core i5-6300HQ – der erste Quad-Core für Notebooks ohne i7-Namen-schild. Statt des Full-HD-Panels erhält man gegen 380 Euro Aufpreis ein Display mit 4K-Auflösung.

Im Zubehörprogramm des Alienware 15 R2 führt Dell das schon länger bekannte Dock namens Grafikbeschleuniger, welches an alle Gaming-Notebooks des Herstellers passt. In ihm findet eine herkömmliche Desktop-Grafikkarte Platz, sodass man das Notebook auf dem Schreibtisch mit einer noch schnelleren GPU versorgen kann. Das ist vor allem praktisch, wenn der eingebaute Grafikchip eines Tages nicht mehr für den neuesten Spielekracher ausreicht – oder auch zum Füttern des optionalen 4K-Displays.

## MSI GE62 Apache Pro

Für ein Gaming-Notebook ist das GE62 Apache Pro ein Leichtgewicht: Es bringt unter zweieinhalb Kilo auf die Waage. Allerdings muss man zwangsläufig das Netzteil mit einpacken, weil die Akkulaufzeit bestenfalls drei Stunden beträgt – Acer und Dell halten dreimal so lange durch. Schuld daran ist vor allem der hohe Energieverbrauch des MSI-

Geräts. Er führt auch dazu, dass sich das Gehäuse selbst bei geringer Systemlast spürbar aufheizt: Lässt man das Notebook eingeschaltet stehen, so erwärmen sich die Handballenablage links vom Touchpad und die linke Tastaturhälfte merklich.

Die ab Werk in Regenbogenfarben eingestellte Tastaturbeleuchtung lässt sich auch dezent einfarbig konfigurieren – oder aber für Zusatzinformationen verwenden. Geht etwa die Lebensenergie zur Neige, so kann ein Abschnitt der Tastatur rot blinken. Eine Sondertaste neben dem Einschalter schaltet zwischen mehreren Tastenbeleuchtungen um; eine zweite lässt die Lüfter permanent mit Maximaldrehzahl laufen.

An das krude Tastenlayout konnten wir uns auch nach langerer Trainingsphase nicht gewöhnen: Die Windows-Taste sitzt rechts der Leertaste, wo man eigentlich die Taste fürs Kontextmenü erwartet. Die Enter-Taste ist einzeitig, der Cursor-Block wurde zwischen das Hauptfeld und den schmalen Ziffernblock gequetscht. Der per USB 2.0 angebundene Kartenleser bremst schnelle SD-Karten aus. Zwar unterstützt der WLAN-Adapter den Standard IEEE 802.11ac, funk aber nur mit einem Datenstrom – in älteren 11n-Netzen ist deshalb bei höchstens 150 MBit/s brutto Schluss.

Die Preise beginnen bei 1350 Euro mit der Mittelklasse-GPU GTX 960M und ohne SSD-Systemlaufwerk. Schnellere Grafikchips

**DER NEUE  
STANDARD  
OPEN SOURCE  
SERVICEDESK**

**KIX4OTRS**

**WIRD**

**KIX**

**VORSTELLUNG  
zur  
CeBIT  
2016!**



## 15-Zoll-Gaming-Notebooks: Daten und Testergebnisse

Modell	Acer Predator 15	Dell Alienware 15 R2	MSI GE62 Apache Pro	Schenker XMG P506 Pro
getestete Konfiguration	NX.Q05EG.006	A15-9898	0016J4-SKU1101	selbst konfiguriert
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Cyberlink PowerDVD 12, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Cyberlink PowerDVD 15, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Cyberlink PowerDVD 12, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>				
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	- / - / R / R / ✓	- / - / H / - / ✓	- / - / L / L (MiniDP) / ✓	- / - / L / 2xL / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	- / 2xL, 2xR / 1xR / 1xR (Typ C) / R	- / 2xL, 1xR / 1xR (TypC) / R	1xR / 2xL / 1xL (Typ C) / L	- / 1xL, 2xR, 1xH / - / R
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	L (SD) / L / -	R (SD) / L / H	R (SD) / R / -	R (SD) / H / -
<b>Ausstattung</b>				
Display	LG LP156WF6: 15,6 Zoll / 39,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 17 ... 238 cd/m², matt	LG LP156WF6: 15,6 Zoll / 39,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 11 ... 211 cd/m², matt	LG LP156WF6: 15,6 Zoll / 39,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 15 ... 271 cd/m², matt	LG LP156WF6: 15,6 Zoll / 39,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 18 ... 279 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i7-6700HQ (4 Kerne mit HT)	Intel Core i7-6820HK (4 Kerne mit HT)	Intel Core i7-6700HQ (4 Kerne mit HT)	Intel Core i7-6700HQ (4 Kerne mit HT)
Prozessor-Cache	4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache	4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache	4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache
Prozessor-Taktrate	2,6 GHz (3,5 GHz bei einem Thread)	2,7 GHz (3,5 GHz bei einem Thread)	2,6 GHz (3,5 GHz bei einem Thread)	2,6 GHz (3,5 GHz bei einem Thread)
Hauptspeicher	16 GByte PC4-17000	8 GByte PC4-17000	16 GByte PC4-17000	16 GByte PC4-17000
Chipsatz / mit Hybridgrafik / Frontside-Bus	Intel Skylake-H-PCH / ✓ / DMI	Intel Skylake-H-PCH / ✓ / DMI	Intel Skylake-H-PCH / ✓ / DMI	Intel Skylake-H-PCH / ✓ / DMI
Grafikchip (Speicher)	PEG: Nvidia GeForce GTX 980M (4096 MByte GDDR5)	PEG: AMD Radeon R9 M390X (3072 MByte GDDR5)	PEG: Nvidia GeForce GTX 970M (3072 MByte GDDR5)	PEG: Nvidia GeForce GTX 980M (8192 MByte GDDR5)
Sound	HDA: Realtek ALC255	HDA: Creative SoundBlaster Recon3D	HDA: Realtek ALC899	HDA: Realtek ALC892
LAN	PCIe: Killer e2400 (Gbit)	PCIe: Killere2400 (Gbit)	PCIe: Killer e2400 (Gbit)	PCIe: Realtek (Gbit)
WLAN / 5 GHz / MU-MIMO	PCIe: Killer 1535 (a/b/g/n-300/ac-867) / ✓ / -	PCIe: Killer 1535 (a/b/g/n-300/ac-867) / ✓ / -	PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 3165 (a/b/g/n-150/ac-433) / ✓ / -	PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8260 (a/b/g/n-300/ac-867) / ✓ / -
Bluetooth / Stack	USB: Atheros 4.1 / Microsoft	USB: Atheros 4.1 / Microsoft	USB: Intel 4.2 / Microsoft	USB: Intel 4.2 / Microsoft
Touchpad (Gesten)	I2C: HID (max. 4 Finger)	I2C: HID (max. 4 Finger)	PS/2: Synaptics (max. 3 Finger)	SMB: Synaptics (max. 3 Finger)
TPM / Fingerabdruckleser	TPM 2.0 / -	TPM 2.0 / -	- / -	- / USB: EgisTec E5603
Massenspeicher	SSD + Festplatte: Samsung PM871 + Seagate Momentus (512 + 2000 GByte / 5400 min⁻¹ / 32 MByte)	Festplatte: HGST Travelstar 7K1000 (1000 GByte / 7200 min⁻¹ / 32 MByte)	SSD + Festplatte: Toshiba HG6 + HGST Travelstar 7K1000 (256 + 1000 GByte / 7200 min⁻¹ / 32 MByte)	SSD + Festplatte: Samsung 850 EVO + WD Scorpio Blue (250 + 1000 GByte / 5400 min⁻¹ / 8 MByte)
optisches Laufwerk	Matshita UJ272Q (BD-Brenner)	-	HL-DT-ST GUBON (DVD-Multi)	-
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>				
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	90 Wh Lithium-Ionen / - / -	96 Wh Lithium-Ionen / - / -	50 Wh Lithium-Ionen / - / -	63 Wh Lithium-Ionen / - / -
Netzteil	180W, 770g, 15,4 cm × 7,5cm × 3 cm, Klebeplatstecker	240 W, 984 g, 20 cm × 9,8 cm × 2,5 cm, Kaltgerätestecker	150 W, 641 g, 16,6 cm × 8,1 cm × 2,5 cm, Klebeplatstecker	200W, 1008g, 16,8 cm × 8,4 cm × 3,6 cm, Kaltgerätestecker
Gewicht	3,65 kg	3,07 kg	2,43 kg	2,78 kg
Größe / Dicke mit Füßen	39,1 cm × 29,8 cm / 3,9 ... 4,1 cm	38,2 cm × 26,9 cm / 3,6 cm	38,8 cm × 26 cm / 3 ... 3,3 cm	38,5 cm × 27,1 cm / 3,3 ... 3,4 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	3 cm / 19 mm × 19 mm	2,8 cm / 19 mm × 19 mm	2,3 cm / 18,5 mm × 18,5 mm	2,5 cm / 18,5 mm × 18,5 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>				
Suspend / ausgeschaltet	0,8 W / 0,5 W	0,9 W / 0,4 W	1,1 W / 0,6 W	1,2 W / 0,4 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	11,2 W / 14,4 W / 17,2 W	12,9 W / 15,5 W / 16,9 W	17,7 W / 20,7 W / 23 W	12 W / 15,2 W / 17,9 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	62,2 W / 21,5 W / 146,3 W	73,2 W / 20,8 W / 131,6 W	73,5 W / 25,4 W / 125,2 W	70,3 W / 22,8 W / 146,2 W
maximale Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	156,1 W / 0,93	216,6 W / 0,95	125,2 W / 0,95	166,7 W / 0,93
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>				
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / WLAN (200 cd/m²)	9 h (10 W) / 7,8 h (11,6 W)	9,4 h (10,2 W) / 9,2 h (10,5 W)	3,1 h (16,3 W) / 2,8 h (17,6 W)	5,1 h (12,4 W) / 4,7 h (13,5 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	6,7 h (13,4 W) / 1,3 h (68,4 W)	6,9 h (13,8 W) / 2 h (48,3 W)	2,4 h (20,8 W) / 0,8 h (59,5 W)	3,9 h (16,5 W) / 1,4 h (47 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1 h Laden	2,9 h / 3,1 h	1,2 h / 7,6 h	1,7 h / 1,8 h	1,3 h / 4 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 2,7 Sone	0,2 Sone / 4 Sone	0,1 Sone / 3,5 Sone	0,1 Sone / 4,7 Sone
Systemlaufwerk lesen / schreiben	518,4 / 494 MByte/s	127 / 122,6 MByte/s	525,8 / 483,5 MByte/s	492,7 / 327,6 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	92628 / 80538	210 / 233	88873 / 45317	95452 / 74918
Leserate Speicherkarte (SD / xD / MS)	57,3 / - / - MByte/s	55,5 / - / - MByte/s	29,4 / - / - MByte/s	38,7 / - / - MByte/s
WLAN 802.11n 5 GHz / 2,4 GHz (20 m)	29 / 13,1 MByte/s	26,5 / 12,4 MByte/s	19,9 / 7,1 MByte/s	12,6 / 6,1 MByte/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / -97,6 dB(A)	⊕ / -101,1 dB(A)	⊕ / -97,8 dB(A)	⊕⊕ / -99,1 dB(A)
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	6,88 / 7,32	7,21 / 7,76	6,95 / 7,4	6,91 / 7,32
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	16845 / 89052 / 517 fps	17745 / 92533 / 524 fps	16041 / 89808 / 519 fps	16056 / 89745 / 520 fps
3DMark (Ice Storm / Cloud Gate / Sky Diver / Fire Strike)	86368 / 22993 / 22096 / 8405	87062 / 19921 / 18005 / 6170	75735 / 20243 / 18820 / 6653	84145 / 21644 / 22244 / 8407
<b>Bewertung</b>				
Laufzeit	⊕⊕	⊕⊕	⊖	⊖
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Display / Geräuschkentwicklung	⊕ / ⊖	⊖ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖
<b>Preis und Garantie</b>				
Straßenpreis Testkonfiguration	2400 €	1750 €	1650 €	2332 €
Garantie	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	⊖ zufriedenstellend	⊖⊖ sehr schlecht	⊖⊖⊖ nicht vorhanden
⊖ schlecht	⊖⊖ vorhanden	⊖⊖⊖ nicht vorhanden	k. A. keine Angabe	

als den GeForce GTX 970M, der im 1650 Euro teuren Testgerät werkelt, gibt es im GE62 Apache Pro nicht. Kurioserweise fehlt in der noch teureren 1750-Euro-Konfiguration die SSD; stattdessen ist dort die Handballenablage mit einer Grafik aus dem Spiel „Heroes of the Storm“ verzerrt.

### Schenker XMG P506 Pro

Das XMG P506 Pro von Schenker hat zwischen den Maustasten einen Fingerabdruckleser, der sich für die in Windows 10 integrierte Identifikationsmethode Hello nutzen lässt: Streicht man über den Sensorstreifen, so wird der zugehörige Nutzer-Account angemeldet. Diese Art der Anmeldung ist zwar nicht ganz so komfortabel wie die Nutzererkennung mittels Infrarot-Kamera bei Microsofts Surface-Geräte, geht aber immer noch schneller als Passwort-Eintippen.

Das XMG P506 Pro unterstützt Nvidias G-Sync-Technik, die Ruckler und zerrissene Bildfolgen eliminiert. Dies klappt aber erst, wenn man im BIOS die Hybridgrafik deaktiviert. Dann ist ausschließlich der Nvidia-Chip aktiv, was die Laufzeit von fünf auf unter drei Stunden drückt. An der Lautstärke ändert sich nichts: Die Lüfter brüllen bei an-



**Der Bildschirm des Schenker XMG P506 Pro unterstützt G-Sync für ruckelfreie Bildfolgen. Bei der Hardware-Bestückung hat der Kunde ein weitreichendes Mitspracherecht.**

haltender CPU- und GPU-Last mit fast 5 Sone.

Das XMG P506 Pro ist das einzige Gerät ohne Typ-C-Buchse im Testfeld. Dafür sprechen alle drei Typ-A-Buchsen USB 3.0, für externe Monitore stehen HDMI und zwei Mini-DisplayPorts zur Verfügung. Der Kartenleser nimmt SD-Karten kurioserweise nur kopfüber entgegen und las schnelle Kärtchen nur mit reduzierter Geschwindigkeit. Die einfarbig beleuchtete Tastatur mit sauberem Tasten-Layout biegt

sich beim Tippen etwas durch; der Druckpunkt ist dennoch präzise spürbar.

Das XMG P506 Pro basiert auf dem Barebone P651RG des ODM-Herstellers Clevo. Interessenten können sich bei Schenker ihre Wunschkonfiguration zusammenstellen; zu den möglichen Optionen zählen bis zu drei Massenspeicher, ein schnellerer Prozessor, bis zu 64 GByte DDR4-Speicher und ein LTE-Modem. Mit GTX 970M, einer 500er-Platte, 8 GByte Arbeitsspeicher und

ohne Windows-Lizenz beginnen die Preise bei 1600 Euro.

### Fazit

Alle vier Notebooks eignen sich dank leistungsstarker Prozessoren und Grafikchips zum Zocken aktueller 3D-Blockbuster ohne allzu große Abstriche bei der Grafik. Das Acer Predator 15 und das Dell Alienware 15 R2 liefern dennoch über neun Stunden Akkulaufzeit. Das MSI GE62 Apache Pro schafft nur ein Drittel davon, ist dafür aber ungewöhnlich leicht. Das Schenker XMG P506 Pro zeigt mit G-Sync ruckelfreie Bildfolgen auf dem eingebauten Bildschirm. (mue@ct.de)

### Literatur

- [1] Florian Müssig, Spielkisten, 17-Zoll-Notebooks mit leistungsstarken Grafikchips, c't 9/15, S. 114
- [2] Martin Fischer, Bandbreitenprotz, Erste Grafikkarte mit HBM-Speicher: AMD Radeon R9 Fury X, c't 17/15, S. 22
- [3] Martin Fischer, Ruckeln war gestern, Nvidias Display-Technik G-Sync, c't 22/14, S. 132
- [4] Florian Müssig, Zwischengang, Zwei 17-Zoll-Notebooks mit Vierkernprozessoren der fünften Core-i-Generation, c't 17/15, S. 58
- [5] Florian Müssig, Prozessor-Premiere, Skylake-CPU Core i7-6700HQ im Kurztest, c't 22/16, S. 30

### 15-Zoll-Gaming-Notebooks – Testergebnisse

Modell	CPU / GPU	Gewicht [kg]	Lautstärke (idle / Last) [Sone]	Laufzeit (Last / idle) [h]	CPU-Leistung <sup>1</sup>	3D-Leistung <sup>2</sup>
Acer Predator 15	Core i7-6700HQ / GTX 980M	3,65	0,1/2,7	1,3/9	1664	8405
Dell Alienware 15 R2	Core i7-6820HK / R9 M390X	3,07	0,2/4	2/9,4	711	6170
MSI GE62 Apache Pro	Core i7-6700HQ / GTX 970M	2,43	0,1/3,5	0,8/3,1	676	6653
Schenker P506 Pro	Core i7-6700HQ / GTX 980M	2,78	0,1/4,7	1,4/5,1	1668	8407

<sup>1</sup> CineBench R15 (n CPU, 64 Bit)

<sup>2</sup> 3DMark (Fire Strike)



### SEH Dongleserver-Familie Die Business-Lösung für Dongle-Management

- 8 bzw. 20 USB 2.0 Hi-Speed-Ports
- Dongle-Schutz vor Diebstahl, Beschädigung und Verlust
- USB-Lizenz-Dongles über das Netzwerk verbinden
- Geeignet für Windows-, Mac OS-X- und Linux-Umgebungen
- Auch für Server-based Computing und virtualisierte Umgebungen
- Mit Serviceplus Garantieverlängerung und Vorab-Austausch sichern

SEH Computertechnik GmbH  
Hotline: +49(0)521-94226-0  
E-Mail: info@seh.de  
www.seh.de





Ulrike Kuhlmann, Stefan Porteck

# Rasante Bildgeber

## 17 Gaming-Monitore im Test

Um die rasanten Bilder hochgezüchteter Grafikkarten richtig zur Geltung zu bringen, bedarf es eines Gaming-Monitors. Wer am gleichen Display schreiben, surfen oder gar arbeiten will, braucht einen möglichst flinken Monitor mit guter Bildcharakteristik. Wir vergleichen aktuelle Gaming-taugliche Bildschirme.

**S**ie spielen gerne, viel und vor allem sehr schnell und besitzen einen ausgewachsenen Gaming-PC mit High-End-Grafikkarte und Spiele-Peripherie? Dann brauchen Sie einen passenden Monitor, der auch rasante Bewegungen knackscharf wiedergibt. Wer zum Spielen vor allem Konsolen nutzt, kommt möglicherweise auch mit einem nicht explizit als Gaming-LCD gehandelten Monitor zurecht. Doch schon das Rumballern in Destiny oder eine Runde in der etwas begatten Rennsimulation MotorStorm fördern den Unterschied zwischen einem richtig schnellen Display und einem 08/15-Monitor zu Tage: Vorbeifliegende Werbeschilder sind im Rennen unlesbar, Gegner wirken unscharf. Fahren und rennen lässt sich damit natürlich trotzdem, nur eben nicht mit der eigentlich möglichen Präzision.

Wir haben auf den folgenden Seiten die schnellsten Monitore zusammengestellt, die wir in den letzten Ausgaben der c't getestet haben. Dabei handelt es sich teilweise um explizite Rennmaschinen mit G-Sync- und FreeSync-Technik, die sich automatisch dem Ausgabekonzept der Grafikkarte anpassen. Aber auch flinke Monitore, die intern mit 144 Hz

getaktet sind oder besonders kurze Schaltzeiten haben und latenzfrei arbeiten, finden sich darunter. Wer den Monitor nicht nur zum Spielen benötigt, sondern auch für den täglichen Produktiveinsatz, findet in der Zusammenstellung ebenfalls hilfreiche Tipps.

### Im Gleichtakt mit der Grafikkarte

Die beiden Grafikkartenspezialisten Nvidia und AMD haben jeweils eigene Techniken entwickelt, die den Monitor und die Grafikkarten automatisch synchron takten. Nvidia nennt das G-Sync, AMD spricht von FreeSync. Beide sollen Darstellungsfehler vermeiden, die sich häufig beim schnellen Zocken einstellen: Bewegungen im Bild stocken, die Darstellung zerreißt, das Bild ruckelt. Schuld daran ist die feste 60-Hz-Bildwiederholfrequenz, mit der Monitore ihre Darstellung üblicherweise auffrischen: Sie zeigen jeden Frame stur 16 ms lang an. Das funktioniert bei Standbildern oder sehr langsamen Bildänderungen wie im herkömmlichen Desktop-Betrieb hervorragend. In Spielen rendert die Grafikkarte jedoch nur selten genau 60 Bilder pro Sekunde. In langsameren Szenen sind es

mehr, bei viel Action oft auch weniger. In diesen Fällen laufen die Bildausgabe der Grafikkarte und die Bildwiedergabe am Monitor zeitlich auseinander, und so entstehen durch ausgelassene oder mehrmals angezeigte Frames die genannten Unregelmäßigkeiten.

FreeSync und G-Sync heben die feste Beschränkung auf 60 Hz auf: Die Grafikkarte rendert an jedem Bild so lange wie nötig und schickt es dann zum Monitor, der bis dahin wartet. Schafft die Karte in einer Szene nur 40 fps, gibt auch das Display nur 40 Bilder pro Sekunde aus. Schafft sie hingegen 75 fps, taktet auch das Display dynamisch auf 75 Hz hoch. Die Grafikkarte gibt also die Bildwiederholrate des Monitors vor. In Grenzen natürlich: Bei Nvidias G-Sync liegt das Intervall zwischen 30 und 144 Hz, bei FreeSync-LCDs zwischen 40 und 144 Hz. Theoretisch sind mit FreeSync sogar Refresh-Raten zwischen 9 und 240 Hz möglich.

Obgleich beide Methoden nach dem gleichen Prinzip funktionieren, setzen AMD und Nvidia sie technisch unterschiedlich um: Für G-Sync benötigt man explizit G-Sync-fähige Monitore, in denen ein passender Controller von Nvidia steckt. Die FreeSync-Technik ist von der VESA als Adaptive Sync für die Monitorschnittstelle DisplayPort 1.2a spezifiziert. Voraussetzung hier ist ein ausreichend schnelles LCD mit DisplayPort-Eingängen und passendem Timing Controller (TCon) – weil der nicht in jedem Monitor mit DisplayPort steckt, sind auch FreeSync-Monitore als solche gekennzeichnet.

Weder für FreeSync noch für G-Sync braucht man besondere Software oder Spiele-Patches. Allerdings funktioniert Nvidias G-Sync-Technik nur mit speziellen G-Sync-fähigen Grafikkarten; FreeSync setzt Radeon-Grafikkarten und einen aktuellen AMD-Grafiktreiber voraus. Die Taktanpassung funktioniert in beiden Fällen ausschließlich am DisplayPort-Anschluss.

Während uns alle bislang getesteten G-Sync-Monitore mit flinken Bildwechseln überzeugten, erreichten nicht alle FreeSync-LCDs die erhofften 144 Hz, manche takten sogar nur zwischen 60 und 75 Hz. Leider geben nicht alle Hersteller an, innerhalb welches Bereiches sich das LCD an die Grafikkartenausgabe anpasst. Sowohl FreeSync- als auch G-Sync-Monitore gibt es mittlerweile mit blickwinkelstabilen IPS-Panels und sogar mit 4K-Auflösung; die ersten Geräte nutzten noch die kontraststärkere, aber blickwinkel-abhängige TN-Technik.

## Schnelle Schalter

Grundvoraussetzung für Gaming-Monitore sind kurze Schaltzeiten: Die Grauschaltzeit für einen einfachen Bildwechsel (grey-to-grey) beziffert die mittlere Zeit, in der die Darstellung am LCD zwischen hellen zu dunklen Grautönen wechselt. Sie sollte beim Gaming-Monitor unter 10 Millisekunden liegen; richtig flinke LCDs schaffen den Wechsel in 3 Millisekunden. Noch besser eignen sich die 144- beziehungsweise 120-Hz-LCDs fürs Zocken: Wegen der kürzeren Anzeigedauer jedes Bildes, sehen schnelle Bewegungen auf ihnen noch schärfer aus. Um Bildwiederholfrequenzen von 144 Hz oder 120 Hz zu bewältigen, müssen die Displays Grey-to-grey-Zeiten von unter 7 ms (beziehungsweise 8 ms) besitzen.

Die meisten LCDs nutzen eine Overdrive-Funktion, um kurze Schaltzeiten zu erreichen. Dabei schießen sie bisweilen übers Ziel hinaus: Die Helligkeit des Bildpunkts liegt dann kurzzeitig über oder unter dem gewünschten Wert. In der Darstellung äußert sich das durch überstrahlte Kanten oder dunkle Säume an bewegten Objekten. Man sollte deshalb im Monitormenü nicht unbedingt die höchste Overdrive-Stufe wählen – da sind die Schaltzeiten theoretisch zwar enorm kurz, aber die Bildqualität nimmt ab. Nach unserer Erfahrung fährt man mit einer mittleren Stufe deutlich besser.

Der Overdrive hat zuweilen eine weitere unschöne Begleiterscheinung: Durch die notwendigen Berechnungen hängt die Bildausgabe den Grafikkartensignalen etwas hinterher. Diese Verzögerung, auch Latenz oder Input-Lag genannt, nervt ambitionierte Spieler enorm. Fürs Gaming ist sie ein No-Go, weshalb in der Tabelle nur Geräte ohne merkliche Latenz stehen.

Mit den G-Sync-fähigen Monitoren hat Nvidia eine zusätzliche Verbesserung der Bewegtbildwiedergabe eingeführt: Das sogenannte ULMB (Ultra Low Motion Blur) nutzt die von LCD-Fernsehern bekannte Technik des Blinking Backlight, um schärfere Bilder zu erzwingen. Dabei leuchten die LEDs im Backlight nicht konstant, sondern blinken im Takt mit der Grafikkartenausgabe auf, wenn der jeweilige Frame komplett im Bildspeicher des Displays angekommen ist. Schaltet das Display nicht schnell genug, geht das schief: Dann leuchtet das Backlight bereits, obwohl der Schaltvorgang im Panel noch nicht voll-

ständig abgeschlossen ist. Dabei entstehen leichte Doppelkanten – was aber weniger stört als eine insgesamt unscharfe Darstellung.

## Weitere Ausstattung

Anders als noch vor zwei Jahren gibt es Gaming-Monitore inzwischen (wieder) mit mattierten Schirmoberflächen; wir haben das jeweils in der Tabelle vermerkt. Spiegelfreie Displays sind insbesondere dann vorteilhaft, wenn man häufiger in heller Umgebung spielt oder den Monitor auch zum Lesen und Schreiben einsetzt.

Sowohl fürs konzentrierte Spielen als auch fürs längere Arbeiten empfehlen sich Monitore mit höhenverstellbarem Display, an denen man eine angenehme Sitzposition einnehmen kann. Wer anderen zwischen durch Einblicke aufs Display geben will, der braucht einen seitlich drehbaren Schirm. Ob die nötige Mechanik glatt läuft oder aber kratzt und schleift, haben wir in der Tabelle bewertet.

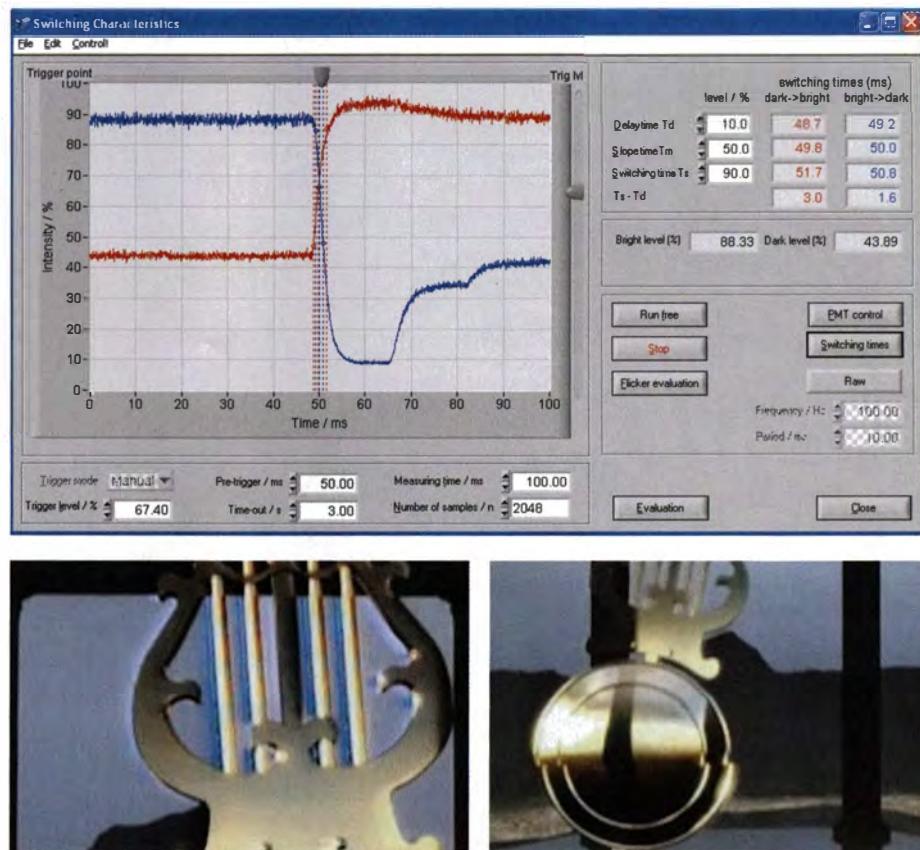
Wer (auch) an Konsolen spielen will, muss die Eingangsoptionen des Monitors beachten: Nicht jedes Gaming-Display stellt den notwendigen HDMI-Eingang bereit oder nur in begrenzter Anzahl – was jedes Mal Umstücken bedeutet, wenn man ein weiteres Gerät

per HDMI betreiben will. G-Sync-Monitore besitzen nur einen DisplayPort.

Kopfhörerbuchsen, über die man den per DisplayPort übertragenen Ton abgreifen könnte, fehlen den bislang getesteten G-Sync-Monitoren. Wer zum Spielen ein Headset nutzt, muss es also direkt an den PC anschließen. Einige Gaming-Monitore bringen Extras wie USB-Hubs mit, manche sogar in 3.0-Ausführung. Lautsprecher sind hingegen die Ausnahme.

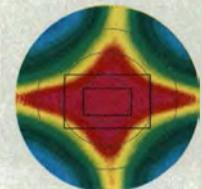
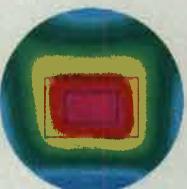
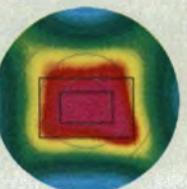
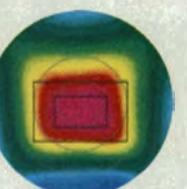
Wer mehr Schirmfläche zum Spielen und Arbeiten benötigt, greift zum höher auflösenden Großformat. So zeigt Samsungs 32-Zöller S32D850T seine farbstarken und blickwinkelstabilen Bilder auf 2560 × 1440 Bildpunkten. LGs Hardware-kalibrierbarer 34-Zöller 34UM95 bietet so viel Platz wie zwei kleinere LCDs – nur ohne trennenden Mittelsteg. Acer's flinker S27HK bringt sogar 4K-Auflösung mit 3840 × 2160 Bildpunkten auf den Schirm. Solche Monitore sind zwar nichts für hochambitionierte Gamer, weil Raffinessen wie G-Sync und FreeSync fehlen. Ihre kurzen Schaltzeiten nebst blickwinkelstabilen und farbstarker Darstellung empfehlen sie aber für Anwender, die einen Kompromiss aus Arbeitsmonitor und Gaming-Display suchen. (uk@ct.de)

**ct** Videos: [ct.de/yqkh](http://ct.de/yqkh)



Ein schlecht dimensionierter Overdrive (oben) produziert farbige Säume (links). Wenn die Grafikkarte einen neuen Frame liefert, während das Bild noch ins Display geschrieben wird, zerreißt die Darstellung (rechts). G-Sync und FreeSync verhindern dieses Tearing zuverlässig.

**Gaming-Monitore**

Produktbezeichnung	Full HD	mit G-Sync	g2460Pg	PG27BQ	272G5DVEB
Hersteller	Eizo	Acer	AOC	Asus	Philips
Garantie LCD / Backlight [Jahre]	5 / 5	2 / 2	3 / 3	3 / 3	2 / 2
Panel: Größe / Typ	23,8" / IPS (mattiert)	27" / TN (mattiert)	24" / TN (mattiert)	27" / TN (mattiert)	27" / TN (mattiert)
Auflösung	1920 × 1080 (92 dpi)	1920 × 1080 (82 dpi)	1920 × 1080 (92 dpi)	2560 × 1440 (109 dpi)	1920 × 1080 (82 dpi)
sichtbare Bildfläche / -diagonale	52,7 cm × 29,6 cm / 60,5 cm	59,7 cm × 33,6 cm / 68,5 cm	53,1 cm × 29,9 cm / 60,9 cm	59,7 cm × 33,6 cm / 68,5 cm	59,7 cm × 33,6 cm / 68,5 cm
Videoeingänge	DVI, 2 × HDMI	1 × DisplayPort	1 × DisplayPort	1 × DisplayPort	1 × DisplayPort
Interpolation: abschaltbar/ seitentreu / Vollbild / Kantenglättung	✓ / ✓ / ✓ / (5 Stufen)	- / - / ✓ / -	- / - / ✓ / -	- / - / ✓ / -	- / - / ✓ / -
LCD drehbar/ höhenverstellbar/ Porträt-Modus	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Rahmenbreite	seitlich und oben 0,4 cm, unten 3,8 cm	rundum 2,2 cm	seitlich u. oben 1,7 cm, unten 2,7 cm	seitlich u. oben 1 cm, unten 1,3 cm	seitlich 2 cm, oben 2,6 cm, unten 4,2 cm
weitere Ausstattung	Lautsprecher (2 × 1 W), USB-3.0-Hub (2 Ports)	USB-3.0-Hub (4 Ports), Netzteil intern, 3D-Vision-fähig	USB-Hub (2 × USB 2.0, 2 × USB 3.0), Netzteil intern, 3D-Vision-fähig	USB-3.0-Hub (2 Ports), 3D-Vision-fähig	USB-3.0-Hub (4 Ports), 3D-Vision-fähig
Lieferumfang	Kabel: DVI, USB, Audio, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: DisplayPort, USB, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: DisplayPort, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: DisplayPort, USB, Netz; Netzadapter; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: DisplayPort, USB, Netz; Netzadapter; Handbuch auf CD, Kurzanleitung
Maße (B × H × T) / Gewicht	54 cm × 40 – 46 cm × 20 cm / 5,2 kg	64 cm × 40,5 – 55,5 cm × 24,5 cm / 7,8 kg	56,5 cm × 39,4 – 52,4 cm × 24,5 cm / 6,5 kg	61,7 cm × 43,8 – 55,8 cm × 24 cm / 7 kg	63,9 cm × 58 – 43 cm × 24,2 cm / 7,8 kg
Merkmale	geringe Winkelabhängigkeit, schmaler Displayrahmen, Menüzugang per Fernbedienung, Helligkeitssensor	geringe Leistungsaufnahme, großer Leuchtdichte-Regelbereich, gute Mechanik, nur ein Signaleingang	geringerer Kontrast, geringer Preis, großer Leuchtdichte-Regelbereich, unübersichtliches Einstellungsmenü, nur ein Signaleingang	hohe Auflösung, sehr gute Mechanik, hoher Preis, großer Leuchtdichte-Regelbereich, höhere Leistungsaufnahme, nur ein Signaleingang	kleiner Leuchtdichte-Regelbereich, geringe Leistungsaufnahme
<b>Messergebnisse</b>					
Schaltzeiten	7,5ms	2,8ms	7,3 ms	3 ms	2,5 ms
Ausleuchtung	84,9 %	82,6 %	83,3 %	81,6 %	84,3 %
Leuchtdichte-Regelbereich	5 ... 225 cd/m²	28 ... 308 cd/m²	85 ... 402 cd/m²	56 ... 375 cd/m²	37 ... 276 cd/m²
Leistungsaufnahme Betrieb / Standby / mech. Aus	15,8 W / 0,3 W / 0,2 W	21,2 W / 0,4 W / 0,3 W	15,7 W / 0,4 W / 0,3 W	28,8 W / 0,5 W / 0,5 W	22,2 W / 0,4 W / 0,4 W
Kontrast minimales Sichtfeld <sup>1</sup>	1097:1 / 13,9 %	903:1 / 20,6 %	834:1 / 15,3 %	932:1 / 21,1 %	907:1 / 19 %
Kontrast erweitertes Sichtfeld <sup>1</sup>	762:1 / 43,2 %	534:1 / 53,7 %	552:1 / 42,9 %	621:1 / 45,1 %	551:1 / 50,8 %
     <p>winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand 0 200 400 600</p>					
<b>Bewertung</b>					
Blickwinkelabhängigkeit	⊕	○	○	○	○
Kontrast	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Farbwiedergabe	⊕	○	○	⊕	⊕
Spieldetauglichkeit	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Gehäuseverarbeitung, Mechanik	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
Straßenpreis (ca.)	320 €	450 €	405 €	680 €	550 €

<sup>1</sup> Mittelwert und Standardabweichung des Kontrasts im minimalen beziehungsweise erweiterten Sichtfeld.

Das minimale Sichtfeld umfasst alle Einblickwinkel, unter denen ein Betrachter das Bild sieht, wenn er aus 60 cm Entfernung frontal auf die Schirmmitte schaut; die Bildecken sieht er dabei unter dem größten Winkel.

Im erweiterten Sichtfeld bewegt er den Kopf parallel zur Schirmfläche bis zu den Displaykanten; der Einblickwinkel auf die gegenüberliegenden Bildränder nimmt zu, der mittlere Kontrast sinkt.

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden

– nicht vorhanden

k. A. keine Angabe

mit FreeSync						4K-Monitore / große Bildfläche					
XG270HU	MG279Q	XL2730Z	34UM67-P	U24E590D	S277HK						
Acer	Asus	BenQ	LG	Samsung	Acer						
3 / 3	3 / 3	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2						
27" / TN	27" / IPS	27" / TN	34" / IPS	23,5" / PLS	27" / IPS (mattiert)						
2560 × 1440 (109 dpi)	2560 × 1440 (109 dpi)	2560 × 1440 (109 dpi)	2560 × 1080 (82 dpi)	3840 × 2160 (187 dpi)	3840 × 2160 (163 dpi)						
59,7 cm × 33,6 cm / 68,5 cm	59,7 cm × 33,6 cm / 68,5 cm	59,7 cm × 33,6 cm / 68,5 cm	79,4 cm × 34 cm / 86,4 cm	52,1 cm × 29,3 cm / 59,8 cm	59,7 cm × 33,6 cm / 68,6 cm						
DVI-D, DisplayPort, HDMI	2 × DisplayPort, 2 × HDMI	Sub-D, DVI-D, DisplayPort, 2 × HDMI 2.0	DVI-D, DisplayPort, 2 × HDMI	DisplayPort, HDMI, HDMI 2.0	DisplayPort, miniDP, HDMI 2.0, DVI-D						
✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (4 Stufen)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (10 Stufen)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (5 Stufen)	- / ✓ / ✓ / ✓ (25 Stufen)	✓ / ✓ / ✓ / -						
- / - / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	- / - / -	- / - / -	- / - / -						
seitlich und oben 0,8 cm, unten 2,4 cm	seitlich und oben 1,3 cm, unten 1,7 cm	rundum 1,7 cm	seitlich und oben 1,3 cm, unten 2,3 cm	rundum 1,7 cm	0,9 cm seitlich, 0,8 cm oben, 2,2 cm unten						
Lautsprecher, Netzteil extern	Lautsprecher (2 × 2 W), USB-Hub (2 Ports)	USB-Hub (3 Ports)	Lautsprecher (2 × 7 W), Netzteil extern	Netzteil extern	Lautsprecher (2 × 1 W),						
Kabel: DVI, DisplayPort, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: DisplayPort, Mini-DisplayPort-auf-Displayport, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: DVI, DisplayPort, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: HDMI, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: HDMI, DisplayPort, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: DVI, DisplayPort, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung						
61,4 cm × 45,1 cm × 20,6 cm / 3,9 kg	62,5 cm × 40,9–55,9 cm × 23,8 cm / 7,3 kg	63,4 cm × 41,7–55,7 cm × 22,6 cm / 7,5 kg	83 cm × 46,9 cm × 17,3 cm / 7,3 kg	56,1 cm × 42,8 cm × 18,7 cm / 4,6 kg	61,4 cm × 45 cm × 16 cm / 5,4 kg						
gute Graustufenauflösung, wackelige Mechanik, mehrere Signaleingänge, schmaler Rahmen hohe Auflösung	gute Graustufenauflösung, viele Signaleingänge, geringe Winkelabhängigkeit, hoher Kontrast	viele Signaleingänge, gute Mechanik, hohe Auflösung, hoher Leuchtdichte-Regelbereich	etwas langsames Panel, viele Signaleingänge, geringe Winkelabhängigkeit hohe Auflösung	viele Signaleingänge, geringe Winkelabhängigkeit, hoher Kontrast	etwas inhomogen ausgeleuchtet, gute Graustufenauflösung, höhere Leistungsaufnahme						
7 ms	6,8ms	7,6ms	10,5ms	9,4ms	7,3 ms						
81,3 %	85,3 %	91,7 %	84,7 %	80,5 %	88,6 %						
86 ... 364 cd/m²	40 ... 318 cd/m²	55 ... 316cd/m²	47 ... 275 cd/m²	14 ... 284 cd/m²	54 ... 220 cd/m²						
20,2 W / 0,4 W / 0,3 W	22,8 W / 0,5 W / 0,5 W	22 W / 0,4 W / 0,3 W	25,5 W / 0,3 W / 0,2 W	19,4 W / 0,2 W / 0,2 W	34,7 W / 0,4 W / 0,4 W						
997:1 / 18,2 %	1143:1 / 18 %	963:1 / 17,8 %	855:1 / 22 %	1022:1 / 11,8 %	826:1 / 17,8 %						
676:1 / 42,5 %	775:1 / 51,9 %	670:1 / 41,6 %	539:1 / 59 %	722:1 / 43,1 %	544:1 / 53,5 %						
○	⊕	○	⊕	⊕	⊕						
⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕						
○	⊕	○	⊕	⊕	⊕						
⊕	⊕	⊕	○	○	⊕						
○	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕	○						
490 €	630 €	600 €	580 €	460 €	590 €						

**Gaming-Monitore****4K-Monitore / große Bildfläche**

Produktbezeichnung	34UM95	S32D850T	XB280HK	u2868Pqu	PB287Q	B2888UHSU
Hersteller	LG	Samsung	Acer	AOC	Asus	Eizo
Garantie LCD / Backlight [Jahre]	2 / 2	3 / 3	2 / 2	3 / 3	3 / 3	2 / 2
Panel: Größe / Typ	34" / IPS (mattiert)	32" / PLS (mattiert)	27,9" / TN (mattiert)	27,9" / TN (mattiert)	28" / TN (mattiert)	27,9" / TN (mattiert)
Auflösung	3440 × 1440 (110dpi)	2560 × 1440 (92dpi)	3840 × 2160 (157 dpi)	3840 × 2160 (109 dpi)	2560 × 1440 (109 dpi)	3840 × 2160 (157 dpi)
sichtb. Bildfläche / -diagonale	75,4 cm × 34,8 cm / 86,4 cm	74,2 cm × 50 – 62 cm / 28,8 cm	62,1 cm × 34,1 cm / 70,85 cm	62,1 cm × 34,1 cm / 70,85 cm	62,1 cm × 34,1 cm / 70,85 cm	62,1 cm × 34,1 cm / 70,85 cm
Videoeingänge	DisplayPort, 2 × HDMI, 2 × Thunderbold	DisplayPort, HDMI, DVI-D	DisplayPort	Sub-D, DVI-D, DisplayPort, HDMI	DisplayPort, 2 × HDMI	DVI-D, 2 × DisplayPort, 2 × HDMI
Interpolation: abschaltbar / seitentreu / Vollbild / Kantenglättung	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (2 Stufen)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (25 Stufen)	- / ✓ / ✓ / -	- / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (10 Stufen)
LCD drehbar / höhen-verstellbar / Porträt-Modus	- / ✓ (2 Stufen) / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / -
Rahmenbreite	seitlich und oben 1,3 cm, unten 2,3 cm	seitlich und oben 1,3 cm, unten 2,3 cm	seitl. u. oben 1,6 cm, unten 1,8 cm	seitl. u. oben 1,7 cm, unten 3,5 cm	rundum 1,7 cm	rundum 2 cm
weitere Ausstattung	USB-Hub (3 Ports), Lautsprecher	USB-Hub (5 Ports)	USB-3.0-Hub (4 Ports)	Lautsprecher (2 × 1 W), USB-Hub (2 × USB 2.0, 2 × USB 3.0)	Lautsprecher (2 × 2 W)	Lautsprecher (2 × 3 W), USB-3.0-Hub (2 Ports)
Lieferumfang	Kabel: HDMI, DisplayPort, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: HDMI, DisplayPort, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: DisplayPort, USB, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: Sub-D, HDMI, DisplayPort, Audio, USB, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: HDMI, DisplayPort, Audio, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: HDMI, DVI, DisplayPort, MiniDisplayPort-auf-DisplayPort, Audio, USB, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung
Maße (B × H × T) / Gewicht	83 cm × 46,9 cm / 17,3 cm / 7,7 kg	74 cm × 50,5 – 62,5 cm / 28 cm / 12,3 kg	65,7 cm × 40,5 – 56,5 cm × 24,5 cm / 7,9 kg	65,9 cm × 43,1 – 56,1 cm × 24,5 cm / 7,9 kg	66 cm × 41,4 – 56,4 cm × 22 cm / 7,9 kg	66,3 cm × 41,2 – 54,2 cm × 23 cm / 7,7 kg
Merkmale	Hardware-kalibrierbar, viele Signaleingänge, geringe Winkelabhängigkeit, gute Graustufenauflösung	Splitscreen-Funktion für den Betrieb an zwei PCs gleichzeitig, sehr hoher Kontrast, geringe Winkelabhängigkeit, Helligkeitssensor	geringer Kontrast, G-Sync-fähig, USB-Hub, etwas zu kühle Graustufenanzeige, nur ein Signaleingang, Picture-in-Picture, Picture-by-Picture	höherer Kontrast, etwas zu kühle Graustufenanzeige, homogene Schirmausleuchtung, USB-Hub, Picture-in-Picture, Picture-by-Picture, Lautsprecher	gute Mechanik, Lautsprecher, leicht gelbliche Graustufenanzeige, homogene Schirmausleuchtung, Picture-in-Picture, Picture-by-Picture	gute Mechanik, USB-Hub, Lautsprecher, farbneutrale Graustufenanzeige, großer Lieferumfang, Picture-in-Picture, Picture-by-Picture
<b>Messergebnisse</b>						
Schaltzeiten	7,7 ms	9,7 ms	2,8 ms	4,1 ms	6,1 ms	3,5 ms
Ausleuchtung	82 %	82,2 %	76,8 %	87,6 %	79,8 %	84,6 %
Leuchtdichte-Regelbereich	49 ... 271 cd/m²	35 ... 275 cd/m²	32 ... 245 cd/m²	81 ... 267 cd/m²	55 ... 284 cd/m²	40 ... 283 cd/m²
Leistungsaufnahme Betrieb / Standby / mech. Ausschalter	– <sup>3</sup>	34,7 W / 0,4 W / 0,4 W	30 W / 1,4 W / 1 W	44,1 W / 0,4 W / 0,3 W	25,8 W / 0,5 W / 0,4 W	29,1 W / 0,4 W / 0,1 W
Kontrast min. Sichtfeld <sup>1</sup>	937:1 / 24,9 %	2295:1 / 50,8 %	665:1 / 19,1 %	792:1 / 12,5 %	774:1 / 13,7 %	729:1 / 16 %
Kontrast erweit. Sichtfeld <sup>1</sup>	566:1 / 6,7 %	1163:1 / 89,9 %	493:1 / 40,2 %	557:1 / 37,9 %	551:1 / 39,2 %	516:1 / 40,1 %
Die runden Diagramme ... <sup>2</sup>						
<b>Bewertung</b>						
Blickwinkelabhängigkeit	⊕	⊕	○	○	○	○
Kontrast	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕	⊕	⊕
Farbwiedergabe	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Spieletauglichkeit	⊕	○	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕
Gehäuseverarbeitung, Mechaik	○	○	⊕	⊕	⊕	⊕
Straßenpreis (ca.)	520 €	700 €	600 €	360 €	450 €	480 €

<sup>1</sup> Mittelwert und Standardabweichung des Kontrasts im minimalen beziehungsweise erweiterten Sichtfeld. Das minimale Sichtfeld umfasst alle Einblickwinkel, unter denen ein Betrachter das Bild sieht, wenn er aus 60 Zentimeter Entfernung frontal auf die Schirmmitte schaut; die Bildecken sieht er dabei unter dem größten Winkel. Im erweiterten Sichtfeld bewegt der Kopf parallel zur Schirmfläche bis zu den Displaykanten; der Einblickwinkel auf die gegenüberliegenden Bildränder nimmt zu, der mittlere Kontrast sinkt.

<sup>2</sup> ... geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rottiche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall wäre das ganze Bild pink.

winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20° Abstand

0 200 400 600

<sup>3</sup> nicht ermittelt

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden

– nicht vorhanden

k. A. keine Angabe

# ERHELLEND.

iX. MEHR WISSEN.



**Best Practices und Projektberichte**

**IoT-Know-how:**

- Entwickeln für das Internet der Dinge**
- Grundlagen: Elektronik, Sensorik und Software**
- Open Source im Internet der Dinge**
- Know-how: Nutzerschnittstellen konzeptionieren**
- IoT-Architektur richtig umsetzen**
- Sensordaten sammeln und verarbeiten**
- Kommunikation: Protokolle harmonisieren**
- Die wichtigsten Messaging- und Sensorprotokolle im Überblick**

**IoT-Projekte sicher planen**

Jetzt für  
nur **12,90 €**  
bis 3.1.2016  
portofrei bestellen.

shop.heise.de/ix-dev-iot service@shop.heise.de  
Auch als eMagazin erhältlich unter: shop.heise.de/ix-dev-iot-pdf



shop.heise.de/ix-dev-iot service@shop.heise.de

Auch als eMagazin erhältlich unter: shop.heise.de/ix-dev-iot-pdf

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten  
oder ab einem Einkaufswert von 15 €



**heise shop**

shop.heise.de/ix-dev-iot





Christian Hirsch

# Pixelschwemme

## iMacs mit 4K- und 5K-Display versus selbstgebauten All-in-One-PC

**Wer Platz auf dem Schreibtisch sparen will, hat die Wahl zwischen schicken All-in-One-PCs wie dem iMac oder einem Mini-PC, der hinter einen Monitor passt. Dank moderner Broadwell- und Skylake-Technik sind sie sparsam und eignen sich auch für den Multimonitorbetrieb.**

Während die meisten PC-Hersteller bislang nur vereinzelt All-in-One-PCs mit hochauflösenden Displays herausgebracht haben, übernimmt Apple wieder einmal die Vorreiterrolle und liefert bereits die zweite Generation seiner Retina-iMacs aus. Die eingebauten Displays hat Apple weiter verbessert: Im Spitzenmodell des 21,5"-iMac steckt ein 4K-Panel, während sämtliche 27-Zöller 5K-Auflösung anzeigen. Per Bootcamp lassen sie sich auch mit Windows nutzen. Außerdem des Mac-Universums kann man sich als Alternative zu den wenigen All-in-One-PCs mit hochauflösenden Displays ein platzsparendes Gespann aus Mini-Rechner und Monitor mit VESA-Halterung selbst zusammenbauen.

Im Test treten die Topvarianten des iMac 21,5" für 1700 Euro und iMac 27" für 2700

Euro gegen den Mini-Barebone Shuttle DH170 (270 Euro) an. Zum Komplettrechner fehlen dem Industrie-PC noch ein Skylake-Prozessor, DDR3L-RAM, eine SSD oder Festplatte und das Betriebssystem. Damit kostete unsere Testkonfiguration rund 550 Euro. Zusammen mit einem 4K-Monitor wie dem Samsung U24E590D kommt man somit auf einen Gesamtpreis von rund 1000 Euro [1].

### Aufpoliert

Apple hat den gegenüber den Vorgängern äußerlich unveränderten iMacs im Oktober 2015 ein neues Innenleben spendiert. Während im kleinen Modell der Generation „Late 2015“ einer der seltenen Broadwell-Prozes-

soren für Desktop-PCs steckt, kommen in den 27-Zöllern bereits die Nachfolgerchips „Skylake“ zum Einsatz. Als weitere Neuerung erhielten nun auch die 21,5"-iMacs Thunderbolt 2. Wo etwas hinzukommt, fällt manchmal auch etwas weg: Den neuen iMacs fehlt der Target-Display-Modus und sie lassen sich deshalb nicht mehr von anderen Thunderbolt-Macs als Bildschirm nutzen.

Der jüngsten iMac-Generation hat Apple außerdem neue Eingabegeräte zur Seite gestellt. Den schlanken Aluminium-Rechnern liegt jeweils eine Magic Mouse 2 und ein Magic Keyboard bei. Beide Geräte arbeiten drahtlos und lassen sich über ein per USB angeschlossenes Lightning-Kabel laden. Die Tastatur kann man dabei weiterverwenden, die Maus jedoch nicht: Weil Apple die Light-

ning-Buchse auf der Unterseite platziert, muss man sie zum Laden auf den Rücken legen. Einen ausführlichen Test der Magic Mouse 2 finden Sie auf Seite 40. Zudem können Käufer eines iMac anstelle der Maus für einen Aufpreis von 60 Euro das Magic Trackpad 2 mit einer zum Vorgänger um 30 Prozent vergrößerten Touch-Fläche und Force Click bestellen.

Ein optisches Laufwerk besitzt keiner der drei getesteten Rechner. Das Betriebssystem der iMacs lässt sich entweder über die Recovery-Partition oder das Internet wiederherstellen. Die Messungen und Benchmarks haben wir unter OS X 10.11 El Capitan (iMacs) beziehungsweise Windows 10 (Shuttle DH170) durchgeführt. Lediglich den 3DMark haben wir auf den Apple-Rechnern mangels OS-X-Version mit BootCamp unter Windows 10 ausgeführt [2].

## 4K, 5K, noch mehr K

Für den Wow-Effekt bei den iMacs sorgen aber weniger die überschaubaren Änderungen am Innenleben und den Eingabegeräten, sondern die eingebauten Displays. Der kleinere bringt  $4096 \times 2304$  Pixel auf 21,5 Zoll unter, beim 27-Zöller sind es mit  $5120 \times 2880$  mehr als anderthalbmal so viele Bildpunkte. Die hohe Pixeldichte von jeweils 218 dpi sorgt dafür, dass Schriften knackscharf aussehen. Zudem funktioniert die Skalierung von Anwendungen, die noch nicht für diesen HiDPI-Modus optimiert sind, bei OS X besser als bei Windows 10.

Bei der Farbdarstellung hat Apple ebenfalls eine Schippe draufgelegt. Die IPS-Panels zeigen nun den DCI-P3-Farbraum aus dem Kinoumfeld, dessen Farbumfang ähnlich groß wie AdobeRGB ist. Vor allem satte Rot- und Grüntöne wirken wesentlich kräftiger. Zugleich hat Apple bei den 27"-iMacs mit dediziertem Grafikchip endlich 10 Bit Farbtiefe pro Kanal freigeschaltet. Dadurch treten bei feinen Farbverläufen keine störenden Streifen mehr auf – sofern man Anwendungen wie Photoshop CC 2015.1 nutzt, die mit 10 Bit umgehen können.

Die iMacs steuern – zusätzlich zum internen Display – wie auch der Shuttle DH170 mehrere hochauflösende Monitore an. Die beiden DisplayPort-1.2-Anschlüsse aller drei Rechner geben jeweils 4K-Auflösung mit 60 Hz aus. Am Shuttle lässt sich per HDMI ein weiterer 4K-Monitor mit 30 Hz betreiben. Dabei muss man jedoch mit einem ruckelnden Mauszeiger leben.

Darüber hinaus haben wir an den Rechnern 5K-Monitore ausprobiert. Um pro Sekunde sechzig Bilder mit 15 Megapixeln Auflösung ( $5120 \times 2880$ ) durch die Leitung zu pumpen, reicht DisplayPort 1.2 (DP) nicht mehr aus. GPUs und Monitore mit dem dafür tauglichen Nachfolger DP 1.3 gibt es aber noch nicht. Deshalb benötigen 5K-Monitore derzeit zwei DP-1.2-Leitungen zum PC.

Beim Shuttle DH170 und dem 27-Zoll-iMac klappte die 5K-Ausgabe sofort, ohne dass wir im Betriebssystem oder im Treiber

## Apple iMacs (Late 2015)



### 21,5" iMac mit Retina 4K Display

Von den drei Basisvarianten des iMac 21,5" ist lediglich die teuerste mit einem hochauflösenden 4K-Display ( $4096 \times 2304$ ) ausgestattet. Obwohl bis auf die Größe äußerlich gleich, unterscheidet sich der Kleine bei der Hardware deutlich vom 27-Zöller. Statt eines Skylake-Prozessors kommt eine CPU aus der Vorgänger-Generation Broadwell mit leistungsfähiger Iris-Pro-GPU und 128 MByte eDRAM zum Einsatz. Eine Grafikkarte spart sich Apple deshalb. Für anspruchsvolle 3D-Spiele ist die Iris Pro aber selbst bei reduzierter Auflösung zu schwach.

Den Core i5-5675R lötet Apple ebenso auf die Hauptplatine wie den 8 GByte großen LPDDR3-Arbeitsspeicher. Späteres Aufrüsten ist deshalb nicht möglich. Der Vierkernprozessor liefert genug Leistung für anspruchsvolle Aufgaben, den Spaß beim Arbeiten vermiest jedoch die lahme 2,5"-Festplatte. Fürs Booten auf den OS-X-Desktop braucht der iMac fast eine Minute. Hier sollte man auf jeden Fall beim Kauf den Aufpreis fürs Fusion Drive (+120 Euro) oder für die SSD (256 GByte: +240 Euro) investieren.

Wegen der einfacheren Hardware-Ausstattung schluckt der iMac 21,5" sowohl im Leerlauf mit 22 Watt als auch unter Last mit 132 Watt weniger Strom als der 27-Zöller. Unter Dauervolllast auf CPU und GPU war er aber gleich laut wie sein größerer Bruder (2,8 Sone) und der Prozessor erhitzte sich dabei auf bis zu 104 °C. Bei üblichen Anwendungen wie Textverarbeitung und Web-Anwendungen bleibt der Rechner aber flüsterleise. Zur umfangreichen Ausstattung des iMac zählt eine Webcam ebenso wie ein schneller Kartenleser, Bluetooth und WLAN.

### Bewertung

- sehr gutes 4K-Display
- RAM aufgelöst
- langsame Festplatte

### 27" iMac mit Retina 5K Display

Ins aktuelle Spitzenmodell des iMac (Late 2015) packt Apple einen leistungsfähigen Skylake-Quad-Core, eine flotte Mobil-Grafikkarte sowie ein unfassbar scharfes 5K-Display. Das Betriebssystem residiert auf einem Fusion-Drive-Verbund. Erst wenn die Kapazität der rasend schnellen PCI-Express-SSD von 128 GByte ausgeschöpft ist, landen die Daten auf der 2-TByte-Festplatte.

Im Leerlauf ist der 27-Zoll-iMac kaum zu hören. Die Leistungsaufnahme bleibt dabei mit 38 Watt inklusive Display, Grafikkarte und Festplatte im üblichen Rahmen. Bei 3D-Last drehen die Lüfter kaum hoch (0,3 Sone), obwohl die Radeon R9 M395 mit 1792 Shadern schnell genug ist, um anspruchsvolle 3D-Spiele in hoher Qualität bei Full-HD-Auflösung darzustellen. Für volle Displayauflösung ist die GPU jedoch zu schwach und der Grafikspeicher mit 2 GByte zu knapp bemessen. Bei länger andauernder CPU-Volllast drehen die Lüfter kräftig auf, dann klettert der Lärmpegel wie beim iMac 21,5" auf 2,8 Sone.

Die Position der Anschlüsse und des Einschalters auf der Rückseite kommt dem Design zu Gute, ist aber zugleich sehr unergonomisch. Beim Einstecken von USB-Sticks oder SD-Kärtchen muss man hinter den Rechner klettern oder blind herumprobieren. Der 8 GByte große Arbeitsspeicher des iMac lässt sich ohne Bastelorgie aufrüsten: Per Knopfdruck öffnet man eine kleine Klappe und kann den Fächer für vier SO-DIMMs heraus-schwenken.

### Bewertung

- sehr gutes 5K-Display
- schnelle SSD
- hoher Preis

## Mini-Rechner



### Shuttle DH170

Trotz seiner geringen Größe kann der Mini-Rechner DH170 von Shuttle bei der Ausstattung mit den größeren iMacs mithalten. Der PC-Barebone hält zwei DisplayPorts, einen HDMI-Ausgang sowie vier USB-3.0-Buchsen bereit. Die Herkunft aus dem Industriesegment verraten das robuste Metallgehäuse sowie die beiden RS-232- und Ethernet-Buchsen. Mit den mitgelieferten Montagewinkeln lässt sich der Mini-PC auch an schwer erreichbaren Stellen anbringen.

Für Prozessor, RAM und Massenspeicher muss man beim DH170 selbst sorgen. Wir haben ihn mit dem Vierkerner Core i5-6400, 16 GByte Arbeitsspeicher und einer 256-GByte-SSD bestückt. Wegen der Onboard-Grafik eignet sich der Mini-PC nicht zum Spielen. Damit kostet der komplette Rechner inklusive Windows 10 etwa 550 Euro.

Beim Arbeitsspeicher verhielt sich der Shuttle-PC etwas zickig: Mit DDR3L-SODIMMs von Crucial stürzte er bei GPU-Last mit buntem Schachbrettmuster auf dem Bildschirm ab. Keine Probleme hatten wir schließlich mit DDR3L-Modulen von Samsung. Im Leerlauf kommt er trotz Zusatzchips für die zwei seriellen Schnittstellen mit gerade einmal 8 Watt aus. Die beiden Lüfter auf dem CPU-Kühler waren dabei kaum zu hören (0,2 Sone).

Unter Volllast reizt der Rechner das mitgelieferte externe 90-Watt-Netzteil mit 89 Watt Leistungsaufnahme nahezu aus. Man sollte deshalb unbedingt der Empfehlung des Herstellers folgen, CPUs mit einer Thermal Design Power von maximal 65 Watt einzubauen. Zudem machte der DH170 unter Volllast einigen Lärm (1,9 Sone).

#### Bewertung

- + sehr sparsam
- + drei Monitoranschlüsse
- langsamer Kartenleser

## Leistungsaufnahme und Geräuschmessung unter OS X

Unter Windows messen wir den Energiebedarf und die Lautstärke von Desktop-PCs bei Volllast mit speziellen Lastprogrammen. Moderne Prozessoren kommen vor allem beim Lösen mathematischer Probleme mit hochoptimiertem AVX-Code ins Schwitzen. Dazu zählen der Linpack und Prime95, die Gleichungssysteme beziehungsweise Mersenne-Primezahlen berechnen. Beide Programme stehen auch in einer Version für OS X zum Download bereit und erlauben so trotz unterschiedlicher Betriebssysteme einen Vergleich mit anderen Rechnern. Prime95 ist dank grafischer Oberfläche das komfortabler zu bedienende Lastprogramm. Die maximale

Leistungsaufnahme erreicht man damit beim Stress-Test mit der Option „In-place large FFTs“.

Viele Grafikkarten übertrumpfen den Energiebedarf von Prozessoren bei Weitem, sodass man die GPU für Volllast-Messungen ebenfalls unter Dampf setzen muss. Als besonders quälend hat sich dabei unter Windows das Last-Tool Furmark erwiesen. Die Shader-Einheiten berechnen dabei eine Art rotierenden Fell-Donut. Unter OS X gibt es den Furmark ebenfalls, nur ist er dort Bestandteil des Programms GpuTest. Die Programme können Sie über den c't-Link am Ende des Artikels herunterladen.

etwas umstellen mussten. Die Iris-Pro-Grafik des 21,5"-iMac kann die beiden DisplayPorts ebenfalls bündeln, allerdings gelang es uns allein unter Windows 10, ihm 5K-Auflösung zu entlocken. Hier müsste Apple wahrscheinlich nur den Grafiktreiber unter OS X aktualisieren.

## Fazit

Bei der Rechenleistung können die schlanken iMacs und der Mini-PC mit üblichen Desktop-PCs im Midi-Tower-Format mithalten. Dank schneller Quad-Cores und ausreichend RAM liefern sie genug Leistung für an-

## All-in-One-PC selbst gebaut

Anstelle des stylischen iMac kann man sich einen All-in-One-PC mit hochauflösendem Display auch selbst zusammenbauen. Dazu benötigt man einen Monitor, der mit vier Befestigungsgewinden in quadratischer Anordnung (100 mm × 100 mm) nach VESA-Standard ausgestattet ist. Eigentlich dient diese vorrangig dazu, den Bildschirm entweder an einer Wand oder einem Schwenkkarm anzubringen. VESA-kompatible Haltebleche gehören aber auch zum Lieferumfang vieler Mini-PCs, sodass man beide Geräte miteinander kombinieren kann. Bei einigen Monitoren ist die VESA-Halterung nicht vom Stand-

fuß belegt, dann kann man den Rechner einfach dort anschrauben. Das spart Platz auf dem Schreibtisch und verlegt den Kabelwust aus dem Sichtfeld hinaus hinter den Bildschirm. Ist der VESA-Mount belegt, kann man den Mini-PC mittels der 20 Euro teuren Adapterplatte MVA01 von Silverstone seitlich versetzt neben dem Fuß anbringen. Das klappt aber nur bei Monitoren, deren Ständer nicht per Schnellverschluss, sondern über vier Schrauben verbunden ist. Im Lieferumfang der Befestigungsplatte sind Abstandshalter dabei, damit passt diese auch bei versenkten Gewindebolzen.



**Mit einer VESA-Adapterplatte lassen sich Mini-Rechner und PC-Monitor zu einem All-in-One-PC verheiraten. Durch die verstellbare Befestigung des Shuttle DH170 gibt es genug Platz hinter den Anschläßen.**

spruchsvolle Aufgaben wie Raw-Fotobearbeitung. Für Dauervollast empfehlen sie sich aber nicht, da die Rechner auf dem Schreibtisch zu laut werden.

Abgesehen von der hervorragenden Display-Qualität haben die iMacs den großen Vorteil, dass sie nach dem Auspacken sofort betriebsbereit sind. Bei der Ausstattung sollte man darauf achten, dass ein Fusion Drive oder eine Solid-State Disk an Board ist, sonst dauert das Starten des Rechners und von Programmen länger als nötig. Wer 3D-Spiele

mit ansprechender Qualität zocken will, muss zu einem der drei 27-Zöller greifen, denn die Onboard-Grafik der kleineren iMacs ist dafür zu schwach.

Der Mini-Barebone Shuttle DH170 punktet vor allem durch seine Flexibilität. Er lässt sich nach eigenen Wünschen bestücken und passt dank seiner geringen Größe auch hinter einen Monitor. Solch ein Gespann hat gegenüber einem herkömmlichen All-in-One-PC den Vorteil, dass sich das verbleibende Gerät bei einem Defekt oder unter-

schiedlicher Nutzungsdauer weiter verwenden lässt. (chh@ct.de)

## Literatur

[1] Stefan Porteck, Glatt getaktet, Monitore mit FreeSync-Technik und hoher Auflösung, c't 17/15, S. 94

[2] Dennis Schirrmacher, Fenster im Apfel, Windows 10 auf dem Mac nutzen, c't 22/15, S. 164

**ct** Download Lastprogramme: [ct.de/yvjd](http://ct.de/yvjd)

## Desktop-PCs für hochauflösende Displays – technische Daten

Hersteller, Typ	Apple iMac 21,5" mit Retina 4K Display (MK452)	Apple iMac 27" mit Retina 5K Display (MK482)	Shuttle DH170 <sup>1</sup>
<b>Hardware-Ausstattung</b>			
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Core i5-5675R / 4 / 3,1 (3,6) GHz	Core i5-6600 / 4 / 3,3 (3,9) GHz	LGA1151 (max.65 WattTDP) <sup>2</sup>
RAM (Typ / Max) / -Slots (frei)	8 GByte (LPDDR3-1866 / 8 GByte) / aufgelötet	8 GByte (DDR3-1866 / 32 GByte) / 4 (2)	2 × DDR3L-SODIMM (PC3L-12800 / 16 GByte) / 2 vom Prozessor (vom Hauptspeicher)
Grafik (-speicher)	Iris Pro 6200 (vom Hauptspeicher)	Radeon R9 M395 (2 GByte)	
Erweiterungs-Slots (nutzbar) / Einbauschächte (frei)	n. v. / n. v.	n. v. / n. v.	
Festplatte (Typ, Kapazität, Drehzahl, Cache)	Hitachi HTS541010A9E662 (2,5"-SATA 6G, 1 TByte, 5400 min <sup>-1</sup> , 8 MByte)	Seagate ST2000DM001 (3,5"-SATA 6G, 2 TByte, 7200 min <sup>-1</sup> , 64 MByte)	1 × Mini-Pcie (1), 1 × M.2 (1) / 1 × 2,5" (1)
SSD (Typ, Kapazität)	n. v.	Samsung SM0128G (Pcie 3.0 x4, 128 GByte)	n. v.
Ethernet (Chip, Anbindung)	1 GBit/s (BCM57766, PCIe)	1 GBit/s (BCM57766, PCIe)	2 × 1 GBit/s (Intel i219-LM, PHY + Intel i211, PCIe)
WLAN (Chip, Anbindung)	IEEE802.11ac, 1300 MBit/s + BT 4.0 (BCM43602, PCIe)	IEEE802.11ac, 1300 MBit/s + BT 4.0 (BCM43602, PCIe)	n. v.
Abmessungen (B × H × T)	530 mm × 450 mm × 175 mm	650 mm × 515 mm × 205 mm	167 mm × 45 mm × 197 mm
Kensington-Lock / Webcam / Kartenleser	✓ / ✓ / SDXC	✓ / ✓ / SDXC	✓ / n. v. / SDXC
Netzteil (-lüfter)	intern (n. v.)	intern (n. v.)	19 Volt, 90 Watt, extern (n. v.)
Anschlüsse hinten	2 × Thunderbolt 2.0, 1 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 4 × USB 3.0, 1 × LAN	2 × Thunderbolt 2.0, 1 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 4 × USB 3.0, 1 × LAN	1 × HDMI 1.4a, 2 × DisplayPort 1.2, 2 × USB 3.0, 2 × LAN, 2 × RS-232
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	n. v.	n. v.	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × analog Audio
<b>Lieferumfang</b>			
Tastatur / Maus	✓ (drahtlos) / ✓ (drahtlos)	✓ (drahtlos) / ✓ (drahtlos)	n. v. / n. v.
Betriebssystem / Updates aktuell	OS X 10.11.2 / ✓	OS X 10.11.2 / ✓	n. v.
Anwendungs-Software	Fotos, Garageband, iMovie, Pages, Numbers, Keynote	Fotos, Garageband, iMovie, Pages, Numbers, Keynote	n. v.
Treiber-DVD / Handbuch	n. v. / n. v.	n. v. / n. v.	✓ / ✓
Zubehör	Mikrofasertuch	Mikrofasertuch	VESA-Halterung, Wärmeleitpaste
<b>Display</b>			
Größe / Auflösung / Typ	21,5" (16:9) / 4096 × 2304 (218 dpi) / IPS	27" (16:9) / 5120 × 2880 (218 dpi) / IPS	n. v.
Backlight / Kontrast / max. Helligkeit	LED / 1590:1 / 407cd/m <sup>2</sup>	LED / 1250:1 / 419 cd/m <sup>2</sup>	n. v.
<b>Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschenwicklung</b>			
Soft-Off / Energie sparen / Leerlauf	0,3 W / 0,9 W / 21,6 W	0,3 W / 1,1 W / 37,7 W	0,3 W / 1,0 W / 8,3 W (ohne Display)
Volllast: CPU / CPU und Grafik (max. Helligkeit)	120 W / 132 W	153 W / 243 W	77 W / 89 W (ohne Display)
Festplatte: Lesen (Schreiben)	104 (104) MByte/s	1.969 (652) MByte/s <sup>3</sup>	n. v.
USB 2.0 / USB 3.0: Lesen (Schreiben)	n. v. / 436 (411) MByte/s	n. v. / 441 (416) MByte/s	43 (44) / 463 (459) MByte/s
LAN 1/2: Empfangen (Senden)	117 (118) MByte/s / n. v.	117 (118) MByte/s / n. v.	118 (118) / 118 (117) MByte/s
SDXC-Card: Lesen (Schreiben)	88,0 (79,0) MByte/s	85,8 (88,5) MByte/s	18,0 (19,0) MByte/s
<b>Funktionstests</b>			
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	n. v. / -	n. v. / -	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / -	✓ / -	✓ / ✓
USB: SV in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus Standby (Soft-Off)	- / ✓ (--)	- / ✓ (--)	- / ✓ (--)
Bootdauer bis Desktop	43 s	19 s	12 s <sup>1</sup>
Parallelbetrieb (Digital Monitore)	2 × DisplayPort + internes Display	2 × DisplayPort + internes Display	2 × DisplayPort + HDMI
4K: HDMI / DisplayPort / 5K: 2 × DisplayPort	n. v. / 60 Hz / 60 Hz	n. v. / 60 Hz / 60 Hz	30 Hz / 60 Hz / 60Hz
<b>Systemleistung</b>			
Cinebench R15 Rendering: Single- / Multi-Thread	150 / 585	163 / 595	142 / 514 <sup>1</sup>
Luxmark 3.1: CPU + GPU	3547	9374	2208
3DMark: Fire Strike	1590 <sup>3</sup>	5986 <sup>3</sup>	827 <sup>1</sup>
Tomb Raider, normale Qualität: Bildschirmauflösung / Full HD	7 fps (4K) / 30 fps	18 fps (5K) / 87 fps	5 fps (4K) / 20 fps
<b>Bewertung</b>			
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕ / ⊖
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / n. v.	⊕⊕ / n. v.	⊕⊕ / ⊖
Geräuschenwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	< 0,1 Sone (⊕⊕) / 2,8 Sone (⊖⊖)	0,1 Sone (⊕⊕) / 2,8 Sone (⊖⊖)	0,2 Sone (⊕⊕) / 1,9 Sone (⊖)
CPU- / GPU-Last (Note)	2,8 Sone (⊖⊖) / 1,1 Sone (⊖)	2,8 Sone (⊖⊖) / 0,3 Sone (⊕⊕)	1,9 Sone (⊖) / 0,4 Sone (⊕⊕)
Preis / Garantie	1699 € / 12 Monate	2699 € / 12 Monate	269 € / 24 Monate

<sup>1</sup>PC-Barebone, getestet mit Core i5-6400, 16 GByte DDR3L-RAM, Samsung 830

<sup>2</sup>Fusion Drive <sup>3</sup>unter Windows 10

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden

Benjamin Benz

# Kreative Hardware-Hacks

## Technik neu gedacht – Alltagstechnik selbst verbessern

Sie ärgern sich über unzureichende Technik oder wollen selber wissen, warum im Auto die Warnlampe blinks? Kein Problem! Mitunter verbessert bereits ein kleiner Hardware-Hack Alltagstechnik oder offenbart zumindest, wo es klemmt. Mit diesem Wissen können Sie Technik einfach mal anders denken und beim Tüfteln ganz nebenbei eine Menge Spaß haben.

**M**ein Kollege Mirko Dölle gäbe einen wundervollen Weihnachtsmann ab – zumindest wenn es um Überraschungen geht. Als die Planungen zu dieser Artikelstrecke anliefen, stand er plötzlich in der Tür, bewaffnet mit einem neuen Oszilloskop. Auf den ersten Blick: Handlich, schön leicht, nicht besonders teuer, aber ordentlich ausgestattet. Besonders? Eher nicht. Doch er grinste verschmitzt und raunte beißig, man könne die Firmware hacken und alle Funktionen des nächst teureren Modells freischalten – anerkennendes Nicken meinerseits, aber keine Begeisterung.

Doch dann zog er nacheinander drei dicke Akkupacks aus der Hosentasche, stöpselte sie aneinander und direkt an die 230-Volt-Buchse des Oszilloskops. Wie bitte? Knapp 50 Volt Gleich- statt 230 Volt Wechselspannung? Das Ergebnis: Nicht etwa ein Kurzschluss oder brennende Akkus, sondern ein klaglos bootendes Oszilloskop. Wie das funktioniert, erklärt Mirko ab S. 106.

Dieser Hack zeigt eindrucksvoll, dass sich moderne Technik durchaus malanders nutzen lässt, als die Hersteller ins Datenblatt schreiben. Gründe dafür gibt es viele: Manches ist nicht für jeden Markt gedacht oder soll beim Kunden erst gegen Aufpreis freigeschaltet werden. Anderes kann der Bastler zwar auf eigene Verantwortung machen, der Hersteller bekommt dafür aber keine Zulassung.

Oder es geht schlicht darum, Drittanbieter auszuspielen – ein beliebtes Spiel etwa beim Thema Heimautomatisierung. Dabei ist der Hack ganz einfach, denn alle verwenden dieselbe Funktechnik. Ein Mini-Computer übersetzt mit etwas Elektronik im babylonischen Protokoll-Chaos und macht die Billig-Funksteckdose aus dem Baumarkt fürs Smartphone zugänglich. Das können sonst nur deutlich teurere Produkte und schon gar nicht herstellerübergreifend. Wie es geht und wie Sie dabei vermeiden, Ihre Nachbarn zu necken, lesen Sie ab Seite 102.

Basteln im Jahr 2016 ist einfach wie nie zuvor. In Füllhörnern aus Raspi- und Arduino-Ideen, Freeware und Community-Anregungen wählt man in technischen Lösungen auf hohem Niveau – viele, viele Räder sind nicht nur längst erfunden, sondern stehen jedem gratis zur Verfügung. Mini-Computer wie Raspi oder Arduino lassen sich ganz ohne Lötkolben mit unzähligen Zusatzmodulen erweitern. Viele Geräte haben verdeckte War-

tungs-Ports, die nur auf Kommandos warten. Manchmal reichen ein paar Cents und die richtige Idee, um den Komfort deutlich zu erhöhen – etwa wenn der Hersteller eines drahtlosen Ladegeräts am falschen Ende spart. Nur wenn das Smartphone exakt ausgerichtet auf der Ladeschale liegt, übertragen die Spulen volle Leistung. Doch wie findet man die perfekte Stelle? Tief versteckt in der fast 200 seitigen Qi-Spezifikation steht eine verblüffend einfache Lösung: Kleine Magneten in Sendee- und Empfangsspule ziehen das Smartphone in die ideale Position. Obwohl so ein Neodym-Magnet nur wenige Cents kostet, fehlt er den meisten Ladeschalen. Kein Problem! Sie können ihn selber mit wenigen Handgriffen nachrüsten oder mit etwas handwerklichem Geschick gleich den ganzen Lader unsichtbar in Ihrer Tischplatte versenken (siehe S. 109).

Ganz konkrete Probleme haben zwei weitere c't-Kollegen gelöst: Peter Siering stieß beim Stöbern in Kaffee-Foren auf ein kleines Abrechnungs- und Bezahlsystem für Vollautomaten per Arduino. Daraus entstand die Sharepresso-Idee, die nicht nur per NFC mit unseren Kantinenkarten spricht, sondern vor allem die KaffeeverSORGUNG der Redaktion auf ein ganz neues Level hebt. Wie das geht, verrät er ab Seite 110. In der Kaffeeküche kann sich unterdessen Axel Kossel herrlich darüber

ärgern, dass sein Auto immer mal wieder meckert, am Motor stimme was nicht. Fährt er deswegen gleich in die Werkstatt? Nein, er liest mit dem Smartphone zuerst den Fehler-speicher aus und trifft anhand von Protokollen – die Kunden eigentlich nie zu Gesicht bekommen sollen –, eine mündige Entscheidung. Warum das ganz leicht ist, steht ab Seite 114.

Ich hoffe, Sie finden auf den folgenden Seiten Anregungen für eigene Basteleien. Uns hat es jedenfalls viel Spaß gemacht, diese zusammenzustellen. Ganz egal, ob Sie unsere Ideen weiterspinnen oder eigene entwickeln, ob Sie dem Nachbar die Funksteckdose ausknipsen oder das unausgereifte Weihnachtsgeschenk optimieren, lassen Sie uns und die übrigen Leser daran teilhaben. Über den c't-Link unten auf der Seite finden Sie unsere Projektseite. Wir sammeln Ihre kreativen Verbesserungsvorschläge für Alltagstechnik und stellen die besten vor. Dabei geht es nicht darum, das Rad neu zu erfinden oder die eierlegende Wollmilchsau zu züchten. Gesucht sind pfiffige Ideen, die mit wenig Aufwand etwas Vorhandenes verbessern – ganz egal, ob Sie dazu den Lötkolben schwingen, die Fräse anwenden, die Firmware hacken oder einfach mal um die Ecke denken.

(bbe@ct.de)

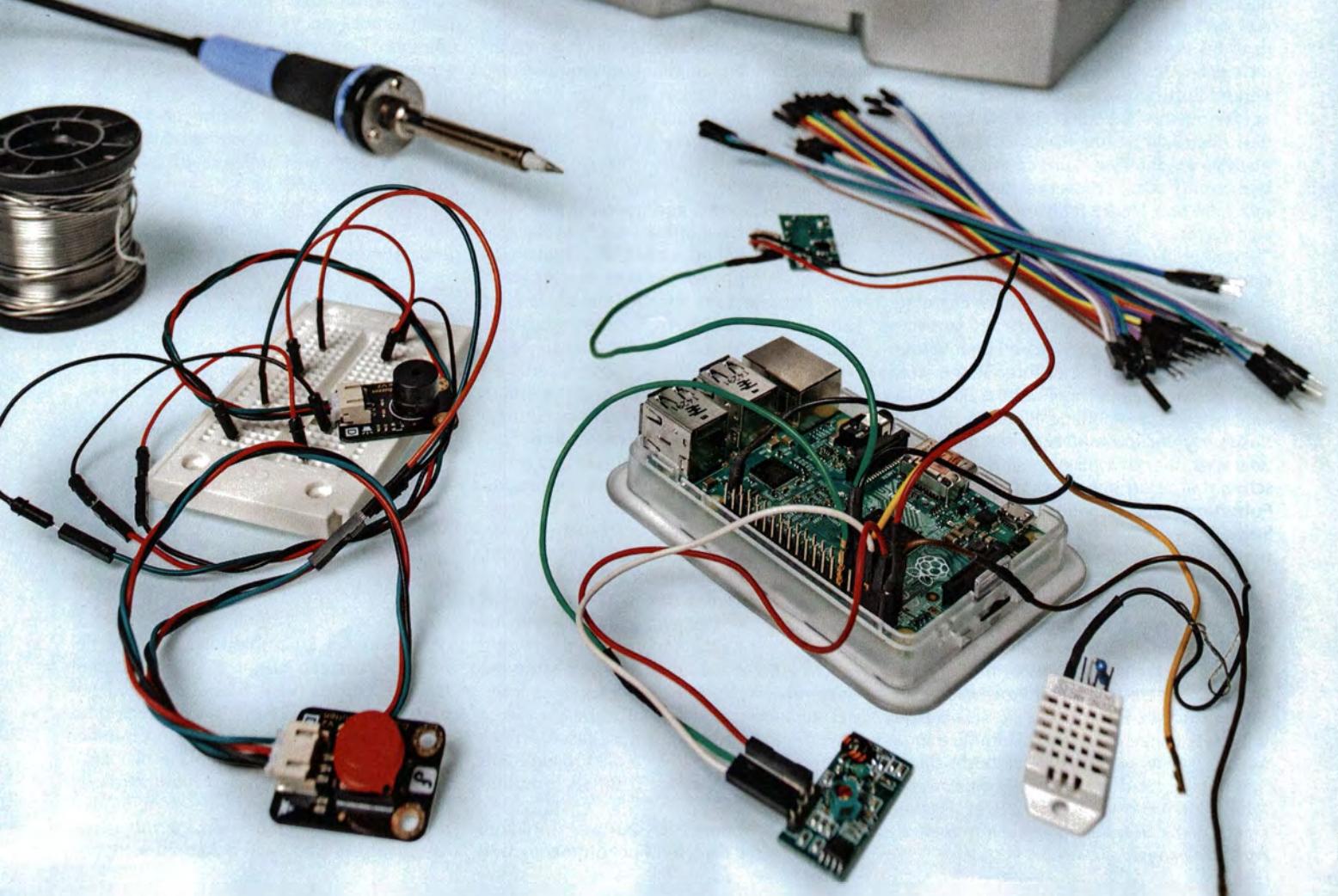
c't Projektseite: [ct.de/yuxz](http://ct.de/yuxz)



Basteln bei c't mal ganz eignen-nützig: Ein kleiner Arduino hilft dank NFC-Karten, die Kosten für die Kaffeebohnen fair auf die Kollegen zu verteilen.

## Coole Hardware-Hacks

Funksteckdosen mit dem Raspi steuern	Seite 102
Akkupack für Wechselstromgeräte	Seite 106
USB-Steckdosenleiste mit sieben Ports	Seite 108
Drahtloslader in Möbeln verstecken	Seite 109
Bezahlsystem für Kaffee-Vollautomaten	Seite 110
Autodiagnose mit dem Handy	Seite 114

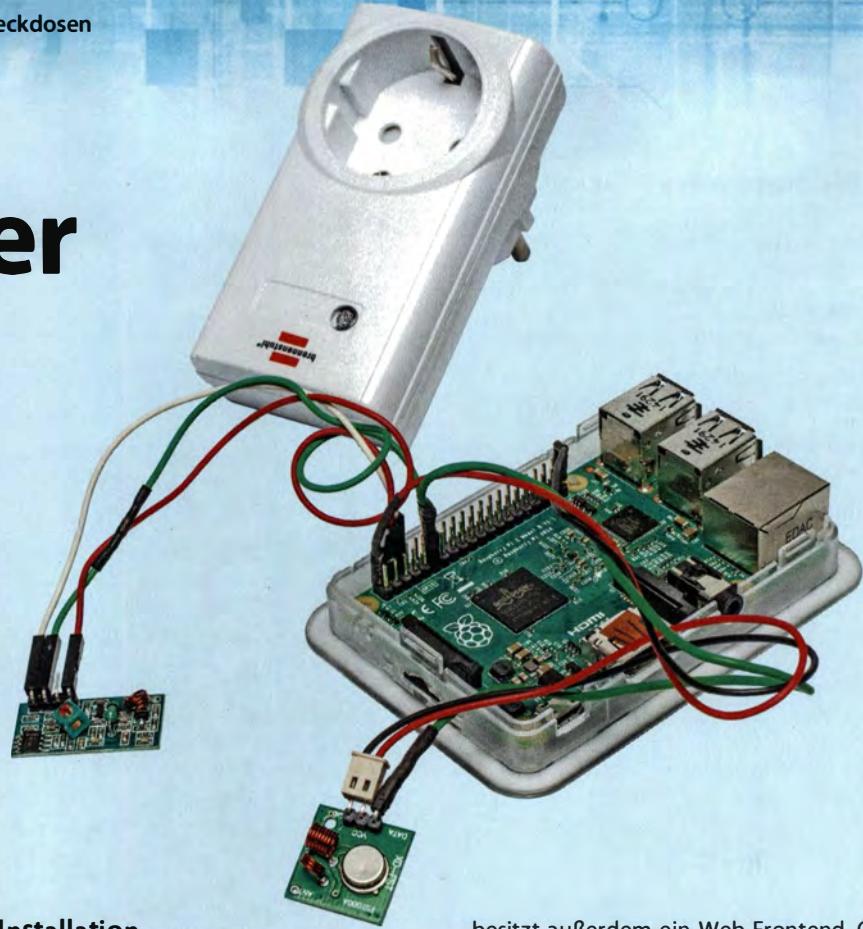


Benjamin Benz

# Querfunker

## Funksteckdosen und mehr mit dem Raspi steuern

Drei Funksteckdosen samt Fernbedienung vertickt der örtliche Baumarkt für unter 10 Euro – schade nur, dass man sie weder mit dem Smartphone schalten noch in die Hausautomation integrieren kann. Wirklich? Wir zeigen, wie man mit ein wenig Eigeninitiative schafft, was die Hersteller fürchten: günstige Komponenten zu vernetzen sowie Sensoren und Aktuatoren verschiedener Anbieter zu mischen.



**B**ei 433 MHz herrscht Anarchie. In diesem lizenzenfreien ISM-Band senden Fernbedienungen für Funkschalter, Wetterstationen, Rauchmelder, Funktastaturen und unzählige weitere Geräte – von der Hausautomation bis hin zum Funkmikrofon. Nicht nur, dass jeder Hersteller beim Protokoll sein eigenes Süppchen kocht und Verschlüsselung ein Fremdwort ist: Jedes Gerät bläst sein Signal in den Äther, ohne Rücksicht darauf, wer noch so sendet. Kein Wunder, dass die Fernbedienung für Funksteckdosen Marke A nicht die von Marke B ansteuern kann und vice-versa.

Wer sein Heim automatisieren will, muss sich entweder frühzeitig festlegen oder teure Gateways einsetzen. Mit etwas Bastelgeschick können Sie sich jedoch die Unsitten der Hersteller zu Nutze machen und werden selbst zum Dirigent über Ihre Geräte. Weil praktisch alle Geräte im 433-MHz-Band funkeln, reichen zwei billige Platinen und ein Raspberry Pi. Ein Empfänger schneidet mit, was alles über den Äther geht und leitet es unbearbeitet an den Raspi. Dort dekodiert Software die diversen Protokolle und schnürt seine eigenen Datenpäckchen, die ein kleiner Sender verschickt.

Eine Web-Oberfläche bringt die unterschiedlichen Geräte unter ein Dach, gibt Auskunft über den Schaltzustand und arbeitet im Hintergrund sogar einfache Regeln ab – etwa diese: Wenn Temperatur größer 25°C, dann schalte Ventilator an. Auch die klassische Zeitschaltuhr können Sie so ersetzen und die Schaltzeiten per Web-Interface sogar aus der Ferne verändern. Das beste daran: Sie müssen für dieses kleine Projekt weder löten noch programmieren. Der Einstieg klappt verblüffend einfach – sofern man die Fallstricke kennt.

### Installation

Ausgangsbasis für alles Folgende ist ein Raspberry Pi – in unserem Fall ein Model B der zweiten Generation. Auf die MicroSD-Karte haben wir als Betriebssystem Raspbian installiert und mit den Kommandozeilenbefehlen

```
sudo -i  
apt-get update  
apt-get upgrade  
apt-get clean
```

auf den neuesten Stand gebracht. Der erste dieser vier Befehle öffnet eine Root-Shell, in der Sie auch die im Artikel noch folgenden Befehle eintippen sollten – die meisten erfordern Root-Rechte. Aber Achtung: Als Root kann man auch einige Schaden anrichten. Prüfen Sie daher alle Eingaben genau, bevor Sie sie mit der Eingabetaste abschicken.

Als Nächstes zieht die eigentliche Steuerungssoftware ein. Zahlreiche Open-Source-Projekte widmen sich der Heiamtomatication mit 433-MHz-Funktechnik. Das Angebot reicht von schlanken Kommandozeilenwerkzeugen wie den 433Utils bis zum Rundumschlag FHEM [1]. Manche davon bauen aufeinander auf, andere konkurrieren, und die meisten haben Beta-Status. Wer sein Haus automatisieren will, sollte auf jeden Fall einen Blick in die jeweiligen Projektforen werfen. Das offenbart schnell, ob das Projekt (noch) eine aktive Entwicklungsgemeinde hat oder verwaist ist. Apropos veraltet: Im Internet kursieren zahlreiche Tutorials – einige davon waren Inspiration für diesen Artikel. Allerdings entwickeln sich die Projekte teils rasant weiter, sodass Tutorials mitunter schnell veralten.

Pilight kümmert sich auf der untersten Ebene um die diversen Funkprotokolle und

besitzt außerdem ein Web-Frontend. Ob es das richtige Software-Paket für den Dauereinsatz bei Ihnen zu Hause ist, können wir nur schwer abschätzen. Für erste Experimente passt es aber gut. Wer will, kann es zu einem späteren Zeitpunkt um das in node.js geschriebene komplexere Web-Frontend Pima ergänzen.

Pilight ist nicht in den offiziellen Raspbian-Repositories enthalten, weshalb Sie mit folgendem Befehl die Datei /etc/apt/sources.list mit einem Editor öffnen

```
leafpad /etc/apt/sources.list
```

und darin folgende Zeilen hinzufügen:

```
deb https://apt.pilight.org/ development main  
deb https://apt.pilight.org/ nightly main
```

Damit das Installationsprogramm nicht meckert, fehlt noch der Key und dann kann die Installation losgehen:

```
wget -O - https://apt.pilight.org/pilight.key | apt-key add -  
apt-get update  
apt-get install pilight
```

Fahren Sie nun den Raspi herunter; die nächsten Schritte sind Hardware-Gebastel.

### Sender und Empfänger

Funksender- und Empfänger haben wir für gerade mal 3 Euro inklusive Versand bei Amazon bestellt. Unter dem kryptischen Namen „433M receiver module 433MHZ Superregeneration Wireless Transmitter Module Burglar Alarm“ versendet sie ein Händler direkt aus Hongkong. Im Dunkeln bleibt, ob er alle Zoll- und Einfuhrbestimmungen einhält und ob die Platinen den geltenden Vorschriften der Bundesnetzagentur genügen. Ungeachtet dessen kam die Platine

keine zwei Wochen später an, wenn auch ohne Dokumentation und Begleitschreiben.

Ähnliche Angebote finden Sie bei eBay oder als Bausatz bei Versendern wie Conrad Elektronik. Welche davon mit welcher Software harmonieren, muss man ausprobieren. Wer diese Ungewissheit umschiffen will, bekommt für 13,50 Euro inklusive Porto ein Sender- und Empfänger-Kit direkt aus dem Shop des Pilight-Projekts. Dort findet sich auch ein optionaler Tiefpassfilter, der die CPU entlasten soll. Die Fernost-Platinchen bereiteten jedoch keine Probleme – ganz ohne Zusatzfilter.

Sender und Empfänger beziehen ihren Strom direkt über die Stiftleiste des Raspi. Masse liegt unter anderem auf den Pins 6 sowie 9 und 5 V auf den Pins 2 sowie 4. Die Datenleitung des Senders kommt an Pin 11 und die des Empfängers an Pin 12. Darüber, welche Namen diese beiden tragen, herrscht in der Raspi-Welt Verwirrung: Aus Sicht des Prozessors heißen sie BCM\_GPIO17 und BCM\_GPIO18. Das Framework Wiring Pi und damit auch Pilight zählt anders und nennt Pin 11 GPIO0 und Pin 12 GPIO1.

## Zickige Konfiguration

Starten Sie nun den Raspi wieder und werfen Sie einen Blick in die Konfigurationsdatei von Pilight:

```
cat /etc/pilight/config.json
```

Dort sollten im Abschnitt hardware/433gpio bereits Sender und Empfänger für die zuletzt genannten Pins vorkonfiguriert sein:

```
{
  "devices": {},
  "gui": {},
  "rules": {},
  "settings": {
    ...
  },
  "hardware": {
    "433gpio": {
      "sender": 0,
      "receiver": 1
    }
  },
  "registry": {}
}
```

Die richtige Steuerung verwandelt die simple Baumarkt-Funksteckdose in eine Zeitschaltuhr, macht sie übers Web oder für Fernbedienungen anderer Hersteller zugänglich.

Achtung: Diese Konfigurationsdatei dürfen Sie nur bearbeiten, solange Pilight nicht läuft. Ansonsten überschreibt es Ihre Änderungen gleich wieder. Besonders fies ist dabei, dass der bei Raspbian vorinstallierte grafische Editor Leafpad nicht mitbekommt, wenn ein anderes Programm geöffnete Dateien überschreibt. Folgende Anweisungen halten den pilight-daemon an und starten ihn wieder, sobald Sie mit dem Bearbeiten der Konfiguration fertig sind:

```
service pilight stop
service pilight start
```

Pilight benimmt sich beim Einlesen der config.json extrem zickig. Fehlende Klammern oder Anführungszeichen moniert es ohne Angabe der Zeilennummer und auch nur in der Datei /var/log/pilight.err. Stößt es auf einen nicht (mehr) gültigen Parameter, steigt Pilight ohne Angabe einer Zeilennummer aus. Das nervt, denn das Format der Konfigurationsdatei hat sich von Version zu Version mehrfach geändert. So mussten wir aus der mitgelieferten config.json erst ein paar Zeilen herauswerfen, bevor Pilight überhaupt startete.

## Mitgelauscht

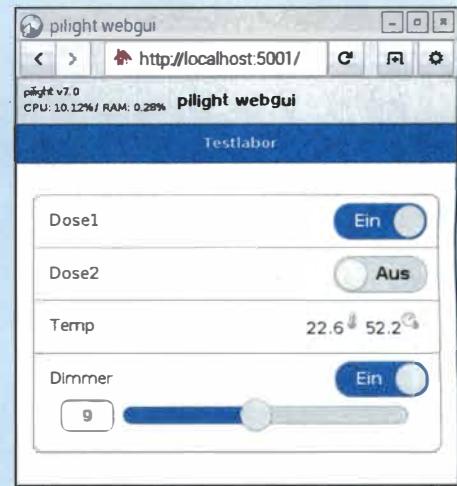
Ist diese Hürde genommen, verrät pilight-receive

welche Funkbefehle über den Äther gehen. Moniert pilight-receive eine unauffindbare SSDP-Verbindung, läuft der Daemon nicht (mehr). Im Idealfall spuckt pilight-receive genau dann einen Datensatz aus, wenn Sie auf der 433-MHz-Fernbedienung Ihrer Funksteckdose eine Taste drücken. Der kann so aussehen:

```
{
  "message": {
    "systemcode": 31,
    "unitcode": 1,
    "state": "on"
  },
  "origin": "receiver",
  "protocol": "elro_800_switch",
  "uuid": "0000-b8-27-eb-c9429b",
  "repeats": 1
}
```



Manche Funksteckdosen lernen ihre ID von der Fernbedienung. Andere haben DIP-Schalter auf der Rückseite.



Das Web-Frontend von Pilight lässt sich auch per Touch bedienen und stellt zudem Sensorwerte dar.

Wichtig davon sind das Protokoll sowie der System- und Unitcode. Mit diesen kann pilight die Steckdose selbst ansteuern:

```
pilight-send -p elro_800_switch -s 31 -u 1 -t
```

schaltet sie ein, der Parameter „-f“ anstelle von “-t” knippt sie wieder aus. Voilà!

## Mit der Schrotflinte

In der Praxis sieht die Ausgabe von pilight-receive selten so aufgeräumt aus. So brüllt etwa die Fernbedienung RCS 1000 SN des Herstellers Brennenstuhl pro Tastendruck vier weitere Kommandos anderer Protokolle in die Welt hinaus. Eines davon kann Pilight nur empfangen, aber nicht senden. Mit zwei weiteren lassen sich die Steckdosen zwar an- aber nicht wieder abschalten, und auf eines reagieren sie gar nicht. Vermutlich hat Brennenstuhl über die Jahre mehrfach den Hardware-Zulieferer gewechselt und erwurschtelt sich auf diesem Weg Abwärtskompatibilität.

Tipp für Voyeure: Lassen Sie pilight-receive einfach mal eine Weile laufen. Da plaudern Wetterstationen munter aus, wie stark die Nachbarn heizen. Bewegungsmelder funkeln, wenn jemand nach Hause kommt und Rollladensteuerungen versenden ihre Kommandos – selbstverständlich alles unverschlüsselt. Ein Schelm, wer Böses denkt

```
pi@raspberrypi: ~
Datei Bearbeiten Reiter Hilfe
pi@raspberrypi - $ pilight-receive
{
    "message": {
        "id": 0,
        "temperature": -67.77,
        "humidity": 0.00,
        "battery": 1,
        "channel": 1
    },
    "origin": "receiver",
    "protocol": "tfa",
    "uuid": "0000-b8-27-eb-c9429b",
    "repeats": 1
}

{
    "message": {
        "unitcode": 0,
        "state": "opened"
    },
    "origin": "receiver",
    "protocol": "ev1527",
    "uuid": "0000-b8-27-eb-c9429b",
    "repeats": 1
}

{
    "message": {
        "systemcode": 1,
        "unitcode": 0,
        "state": "on"
    },
    "origin": "receiver",
    "protocol": "pollin",
    "uuid": "0000-b8-27-eb-c9429b",
    "repeats": 1
}

{
    "message": {
        "systemcode": 1,
        "unitcode": 0,
        "state": "opened"
    },
    "origin": "receiver",
    "protocol": "elro_800_contact",
    "uuid": "0000-b8-27-eb-c9429b",
    "repeats": 1
}

{
    "message": {
        "systemcode": 1,
        "unitcode": 0,
        "state": "on"
    },
    "origin": "receiver",
    "protocol": "elro_800_switch",
    "uuid": "0000-b8-27-eb-c9429b",
    "repeats": 1
}

{
    "message": {
        "systemcode": 15,
        "unitcode": 31,
        "state": "on"
    },
    "origin": "receiver",
    "protocol": "elro_400_switch",
    "uuid": "0000-b8-27-eb-c9429b",
    "repeats": 1
}

{
    "message": {
        "id": 0,
        "temperature": -67.77,
        "humidity": 0.00
    }
}
```

Welche Funkfernbedienung nutzt der Nachbar? pilight-receive verrät es. Bei uns huschten binnen weniger Sekunden diese Kommandos verschiedener Geräte durch.

und dem Büronachbarn still die Schreibtischlampe ausknipst.

## Kommandozentrale

Fernsteuern per Kommandozeile beschert zwar schnell erste Erfolgsergebnisse, komfortabler ist jedoch das Web-Frontend von Pilight. Zur Aktivierung sind ein paar Einträge in config.json nötig. Zuerst müssen Sie die mitgeschnittenen und auf der Kommandozeile ausprobierten System- und Unit-Codes sowie das Protokoll im Abschnitt Devices hinterlegen. Der Eintrag „state“ beschreibt, was pilight beim Start des Daemons respektive Raspis tut:

```
"devices": {
    "Dose1": {
        "protocol": [ "elro_800_switch" ],
        "id": [
            "systemcode": 31,
            "unitcode": 1
        ],
        "state": "off"
    }
}

"gui": {
    "Dose1": {
        "name": "Dose1",
        "group": [ "ct-Labor" ],
        "media": [ "all" ],
        "readonly": 0
    }
}
```

Der Abschnitt „gui“ macht das Gerät dann über Web zugänglich:

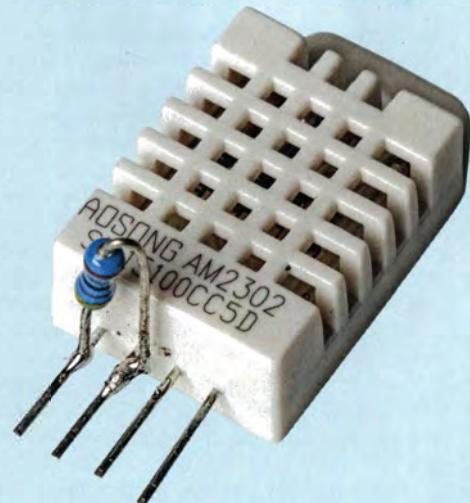
```
"gui": {
    "Dose1": {
        "name": "Dose1",
        "group": [ "ct-Labor" ],
        "media": [ "all" ],
        "readonly": 0
    }
}
```

Standardmäßig läuft der Webserver auf Port 5001, oder als URL formuliert unter <http://localhost:5001>.

## Ausblick

Motiviert durch die Schreibtischlampe des Büronachbarn haben wir unseren Aufbau noch etwas erweitert. Ein Temperatur- und Feuchtesensor vom Typ AM2302 kostet weniger als 10 Euro und benötigt nur einen zusätzlichen Widerstand, um ihn direkt an einen freien Pin des Raspi hängen. Pilight kennt das DHT22-Protokoll des Sensors und kann die Messwerte nicht nur im Web-Frontend darstellen, sondern auch für einfache Regeln heranziehen. So könnte man etwa über eine Funksteckdose einen Ventilator anschalten, sobald die Temperatur einen bestimmten Wert überschreitet. Die Syntax dieser „Rules“ beschreibt die Pilight-Website.

Etwas mehr Mühe bereitete der Funk-Dimmer AC-200 von Trust. Er spricht ein proprietäres Protokoll, das ursprünglich die Firma CoCo entwickelt hat. Der Dimmer lernt die Funkcodes erst beim Pairing mit einer Fernbedienung. Die aber hatten wir nicht mitbestellt. Pilight kann zwar auch Trainingsdatensätze verschicken, aber dabei stochert man im Nebel. Letztlich haben wir die Fernbedienung nachgeordert, mit dieser den Dimmer trainiert und dann deren Kommunikation belauscht. Dabei bezeichnete pilight-



Den Temperatursensor AM2302 kann Pilight auswerten und zur Steuerung heranziehen.

receive das Protokoll als „arctech\_switch“. Das wird von pilight-send nicht mehr als solches verstanden, sondern als „kaku\_dimmer“. Lange Rede, kurzer Sinn: Nach diversen Experimenten und viel Stöbern im Internet können wir auch den Dimmer per Web-Frontend steuern.

Grundsätzlich lohnt vor dem Kauf von Hardware ein Blick ins Pilight-Wiki respektive -Forum. Dort steht, welche Geräte andere Benutzer bereits erfolgreich in Betrieb genommen haben und wo es noch oder wieder klemmt.

Klemmt ist leider ein wichtiges Stichwort: Ein Raspberry Pi und ein paar günstige Bauenteile können einerseits genau das, was viele Hersteller nicht wollen – beliebige Geräte vernetzen. Andererseits erfordert dieser Schritt einiges an Tüftelei. Mit etwas Pech geht alles beim nächsten Software-Update von vorne los. Auch im Betrieb geht nicht automatisch alles glatt – wir mussten etwa den Pilight-Daemon immer mal wieder neu starten. Erfreulich ist unterdessen: Man kann die klassische Funkfernbedienung und die Raspi-Zentrale problemlos parallel nutzen. (bbe@ct.de)

## Literatur

- [1] Sven Hansen, Kluge Wärmespender, Heizungssteuerung im Selbstbau nachrüsten, c't 15/15, S. 166
- [2] Mirko Dölle, Brandmelder im Eigenbau, Raspberry Pi überwacht Funkrauchmelder, c't 11/14, S. 178

**ct** Hard- und Software: [ct.de/ydh6](http://ct.de/ydh6)

## Raspi steuert Funksteckdosen

Komponente	Preis
Raspberry Pi 2 Model B	37,50 €
MicroSD-Karte 8 GByte	7,00 €
Sender und Empfänger 433 MHz	3,00 €
Funksteckdosen RCS 1000 N 3er-Set	14,00 €

# Potenzial ausschöpfen

In unseren **Video-Trainings** zeigen Ihnen Profis, wie Sie Schritt für Schritt Ihre Fähigkeiten ausbauen und gezielt einsetzen. Erlangen Sie detailliertes Know-how und werten ihre Aufnahmen qualitativ auf.



## Entfesselt blitzen!

### Kreative Fotografie mit Systemblitzen

Erleben Sie die derzeit beliebteste Blitztechnik in allen Details! Profifotograf Mario Dirks zeigt wie Sie Ihre Blitze für das optimale Foto richtig positionieren und einstellen.

- Das große Training für kleine Blitze mit Fotoprofi Mario Dirks
- Kreative Licht-Setups mit einem und mehreren Systemblitzen
- Blitztechniken für die Porträt-, Produkt-, Food- und Action-Fotografie

Als DVD oder Download verfügbar.

[shop.heise.de/  
entfesselt-blitzen](http://shop.heise.de/entfesselt-blitzen)

49,90 € >

## Lightroom 6 und CC

### Kreative Techniken und Workflows

Ihre Fotos sollen berühren, faszinieren und bis ins Detail überzeugen? In diesem Training erfahren Sie aus erster Hand, wie Fotoprofis ihre Bilder mit Lightroom zur Perfektion bringen.

- Kreative Techniken für Porträts, Natur, Landschaften, Stilllife u. v. m.
- Profitieren Sie von Profirezepten für Bildlooks, Retusche, Fotofinish
- Experten-Tipps für den Workflow im Studio und unterwegs

Als DVD oder Download verfügbar.

[shop.heise.de/  
lightroom-tutorial](http://shop.heise.de/lightroom-tutorial)

39,90 € >

## Der große Fotokurs: Porträtfotografie

### Schöne Aufnahmen in allen Fotosituationen

Der perfekte Einstieg in die Porträtfotografie! Alexander Heinrichs zeigt Ihnen, wie Sie Porträts überzeugend in Szene setzen können.

- Porträtfotografie vom Profi lernen – Alexander Heinrichs zeigt, wie's geht
- Live am Set, on location und im Studio – so lernen Sie, worauf es ankommt
- Tipps zu Bildgestaltung und Nachbearbeitung mit Lightroom und Photoshop

Als DVD oder Download verfügbar.

[shop.heise.de/  
portraittfotografie](http://shop.heise.de/portraittfotografie)

49,90 € >



Weitere Tutorials finden Sie unter: [shop.heise.de/tutorials](http://shop.heise.de/tutorials)

Alle aktuellen Zeitschriften, ausgewählte Fachbücher, eBooks und digitale Magazine für Heise Medien- oder Maker Media-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 € versandkostenfrei.

 **heise shop**

[shop.heise.de/tutorials](http://shop.heise.de/tutorials)



Mirko Dölle

# Null Hertz Netzfrequenz

## Akkus für Wechselstromgeräte

Lithium-Ionen-Akkus machen mobil: Ohne könnten wir unterwegs nicht mit dem Handy telefonieren und nicht am Laptop sitzen. Doch was machen Sie mit kabelgebundenen Geräten, die keinen Akku haben? Schließen Sie einfach einen an!

**A**kkubetriebene Geräte haben die an ein Stromkabel gefesselten in unserem Alltag weitgehend verdrängt: Handy statt Telefon, Notebook und Tablet statt PC, Akkuschrauber statt Bohrmaschine – die Steckdose braucht man eigentlich nur noch zum Aufladen. Oder für Geräte, für die es schlicht keinen Akku gibt. Solchen verhelfen Wechselrichter aus dem Camping-Zubehör zu mehr Bewegungsfreiheit – oder Sie schließen den Akku direkt an den Netzanschluss des Geräts.

Camping-Wechselrichter sind äußerst unpraktisch: Sie haben mitunter das Format eines Schuhkartons und benötigen eine Autobatterie, um 12 Volt Gleichspannung zu zerhacken und auf 230 Volt hochzutransformieren. Das Oszilloskop offenbart: Je nach Preisklasse hat die Spannung die Form eines Rechtecks oder nähert sich einem Sinus an. Portabel mag man diese Lösung kaum nennen. In das zu versorgende Gerät eingespeist, verwandelt das Netzteil die zuvor mühsam hochtransformierte Spannung wieder in eine gleichgerichtet Niederspannung.

### Gleichgerichtet und zerhackt

Eine genauere Betrachtung der Arbeitsweise heutiger Gerätenetzteile führt zu einem viel simpleren Ansatz: Aufgrund der Energiespar-

vorschriften und um Material einzusparen, werden fast nur noch Schaltnetzteile verbaut. Diese enthalten sehr kompakte Transformatoren und nutzen den physikalischen Effekt aus, dass mit steigender Frequenz der Eingangsspannung immer weniger Kupfer und Eisen benötigt wird, um die gleiche Energie zu übertragen. Daher verwenden sie einen Transistor, um die Eingangsspannung durch schnelles Durchschalten und Sperren in eine hochfrequente Rechteckspannung mit 10 bis 125 kHz umzuwandeln. Das geht am einfachsten mit Gleichspannung – weshalb die Netzspannung zuerst gleichgerichtet und geglättet wird. Die Abbildung unten zeigt ein Blockschaltbild eines solchen Schaltnetzteils.

Also arbeiten Schaltnetzteile effektiv mit einer Gleichspannung – und da ein Brückengleichrichter auch mit Gleichspannung einwandfrei funktioniert, könnte man sie direkt mit Gleichspannung aus einem Akku versorgen. Wichtig ist nur, dass es sich um ein Schaltnetzteil handelt – ein traditionelles Netzteil mit Netztransformator im Eingang würde den Akku kurzschließen. Ein Ohmmeter offenbart, was Sie vor sich haben. Verbinden Sie es mit den beiden Stromkontakten des Gerätesteckers, natürlich ohne dass das Gerät an einer Steckdose angeschlossen ist. Bei einem Schaltnetzteil steigt der Wider-

stand innerhalb weniger Sekunden, während die Kondensatoren geladen werden, auf deutlich über hundert Kiloohm an. Ein traditionelles Netzteil hat einen konstanten Widerstand von wenigen Ohm.

Der zweite kritische Punkt ist die Spannung, die das Gerät zum Betrieb benötigt. Durch die Globalisierung sind viele Schaltnetzteile auf einen großen Eingangsbereich ausgelegt. Je breiter Spannungs- und Frequenzbereich sind, desto niedriger ist die für den Betrieb benötigte Gleichspannung.

### Ausprobiert

Wo die Spannungsschwelle des jeweiligen Geräts liegt, müssen Sie ausprobieren – etwa

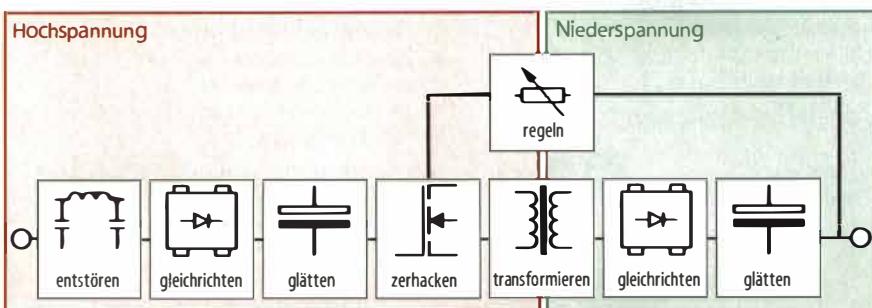
### Aufgeladen

Aufgrund von Fertigungstoleranzen werden bei in Reihe geschalteten LiPo-Zellen einzelne Zellen stärker belastet als andere, was die Lebensdauer eines Akkupacks reduziert. Um das zu verhindern, besitzen viele LiPo-Akkupacks einen Balancer-Anschluss, über den die Pins jeder einzelnen Zelle herausgeführt sind. Darüber kann ein Ladegerät mit Balancer die Zellen eines Akkupacks angleichen und so die Schädigung einzelner Zellen verhindern.

Eine Schaltung zum gleichzeitigen Laden aller drei Lipo-Akkupacks mit je vier Zellen wäre äußerst komplex, weshalb wir auf das externe Ladegerät Imax B6AC für rund 25 Euro zurückgegriffen haben. Es hat ein eingebautes Netzteil, einen 12-Volt-Eingang für unterwegs sowie einen Balancer-Anschluss. Nachteil ist, dass Sie die Akkupacks zum Laden aus der Halterung herausnehmen müssen. Wir haben uns mit einem Balancer-Verlängerungskabel und einem Ladekabel mit Akku-Stecker XT-60 beholfen – so müssen wir nur noch den Akku-Stromanschluss von der Platine abziehen und das Balancer-Verlängerungskabel anschließen, aber nicht jedes Mal die Akku-Halterung zerlegen.

### Schaltnetzteil (Blockschaltbild)

Schaltnetzteile zerhacken die Eingangsspannung mit einem Transistor und erreichen so eine hohe Frequenz, was kleinere und effizientere Transformatoren ermöglicht. Da das Zerhacken von Gleichspannung weniger aufwendig ist, wird die Netzspannung zuerst gleichgerichtet.



Die M4-Sechskant-Distanzbolzen dienen als Halterung für die LiPo-Akkus, auf der Deckelplatte rechts sind neben dem Ein-Aus-Schalter die Hohlbuchse für das Tischnetzteil und ein Ladestandsanzeiger untergebracht.

mit einem regelbaren Labornetzteil. Manchmal finden Sie auch beim Hersteller einen Hinweis: So steht im Datenblatt des Mean-Well-Schaltnetzteils, das wir für unsere USB-Steckdosenleiste auf Seite 108 verwendet haben, die Angabe „120-370VDC“ – es handelt sich also wirklich um ein Schaltnetzteil, und spätestens bei 120 Volt Gleichspannung soll es funktionieren. Tatsächlich lag die Schwelle unseres Netzteils bei nur rund 45 Volt Gleichspannung, Ausprobieren lohnt sich also.

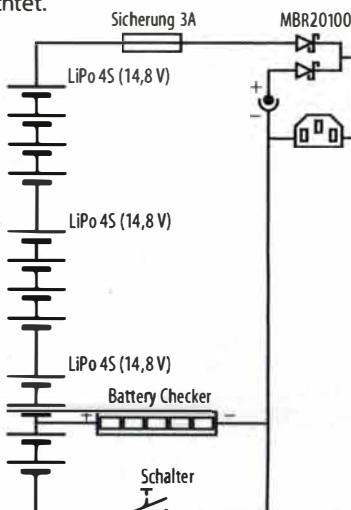
Ähnlich genügsam ist unser Digital-Speicher-Oszilloskop Rigol DS-1054Z. Laut Typenschild benötigt es 100 bis 240 Volt Wechselspannung bei 45 bis 440 Hz. Tatsächlich zeigte es schon bei gut 30 Volt Gleichspannung erste Lebenszeichen und lief ab 38 Volt stabil. Die Stromaufnahme betrug nur knapp 500 Milliamper.

Wir griffen zu drei Lithium-Polymer-Akkupacks (LiPo) aus dem Modellbau-Zubehör mit einer Nennspannung von je 14,8 Volt und schalteten diese in Reihe. LiPos sind nicht nur viel leichter als Bleiakkus, sie besitzen auch eine höhere Energiedichte. Nominal sollten die Akkus 2,65 Amperestunden fassen – in der Praxis kann man mit gut 2 Ah rechnen, was für vier Stunden Akkubetrieb reicht. Selbst unter Maximallast würden die Akkus gut zwei Stunden durchhalten, das Oszilloskop hat laut Typenschild eine Leistungsaufnahme von bis zu 50 Watt.

Die von uns verwendeten Akkupacks müssen Sie allerdings sorgfältig behandeln.

## Schaltplan Akkupack

Die Schottky-Diode entkoppelt Akku und Netzeilanschluss. Der Ein-Aus-Schalter sitzt am Minus-Pol der Akku-Kaskade und sorgt dafür, dass die Ladestandsanzeige nur bei eingeschaltetem Akkupack leuchtet.



Es sind keine alltäglichen Modelle für Smartphones mit gerade einmal einer Lithium-Ionen-Zelle und geringer Kapazität. Die Modellbau-Akkupacks enthalten gleich vier in Reihe geschaltete hochstromfähige Lithium-Polymer-Zellen (4S) mit einer enormen Energiedichte und liefern bis zu 50 Ampere, ohne Schaden zu nehmen. Bei einem Kurzschluss fließt noch mehr Strom; die Zellen gasen aus, explodieren und fangen Feuer – das Sie nicht mit Wasser löschen dürfen, sonst reagiert das freigesetzte Lithium damit und bildet brennbares Knallgas.

Damit es nicht soweit kommen kann, haben wir die Akkus mit einer Kfz-Flachsicherung abgesichert. Vor Kurzschlägen beim Laden oder mechanischen Beschädigungen der Akkus, die ebenfalls zu einem Kurzschluss der Zellen führen können, schützt das allerdings nicht. Da der Einbau einer Ladeschaltung zu aufwendig wäre, haben wir uns für einen Akkulader aus dem Modellbau entschieden. Der Kasten links erklärt, wie Sie die Akkus wieder aufladen. Um bei leerem Akku weiterarbeiten zu können, ohne das Oszilloskop ausschalten und damit Messwerte zu verlieren, haben wir zusätzlich eine Hohlbuchse zum Anschluss eines Tischnetzteils mit 40 Volt oder mehr eingebaut. Wie im Schaltplan links zu sehen, übernimmt eine Schottky-Diode die Entkopplung von Hohlbuchse und Akku – der ja vom Tischnetzteil nicht geladen werden darf.

Ein Berührungsschutz ist nicht nötig: Bis zu 60 Volt Gleichspannung gelten gemäß VDE-Richtlinien selbst für Kinder und Tiere als ungefährlich. Sie können also problemlos bis zu vier Akkupacks in Reihe schalten, ohne besondere Vorsichtsmaßnahmen treffen zu müssen. Bei höheren Spannungen müssen Sie die Schaltung in ein Gehäuse einbauen oder anderweitig durch Isolierung dafür sorgen, dass niemand direkt damit in Berührung kommt. Spätestens bei 120 Volt Gleichspannung ist Schluss: Dort liegt die Grenze zur Hochspannung; dafür sind die Akkuschlösser und anderen Bauteile der Schaltung nicht geeignet. Die maximal zulässige Spannung der von uns verwendeten Schottky-Diode liegt sogar nur bei 100 Volt.

Durch den Akkubetrieb fehlt dem Oszilloskop allerdings die Erdung. Wenn Sie an einem geerdeten Gerät messen, könnte eine gefährliche Spannung an den Metallteilen des Oszilloskops anliegen – weshalb Sie es



über den Schutzkontakt des Kaltgeräteanschlusses erden müssen. Dazu haben wir am Anschlusskabel eine Bananenbuchse zum Anschluss einer Erdungsleitung montiert.

Die Akkupacks sind kompakt genug, um sie auf einer Trägerplatte an der Rückseite des Oszilloskops zu befestigen. Die Abbildung oben zeigt eine Variante mit aus Dünnschicht-HDF-Platte gefertigter Trägerplatte, den drei Akkus, Distanzbolzen als Akkuhalter und die rechte Deckelplatte mit Schalter und Steckern. Die Befestigung der Trägerplatte erfolgt über zwei Alu-Vierkant-Profilen aus dem Baumarkt mit drei aus Schrauben gefertigten Haltenasen an den Lüftungsschlitzten des Oszilloskops. Der Luftstrom wird davon nur unwesentlich beeinträchtigt. So montiert können Sie das Oszilloskop weiterhin bequem am eingebauten Griff tragen; die Akkus stören nicht. Die Kosten für den Bausatz liegen bei gut 60 Euro.

(mid@ct.de)

**ct** Teile für den Nachbau: [ct.de/yww2](http://ct.de/yww2)

## Akku statt Steckdose

Stückliste	Preis
3 Lipo-Akkupack 4S, 14,8 V, ab 2500 mAh	ca. 45 €
3 Stromstecker XT-60	ca. 6 €
1 LED Voltage Battery Checker 6,6/7,4 V	ca. 4 €
1 Kfz-Flachsicherung, 3 A	ca. 0,50 €
1 Schottky-Diode MBR20100 (100 V, 20 A)	ca. 0,50 €
1 Hohlbuchse 5,5/2,1 mm	ca. 0,60 €
1 Wippenschalter ab 60 V, 1 A	ca. 1 €
1 Kaltgeräte-Anschlusskabel, links gewinkelt	ca. 2 €
1 Lochrasterplatine	ca. 2 €
8 Senkkopfschrauben M4 x 12	
8 Linsenkopfschrauben M4 x 12	
4 Senkkopfschrauben M4 x 20	
4 Muttern M4	
8 Sechskant-Distanzbolzen M4 x 25	
2 Senkkopfschrauben M4 x 15 oder M5 x 15	
1 Sechskantschraube M4 x 15 oder M8 x 15	
1 Dünnschicht-HDF-Platte 60 x 10,5 cm	
1 Alu-Vierkant-Profil 11,5 x 11,5 x 200 mm	

## Empfohlenes Zubehör

1 Tischnetzteil ab 40V, 1,25 A	ca. 15 €
1 Ladegerät iMax B6AC	ca. 25 €
1 Stromstecker XT-60	
2 Büschelstecker 4,5 mm	
1 Balancer-Verlängerungskabel, 5-polig	ca. 5 €
1 LiPo Safe Bag, feuerfest	
1 Pulverlöscher ab 2 kg	

Mirko Dölle

# Strom-Hub

## Leistungsstarke USB-Steckdosenleiste selbst bauen

**Angesichts der unzähligen Geräte mit USB-Ladebuchse in deutschen Haushalten dient so manche Mehrfach-Steckdosenleiste nur als USB-Netzteil-Halter mit Netzkabel. Viel kompakter ist unsere USB-Steckdosenleiste mit ordentlich Power, die auch mehrere Tablets gleichzeitig auflädt.**

USB-Netzteile sind so verbreitet, dass sie bei manchem Mobilgerät schon gar nicht mehr zum Lieferumfang gehören. Dennoch gibt es Unterschiede: Ein GPS-Empfänger etwa kommt mit 500 Milliampera Ladestrom gut zurecht. Tablets wie das iPad benötigen hochstromfähige USB-Ladeanschlüsse mit 2 Ampere Ladestrom. USB-Netzteile dürfen also gern etwas leistungsfähiger sein. Wären alle hochstromfähig, könnte man damit jedes USB-Gerät laden und müsste nicht mehr nach einem passenden Netzteil suchen.

Die Alternative ist eine USB-Steckdosenleiste mit ordentlich Leistung. Sie ist viel kompakter als eine herkömmliche Steckdosenleiste mit einem halben Dutzend Tablet-Netzteilen – und auch billiger. In c't 27/15 haben wir einen kompakten Vierfach-Lader vorgestellt. Noch mehr Anschlüsse und Leistung bieten ein umgebauter interner USB-Hub und ein Industrie-Schaltnetzteil. Das Konzept ist, dass das Schaltnetzteil den Strom direkt an die USB-Ports des Hubs liefert – der USB-2.0-Controller der Platine hingegen muss weg, um korrekte Widerstandswerte zu garantieren. Der Nachbau erfordert ein wenig Lötgeschick und eine Investition von gut 50 Euro.

Für 15 Euro haben wir bei eBay einen internen USB-Hub mit sieben Anschlüssen für den Einbau in einen 5,25-Zoll-Laufwerkschacht ersteigert. Benötigen Sie noch mehr Anschlüsse, können Sie auch einen Hub mit 10 und mehr Ports für bis zu 25 Euro kaufen. Die Stromversorgung übernimmt, völlig unabhängig von der Zahl der Anschlüsse, das Hutschienen-Schaltnetzteil MDR60-05 von Mean Well, das Sie für unter 25 Euro bei Reichelt Elektronik bekommen. Es liefert bei 5 Volt Ausgangsspannung bis zu 10 Ampere – also genug Strom, um fünf Tablets parallel aufzuladen. Im Mischbetrieb mit Smartphones und Tablets erschien uns eine Anzahl von sechs bis acht USB-Ports als angebracht.

Die Toleranzen des Widerstands für die Ladeanschluss-Erkennung sind gering. Der parallel geschaltete Controller-Chip verringert den Gesamtwiderstand und wird deshalb mit dem nicht benötigten Teil der Platine abgeschnitten.

Die Wahl fiel deshalb auf das Mean-Well-Netzteil, weil es vollständig isoliert in einem Kunststoffgehäuse geliefert wird und eine automatische Kurzschluss-, Überlast- und Überspannungsabschaltung besitzt. Das erspart den Einbau einer Schmelzsicherung und erleichtert die spätere Benutzung: Sollten Sie einmal zu viele Geräte gleichzeitig anschließen, schaltet das Netzteil automatisch ab. Haben Sie die überzähligen Geräte entfernt, nimmt es den Betrieb wieder auf. Bei einer Schmelzsicherung müssten Sie nach jeder Überlastung die Sicherung wechseln.

### Stromfest

Allerdings verkraftet der USB-Hub solche Ströme nicht einmal ansatzweise. Schon beim zweiten Tablet dürften die Leiterbahnen durchbrennen. Um die Strombelastbarkeit zu erhöhen, haben wir parallel zu den Leiterbahnen Kupferlackdraht mit einem Leitungsquerschnitt von 1 mm<sup>2</sup> von USB-Port zu USB-Port gezogen. Der Lackdraht bietet sich an, weil der Lack beim Löten verbrennt und so nur die Stellen abisoliert werden, die Sie auch tatsächlich verlöten. Dafür benötigen Sie einen Lötkolben, der Temperaturen oberhalb von 400 Grad erreicht. Alternativ können Sie hitzebeständige Schaltlitze mit demselben Durchmesser verwenden, die Sie von Pin zu Pin verlegen.

Damit Tablets und schnellladefähige Smartphones auch mit hohem Strom laden, benötigen Sie für jeden USB-Port einen 200-Ohm-Widerstand, den Sie zwischen die Pins der Datenleitungen löten. Besonders eignen sich hier SMD-Widerstände der Baugrößen 0805 und 0603, die mit einer Länge von nur 2 Millimetern respektive 1,6 Millimetern gut zwischen die Anschlusspins der Datenleitungen passen. Die Größe 1206 ist schon etwas groß, geht zur Not aber auch. Ein Tipp: Erhitzen Sie mit dem Lötkolben beide Daten-Pins

gleichzeitig und schieben Sie den Widerstand dann mit einer Pinzette dazwischen. Jetzt noch die Lötspitze wegziehen und der Widerstand ist eingelötet.

Der Widerstandswert ist in den USB Battery Charging Specifications festgelegt und signalisiert dem angeschlossenen Gerät, dass der USB-Anschluss hohe Ströme verträgt. Größere Toleranzen sind hier nicht erlaubt, weshalb Sie nicht die gängigen 180- oder 220-Ohm-Widerstände verwenden können. Der ebenfalls an die Datenpins angeschlossene USB-Controller auf der Platine des Hubs verringert den Gesamtwiderstand, weshalb wir die Platine knapp hinter den USB-Anschläßen mit einer Trennscheibe zerteilt haben. Danach luden ein Apple iPad Mini und Asus Nexus 7 problemlos ihre Akkus auf. Geräte, die eine höhere Spannung brauchen (Quick Charge 2.0) profitieren davon freilich nicht.

Zum Anschluss der fertig verlöteten USB-Port-Platine an das Netzteil verwenden Sie Schaltlitze mit einem Querschnitt von mindestens 1 mm<sup>2</sup> oder 1,5 mm<sup>2</sup>. Da die Klemmanschlüsse des Schaltnetzteils für Kupferdrähte ausgelegt sind, nicht für Litzen, müssen Sie eine isolierte Adernendhülse auf jede Litze aufpressen. Das gilt auch für das dreidrige Netzanschlusskabel. Keinesfalls dürfen Sie das Ende der Kabel mit Lötzinn tränken und festschrauben: Das weiche Zinn wird mit der Zeit verdrängt, was die Kontaktfläche verringert und das Risiko eines Kabelbrands birgt. Möglicherweise fällt das Kabel sogar aus dem Anschluss heraus – dann haben Sie ein offenes, Netzspannung führendes Kabel auf dem Tisch liegen: lebensgefährlich. Wer nicht über die nötigen Kenntnisse verfügt, sollte zumindest den Anschluss des Netzkabels einem Elektriker überlassen.

Bei isolierten Adernendhülsen liegen keine spannungsführenden Kabel frei, Sie können die Steckdosenleiste also ohne Gehäuse betreiben. Bei eBay gibt es aber SCSI-Leergehäuse für wenige Euro, in die das Netzteil berührungssicher passt. Ist das Gehäuse aus Metall, müssen Sie es nur genau wie das Netzteil erden. (mid@ct.de)

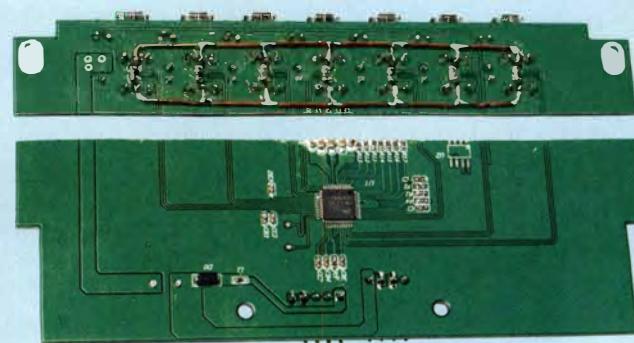
### USB-Steckdosenleiste

#### Stückliste

1	USB-Hub intern, 5,25"	ca. 15 €
1	Netzteil Mean Well MDR60-05, 5 V, 10 A	ca. 23 €

#### Empfohlenes Zubehör

1	SCSI-Leergehäuse 5,25"
---	------------------------



Benjamin Benz

# Stromversteck

## Drahtloslader in Möbeln verstecken

Telefon auf ein Ladegerät legen und schon füllt sich der Akku – ganz ohne Kabelgestöpsel. Klingt sexy, hat bei der Umsetzung aber einen Schönheitsfehler: Auf dem Schreibtisch-, Wohnzimmer- oder Nachttisch liegt dann dauerhaft eine unschöne Ladeschale samt Kabel herum. Wir zeigen, wie Sie diese unsichtbar einbauen.

**D**as Prinzip hinter dem Drahtlosladestandard Qi ist schnell erklärt: Die Ladestation besteht aus etwas Elektronik, einer Abschirmplatte sowie einer Spule. Deren Magnetfeld prägt in die Empfangsspule einen Strom ein, das Telefon lädt. Damit das klappt und dabei nicht zu viel Leistung auf der Strecke bleibt, darf der Luftspalt zwischen den beiden nicht zu groß sein. Der Standard spricht von bis zu 4 cm.

Blanke Theorie! In der Praxis ist bereits Schluss, wenn eine c't zwischen Ladeschale und Telefon liegt. Schon bei geringeren Abständen – etwa einer auf Seite 150 aufgeblätterten c't – sinkt die Ladeleistung von 2,5 auf rund 1 Watt ab. Der Drahtloslader lässt sich also nicht einfach so unter eine zentimeterdicke Tischplatte kleben. Mit ein wenig handwerklichem Geschick gelingt es aber, viel von der störende Schicht zwischen Sender und Empfänger abzutragen – zumindest bei Holzmöbeln. Wir kamen danach – durch die Tischplatte hindurch – wieder auf die ursprüngliche Ladeleistung von etwa 2,5 Watt.

Ausgangsbasis für die folgende Bastelei ist ein „Qi Wireless Charger“, den wir bei Amazon für 10 Euro ergattert haben. Das konkrete Modell (Aukey LC-M1) gibt es derzeit nicht mehr. Die Umsetzung klappt aber auch mit jedem anderen Qi-Lader. Unser Modell war rund, was je nach verfügbarem Werkzeug das Einlassen in den Tisch vereinfacht. Zu-

nächst musste das Gehäuse weichen. Das bedeutet schon einmal rund 1 mm Plastik sowie 1,5 mm Luftspalt für die Befestigungsnasen weniger. Wer kein frisch gekauftes Gerät knacken und dessen Gehäuse postwendend entsorgen mag, findet bei eBay und Amazon auch die nackte Ladetechnik direkt aus China.

### Tool Time

Nun sind die Heimwerker gefragt, aber bitte nicht mit grobem Werkzeug wie Lochsäge, Forstnerbohrer oder Kreisschneider. Deren Zentriertippen würden die Möbeloberfläche durchstoßen, ehe Sie die gewünschte Schichtdicke erreicht haben. Am genauesten und vor allem risikoärmsten versenken Sie den Lader mit Hilfe einer Schablone sowie einer Oberfräse samt Kopierhülse, mit denen Sie die Tischplatte von unten bearbeiten. Sollten Sie dieses Projekt als Vorwand für die Anschaffung dieses wundervollen Werkzeugs nutzen, machen Sie sich ausführlich mit der Bedienung vertraut, bevor sie einen mit 24 000 U/min rotierenden Hartmetall-Fräser in ihrem edlen Wohnzimmertisch versenken. Das „Handbuch Oberfräse“ von Guido Henn ist ein guter Einstiegspunkt.

Ein kleines Problem bleibt: Hat man sauber gearbeitet, weist auf der jungfräulichen Tischoberfläche nichts darauf hin, wo das



Telefon zum Laden liegen soll. Doch der Qi-Standard hält dafür eine pfiffige Lösung parat: Im Zentrum der Sendespule darf ein Magnet sitzen – Nordpol nach oben. In vielen Telefonen steckt bereits das passende Gegenstück. Wir haben einen Scheibenmagnet aus Neodym mit 13 mm Durchmesser und 2 mm Dicke in die Sendespule gelegt und waren verblüfft, wie intuitiv man damit die ideale Ladeposition findet – trotz der eigentlich geringen Kräfte. Das klappt übrigens auch im Originalgehäuse.

Gimmick zum Schluss: Die Platine unseres Qi-Laders besaß ungenutzte Anschlüsse für einen Pieper. Einen solchen haben wir einem alten PC entnommen, wodurch es auch eine akustische Bestätigung, wenn der Ladevorgang beginnt und endet. (bbe@ct.de)

### Literatur

[1] Hannes A. Czerulla, Schnipp, schnapp, Kabel ab, Kabellose Ladegeräte und Ladeadapter für Smartphones im Test, c't 14/15, S. 102

c't Weitere Bilder: ct.de/ybzu



Laut Qi-Standard dürfen zwischen Oberfläche und Sendespule maximal 2,5 mm liegen. Das restliche Material der Tischplatte muss weg. Platz für einen Magneten ist aber allemal.



Nachrüstkits für Smartphones, die noch kein Qi unterstützen, gibt es ab 15 Euro.



Dieser Drahtlos-Lader für 10 Euro hat sein Inneneben an das Bastelprojekt gespendet.

### Versteck für Drahtloslader

Komponente	Preis
Drahtlos-Lader	10 €
USB-Netzteil	5 €
PC-Pieper	1 €
Scheibenmagnet Neodym 13 mm × 2 mm	0,50 €
Werkzeug	
Oberfräse mit Kopierhülse und Fräser	
Restholz für Schablone 20 cm × 20 cm × 1 cm	

Peter Siering

# Sharespresso

## NFC-Bezahlsystem für Kaffeevollautomaten

Unsere Kaffeeküche schmückt seit Neuestem ein für die Gastronomie gemachter Kaffeevollautomat. Der verspricht gescheite Heißgetränke. Für das Teilen der Betriebskosten setzen wir nicht auf eine Kleingeldkasse, sondern auf RFID-Kantinenkarte und NFC-Smartphones.

Viele Kaffeevollautomaten von Jura und baugleiche Geräte haben eine serielle Schnittstelle (RS-232 mit TTL-Regeln). Die Spezialkodierung dort fließender Daten ist seit einiger Zeit geknackt. Die Schnittstelle ist nicht nur für den Service gedacht, sondern auch für den Anschluss von Abrechnungs- und Bezahl-systemen. Dafür kann man richtig viel Geld hinlegen oder es sich mit einem Arduino supergünstig ganz nach Wunsch und sogar mit zeitgemäßer NFC-Technik selbst bauen.

Es sei vorausgeschickt, dass der Anschluss eines selbst gestrickten Systems nicht ohne Risiko ist: Die Technik in den Maschinen von Jura, Franke & Co. stammt von TOP-Tronic, die Eugster/Firmsag AG stellt die Geräte her. Dokumentation geben die Unternehmen nicht heraus. Entsprechend rar sind Informationen über die Beschaffenheit der Schnittstelle. Veröffentlichte Details verschwinden schon mal wieder aus dem Netz – einschlägige, nützliche Seiten ließen sich aber bis Redaktionsschluss über Tricks abrufen (siehe c't-Link).

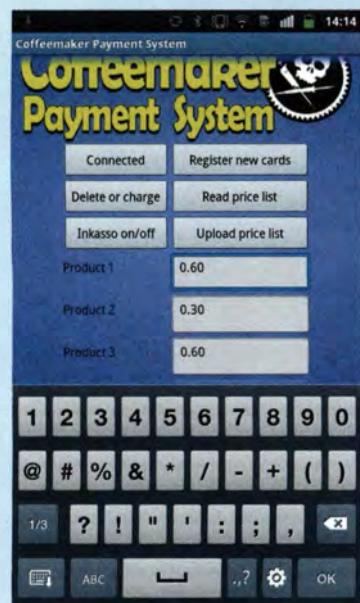
Das verfügbare Material genügte Oliver Krohn dennoch, um sein Coffeemaker-Payment-System zu implementieren. Es steht auf Github zum Download bereit (siehe c't-Link): Er kombiniert Standardbauteile zu

einem Bezahlsystem und lässt es über die serielle Schnittstelle mit dem Automaten kommunizieren. Dabei übernimmt die Anwendung auf dem Arduino aber nicht die Steuerung der Vorgänge im Gerät, schaltet also nicht die Pumpen an und aus, sondern empfängt und sendet lediglich Arbeitsaufträge, etwa zur Zubereitung eines Espresso.

Die Anwendung entscheidet anhand einer RFID-Karte, ob ein „Kunde“ einen Kaffee erhält oder nicht. Für jede Karte existiert ein Konto auf Guthabenbasis. Jedes Produkt, das die Maschine zubereitet, hat einen festen Preis. Der Kunde wählt, hält binnen fünf Sekunden seine RFID-Karte oder sein NFC-fähiges Smartphone ans Lesegerät und wird bedient, wenn das Guthaben ausreicht. Etwaiiger Kaffeeschnorrerei schiebt der Inkasso-Modus einen Riegel vor – der Druck einer Bezugstaste am Gerät erzeugt nur eine Bot-schaft auf der seriellen Schnittstelle und die Maschine wartet auf ein O.K.-Signal.

Elegant an Oliver Krohns Entwicklung finden wir die Idee, die Daten, mit der die Anwendung arbeitet, also die bekannten RFID-Karten und die dafür hinterlegten Guthaben, vollständig im Arduino zu speichern und über ein Android-Telefon zu verwalten. Es nimmt per Bluetooth Kontakt zur Anwendung auf: So lassen sich die Preislisten für die Produkte bearbeiten, RFID-Karten registrieren und entfernen sowie die Guthaben aufladen. Die Anwendung für Android-Geräte hat Oliver Krohn mit dem MIT App-Inventor 2 gebaut. Wenn alle Bauteile zusammengesteckt sind und der Arduino mit Software gefüttert ist, bedient sich das Coffeemaker-Payment-System also sehr komfortabel.

Wir haben es adaptiert, um die Abrechnung unseres gemeinschaftlich betriebenen Vollautomaten zu vereinfachen. In der c't-Variante „Sharespresso“ stecken diverse Detailänderungen, Anpassungen für gängige RFID-Lesegeräte sowie rudimentäre Netzwerkfunktionen für ein Protokoll per Unix-Loghost. Die Anwendung bleibt vorerst weitgehend kompatibel zu Oliver Krohns Version, insbesondere zum Android-Frontend. Möglich aber, dass wir mit weiteren Entwick-



Als Frontend für die Anwendung auf dem Arduino betätigt sich ein Android-Gerät.



lungsschritten auch davon abrücken – mehr dazu auf der c't-Projektseite (siehe c't-Link).

### Stecken statt löten

Wer noch nichts mit der Arduino-Welt zu schaffen hatte, sollte ein paar Stunden Einarbeitung einplanen. Im Folgenden zeigen wir die wesentlichen Schritte für die Inbetriebnahme der erweiterten c't-Variante. Sie benötigen einen Computer, auf dem die Arduino-IDE läuft (Mac, Windows oder Linux), den Code aus unserem Git-Repository und einige zusätzliche Bibliotheken, die Sie auch als ZIP-Datei herunterladen können (siehe c't-Link), einen Jura-kompatiblen Vollautomaten und ein dazu passendes Kabel für den Anschluss an die serielle Schnittstelle.

Die Einzelteile wirken wie folgt zusammen: Ein Arduino ist die „Zentrale“. Er gibt Bedien- und Statusinformationen über ein per I²C-Bus angeschlossenes LC-Display aus. Der RFID-Reader hilft, die Nutzer zu unterscheiden. Via Bluetooth-Modul kommt das Android-Frontend an die Anwendung heran. Über das Ethernet-Shield können die Transaktionen im Netz protokolliert werden, um die Abrechnung zu erleichtern oder die regelmäßige nötige Pflege zu koordinieren. Die Teileliste zeigt im Detail, was Sie brauchen.

Ein Kabel für den Anschluss an die Kaffemaschinen haben wir für eine Jura S95 und eine Franke Saphira (baugleich zur Jura X7) hergestellt. Für den provisorischen Anschluss des Arduino an die S95 hinter der Frontklappe tun es die üblichen Steckbrückenkabel mit 2,54-mm-Buchsenabstand. Für eine dauerhafte Lösung empfiehlt sich ein Platinensteckverbinder, wie ihn Elektronikversender anbieten. Bei der Saphira/X7 ist es weniger exotisch, sie hat eine DB9-Buchse an der Geräterückseite, wie sie für serielle Ports gebräuchlich ist.

Beim Zusammenstecken des Platinen-Ensembles ist Skepsis angebracht, was die tatsächliche Pin-Belegung der einzelnen Komponenten angeht – die variiert schon mal je nach Einkaufsquelle.

Für den Anschluss genügen drei Leitungen, Masse, Empfangs- und Sendedaten. Achtung: Hier sind nicht die üblichen RS232-Pegel zwischen -12 und +12 Volt gefragt, sondern TTL. Die Belegung der diversen Buchsen an den verschiedenen Automaten variiert leider, bei der S95 und X7 sind sie identisch: Wenn man von außen auf die Buchse am Gerät schaut, dann sind es die ersten drei Kontakte von rechts nach links: TX, GND, RX. Auf dem Pin links daneben liegen 5V an, die man benutzen könnte, um einen Arduino zu betreiben; mangels genauer Spezifikationen haben wir aber darauf verzichtet.

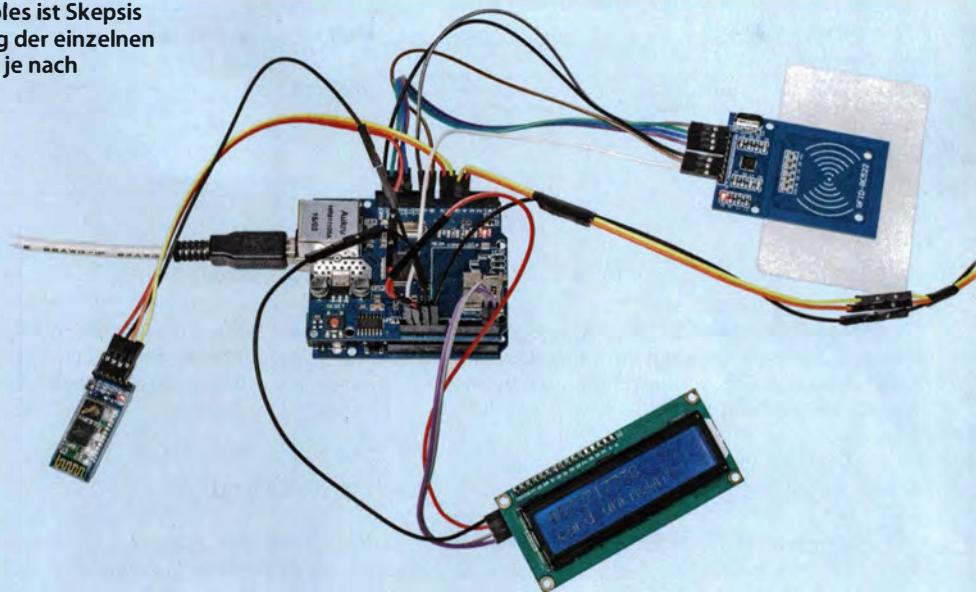
Für die Verdrahtung der einzelnen Komponenten können Sie sich am mit Fritzing erstellten Plan und den Fotos orientieren; die Farben der Steckbrückenkabel sind bei beiden identisch. Für die Software ist wichtig, dass die Geräte auch wirklich so angeschlossen sind, sonst müssen Sie den Quelltext an Ihre Variante anpassen. Oft ist das ohnehin nötig, je nachdem, welchen RFID-Reader Sie einsetzen wollen. Und: Das Pinout der einzelnen Bauteile kann auch variieren. Prüfen Sie akribisch vor der ersten Inbetriebnahme, ob vor allem die zur Stromversorgung eingesetzten Pins mit passenden Gegenstellen verbunden sind.

Beim I<sup>2</sup>C-Display muss man erkunden, auf welcher I<sup>2</sup>C-Adresse es lauscht. Je nach Produktquelle gibt es zur Adresseinstellung Jumper oder Lötbrücken. Passende Dokumentation muss man oft ergooglen. Ein Wort noch zur Stromversorgung des Aufbaus: In unserer Cafeteria benutzen wir ein Ethernet-Shield mit montiertem Power-Over-Ethernet-Adapter. Der versorgt das Platinenensemble komplett. Das ist allerdings eine recht kostspielige Lösung. Mit einem simplen USB-Ladegerät geht es ebenso gut.

## Editieren statt konfigurieren

Um die Software überhaupt auf den Arduino zu bekommen und an die Konfigurationsdetails der Hardware anzupassen, brauchen Sie die Arduino-IDE. Die gibt es in verschiedenen Versionen. Unserer Erfahrung nach macht die aktuelle 1.6.6 an diversen Stellen Ärger (ebenso ältere 1.0er Versionen). Wir empfehlen deshalb die schon einige Monate alte Version 1.6.5. Es gibt sie für alle gängigen Betriebssysteme zum kostenlosen Download.

Um die vollständige Anwendung bauen zu können, müssen Sie in der IDE zwei Bibliotheken installieren, nämlich liquidcrystal\_i2c zum Ansteuern des LC-Display und eeprom-ex für komfortable Zugriffe auf das EEPROM des Arduino (beide kommen mit der IDE, sind aber nicht eingerichtet). Die Installati-



onshilfe finden Sie als „Manage Libraries“ im Sketch-Menü unter „Include-Library“. Suchen Sie nach den Namen und betätigen Sie „Install“.

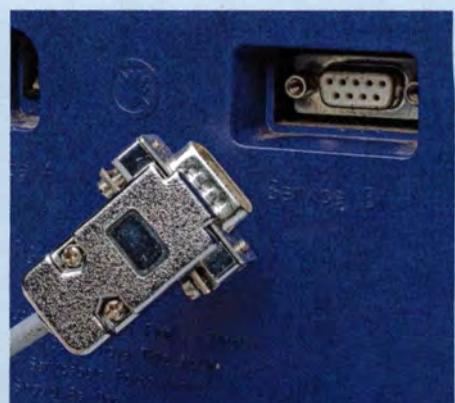
Für den Zugriff auf den PN-532-RFID-Reader bringt die IDE zwar ebenfalls eine Bibliothek mit, die ist aber fehlerhaft. Laden Sie deswegen die für die beiden unterstützten RFID-Reader und die Syslog-Bibliothek als ZIP-Archiv über den c't-Link herunter und entpacken Sie die Dateien in das Bibliotheksverzeichnis der IDE (unter Windows in Ihrem Dokumente Ordner unter Arduino\libraries) und starten Sie die IDE neu. Dann stehen auch diese Bibliotheken zur Verfügung.

Bevor Sie die eigentliche Bezahlsoftware in den Arduino laden und nutzen können (den Sketch CoffemakerPS.ino), müssen Sie dessen EEPROM-Inhalte in einen definierten Zustand versetzen. Laden Sie dazu EEPROM\_tool.ino auf den Arduino, verbinden Sie sich mit dem seriellen Monitor und führen die Option 3 aus. Der Sketch schreibt dann Nullen in das EEPROM, in dem später die Karten-, Preis- und Kontoinformationen liegen sollen.

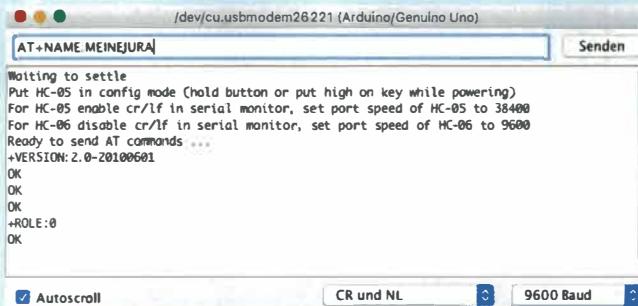
Laden Sie anschließend btinit.ino in den Arduino, um dem Bluetooth-Adapter seine Grundkonfiguration einzuhauen.

Den HC-05-Bluetooth-Adapter muss man zunächst dazu überreden, in den Konfigurationsmodus zu wechseln. Das geht am nachhaltigsten, indem man dem mit Key beschrifteten Pin ein High-Signal zuführt, während der Adapter an die Stromquelle angeschlossen wird. Das btinit.ino-Sketch nutzt dafür den in der Anwendung freien digitalen Ein-/Ausgang 3. Sie müssen nach dem Hochladen des Sketches auf den Arduino für einen Moment die Masse- oder 5V-Leitung zum Bluetooth-Adapter auftrennen.

Anschließend können Sie über den seriellen Monitor der Arduino-IDE AT-Befehle an den Bluetooth-Adapter schicken wie einst an ein Modem. Dazu müssen Sie dort CR/LF aktivieren und als Baudrate 38 400 wählen (der Standard im Konfigurationsmodus). Um den Adapter auf den Einsatz in der Anwendung vorzubereiten, senden Sie die folgenden Befehle: AT+NAME=MeineJura für den Namen, AT+ROLE=0, um den Adapter in den Slave-



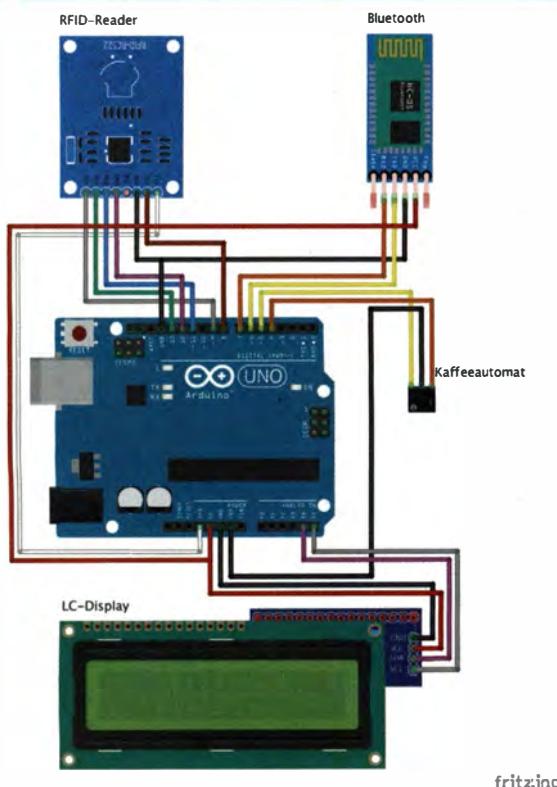
Nicht Bangemachen lassen: Offizielle Dokumentation fehlt zwar, dennoch lassen sich die Schnittstellen nutzen.



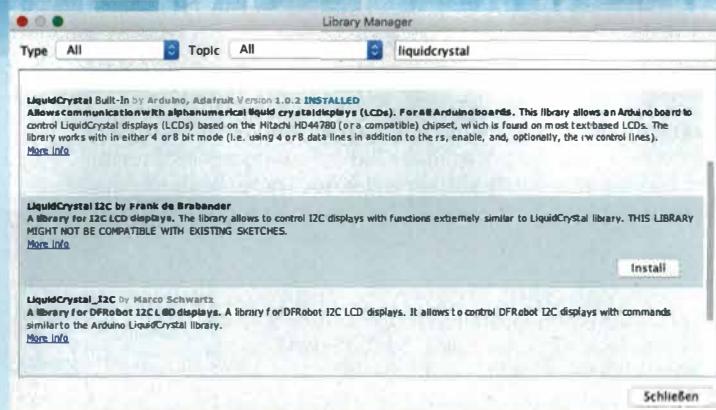
Der Serial Monitor der Arduino-IDE zeigt, was der Microcontroller auf seinem seriellen Port ausgibt. Das ist nicht nur fürs Debuggen nützlich, sondern hilft auch beim Konfigurieren des Bluetooth-Adapters.

Modus zu schalten, und AT+PSWD=2503 als Paaring-Pin.

Das Abschalten des Arduino beendet den Konfigurationsmodus für das Bluetooth-Modul. Für die vollständige Konfiguration fehlt nunmehr nur noch dessen Gegenstelle: die Android-App für die Bedienung. Die finden Sie als .apk-Datei ebenfalls über den c't-Link zum Download. Sie lässt sich direkt von der Web-Seite laden und über den Dateimanager des Geräts einrichten. Die Anforderungen an das Gerät sind minimal; ein Altgerät aus der Schublade ist gut genug.



Sieht schlimmer aus, als es ist: Ein Ethernet-Shield lässt sich optional auf den Arduino aufstecken, die übrigen Gerätschaften werden dann daran angeschlossen. Der gleichzeitige Betrieb des SPI-Bus durch Ethernet-Shield und RFID-Reader klappt, solange Pin 10 für das Select-Signal des Ethernet-Shield frei bleibt.



Die Arduino-IDE installiert bei Bedarf weitere Bibliotheken. Mit der integrierten Suche kommt man schnell zum Ziel. Manche Bibliothek besorgt man sich besser aus anderer Quelle.

## Touch statt Tasten

Jetzt ist der Zeitpunkt gekommen, um den Sketch für das eigentliche Abrechnungs- und Bezahlsystem auf den Arduino zu laden. Zunächst können Sie es ohne Kaffeearmat starten und prüfen, ob die Kommunikation mit dem RFID-Reader klappt. Der sollte beim Auflegen einer geeigneten 13,56MHz-RFID-Karte deren ID zeigen. Eine dieser IDs tragen Sie als MASTERCARD in den Sketch-Quelltext ein. Die Karte dient fürderhin als Chef-Schlüssel: Sie erlaubt es, den Service-Modus der Anwendung ein- und auszuschalten.

Nur im Service Modus lauscht die c't-Variante auf Befehle, die von der Android-Anwendung per Bluetooth eintrudeln. Der Grund dafür: Ein Arduino kann immer nur an einem seriellen (Software-)Port lauschen. Den zum Hochladen der Sketches nötigen und fürs Debugging nützlichen Port wollten wir frei halten. So schaltet die Anwendung per Service-Modus um, ob sie auf den Kaffeearmaten oder Anfragen der Android-App via Bluetooth reagiert.

Das Bluetooth-Modul zeigt über eine LED an, in welchem Zustand es ist. Bei der Konfiguration sollte es langsam blinken (zweimal länglich hintereinander). Wenn es mit einer bereits gepairten Gegenstelle verbunden ist, blinkt es zweimal kurz mit einer längeren Pause. Blinkt es hektisch, wartet es noch auf die Verbindung eines bereits gepairten Partners. Das Pairing auf der Android-Seite erledigen Sie in den Systemeinstellungen wie bei anderen Bluetooth-Geräten auch üblich.

Bei aktiviertem Service-Mode der Anwendung und gepairtem Android-Gerät sollte es jetzt möglich sein, die Anwendung auf dem Arduino zu erreichen.

Betätigen Sie dazu den Knopf „BT Connect“. Kommt keine Fehlermeldung, sollten Sie mit „Read price list“ die durch EEPROM\_tool.ino mit Nullen vorbelegte Preisliste auslesen, ändern und mit „Upload price list“ wieder auf den Arduino schicken können. Mit „Register new cards“ wechselt die Anwendung auf dem Arduino in einen Modus, in dem RFID-Karten neu registriert und mit einem Grundguthaben versehen werden.

Bei angeschlossenem Kaffeearmaten führt der einmalige Wechsel in den Service-Modus und zurück dazu, dass der Inkasso-Modus aktiv wird. Dann sollte jeder Druck auf eine Bezugstaste am Automaten dazu führen, dass auf dem am Arduino angeschlossenen Display der Preis für das Produkt erscheint. Wenn Sie dann eine mit Guthaben versehene RFID-Karte an das Lesegerät halten, sollte der Automat das Heißgetränk ausgeben. Die Details können Sie im seriellen Monitor verfolgen. Standardmäßig ist die Anwendung sehr geschwätzig.

Wir haben die Anwendung und Anbindung bisher nur mit älteren Maschinen ausprobiert. Die tauchen oft in Anzeigenportalen auf. Wer keine Angst vor Ovalkopfschrauben, Hydraulik und Kaffeeegammel hat, kann die meisten Störungen selbst beseitigen. Ideal sind Maschinen für den Gastrobetrieb, da man hier im Vergleich zu Haushaltsmaschinen mehr Platz zum Schrauben hat. Hilfestellung dazu gibt es in diversen Foren – wir haben viel in Pauels-Thread zu unserer X7 gelernt (siehe c't-Link). (ps@ct.de)

**ct** Projekte auf Github, Jura-Befehlssatz und -Protokoll-Spezifikation, Downloads, Forum, zusätzliche Bilder: [ct.de/y9qj](http://ct.de/y9qj)

## Arduino als NFC-Bezahlsystem

Komponente	Preis	
„Bio“		China
Arduino Uno	24€	10€
Bluetooth HC-05	15€	5€
RFID/NFC Shield	26€	15€
I2C LCD 1602	11€	5€
Ethernet Shield W5100	12€	6€
Kabel	3€	3€
<b>Summe</b>	<b>91€</b>	<b>44€</b>

# FÜR ROOTINERS.

iX. WIR VERSTEHEN UNS.

**Jetzt auch für Android!  
Das Mini-Abo testen:**

3 Hefte + 16GB USB-Stick nur 13,50 Euro

[www.iX.de/digital](http://www.iX.de/digital)



Sie wollen Zugriff auf alle Fakten? Nehmen Sie ihn sich – iX ab sofort auch als Android-App. Testen Sie 3 aktuelle Ausgaben jetzt komplett papierlos auf Ihrem Android/iOS-Tablet & -Smartphone per HTML5 oder PDF zum Vorzugspreis. Jetzt zugreifen: [www.iX.de/digital](http://www.iX.de/digital)



Axel Kossel

# OBD2-Tricks

## Das Handy als Diagnosegerät, Bordcomputer und Dashcam im Auto

Leuchtet im Auto die Motorkontrolllampe, schnappt man sich sein Sparbuch und fährt zur nächsten Werkstatt. Wenn sie das allerdings als regelmäßigen Fehlalarm macht, dann investiert man stattdessen lieber ein paar Euro in den Versuch, den gespeicherten Fehlercode einfach zu löschen, damit die Lampe wieder erlischt.



Penny und Sheldon aus der TV-Serie Big Bang Theory sind sich oft uneins. Auch hinsichtlich der leuchtenden Motorkontrolllampe in Pennys Auto: Während Penny unbekümmert weiter fährt, will Sheldon, dass sie umgehend die Werkstatt aufsucht. Als die Lampe an meinem Auto das erste Mal anging, hielt ich es wie Sheldon. Die Werkstatt wechselte für 300 Euro ein Ventil in der Abgasrückführung.

Nach wenigen Monaten ging die Lampe wieder an und die Werkstatt las denselben Wert aus dem Fehlerspeicher aus. Ich redete von Gewährleistung, der Meister schlug vor, den Fehler zu löschen und abzuwarten. Die Lampe blieb aus – für etwa ein halbes Jahr.

Mittlerweile war ich etwas werkstattmüde und suchte nach einer anderen Lösung. Ich fand sie in Form eines Adapters für die OBD2-Schnittstelle (On-Board-Diagnose), die eigentlich dem Diagnosegerät der Werkstatt vorbehalten ist. Der Adapter macht mein Handy zum Diagnosegerät – und nebenbei auch zum Bordcomputer, weshalb es jetzt immer in einer Halterung mitfährt.

Der Adapter überträgt per Bluetooth Daten zwischen den Steuergeräten des Autos und dem Android-Handy, auf dem die App Torque unter anderem Fehlercodes ausliest. Ich fand so den Fehler P0410 und konnte ihn löschen.

Das Spiel wiederholt sich etwa zwei Mal im Jahr. Manchmal tritt der Fehler nach dem Löschen erneut auf; spätestens nach dem dritten Rücksetzen bleibt die Lampe aus. Am besten klappt es, wenn ich bei stehendem Motor und eingeschalteter Zündung lösche und danach den Motor starte. So habe ich bei mehreren Bekannten verschiedene Fehlercodes nachhaltig aus den Steuergeräten gelöscht.

### Adapter

Damit das klappt, muss der Wagen eine OBD2-Schnittstelle besitzen. Dieser ursprünglich in den USA eingeführte Anschluss ist in Europa für Benziner seit 2000 und für Diesel- und Gasfahrzeuge seit 2004 Pflicht.

Die Buchse mit 16 PINs, von denen 9 standardmäßig belegt sind, befindet sich im Bereich unter dem Lenkrad oder in der Mittelkonsole, oft hinter einer Klappe versteckt. Meist liefert Google ein Foto, wenn man „OBD2“ und die Modellbezeichnung des Autos eingibt.

Über diese Schnittstelle und einen Adapter können Computer die Fehlerspeicher der Steuergeräte auslesen und löschen. Es gibt allerdings eine ganze Reihe von SAE- und ISO-Protokollen für die OBD2-Schnittstelle. Ein Adapter sollte alle beherrschen, damit er in möglichst vielen Fahrzeugtypen funktioniert. Dazu wird häufig der Controller ELM327 eingesetzt, den auch die meisten Smartphone-Apps unterstützen. Auf Amazon und eBay findet man eine reiche Auswahl von Adapters zwischen 10 und 20 Euro, die einen China-Nachbau des ELM327 enthalten.

In der Praxis funktionieren die Adapter meist ganz prima. Wir haben etliche auf ihren Stromverbrauch im Standby untersucht und Werte zwischen 20 und 60 mA gemessen. Man kann den Adapter also auch angeschlossen lassen, ohne dass er die Batterie gleich leer nuckelt. Voraussetzung ist dabei, dass er etwa in der Nähe der Pedale nicht im Weg ist. Kleine Adapter sind daher vorzuziehen.

Es gibt zwei Adaptertypen: mit Bluetooth und mit WLAN. Android-Nutzer benötigen in der Regel einen Bluetooth-Adapter, da die WLAN-Varianten im Ad-hoc-Modus arbeiten. Mit dem kommt Android nur klar, wenn man das Handy rootet und einen Ad-hoc-Hack installiert. Die WLAN-Adapter sind meist etwas teurer und erste Wahl für iPhone-Besitzer. Denn iOS unterstützt wiederum die Bluetooth-Profilen der billigen Adapter nicht, sondern arbeitet nur mit solchen zusammen, die Bluetooth 4.0 beherrschen.

Ein Beispiel hierfür ist der DNT OBD2 Bluetooth, der 55 Euro kostet. Er trägt im Unterschied zu den Billigadapters ein ECE-Prüfzeichen und darf auch während der Fahrt mit der Fahrzeugelektronik verbunden sein. Fürs Auslesen und Löschen des Fehlerspeichers ist dies aber nicht nötig.

Bei Amazon und eBay gibt es solche OBD2-Adapter, die Daten aus dem Auto per Bluetooth oder WLAN ans Handy übertragen, für 10 bis 20 Euro.

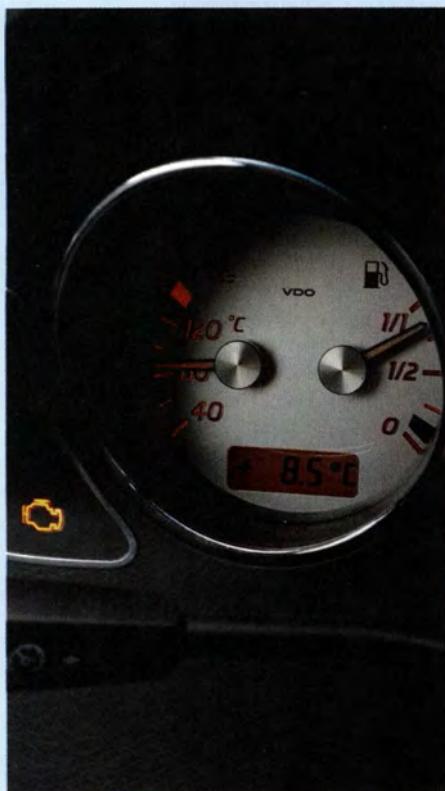
### App

Die App von dnt bietet nicht so viele Zusatzfunktionen wie Torque unter Android oder DashCommand unter iOS. Bei Torque reicht bereits die kostenlose, werbefinanzierte Variante zum gelegentlichen Fehlersuchen und -löschen aus.

Auf dem iPhone kommt man so günstig nicht davon. Zwar gibt es auch kostenlose Versionen von iOS-Apps. Die arbeiten jedoch nur mit teuren OBD2-Adapters des jeweiligen Herstellers zusammen oder löschen erst Fehler, nachdem man diese Funktion per In-App-Kauf freigeschaltet hat. Das kostet zum Beispiel bei EOBD-Facile 15 Euro. Da ist es günstiger, DashCommand für 10 Euro zu kaufen.

Bei einem echten Defekt hilft das Löschen des gespeicherten Fehlercodes natürlich nicht. Als zum Beispiel der Stecker von der Lambdasonde abgegangen war, ging die Kontrollleuchte logischerweise gleich wieder an. Doch Torque gab eine kurze Beschreibung zum Fehlercode aus und bot zudem direkt eine Websuche nach dem Code an. Das brachte mich auf die richtige Spur und nach 10 Minuten hatte ich den einfachen Fehler selbst behoben. Allerdings geben die Beschreibungen der Codes in den Apps und im Internet meist nur sehr vage Hinweise auf die Fehlerursache.

Das liegt unter anderem daran, dass die Hersteller unterschiedliche Codes benutzen. Für eine genauere Diagnose gibt es Software wie ScanMaster-ELM, das eine Datenbank mit Fehlercodes diverser Hersteller mitbringt. Sie läuft unter Windows; man muss also ein Notebook mit dem OBD2-Adapter koppeln. Außerdem gibt es herstellerspezifische Handy-Apps wie Carly für BMW, die mehr können als die allgemeinen Tools.



**Fehleraufzeichnungs-Manager**

- P0410 - Antriebsstrang  
Secondary Air Injection System
- P2039 - Antriebsstrang  
Reducant Injection Air Pressure Sensor Circuit Low Input
- P2036 - Antriebsstrang  
Exhaust Gas Temperature Sensor Circuit High bank2 Sensor2

**Aktionen:**

- Lösche Fehler auf der ECU
- Neu laden
- Standbild
- Fehlerlog laden
- Fehlerlog speichern
- Teilen
- Datenbank durchsuchen



Torque sucht etwa eine Minute nach Fehlercodes und zeigt dann an, warum die Motorkontrolllampe brennt.  
Manche Fehler treten sporadisch auf und es genügt, den Fehlercode zu löschen.

## Bordcomputer

Das DashCommand und Torque zeigen nicht nur Fehlercodes an, sondern können dem Auto auch während der Fahrt auf die Finger schauen: Sie lesen in Echtzeit Motordaten wie Drehzahl, Temperatur von Kühlwasser und Ansaugluft, Luftmasse, Drosselklappenstellung, Saugrohrunterdruck oder Zündwinkel aus. Außerdem greifen die Apps auf Sensoren des Handys zu, insbesondere auf GPS und Beschleunigung. Kombiniert mit Daten vom Steuergerät, die Auskunft über die aktuelle Motorlast geben, und Angaben des Benutzers zum Fahrzeuggewicht und zur Motorleistung lassen sich die am Hinterrad anliegenden PS und Nm halbwegs genau schätzen. Diese Daten kann man sich als virtuelles Cockpit auf dem Handy darstellen lassen – quasi ein zweiter Bordcomputer.

Allerdings liefert nicht jede OBD2-Schnittstelle dieselben Daten, da nicht jedes Fahrzeug die gleichen Sensoren aufweist und jeder Hersteller beim Protokoll sein eigenes Säppchen kocht. Die Apps müssen sich darauf einstellen, um etwa den Benzinverbrauch ermitteln zu können. Das geht am einfachsten, wenn ein spezieller Sensor vorhanden ist. Andernfalls werden die Daten vom Luftpumpenmesser herangezogen. Einige Apps nutzen den Saugrohrdruck als Anhaltspunkt. Je nach Datenlage und Algorithmus können die Berechnungen der App ungenauer ausfallen, daher kann man einen Korrekturfaktor vorgeben.

Eine sehr genaue Messung der aktuellen Leistungswerte ermöglicht für ausgesuchte Fahrzeuge die Kombination aus App und OBD2-Adapter namens DriveDeck Sport Pro, die allerdings 300 Euro kostet. Sie enthält eine Fahrzeugdatenbank mit Motor- und Getriebedaten. Für darin aufgeführte Modelle gibt die App dann den eingelegten Gang sowie Motorleistung und Drehmoment aus. Der Hersteller gibt an, die Berechnung basiere auf einem patentierten Verfahren und sei auf dem Leistungsprüfstand justiert worden.

## Dashcam

Jetzt fehlt noch eine Möglichkeit, Details von sportlichen Fahrten aufzuzeichnen. TrackDrive, die Aufnahmefunktion in DriveDeck Sport, nimmt mit dem an der Frontscheibe befestigten Handy ein Video auf und speichert die über den Adapter eingelesenen Daten dazu. Beim Abspielen archivierter Tracks kann man zeitsynchron zwischen Video und Karte (Google mit oder ohne Satellit) umschalten. Im Video werden viele Daten eingeblendet, in der Kartenansicht sind es noch mehr. Außerdem kann man die Strecke farblich hinterlegen, etwa um den Verlauf von Verbrauch oder Geschwindigkeit anzuzeigen. Auch Punkte, an denen Maximalwerte erreicht wurden, lassen sich auf der Karte markieren.

Deutlich einfacher fällt die Dashcam-Funktion von Torque aus, die aber ebenfalls ausgewählte Werte, die der OBD2-Adapter liefert, im Video einblendet.

Allerdings muss man bei solchen Dashcam-Aufnahmen vorsichtig sein. Ähnlich wie Urlaubsvideos verletzen sie zwar nicht die Persönlichkeitsrechte anderer Verkehrsteilnehmer. Sie dürfen jedoch nicht veröffentlicht werden. Datenschutz-Aufsichtsbehörden und Gerichte sind sich einig, dass das permanente Filmen des Verkehrsgeschehens nur zulässig sei, wenn sichergestellt ist, dass die Aufnahmen den privaten Bereich nicht verlassen.

Heikel wird es, wenn man ein solches Video nach einem Unfall als Beweis vorlegt. Denn das ist ebenfalls eine Veröffentlichung und wird nicht von allen Gerichten als zulässig angesehen. Wenn die Aufnahmen nur gespeichert werden, weil die Kamera durch starke Verzögerung einen Unfall bemerkte oder der Fahrer auf Speichern drückt, ist die Verwendung des Videos als Beweismittel unproblematisch. Das kann Torque allerdings nicht; dafür benötigt man eine App wie Daily-Roads Voyager. (ad@ct.de)

**ct** Bezugssquellen und Infos: [ct.de/yexm](http://ct.de/yexm)

## Auto-Diagnose mit dem Handy

Komponente	Preis
Android	iOS
OBD2-Adapter	16 €
Torque Pro	3,60 €
DasCommand	–
Summe	19,60 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden



Sven Hansen

# Musik in allen Räumen

Vergleichstest Mehrraum-Musiksysteme

Vernetzte Aktivlautsprecher haben es inzwischen vom Nischenprodukt zum Mainstream geschafft. Etliche Hersteller sind im vergangenen Jahr mit einem vernetzbaren Musiksystem um die Ecke gekommen. Dem Branchenprimus Sonos weht ein harter Wind entgegen.

Das Versprechen, Musik aus dem Netz bequem per Funk in allen Räumen zu verteilen, ist wahrlich nicht neu. Trotzdem hat es seit dem Auftauchen der ersten Squeezeboxen um die Jahrtausendwende noch Jahre gedauert, bis das Thema in den Köpfen angekommen ist.

Die Leistungsfähigkeit heutiger WLAN-Technik und die Beliebtheit von Musikflatrates dürften die Treiber für den aktuellen Erfolg sein. Wer ein Musik-Abo bei Spotify, Deezer oder Napster abgeschlossen hat, kann die Flatrate über die Netzwerklausprecher voll ausreizen. Einige Anbieter offerieren sogar Abos in CD-Qualität oder hochauflöste HQ-Streams – vorbei die Zeiten, wo gestreamte Musik nur in mieser MP3-Qualität übers Netz kam.

Angetrieben durch die Verkaufserfolge des Streaming-Spezialisten Sonos sind im vergangenen Jahr zahlreiche Hersteller in das Geschäft mit der Musikverteilung eingestiegen. Im Test sind zehn Musiksysteme, sieben von ihnen mit allen derzeit verfügbaren Komponenten. Das Sonos-System mit dem frischen Play:5 der zweiten Generation und das stark erweiterte Samsung-System (Wireless-Audio-Multiroom – kurz WAM), wie auch Teufels Raumfeld-Serie waren schon im vorigen Test in c't 7/14, S. 128 mit von der Partie. Hinzugekommen sind Panasonics ALL-Serie und gleich zwei Musiksysteme der US-amerikanischen Firma Sound United, die Produkte ihrer Marken Polk und Definitive Technology hierzulande neuerdings über Mediamarkt/Saturn vertreibt.

Auch die großen HiFi-Marken haben das Thema (wieder) aufgegriffen. Sonys erste Gehversuche in Sachen Musikverteilung nehmen sich vergleichsweise bescheiden aus: Alle drei derzeit erhältlichen Aktivlautsprecher der SRS-X-Serie sind im Test. Yamaha hat sein Streaming-Label MusicCast reaktiviert. Es handelt sich nicht um ein geschlossenes System, stattdessen wurde MusicCast als Funktion in 23 Produkte integriert, von denen es leider nur drei in die Redaktion schafften. Denons Heos-System steht nach Angaben des Herstellers kurz vor einem Hardware-Relaunch. Das in c't 6/15, Seite 96 nachgetestete System wollte der Hersteller aus diesem Grund nicht noch einmal schicken.

Auf den Test der neuen Bluesound-Komponenten wollten wir nicht verzichten, auch wenn der kanadische Hersteller mit dem Pulse Mini und dem Node 2 nur zwei Geräte der jüngsten Generation in den Ring schickte. Der Kompaktlautsprecher Pulse lag beim letzten Test klanglich noch vor Sonos und hatte optisch schon vor einem Jahr einiges vom Relaunch des Play:5 vorweggenommen.

Auch Audiospezialist Bose hielt sich mit Testgeräten ein wenig zurück: Zumaldest die drei SoundTouch-Lautsprecher der dritten Generation schafften es rechtzeitig auf den Prüfstand – einige bisher nur in den USA erhältliche 5.1-Komponenten und die SoundLink-Version des Bose-Klassikers Wave werden in einem der Folgehefte nachgetestet. Gleches gilt für das Verteilsystem von LG.

Die Geräte Peaq (Munet) und Pure (Jongo) sind nicht im Test, da nur noch Restbestände verkauft werden. Die von beiden Systemen genutzte Caskeid-Plattform von Frontier Silicon stellt auch die Basis des Multiroom-Systems von SilverCrest. Das exklusiv über Lidl vertriebene System schaffte es ebenfalls nicht rechtzeitig in die Redaktion.

## Musikbausteine

Das Gros der getesteten Systemkomponenten stellen Aktivlautsprecher in verschiedenen Größen. Die Auswahl reicht von kompakten Mono-Lautsprechern bis hin zu schwergewichtigen Stereo-Boxen im Ghetto-blaster-Design. Passive Streaming-Clients oder Komponenten mit integriertem Digitalverstärker erlauben es zudem, die alte HiFi-Anlage oder auch ein Paar alter Boxen in ein Gesamtsystem zu integrieren.

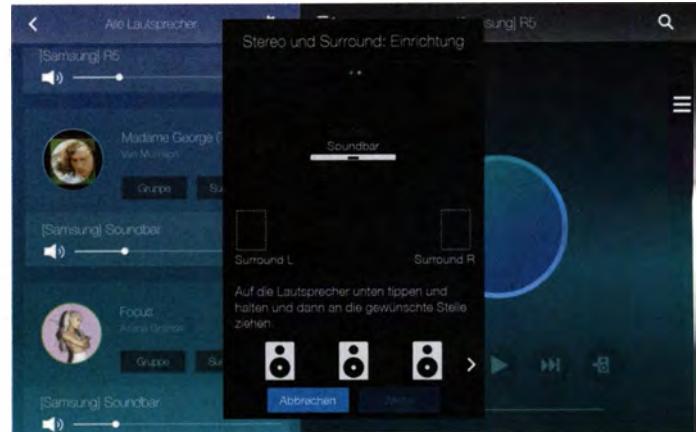
Raumfeld bietet zusätzlich Stereo-Sets an, bei denen jeweils ein Aktivlautsprecher den Part als Streaming-Empfänger inklusive Verstärker übernimmt, während der zweite Lautsprecher passiv ausgelegt ist. Er lässt sich über ein gewöhnliches Lautsprecherkabel anschließen. Panasonic und Yamaha haben vernetzte Micro-Anlagen mit einem Boxenpaar im Angebot, die sich ebenfalls ins jeweilige Gesamtsystem integrieren lassen. Ein Stereo-System kann man meist auch durch kabelloses Kombinieren von zwei identischen Netzwerk-lautsprechern per App aufbauen.

Eine recht neue Kategorie sind die vernetzten Soundbars – von Sonos und Samsung gibt es sie schon länger, Definitive Technology, Polk, Panasonic und Raumfeld haben sie ebenfalls im Programm. Mit ihnen lassen sich zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen: Sie peppen den vorhandenen TV-Ton gehörig auf und können im Wohnzimmer gleichzeitig als Ersatz für eine Mikro-Anlage dienen. Ihre Einbindung in ein Musiksystem bietet zusätzliche Vorteile: Die Funklautsprecher lassen sich bei Bedarf in ein Mehrkanal-Setup integrieren, um sie nach dem Kinoabend wieder in andere Räume zu verteilen. Selbst bei Sonos ist das Auflösen einer Surround-Konfiguration allerdings nur über mehrere Schritte in der App möglich. Eine Übersicht aller getesteten Komponenten finden Sie online über den c't-Link.

## Netzwerkspieler

Alle Geräte kann man per WLAN (IEEE 802.11n) ins Netz hängen, allerdings fehlt den Komponenten von Yamaha und Bluesound die Unterstützung des 5-GHz-Bandes. Das ist ärgerlich, schließlich bietet das Band gerade in städtischer Umgebung eine Ausweichmöglichkeit aus dem oft übervollen 2,4-GHz-Band. Auch das Sonos-System arbeitet schwerpunktmäßig im 2,4-GHz-Band – ihre 5-GHz-Fähigkeiten spielen die Komponenten nur in speziellen Konfigurationen wie der 3.1-Kombination aus Sub, Soundbar und zwei Effekt-lautsprechern aus. Sonos bietet mit SonosNet eine vom bestehenden WLAN unabhängige

**Die Samsung App bietet das Kombinieren von Soundbar und Effektlautsprechern zu einem 3.1-System. Leider endete der Kopplungsversuch im Test oft mit einer Fehlermeldung.**



Einrichtungsmöglichkeit. Im Zusammenspiel mit dem Netzwerk-Adapter Sonos-Boost liegt hier ein Schlüssel zur Lösung von lokalen WLAN-Engpässen. Auf ähnliche Weise lassen sich auch die Komponenten vom Samsung, Raumfeld und Yamaha untereinander verbinden – dabei verkabelt man jeweils eine Station per Ethernet mit dem Router.

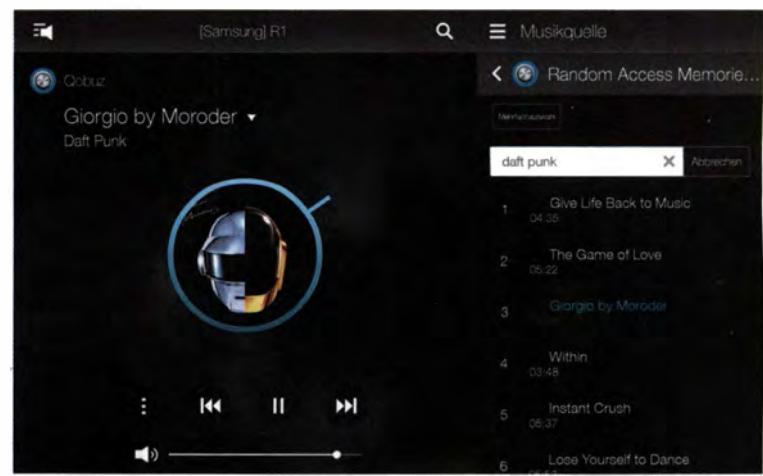
Die beste WLAN-Anbindung bietet Panasonics ALL-System. Die Komponenten können im 5-GHz-Band zwei Streams verwalten und bringen es mit einer aktuellen Fritzbox auf eine Bruttodatenrate von 300 MBit/s. Beim Verteilen von Internetradio mit 128 kBit/s spielt das natürlich keine Rolle, doch einige Systeme verarbeiten HQ-Streams, die je nach Abtastrate und Kompressionsformat auf mehrere MByte/s answellen können. Spätestens, wenn man audiophil unterwegs ist, profitiert man also von den zusätzlichen Netzwerkreserven. Bis auf einige Samsung-Speakers lassen sich alle Testgeräte auch per Ethernet verbinden. Bei Polk und Definitive Technology ist dies über optional erhältliche Ethernet-USB-Sticks möglich.

Musikfreigaben im Netz kann man per UPnP AV oder Verzeichnisfreigabe (SMB) ein-klinken (siehe Tabelle). Eine lokale Musiksammlung lässt sich so bequem auf einem Rechner, NAS oder einer am Router angeschlossenen Festplatte parken. Selbst das Bose-System, das in der ersten Generation nur Musik der pro-

prietären SoundTouch-Software annahm, griff im Test nun problemlos auf Standard-UPnP-AV-Server zu. Etwas unkomfortabler verläuft die Freigabe bei Bluesound und Sonos: Hier muss man den lokalen Freigabepfad manuell eintragen. Hat man die Hürde erst einmal genommen, läuft alles automatisch.

Bei Bluesound, Samsung, Sony und Yamaha lässt sich Musik auch direkt vom USB-Stick abspielen, wenn die jeweilige Komponente mit einem USB-Host-Anschluss ausgestattet ist. Raumfeld-Spieler können die auf einem USB-Stick abgelegte Musik sogar indizieren und ihrerseits per UPnP AV im Netz bereitstellen. Zwar sind sie dann für beliebige Abspielgeräte erreichbar, allerdings dauert die Prozedur eine Weile, sodass man nicht mal „eben schnell“ etwas vom Stick abspielen kann.

Ob man seine Sammlung lieber per SMB oder UPnP AV ins Netz hängt, ist Geschmackssache. Bei der SMB-Variante von Sonos und Bluesound bilden die Systeme einen internen Navigationsindex, dessen Darstellungsart sich nicht von außen beeinflussen lässt. Dafür arbeiten sie bei größeren Sammlungen meist schneller, als mit einem UPnP-AV-Server. Auf der anderen Seite bietet UPnP AV mehr Einstiegspunkte in umfangreiche Sammlungen, da viele Server über die einfache Indexierung nach dem Muster Album/Titel/Interpret hinausgehen.



**Qobuz streamte Musik in hochauflöster Qualität auf Samsungs WAM-System.**

Große Unterschiede zeigen sich beim ersten Anlernen der Komponenten. Am kompliziertesten ist der Einstieg bei Panasonics ALL-System. Die Geräte ziehen ein offenes WLAN auf, in das man sich über das Mobilgerät oder ein Notebook zunächst einwählen muss. Über die Eingabe einer festen IP-Adresse im Browser gelangt man danach auf das Webinterface der Speaker, muss einen Namen vergeben und sie anschließend mit einem WLAN verbinden. Erst danach lassen sie sich über die Music-Stream-App erreichen. Bei den anderen Herstellern erledigt man die Ersteinrichtung bequem über die App.

Ein wenig Geduld muss man danach in jedem Fall mitbringen, denn als die Testkandidaten aus dem Karton schlüpften, war ihre Firmware in der Regel veraltet. Firmware-Updates können sich je nach Anzahl der Komponenten in die Länge ziehen – zwischen 5 bis 20 Minuten zogen ins Land, bis jeweils alles auf dem aktuellen Stand war.

## Musikquellen

Mit MP3, AAC und FLAC unterstützen alle Systeme die dreigängigsten Audio-Formate. Besonders der verlustfreie FLAC-Codec ist beliebt, garantiert er doch einen klanglich unverfälschten Musikgenuss in CD-Qualität bei etwa halbiertem Speicherbedarf. Etwa die Hälfte der Kandidaten versteht sich auch auf Ogg-Vorbis und WMA oder unkomprimiertes PCM-Material im WAV- oder AIFF-Container (siehe Tabelle).

Ein differenzierteres Bild ergibt sich, wenn man nach der Unterstützung für hochaufgelöstes Audio-Material jenseits der CD-Spezifikation schaut. Mit Qobuz hat zumindest ein Streaming-Dienst Highbit-Material im Angebot. Bluesound, Panasonic, Raumfeld, Samsung, Sony und Yamaha können FLAC-Dateien mit bis zu 24 Bit Wortsbreite bei einer Abtastrate von bis zu 192 kHz wiedergeben und im System verteilen. Bei Yamaha ist die maximale Abtastrate nicht bei jedem der 23 MusicCast-Geräte identisch.

Bei Polk und Definitive Technology wird HQ-Material zumindest von der als Erstes an-

gewählten Abspielstation dekodiert, an weitere Stationen allerdings nur in einer auf 44,1 kHz beziehungsweise 48 kHz heruntergerechneten Version weitergereicht. Bei Sonos und Bose muss man auf HQ-Unterstützung komplett verzichten. Mehrkanalton ist nur bei den vernetzten Soundbars bei der Videowiedergabe ein Thema – Musik in Surround-Formaten lässt sich nicht wiedergeben.

Alle 10 Anbieter werben mit der Unterstützung von Spotify, allerdings binden sie die Musikflatrate auf recht unterschiedliche Weise ein. Nur Bose und Sonos bilden den Katalog des Flatrate-Anbieters direkt in ihrer Fernbedienungs-App ab. Ansonsten muss man den Umweg über die Spotify-App nehmen, um von dort aus Musik aufs System zu bekommen. Polk und Definitive Technology erlauben es immerhin Lautsprecher zu bündeln und starten danach die Spotify-App, über deren Menü man die Netzwerklautsprecher als Ausgabestation wählt.

Beides hat Vor- und Nachteile – je nachdem, ob man lieber mit der App des Streaming-Anbieters oder der des Musiksystems unterwegs ist. Die Sonos-App erlaubt beispielsweise die dienstübergreifende Suche, wenn man mehrere Musikflatrates am Start hat. Bei Bose lässt sich Spotify auf beide Arten nutzen – der Kunde hat die freie Wahl.

Napster findet sich noch auf acht Systemen, der französische Anbieter Deezer noch auf sechs. Letzterer bietet mit der Elite-Version des Abos eine verlustfreie Variante für Sonos-Kunden. Verlustfreie Musik bekommt man sonst auch bei Tidal und Qobuz, wobei diese Abos mit rund 20 Euro monatlich zu Buche schlagen.

Apropos guter Klang: Die Hersteller haben seit dem letzten Test in Sachen Sound-Qualität noch eine Schippe draufgelegt. Selbst einem mit 150 Euro vergleichsweise günstigen Gerät wie Panasonics SC-ALL2 ließ sich ein überraschend guter Sound entlocken. Spätestens bei Sonos' Play:5 oder Bluesounds Pulse Mini ist man verblüfft, wie viel Klang aus den Boxen kommt.

In unserem Hörtest haben wir die Geräte für eine bessere Vergleichbarkeit in fünf un-

terschiedlichen Kategorien gebündelt. Die Soundbar-Systeme und die HiFi-Stereo-Komponenten wurden separat betrachtet, die restlichen Kandidaten sind in drei Preiskategorien gegliedert.

Hat man Musik auf dem als Fernbedienung eingesetzten Smartphone oder Tablet abgelegt, lässt sie sich von dort aus auch auf dem Musikverteilsystem abspielen. Die Hälfte der Testgeräte ließ sich auch per Bluetooth mit Musik bespielen, einige unterstützen proprietäre Streaming-Protokolle wie Spotify Connect, Google Cast oder Airplay. Bluetooth bietet dabei die flexibelsten Einsatzmöglichkeiten, funktioniert allerdings nur in unmittelbarer Nähe zu einem Lautsprecher. Zudem ist Sony der einzige Anbieter, der mit LDAC auch einen verlustfrei komprimierenden Codec für die Funkübertragung via Bluetooth anbietet.

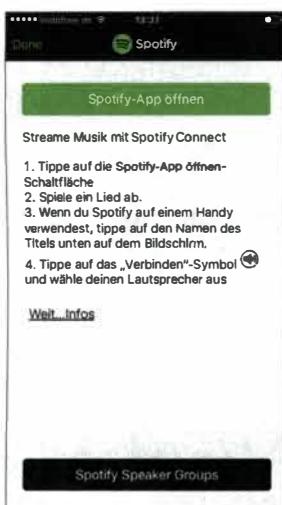
Spotify Connect wird sich kaum zu einem allgemeinen Standard entwickeln, Google Cast hat zumindest das Zeug dazu. Letzteres wird bereits von Deezer, Google Play Musik, Spotify und Napster unterstützt – auch unter iOS.

Die Bluetooth-Funktion ließ sich übrigens auch nutzen, um den Sound von Video-Anwendungen wie Netflix oder YouTube mit erträglicher Latenz zu Gehör zu bringen. Bose und Yamaha beherrschen sogar den „Re-Broadcast“, können das per Bluetooth empfangene Signal also innerhalb des Systems verteilen. Bei Yamaha stieg die Latenz dadurch allerdings stark an, sodass ein deutlicher Bild-Ton-Versatz zu bemerken war.

Ein Broadcast von per Aux-In angeschlossenen Quellen ist meist ebenfalls möglich. Eine nette Option, um mit einem zwischen geschalteten Entzerrer/Vorverstärker den alten Plattenspieler in die Musikverteilung zu integrieren.

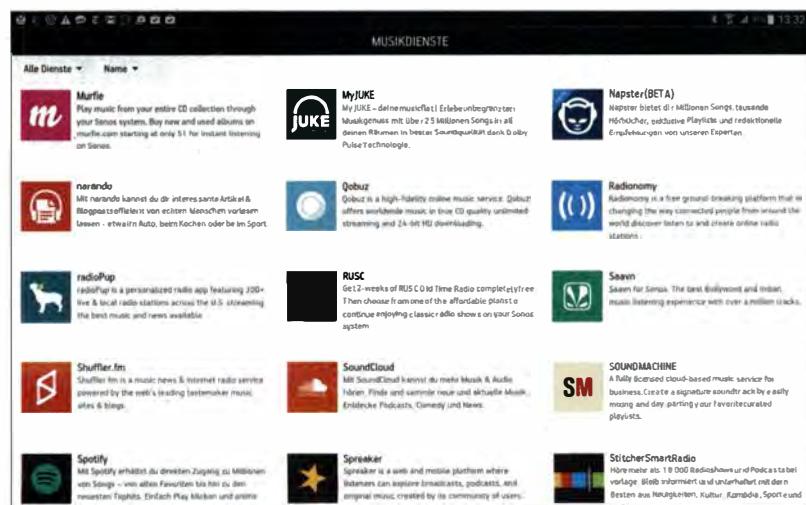
## Energie!

Ein Blick auf die Standby-Werte der Netzwerklautsprecher offenbart eine der Schattenseiten: Die ständige Verfügbarkeit im WLAN bezahlt man mit einem für Unterhal-



**Im Sonos-System lassen sich derzeit 42 Musikdienste einbinden. Apple Music ist auch mit dabei.**

**Bei Polk und Definitive Technology kann man Abspielstationen in der App gruppieren, um sie von der Spotify-App aus anspielen zu können.**





Der Bluesound Mini (links) und der Node 2 (Mitte) sind die ersten Bluesounds der zweiten Generation.



Boses SoundTouch-Serie läuft flüssig und überzeugt beim 20er und 30er mit sattem Sound.

tungselektronik ungewöhnlich hohen Grundverbrauch – bei einigen Herstellern ist er inakzeptabel hoch.

Der W9, eigentlich eines der kompakteren Geräte im Testfeld, schoss mit einem Standby-Verbrauch von 17,6 Watt den Vogel ab. Selbst Raumfelds manns hohe Standlautsprecher Stereo L brauchten im Bereitschaftsmodus nur 1,9 Watt. Sparsamster Kandidat war Raumfelds One S mit 1,5 Watt. Da wundert man sich dann doch, dass die neueste Raumfeld-Komponente, die Soundbar, sich wieder knapp 10 Watt genehmigt – nach Aussagen des Herstellers soll sich dies mit einem späteren Firmware-Update noch ändern.

Generell scheinen sich die großen Hersteller dieses Problems konsequenter anzunehmen: Bei Bose, Panasonic, Samsung und Yamaha fallen die Standby-Werte im Mittel etwas niedriger aus. Aber auch bei Sonos gibt es offenbar eine steile Lernkurve: Der neue Play:5 hat eine Leistungsaufnahme von 2,2 Watt im Schlummermodus, beim alten waren es noch 7,8 Watt.

Einziger Ausweg aus dem Standby-Dilemma: Das Zwischenschalten von Zeitschaltuhren oder Funksteckern. Samsungs Aktivlautsprecher schaffen es, bereits nach etwa zehn Sekunden im Netz wieder bereitzustehen. Die Spieler von Polk und Definitive Techno-

logy sind mit rund einer Minute Bootzeit am langsamsten.

### Bluesound

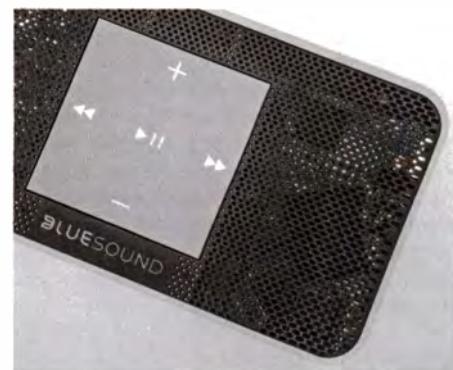
Hinter der Marke Bluesound steht die kanadische Lenbrook-Gruppe, die mit ihrer HiFi-Marke NAD in Highend-Kreisen bekannt ist. Das System war schon bei unserem vorausgegangenen Test vor allem klanglich eine Überraschung. Von der zweiten Generation, die wiederum aus Aktivlautsprechern (Pulse, Pulse Mini), je einem Streaming-Client mit und ohne Endstufe (Node, Power Node) und einer Serverlösung (Vault) besteht, schafften es nur der Pulse Mini und der Node 2 in die Redaktion – ergänzt um den Pulse der ersten Generation.

Beim Pulse Mini ist Bluesound dem alten Design treu geblieben. So schlecht kann es nicht sein, schließlich ähnelt Sonos' neuer Play:5 verblüffend dem deutlich älteren Pulse von Bluesound. Gerade Kanten, solide Verarbeitung – der Lautsprechergrill des Pulse Mini ist aus fein durchbrochenem Kunststoff. Lediglich das Touch-Feld für die Lautstärkesteue-

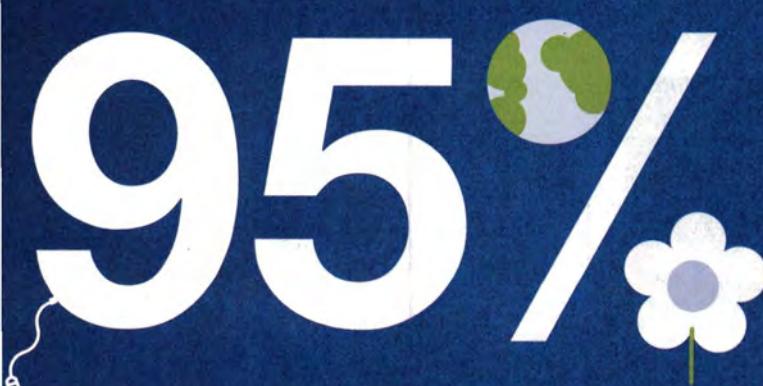
rung wirkt nicht ganz so edel. Der Node 2 hat mit seinem Vorgänger rein äußerlich nur noch wenig zu tun. Aus dem etwas klobigen Kubus-Design ist ein recht schickes Kistchen geworden, dessen nach oben gerichteter Kühlgrill einen Einblick ins sauber aufgebaute Innere gewährt – HiFi-Technik halt.

Die Einrichtung verläuft unproblematisch, die 2. Generation der Bluesound-Komponenten scheint etwas performanter zu sein, was sich in schnelleren Firmware-Updates und kürzeren Bootzeiten niederschlägt.

Klanglich kann der Pulse Mini überzeugen und liegt recht dicht beim größeren Pulse



Bluesounds Node 2 gewährt über den offenen Kühlgrill Einblicke ins wohlsortierte Innenleben.



### Die Ergebnisse sprechen für sich

Die unabhängigen Tests basierend auf Vergleichen mit Laserdruckern finden Sie unter

[www.epson.de/rips](http://www.epson.de/rips)



## WENIGER STROMVERBRAUCH MIT WORKFORCE PRO RIPS

Weitere Informationen finden Sie unter [www.epson.de/inkjetsaving](http://www.epson.de/inkjetsaving).



**EPSON**  
EXCEED YOUR VISION



Definitive Technologys Musiksystem besteht aus den zwei Aktivlautsprechern W7 und W9 (links), zwei Soundbars mit Subwoofer (rechts) und den HiFi-Komponenten W Amp und W Adapt (vorne).

der ersten Generation. Gerade bei Vocals oder bei der Wiedergabe natürlicher Instrumente liefert das System einen transparenten Klang. Schwachpunkt des Pulse Mini ist das etwas enge Stereofeld – bei der räumlichen Wiedergabe erreicht er nicht das Level des Sonos Play:5. Den Node 2 nahmen wir im Messlabor unter die Lupe – er brachte es bei der Wiedergabe von HQ-Musik auf eine Dynamik von 102 dB(A).

Alle Komponenten der zweiten Generation sind mit Bluetooth ausgestattet und bringen als Besonderheit noch einen IR-Empfänger mit. Über das Einstellungsmenü lässt sich eine handelsübliche TV-Fernbedienung anlernen, um die Bluesound-Familie auch ohne App zu steuern.

Die App für iOS oder Android ist übersichtlich gestaltet, Musikdienste lassen sich bequem durchstöbern – nur Spotify bespielt man ausschließlich per Spotify Connect außerhalb der Bluesound-App. Das Konfigurationsmenü der Player bietet zahlreiche Einstellungsmöglichkeiten wie etwa das sammelns- oder albumweise Normalisieren der Wiedergabelautstärke.

## Bose

Die drei Aktivlautsprecher aus Boses SoundTouch-Serie sind auch in der dritten Generation leicht zu erkennen: An der Oberseite befinden sich sechs große Stationstasten und

zusätzliche Bedienelemente. Der neu hinzugekommene SoundTouch 10 für 200 Euro liefert den Einstieg ins System – ihm fehlt die grafische OLED-Anzeige der größeren Aktivlautsprecher. Alle kommen mit einer praktischen IR-Fernbedienung, die mit großen gummierten Tasten für Bedienkomfort sorgt, wenn das Smartphone mal nicht zur Hand ist. Die Verarbeitung ist Bose-typisch hochwertig, das Design wirkt ein wenig altbacken.

SoundTouch 20 und 30 haben sich kaum verändert. Der größte SoundTouch kommt mit einem integrierten Subwoofer und hat nach wie vor die Ausmaße und das Gewicht eines kleinen Röhrenfernsehers. Klanglich haben alle Boses deutlich gewonnen – vor allem durch den nun regulierbaren Bass. Sie werden zwar noch mit der Maximaleinstellung ausgeliefert, man kann den Bass über die App nun jedoch nachjustieren. SoundTouch 20 und 30 liefern einen satten Klang, der SoundTouch 10 fällt deutlich ab und schwächtelt mangels separatem Hochtöner vor allem in den Höhen.

Die Bose-App ist recht übersichtlich gestaltet. Auch hier dominieren die sechs Preset-Buttons. Man kann sowohl Internetradio-Stationen als auch persönliche Abspiellisten oder die Top-100 von Spotify hinterlegen. Die Gruppierung von mehreren Lautsprechern war bei unseren drei Testgeräten kein Problem. Die SoundTouch-Software für den PC kann man ebenfalls zur Steuerung einsetzen.

Die Bose-App bietet mit Deezer und Spotify nur wenige Musikdienste an, diese sind aber zumindest perfekt integriert. Die Dienste lassen sich genauso schnell bedienen wie über ihre native Apps am Smartphone.

## Definitive Technology

Definitive Technology ist seit Jahren auf dem US-Markt aktiv, mit dem vernetztem Wireless Music System (WMS) soll die Marke nun auch hierzulande Fuß fassen.

Das WMS-Setup ist komplett: Zwei Soundbars, zwei Aktivlautsprecher und ein aktiver- und passiver Streaming-Client sind im Angebot. Für den Mehrraumbetrieb setzt Definitive Technology auf das PlayFi-System des Surround-Spezialisten DTS. PlayFi-Geräte sollen auch untereinander kompatibel sein.

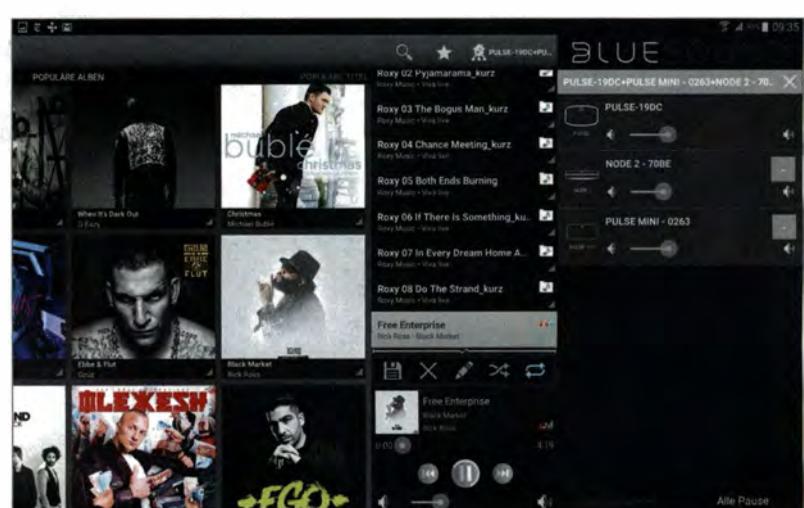
Das Design wirkt edel, die Verarbeitung ist aber auf den zweiten Blick an einigen Stellen nicht ganz so perfekt. Der Stoffüberzug der Soundbar W Studio ist schmutzempfindlich, die ausgelieferte IR-Fernbedienung wirkt billig. Das Bedienfeld der W Studio micro ist ein wenig wackelig und die HiFi-Komponenten sind extrem empfänglich für Fingerabdrücke.

Im Mehrraumbetrieb arbeitet PlayFi zuverlässig. Über die App lassen sich die WMS-Spieler zu einem Verbund zusammenschließen. Die App selbst ist wenig liebevoll gestaltet und beschränkt sich auf die reine Listenendarstellung der Musikstücke. App-Varianten



Bei Boses SoundTouch-Geräten kann man den Bass nun auf Wunsch herunterfahren. Ab Werk bekommt man die „volle Dröhnung“.

Die Bluesound-App bündelt auf dem Tablet Player-Übersicht, Wiedergabeliste und Bibliothek in einer Ansicht.





**Das ALL-System von Panasonic:** Neben den Aktivlautsprechern ALL2, ALL3 und ALL8 (links) gibt es auch verschiedene HiFi-Lösungen (Mitte). Die Soundbar mit Subwoofer (rechts) fiel klanglich positiv auf.

für iOS und Android, die die größeren Tablet-Displays ausnutzen, fehlen und es hapert noch an der deutschen Lokalisierung.

Klanglich können am ehesten die Soundbars überzeugen. Besonders die von der Bauform deutlich schlankere W Studio micro kommt mit einem gut abgestimmten Subwoofer und liefert einen tiefen Raumeindruck. Die Aktivlautsprecher spielen zwar preislich in der Oberliga, können sich klanglich aber nicht behaupten. Obwohl der kleine W7 als Stereosystem mit zwei seitlich abstrahlenden Hochtönen ausgelegt ist, wäre er klanglich auch als Mono-System durchgegangen. Sein großer Bruder, der 800 Euro teure W9, hat der Konkurrenz in seiner Preisklasse klanglich wenig entgegenzusetzen. Auch hier scheint die Anordnung der verbauten Lautsprecher eher dem Design als der guten Akustik geschuldet zu sein.

### Panasonic ALL

Panasonic ist mit seinem Portfolio an ALL-Geräten fast so breit aufgestellt wie Yamaha: Soundbar und Sounddeck fürs TV, zwei Micro-Anlagen, ein Streaming-Client und drei Aktivlautsprecher sind erhältlich. Der

kleinsten ALL-Player, der SC-ALL2, ist auch als Radiowecker nutzbar. Hinter dem Stoffbezug zeigt eine LED-Segmentanzeige die Uhrzeit an, Weckeinstellungen lassen sich über Panasonics Music-Stream-App vornehmen.

Als Streaming-Technik nutzt Panasonic den AllPlay-Standard des Chipsetellers Qualcomm, welcher sich am AllJoyn-Framework der AllSeen Alliance orientiert. Die Netzwerklautsprecher SC-ALL3 und SC-ALL8 verbreiten wie auch der Streaming-Client SH-ALL1C eher einen spröden Charme. Plastikoberflächen in Kunstleder-Optik erinnern eher an Papas alten Braun-Rasierer. Umso überraschender ist der Sound – zumindest beim SC-ALL8, der preislich in der Liga des Sonos Play:3 spielt. Ein warmer, ausgewogener Klang mit einem guten Stereobild zeichnet den Netzwerklautsprecher aus. Der 50 Euro günstigere ALL3 kann nicht ganz so überzeugen.

Klanglich enttäuschend ist das Sounddeck, das im Mittenbereich ausgesprochen hohl klingt. Die Soundbar ist deutlich besser gelungen und überrascht mit ihrer sehr guten räumlichen Darstellung. Wegen ihres billig glänzenden Stoffüberzugs macht sie unter dem TV allerdings wenig her.

Die Music Stream App für iOS und Android tut, was sie soll, wirkt aber recht technisch und ist auf die Listendarstellung beschränkt. Nicht einmal den Radio-Dienst hat Panasonic in die App integriert. Stattdessen muss man zuerst eine speziell für Qualcomm erstellte Version der TuneIn-App aufs Device laden.

### Polk

Polk und Definitive Technology (DT) stammen aus Schwesternunternehmen, wobei DT in den USA eher das hochpreisige Segment bedient. Das macht Polk noch nicht zur Billigmarke, aber im Schnitt sind die einzelnen Komponenten hier 25 Prozent günstiger zu haben. Auch hier arbeitet DTS PlayFi im Hintergrund, die Apps von DT und Polk sind bis auf die Farbgebung identisch und alle Geräte sind untereinander kompatibel.

Vom Design her unterscheidet sich Polks Omni-Familie deutlich. Die knubbeligen braunen Komponenten sehen gewöhnungsbedürftig aus, wirken aber durchaus sympathisch. Zusätzlich zur DT-Range hat Polk noch einen Akku-betriebenen Speaker im Angebot, den kleinen Omni S2 Rechargeable.



### Die Ergebnisse sprechen für sich

Die unabhängigen Tests basierend auf Vergleichen mit Laserdruckern finden Sie unter

[www.epson.de/rips](http://www.epson.de/rips)



## WENIGER AUSFALLZEITEN MIT WORKFORCE PRO RIPS

Weitere Informationen finden Sie unter [www.epson.de/inkjetsaving](http://www.epson.de/inkjetsaving).



**EPSON**  
EXCEED YOUR VISION

Die Soundbar Omni SB1 ist mit einem gut beschrifteten und erreichbaren Tastenfeld ausgestattet, mit dem man auch die Lautstärke des Center-Kanals bei Mehrkanalsendungen direkt justieren kann – endlich eine Soundbar, mit der auch die Großeltern zureckkommen. Klanglich fällt sie im Test leider durch. Hier passt weder die Abstimmung mit dem Subwoofer noch die überzogen wirkende Stereo-felderweiterung ins Bild. Am erträglichsten ist der Sound, wenn man die SB1 per Fernbedienung in den Musik-Modus versetzt. Die übrigen Polk-Lautsprecher liefern einen eher mäßigen Sound. Einzig der Omni S6 konnte in seiner Preisklasse klanglich überzeugen.

## Raumfeld

Seit dem Aufkauf durch den Lautsprecher-Spezialisten Teufel hat Raumfeld vor allem auf wohlklingende Stereo-Setups gesetzt. Nun steht mit der Raumfeld Soundbar erstmals eine TV-Lösung mit auf dem Prüfstand. Neben den drei Stereo-Pärchen Cube, Stereo M und Stereo L konnten wir auch das Einstiegsmodell One S testen – einzig der bereits im vergangenen Test enthaltene One M fehlte.

Die Raumfeld-Geräte sind robust verarbeitet. Teufel baut Boxen – das schlägt sich in allen Komponenten nieder. Dickwandige Chassis, schwarz-weiße Farbgebung und in Edelstahl ausgeführte Details ergeben zusammen ein recht zeitloses Design. Einzig der One S fällt mit seinen leicht abgerundeten Ecken etwas aus dem Rahmen. Er ist das einzige Mono-System von Raumfeld – immerhin hat Teufel auf engstem Raum ein Dreiwege-System umgesetzt.

Die Einrichtung per iOS- oder Android-App verläuft etwas zäh, klappte im Test aber problemlos. Die Raumfeld App wurde seit dem letzten Test deutlich überarbeitet. Auf Smartphones kommt sie im Spotify-Look daher, auf Tablets nutzt sie den Raum für eine übersichtliche Darstellung der Musiksammlung und der aktuell verknüpften Abspielstationen. Leider reagiert die App etwas träge auf Eingaben und lässt sich beim Auf-



**Polks Aktivlautsprecher Omni S2 gibt es auch mit integriertem Akku (vorne links). Die Soundbar SB1 (hinten rechts) konnte klanglich nicht überzeugen.**

bau der Navigationsseiten Zeit, weshalb man nicht sonderlich flott in der Musiksammlung unterwegs ist. Das Synchronspiel der Komponenten funktioniert perfekt, auch wenn bis zum Einklinken der Wiedergabe etwas mehr Zeit verstreicht als bei der Konkurrenz.

Nach wie vor mangelt es an der Unterstützung von Musikdiensten: Lediglich Napster und Tidal lassen sich direkt aus der App nutzen. Statt auf Integration scheint Raumfeld eher auf die Konnektivität zu den Streaming-Apps zu setzen. Neben Spotify Connect sollen sich die Geräte in Zukunft auch per Google Cast beschicken lassen. Bei den One-Lautsprechern und auch auf der Fernbedienung der Soundbar finden sich praktische Stationstasten, um Radiosender oder Streaming-Links zu speichern.

Klanglich mischen die Raumfeld-Komponenten im oberen Feld mit, bei den Stereo-pärchen reicht es durchaus für einen Spitzenplatz. An den voluminösen Sound der Speaker L und die Räumlichkeit eines gut platzierten Stereopaars kommt man auch mit technischen Tricks nicht heran.

## Samsung WAM

Samsung ist experimentierfreudig: Die Geräte der nüchtern als „Wireless Audio Multiroom“ (WAM) angebotenen Netzwerklautsprecher sahen bei unserem ersten Test noch wie Käsecken aus. Ihnen folgten die nun im Test enthaltenen R6 und R7 in Alien-artiger Co-

coon-Form und neuerdings die drei Sound-Tonnen R1, R3 und R5. Hinzu kommen die beiden Soundbars HW-J6500 und HW-J8501 – passend zu Curved-Displays gebogen.

Alle fünf Aktivlautsprecher sind als Mono-Geräte konzipiert und identisch aufgebaut: Einen nach unten gerichteten Mittentieftöner hat Samsung jeweils mit einem nach oben gerichteten Hochtöner kombiniert. Alle Speaker strahlen den Sound rundum ab und sind daher besonders geeignet, wenn man einen Raum von der Mitte aus beschallen möchte. Will man Stereo, muss man zwei Geräte dafür kombinieren. Die Verarbeitung aller Komponenten ist tadellos. Das Design der in Weiß oder Schwarz erhältlichen Cocoon-Lautsprecher R6 (mit integriertem Akku) und R7 könnte kaum auffälliger sein, das der mit Stoff bezogenen R1, R3 und R5 kaum unauffälliger. Die Soundbars mit den dazugehörigen Subwoofern wirken wertig. Die für 65"-TVs optimierte HW-J8501 sieht mit ihren glänzenden Metallkanten aus, als sei sie frisch von einem Raumschiff abgebrochen.

Die Ersteinrichtung klappt flüssig. Alle Samsung-Komponenten informieren per Sprachausgabe über den jeweiligen Verbindungsstatus: „WiFi ready“. Die Wireless-Audio-Multiroom-App hat Samsung seit dem letzten Test komplett auf den Kopf gestellt: Von der zuvor etwas umständlichen Benutzerführung ist nichts geblieben. Die App präsentiert sich äußerst aufgeräumt und überrascht mit ein paar schicken Details: So las-



**Neuestes Familienmitglied bei Raumfeld ist die Soundbar mit passendem Subwoofer (Mitte). Er lässt sich unter dem Sofa verstauen oder hochkant an die Wand stellen.**



**Die vier Stationstasten von Raumfelds One-Serie finden sich auch auf der schicken Edelstahlfernbedienung der neuen Soundbar.**

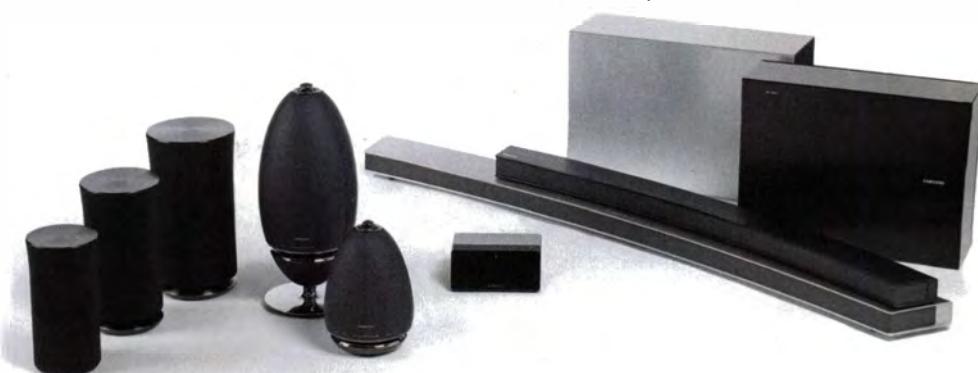
sen sich Titel innerhalb einer Abspielliste durch einen virtuellen Drehsteller direkt in der Cover-Darstellung durchblättern.

Die Aktivlautsprecher liefern fast alle einen überdurchschnittlich guten Sound – von der fehlenden Stereowiedergabe einmal abgesehen. Einziger Ausreißer ist der teure Cocoon-Lautsprecher R7, dessen Basswiedergabe unter dem innovativen Design zu leiden scheint. Der nur halb so teure R5 klingt deutlich besser.

Die mangelnde räumliche Darstellung ist die größte Schwäche der kleinen Soundbar HW-J6500, die deutlich teurere HW-J8501 sorgt mit ihren seitlich abstrahlenden Lautsprechern und einem zusätzlichen Center-Speaker für mehr Kino-Feeling. Beide liefern eine sehr gute Musikwiedergabe, auch wenn der Höreindruck wegen der stark fokussierenden Lautsprecher sehr positionsabhängig ist.

## Sonos

Der Griff ist weg, das in die Jahre gekommene Design ist klaren Linien und Flächen ge-



Samsungs neue Aktivlautsprecher kommen als unauffällige Sound-Tonne daher (links). Das futuristische Vorjahresmodell ist in Schwarz oder Weiß zu haben.

wichen. Statt Knöpfen gibt es Touch-Bedienung und der Lautsprecheraufbau wurde von der klassischen Drei-Wege-Aufteilung in ein Cluster aus je drei Hoch und drei Breitbandlautsprecher geändert. Der Play:5 der zweiten Generation hat bis auf den Namen nichts mit seinem Vorgänger gemein.

Die restliche Sonos-Familie blieb unverändert, sie besteht aus den Lautsprechern Play:1 und Play:3 sowie der Soundbar und einem optional zuschaltbaren Subwoofer (Sonos Sub). Auch die Streaming-Box namens Connect wird weiterhin in einer Version mit und ohne Endstufe angeboten.

Eine größere Änderung brachte das Update auf die Version 6.0. Die als „Trueplay“ bezeichnete Einmessfunktion ist neben dem Play:5 auch für die älteren Spieler Play:1 und Play:3 nutzbar. Derzeit benötigt man zur Trueplay-Einrichtung ein iOS-Gerät – ausgewählte Android-Devices sollen folgen. Die Sonos-App greift auf das Mikrofon des Mobilgerätes zu, um es für einen Assistenten geführten Einmessvorgang einzelner Lautsprecher zu nutzen. Nachdem man den Lautsprecher ausgewählt hat, gibt dieser einen rotierenden Frequenz-Sweep aus, und man muss sich mit dem Mobilgerät im Raum bewegen. Dabei sieht man derart bescheuert aus (siehe c't Link), dass Sonos gut daran tat

das Geschunkel in einem Werbespot selbst auf die Schippe zu nehmen.

Die App registriert Abweichungen im Frequenzgang, die sich durch den jeweiligen Aufstellungsort des Lautsprechers ergeben – etwa durch mitschwingende Möbelteile oder reflektierende Flächen in unmittelbarer Nähe des Lautsprechers. Anschließend wird der Frequenzgang des Lautsprechers korrigiert – das Ergebnis soll ein vom Aufstellungsort unbeeinflusstes Klangergebnis sein. Tatsächlich liefert Trueplay verblüffende Ergebnisse. Je kleiner der Sonos-Lautsprecher und je unglücklicher dessen Platzierung ist, desto deutlicher ist der Optimierungseffekt.

Alle Sonos-Geräte sind sauber verarbeitet, der Play:5 legt in Sachen Präzision noch eine Schippe drauf. Selbst das Sonos-Logo auf der Vorderseite des Lautsprechers wurde mit feinen Löchern zersiebt, um die Schallausbreitung nicht zu behindern. Klanglich markiert der neue Play:5 die Referenz in seiner Klasse. Das verdankt er vor allem der für einen Kompatzlautsprecher erstaunlich breiten räumlichen Wiedergabe – in puncto Natürlichkeit hatte der Bluesound die Nase knapp vorn. Neben einem Lagesensor hat der Play:5 auch eingebaute Mikrofone an Bord – das verspricht spannende Software-Updates für die Zukunft.



Bei Samsungs R-Serie strahlt der Hochtöner von unten in die reflektierende Spitze der Lautsprecher und sorgt damit für einen gleichmäßigen Rundumklang.



## WENIGER ABFALL MIT WORKFORCE PRO RIPS

Weitere Informationen finden Sie unter [www.epson.de/inkjetsaving](http://www.epson.de/inkjetsaving).

### Die Ergebnisse sprechen für sich

Die unabhängigen Tests basierend auf Vergleichen mit Laserdruckern finden Sie unter

[www.epson.de/rips](http://www.epson.de/rips)



**EPSON**  
EXCEED YOUR VISION

**Musiksysteme im Vergleich**

Hersteller	Bluesound	Bose	Definitive Technology	Panasonic	Polk
Website	www.bluesound.com	www.bose.com	www.definitivetech.com	www.panasonic.com	www.polkaudio.com
<b>Musikquellen</b>					
Serversoftware / USB-Host	- / ✓	✓ / -	- / -	- / -	- / -
Netzwerkfestplatten	SMB	UPnP AV	UPnP AV	UPnP AV	UPnP AV
Musik von Device	✓	-	✓	✓	✓
Online-Dienste	Deezer, Juke, Napster, Qobuz, Spotify <sup>6</sup> , Tidal, Wimp,	Deezer, Spotify	Deezer, Napster, Spotify <sup>6</sup> , Songza, Tidal <sup>7</sup>	Spotify <sup>6</sup> , Napster <sup>6</sup> , Aupeo	Deezer, Napster, Spotify, Songza, Tidal <sup>7</sup>
Radio	Tuneln Radio	vTuner	vTuner	Qualcomm Allplay Radio (Tuneln)	vTuner
<b>Unterstützte Formate</b>					
MP3, AAC, WMA, Ogg Vorbis	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / - / -	✓ / ✓ / - / -	✓ / ✓ / - / -
WAV, FLAC, AIFF	✓ / ✓ / ✓	- / ✓ / -	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / -
Apple Lossless, WMA Lossless	✓ / ✓	✓ / -	- / -	✓ / -	- / -
HQ-FLAC, HQ-WAV	✓ / ✓ <sup>1</sup>	- / -	- / - <sup>3</sup>	✓ / ✓ <sup>1</sup>	- / - <sup>3</sup>
Abspielpausen MP3 / AAC / FLAC	0,1s / 0s / 0s	1s / 1s / 1s	6s / 6s / 5,5s	0,5s / 0,5s / 0,5s	6s / 6s / 5,5s
<b>Fernbedienungs-Apps</b>					
Bluetooth (Codec)	✓ <sup>2</sup> (SBC, AptX)	✓ (SBC)	-	✓ 9(SBC)	-
Airplay	-	-	✓	✓	✓
Spotify Connect / Google Cast	✓ <sup>2</sup> / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -
Einstellung über Webinterface	✓	-	✓	✓	✓
iOS (iPhone / iPad)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / - <sup>5</sup>	✓ / - <sup>5</sup>	✓ / - <sup>5</sup>
Android (Smartphone / Tablet)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / - <sup>5</sup>	✓ / - <sup>5</sup>	✓ / - <sup>5</sup>
PC-Software (Windows / Mac OS)	✓ / ✓ (SoundTouch)	✓ / ✓ (Bluesound Controller)	- / -	- / -	- / -
2 Systeme zum Stereopaar bündeln	✓	-	✓	✓	✓
<b>Bewertung</b>					
Bedienung	⊕	⊕	○	○	○
Endgeräteauswahl	○	○	⊕	⊕	⊕
Musikdienste	○	⊖	○	⊖	○
Mehrraumfähigkeit	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕

<sup>1</sup> bis 192 kHz / 24 Bit    <sup>2</sup>Pulse mini, Node 2 (alle Geräte der 2. Generation)    <sup>3</sup> downsampling auf 44 kHz beziehungsweise 48 kHz angekündigt    <sup>4</sup> nur Smartphone-Version  
 ⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊕ sehr schlecht    ✓ vorhanden    - nicht vorhanden    k. A. keine Angabe

**Sony**

Sony stellt die Multiroom-Fähigkeiten seiner drei Aktivlautsprecher der SRS-X-Serie nicht besonders in den Vordergrund. Alle kommen in der für aktuelle Sony-Lautsprecher typischen, kantigen Optik mit angeschrägten Kanten daher. Für ihre geringe Größe sind sie ungewöhnlich schwer und stecken – nicht nur gefühlt – randvoll mit Technik.

Schon der kleine X77 spielt so ziemlich jede Musikdatei bis in die hochauflösten Varianten und unterstützt mit AirPlay, Bluetooth, Google Cast und Spotify Connect alle derzeit verfügbaren Wege vom Mobilgerät zum Lautsprecher. Für 100 Euro mehr bekommt man beim X88 einen besseren Klang durch einen Drei-Wege-Aufbau und eine

USB-DAC-Funktion: Der X88 lässt sich am PC per USB als externe Soundkarte anschließen und direkt mit Musik beschicken. Eine passende Player-Anwendung stellt Sony gratis zum Download bereit. Der X99 schließlich ist mit schick hinterleuchteten Touch-Elementen ausgestattet, die erst dann aufleuchten, wenn man sich dem Bedienfeld nähert.

Als Einzelspieler machen alle drei eine gute Figur. Problematisch wird es erst beim Teamplay der Sonys. Schon mit unseren drei Testgeräten war die Wiedergabe nicht immer synchron; wiederholt fielen über die App gebündelte Gruppen unvermittelt auseinander. Die Idee, die einzelnen Abspielstationen per Drag&Drop auf der Bedienoberfläche zu bündeln, ist zwar nett, macht die Arbeit mit der ohnehin oft recht schleppend

reagierende App jedoch noch umständlicher.

Aktiviert man einen einzelnen Spieler, dauert es ein paar Sekunden, bis dessen vollständiges Quellen-Menü erscheint. Die lokale Musiksammlung auf dem Gerät wird generell nur als Listenansicht dargeboten. Eine Integration von Musikdiensten fehlt, stattdessen lässt sich über Sonys Songpal-App jede beliebige externe App aufrufen, um die Lautsprecher von dort aus zu bespielen.

Für ein Gerät im Format eines kleinen Kofferradios klingt der X77 recht ordentlich, der X88 ist ihm klanglich allerdings deutlich überlegen – nicht zuletzt durch die bessere Stereowiedergabe dank zusätzlicher Hochtöner. Der SRS-X99 kann sich nicht ganz so klar abgrenzen: Er ist etwas bassstärker, die



Der neue Play:5 (links) schaut deutlich moderner aus als sein Vorgänger. Ansonsten hat Sonos vor allem an der Software geschraubt.



Selbst das Logo des Play:5 wurde zersiebt, um der Schallausbreitung nicht im Wege zu sein.

Raumfeld	Samsung	Sonos	Sony	Yamaha MusicCast
www.raumfeld.com	www.samsung.com	www.sonos.com	www.sony.com	www.yamaha.com
- / ✓ UPnP AV	✓ / ✓ UPnP AV	- / - SMB	- / ✓ UPnP AV	- / ✓ UPnP AV
✓ Napster, Spotify <sup>6</sup> , Tidal	✓ Deezer, Juke, Murfie, Napster, Qobuz, Rdio, Spotify <sup>6</sup>	✓ Amazon Music, Apple Music, Deezer, Google Play, Hype Machine, Juke, Napster, Qobuz, Spotify, Soundcloud,	✓ Google Play Musik, Spotify <sup>6</sup>	✓ Juke, Napster, Spotify <sup>2</sup>
Tuneln Radio	Tuneln Radio	Tuneln Radio	Tuneln Radio	vTuner
✓ / ✓ / ✓ / ✓ ✓ / ✓ / - ✓ / - ✓ / ✓ <sup>1</sup> 0,1s / 0,1s / 0s	✓ / ✓ / ✓ / ✓ ✓ / ✓ / ✓ ✓ / - ✓ / ✓ <sup>1</sup> 1s / 1s / 1s	✓ / ✓ / ✓ / ✓ ✓ / ✓ / ✓ ✓ / - - / - 0s / 0s / 0s	✓ / ✓ / ✓ / ✓ ✓ / ✓ / ✓ ✓ / - ✓ / ✓ <sup>1</sup> 1,5s / 1,5s / 1s	✓ / ✓ / ✓ / - ✓ / ✓ / ✓ ✓ / - ✓ / ✓ <sup>1</sup> 0,1s / 0,1s / 0s
- - ✓ / - <sup>4</sup> - ✓ / ✓ ✓ / ✓ - / - ✓	- - ✓ / - - ✓ / ✓ ✓ / ✓ ✓ / - ✓ / -	- - ✓ / ✓ ✓ / ✓ ✓ / ✓ (Sonos) ✓	✓ (SBC, AAC, LDAC) ✓ ✓ / ✓ ✓ ✓ / ✓ ✓ / ✓ ✓ / ✓ (Hi-Res Audio Player) -	✓ (SBC, AAC) ✓ ✓ / - ✓ ✓ / ✓ ✓ / ✓ - / - ✓ <sup>10</sup>
○ ⊕ ⊖ ⊕⊕	⊕ ⊕ ○ ⊕	⊕⊕ ⊕ ⊕⊕ ⊕⊕	○ ⊖ ⊖ ⊖	⊕ ⊕⊕ ⊖ ⊖
<sup>6</sup> nur über die App des Musikdienstes	<sup>7</sup> nur unter iOS	<sup>8</sup> wird nur kurz gespielt	<sup>9</sup> nur SC-ALL2, SC-ALL30T und SC-ALL70T	<sup>10</sup> nur bei ausgewählten Komponenten

zwei zusätzlich nach oben gerichteten Hochtoner sind eher Designelemente und leider unschöne Staubfänger.

### Yamaha MusicCast

Yamaha mischte mit dem MusicCast-System schon früh im Streaming-Markt mit, ver-

schwand aber wieder von der Bildfläche. Nun ist MusicCast wieder da – nicht als geschlossenes System, sondern als Funktion in einer ganzen Reihe vernetzter HiFi-Komponenten.

Das erklärte Ziel ist, dass alle netzwerkfähigen Yamaha-Produkte künftig MusicCast beherrschen – rein äußerlich folgen sie dabei den Designrichtlinien ihrer jeweiligen Pro-

duktgruppe – ein geschlossenes „MusicCast-Design“ gibt es also nicht.

Unsere drei Testgeräte bilden das Starter-Set „Trio“ und könnten kaum unterschiedlicher sein: Die Soundbar YSP-1600 kommt als kantiger Balken, der Kompaktlautsprecher WX-030 hat abgerundete Formen. Die Verarbeitung ist hochwertig. Die an der Wand wie

75.000

Die Ergebnisse sprechen für sich  
[www.epson.de/rips](http://www.epson.de/rips)



SEITEN DRUCKEN  
OHNE UNTERBRECHUNG  
MIT WORKFORCE PRO RIPS

Weitere Informationen finden Sie unter [www.epson.de/inkjetsaving](http://www.epson.de/inkjetsaving).



**EPSON**  
EXCEED YOUR VISION

## Soundqualität

Hersteller	Produkt	Klangqualität
<b>Aktivlautsprecher bis 300 Euro</b>		
Bose	SoundTouch 10	○
Panasonic	SC-ALL2	⊕
Panasonic	SC-ALL3	○
Polk	Omni S2	⊖
Raumfeld	S One	⊕
Samsung	R1	⊕
Sonos	Play 1	⊕⊕
Yamaha	WX-030	○
<b>Aktivlautsprecher von 300 bis 400 Euro</b>		
Bose	SoundTouch 20	⊕⊕
Panasonic	SC-ALL8	⊕⊕
Samsung	WAM3500	⊕
Samsung	WAM5500	⊕
Sonos	Play:3	⊕
Sony	SRS-X77	○
<b>Aktivlautsprecher Über 400 Euro</b>		
Blue Sound	Pulse Mini	⊕⊕
Blue Sound	Pulse P300	⊕⊕
Bose	SoundTouch 30	⊕
Definitive Technology	W7	⊖
Definitive Technology	W9	○
Polk	OmniS6	○
Samsung	WAM7500	○
Sonos	Play:5	⊕⊕
Sony	SRS-X88	⊕
Sony	SRS-X99	⊕
<b>Hifi-Systeme</b>		
Panasonic	PMX100B	⊕
Panasonic	SC-ALL5CD	⊖
Raumfeld	Stereo Cubes	○
Raumfeld	Stereo L	⊕⊕
Raumfeld	Stereo M	⊕
Yamaha	Restio ISX 80	⊖
<b>Soundbars</b>		
Definitive Technology	W Studio	○
Definitive Technology	W Studio Micro	⊕
Panasonic	SC-ALL30T	○
Panasonic	SC-ALL70T	⊕
Polk	Omni SB1	⊖
Raumfeld	Soundbar	⊕⊕
Samsung	HW-J6500	⊕
Samsung	HW-J8501	⊕⊕
Sonos	Playbar	⊕⊕
Yamaha	YSP-1600	⊕

ein Bild montierbare Restio ISX 80 wirkt ein wenig wie aus einer anderen Epoche: Tatsächlich ist sie den MusicCast-Komponenten der ersten Generation am ähnlichsten. Statt deren Grafik-Display ist in der Mitte allerdings eine etwas grobschlächtige LED-Segmentanzeige untergebracht. Soundbar und Restio kommen zudem mit einer recht unscheinbaren IR-Folienfernbedienung.

Die für iOS und Android erhältliche MusicCast-App ist gelungen, besonders wenn man noch die eher technische Anmutung älterer Yamaha-Apps vor Augen hat. Geräte lassen sich einzelnen Räumen zuordnen, für jede Abspielstation kann man für eine bessere Übersichtlichkeit sogar ein selbst geschossenes Foto hinterlegen.

Die Zahl verknüpfbarer Musikdienste ist mager: Nur Napster ist integriert, Spotify wird ausschließlich über Spotify Connect be-



**Kompakt, kantig und randvoll mit Technik:**  
Leider hapert es bei Sonys SRS-X-Serie an der Team-Fähigkeit.

spielt. Die ebenfalls angebotene Juke-Option ließ sich bei unseren Testgeräten nicht aktivieren.

Die Mehrraumfähigkeit unseres Trio-Sets konnte im Test nicht überzeugen. Zwar wurden die anfangs groben Aussetzer und Asynchronitäten im Testverlauf nach zahlreichen Firmware-Updates deutlich weniger. Doch bis zum Redaktionsschluss ließ sich kein Synchronspiel ohne hörbare Echo-Effekte erzielen. Das MusicCast-System scheint zudem nur unzureichend auf Veränderungen im Netzwerk zu reagieren und geriet hörbar ins Stolpern, wenn die Bandbreite bei der Übertragung mehrerer HQ-Streams eng wurde.

Der Klang des WX-030 ist okay, mit dem günstigeren Sonos Play:1 kann er trotz größeren Volumens aber nicht mithalten. Die Soundbar liefert einen guten Surround-Sound, der allerdings stark vom jeweiligen Raum abhängig ist. Yamaha nutzt die hauseigene Sound-Projektionstechnik für den Rundumklang. Über die Fernbedienung lässt sich das Soundfeld nur minimal korrigieren. Etwas enttäuscht waren wir von der Restio ISX 80: Schon bei mittlerer Lautstärke wirkte ihr Sound recht verhangen. Drehte man mal richtig auf, verausgabte sich die Mini-Anlage und schepperte mehr als zu klingen.

## Fazit

Sonos ist weiterhin top. Wer bereits ins System investiert hat, findet kaum Gründe für einen Neuanfang. Einer davon könnte die fehlende HQ-Fähigkeit sein. Auch die Kanadier von Bluesound sind nicht untätig geblieben und kratzen klanglich ordentlich an der Tür – diese Kombination könnte manchen High-Endern vom Sonos-System weglocken.

Der neue Play:5 ist allerdings ein spannendes Stück Technik und klingt dabei noch verdammt gut. Im Innern stecken zwei Mikrofone. Das verspricht spannende Funktionen auch für die Zukunft – die Sprachsteuerung des Gesamtsystems oder eine dynamische Einmessfunktion wären denkbar.

**Drei von dreiundzwanzig: Yamaha integriert MusicCast in zahlreiche vernetzte Audioprodukte.**

Auch bei der Anzahl unterstützter Musikdienste ist Sonos auf dem ersten Platz: Es sind schlicht alle mit an Bord – inklusive Apple Music.

Manch einem Neueinsteiger geht es vielleicht nur darum, seine Spotify-Musik im Haus zu verteilen. Zwar lassen sich die meisten Systeme aus der App via Spotify Connect bespielen, aber eine Vollintegration wie bei Boses SoundTouch-System ist eine feine Sache. Überhaupt hat Sonos' Erzrivale Bose ordentlich aufgeholt – vor allem durch Abkehr vom Dogma des „perfekten Bose-Sounds“. Mit runtergeregeltem Bass klingen SoundTouch 20 und 30 richtig gut und können mit ihren praktischen Stationstasten punkten.

Einen besonderen Einstiegspunkt bieten die vernetzten Soundbars im Test. Den TV-Sound aufpeppen und die Stereoanlage ersetzen – das klappt mit den Modellen von Raumfeld, Samsung und Sonos sehr gut. Es fehlt allerdings noch etwas an Flexibilität, um Effektlautsprecher mal eben in anderen Räumen einsetzen zu können.

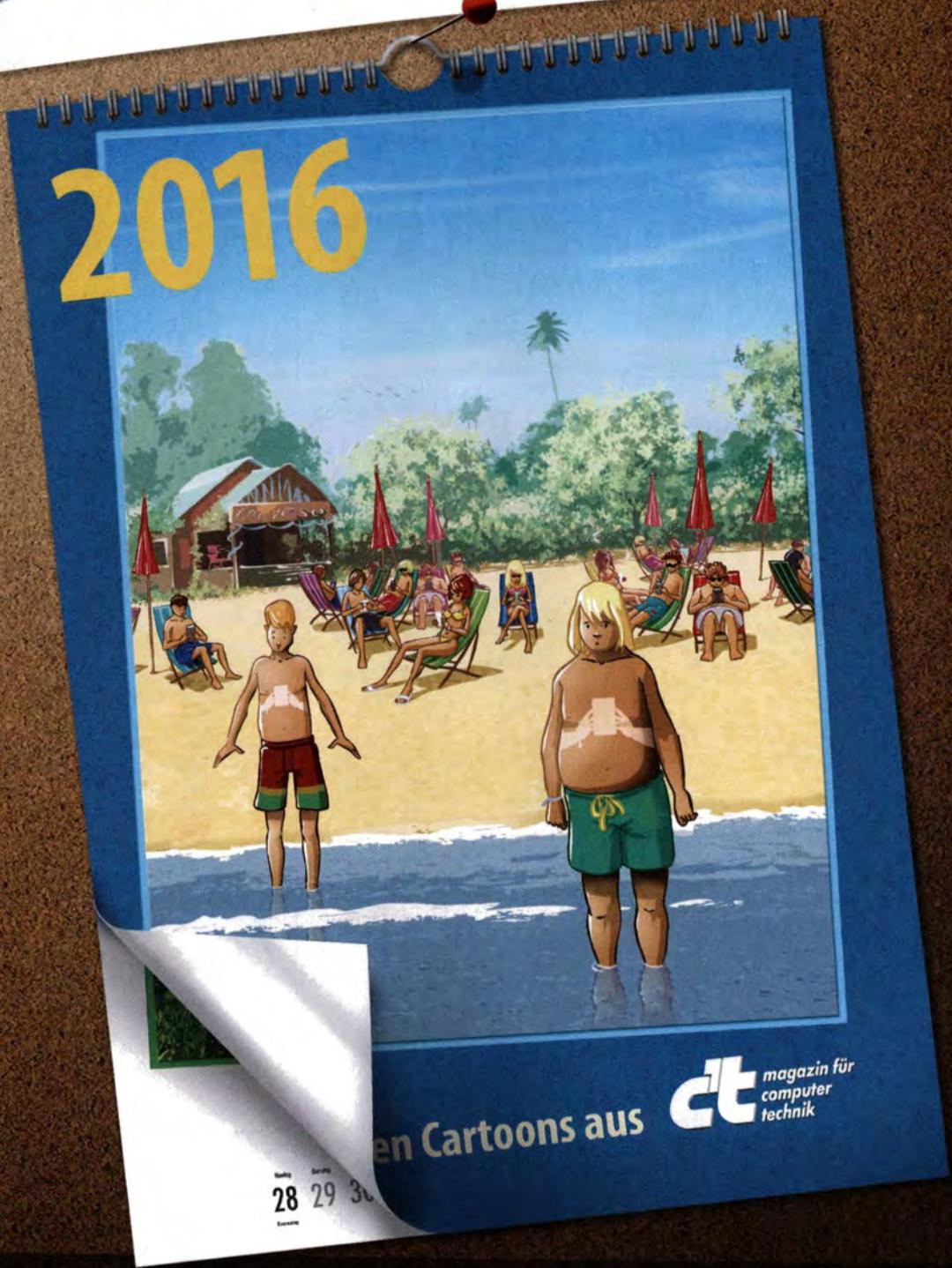
Wer lieber in klassische HiFi-Technik investieren möchte, kommt bei Panasonic, Sony und Yamaha zum Zug – wobei der Auftritt der großen Marken nicht in jedem Punkt überzeugen kann. Panasonics ALL-System funktioniert ohne Mücken, die Auswahl an Endgeräten ist überdurchschnittlich und man bekommt besonders beim SC-ALL8 viel Sound fürs Geld. Yamaha hat sich mit der Komplettintegration von MusicCast viel vorgenommen. Vielleicht hätte man den dritten MusicCast-Aufschlag doch wieder als geschlossenes System anlegen sollen. Sony hingegen geht es mit den drei SRS-X-Speakern arg langsam an. Auch hier bleibt wie bei Yamaha nur die Hoffnung, dass künftige Updates die Gesamtsysteme stabiler machen.

(sha@ct.de)

**ct** Tabelle und Video: [ct.de/yrew](http://ct.de/yrew)



Da bleibt kein Auge trocken!



Die 26 besten Cartoons aus 2 Jahren c't-Schlagseite, gezeichnet von Ritsch & Renn.  
Ein Hingucker, egal ob Zuhause oder im Büro.

Der heise shop liefert Ihnen Ihr Exemplar für **9,90 €**  
statt **17,90 €** bequem und portofrei nach Hause!

Bestellen Sie ganz einfach online unter [shop.heise.de](http://shop.heise.de) oder per E-Mail: [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

 **heise shop**

[shop.heise.de/2016](http://shop.heise.de/2016)

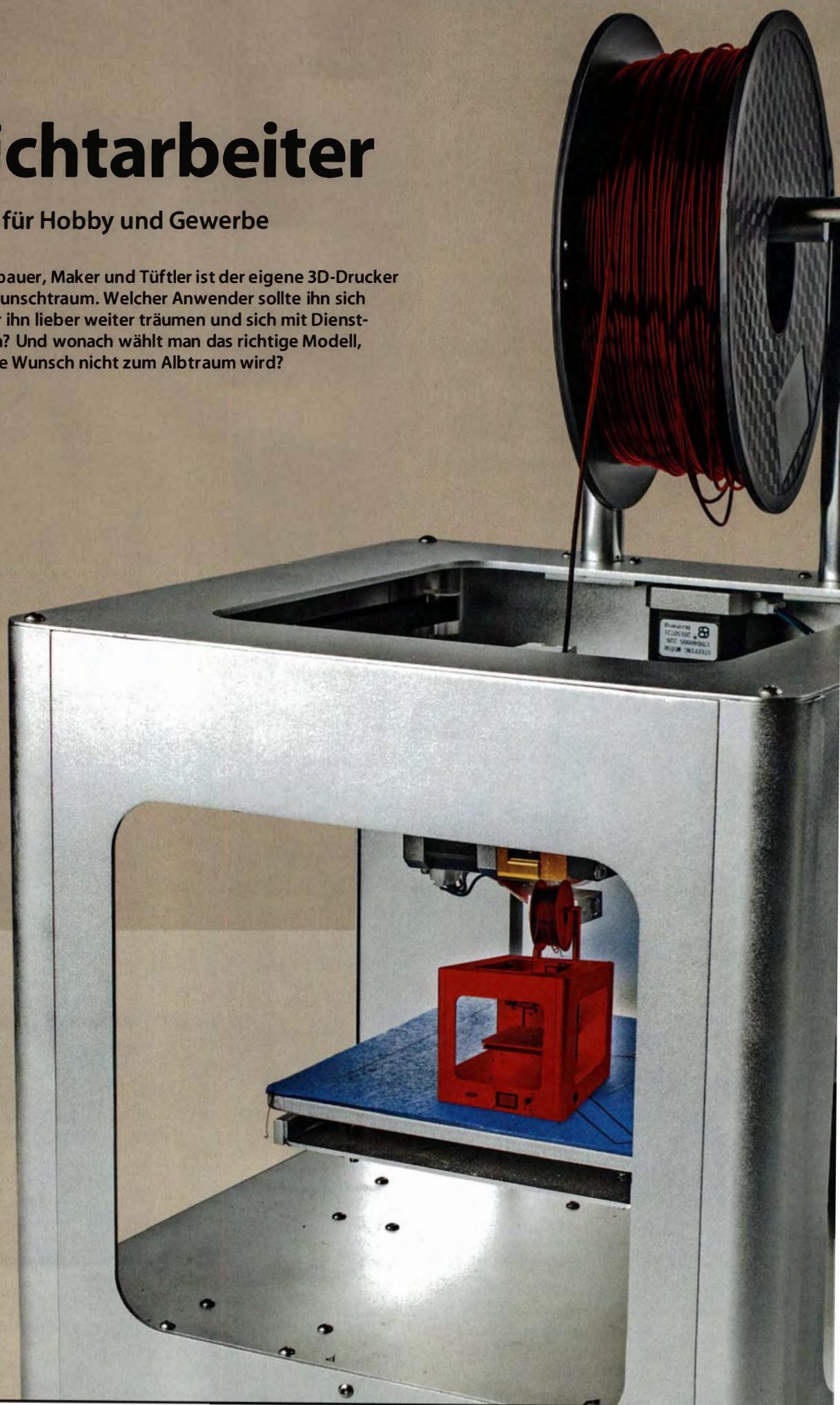


Tim Gerber

# Schichtarbeiter

## 3D-Drucker für Hobby und Gewerbe

Für viele Modelbauer, Maker und Tüftler ist der eigene 3D-Drucker ein sehnlicher Wunschtraum. Welcher Anwender sollte ihn sich erfüllen, welcher ihn lieber weiter träumen und sich mit Dienstleistern behelfen? Und wonach wählt man das richtige Modell, damit der erfüllte Wunsch nicht zum Albtraum wird?



Die 3D-Drucktechnik wird seit Jahren gehypt. Es gibt Prognosen, dass wir Waren in Zukunft nach dem Kauf nicht mehr physisch geliefert bekommen, sondern als 3D-Vorlage zum Selbstausdrucken. Nützlich ist die Technik schon heute, beispielsweise im Modellbau. In den letzten zwei Jahren sind eine Menge brauchbarer Geräte zu Preisen zwischen 500 und 1000 Euro auf den Markt gekommen, die auch für Heimwerker und Selbstständige mit bescheidenem Umsatz erschwinglich sind.

## Verfahrensweise

Preiswerte 3D-Drucker arbeiten mit dem Fused Deposition Modeling (FDM) oder Fused Filament Fabrication (FFF) genannten Schmelzsichtverfahren. Sie schmelzen einen Kunststoffdraht in einer heißen Druckdüse und bauen mit dem Faden schichtweise das Modell auf. Die Druckdüse (Extruder) fährt also wie bei einem klassischen Tintendrucker zunächst in zwei Richtungen über die Druckfläche. Ist eine Schicht fertig, hebt der Druckkopf um die Schichtstärke an und drückt die nächste Schicht. Theoretisch kann man nach diesem Verfahren so ziemlich alles verarbeiten, was bei Zimmertemperatur fest ist und bei höheren Temperaturen schmilzt – auch Schokolade. In der Praxis kommen überwiegend Kunststofffilamente aus Polylactid (PLA) und Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat (ABS) zum Einsatz. Der Kunststoffdraht wird mit einem Schrittmotor im Extruder durch die heiße Düse gedrückt. Wer die Geräte zur Verzierung von Weihnachtsplätzchen mit Schokoladenfigürchen nutzen will, scheitert bei handelsüblichen FDM-Druckern also vor allem an der für derartiges Material ungeeigneten Transporttechnik. Es gibt auch für Schokolade geeignete Drucker – die allerdings wiederum kein Plastik drucken.

Andere Drucktechniken wie Lasersintern sind sehr viel aufwendiger und teuer. Sie erfordern zum Teil eingearbeitetes Fachpersonal, sodass ihr Einsatz bislang auf die Industrie beschränkt ist. Anders das Stereolithografie-Verfahren: 3D-Drucker, die nach diesem Verfahren arbeiten, sind in der Regel ebenfalls teuer, seit kurzem gibt es aber auch ein Gerät für knapp unter 2000 Euro, den Nobel von XYZprinting (siehe c't 2015, S. 62).

Beim Stereolithografie-Verfahren wird das Modell in einem Bad aus flüssigem Kunstharz mit einem Laserstrahl ausgehärtet und dabei langsam aus der Flüssigkeit herausgezogen. Das ermöglicht deutlich feinere Strukturen als im FDM-Verfahren, und Überhänge sind weniger problematisch. Dafür dauern die Drucke um einiges länger und die Handhabung des recht teuren Kunstharzes ist aufwendiger, weil man das Druckbad regelmäßig mit Alkohol reinigen muss. Das Kunstharz kostet beim Hersteller des Nobels 135 Euro pro Liter. Nach dem Druck ist es viel härter als ABS oder PLA und kann ähnlich wie Metall nachbearbeitet werden. Wo bei der Entwicklung von Prototypen hohe Präzision ge-



Der Nobel von XYZprinting bringt das anspruchsvolle Stereolithografie-Verfahren in einem Gerät für knapp 2000 Euro unter. Damit lassen sich besonders präzise Modelle aus Kunstharz anfertigen.

fragt ist, ist ein Stereolithografie-Drucker eine Überlegung wert. Professionelle Geräte kosten allerdings deutlich mehr als das Einsteigermodell Nobel von XYZprinting.

Deutlich günstiger geht es mit den erwähnten FDM-Druckern. PLA verarbeiten sie alle. ABS ist zwar etwas haltbarer und widerstandsfähiger, seine Verarbeitung stellt aber bestimmte Anforderungen, die nicht alle 3D-Drucker im unteren Preissegment erfüllen. So benötigt man zum einen höhere Temperaturen an der Düse und zum anderen neigt ABS stärker als PLA dazu, sich beim Abkühlen zu verziehen. Dadurch gerät das Modell nicht nur mehr oder minder aus der Form, es kann sich auch vorzeitig vom Druckbett lösen und dadurch der Druck komplett fehlschlagen. Mit einem beheizten Druckbett kann man dieser Gefahr wirksam begegnen. Auch für PLA ist die beheizte Druckplatte die bessere Lösung – es geht mit PLA aber auch ohne. Bei manchen Modellen ist sie nachrüstbar. Eine Auswahl aktueller Fertigeräte und Bausätze zeigt die Tabelle auf den Seiten 132 und 133 unten.

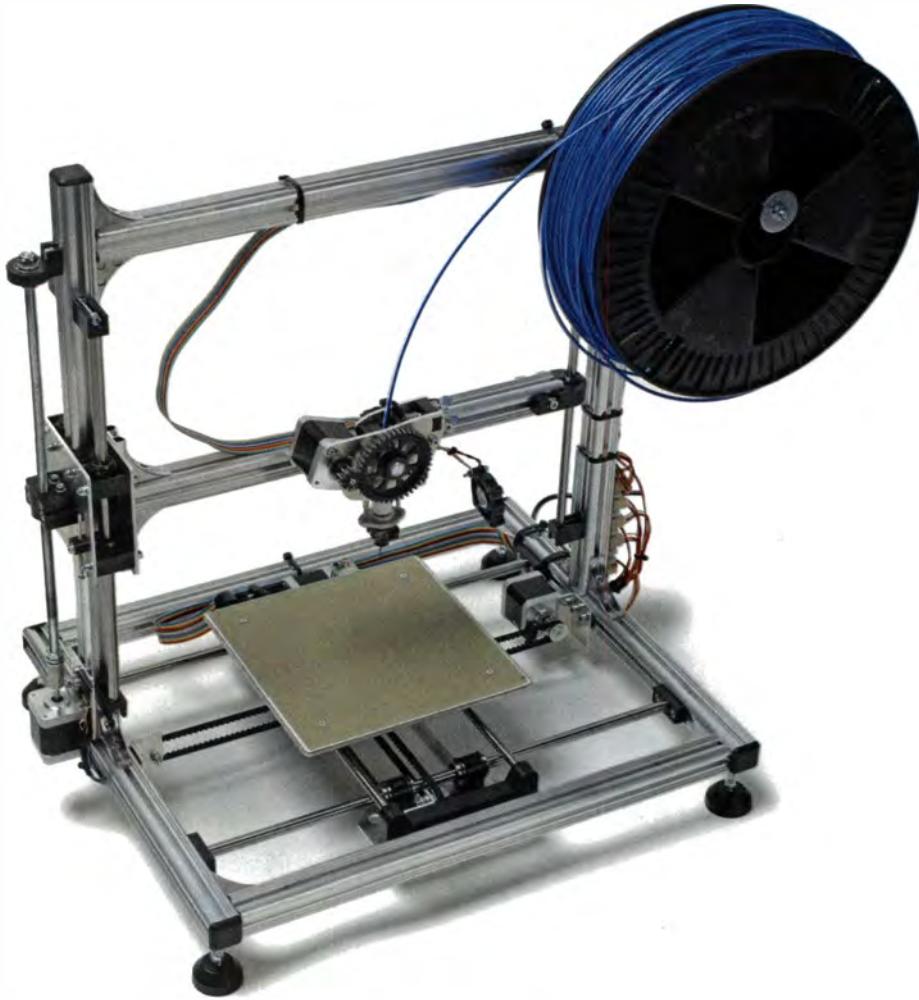
## Bausatz oder Fertigerät

Eine grundsätzliche Entscheidung ist zunächst die, ob man Arbeit und Zeit in einen Bausatz investieren will oder lieber ein Fertigerät kauft. Manche Druckermodelle gibt

es in beiden Varianten. Im Grunde kann man sich sogar sein eigenes 3D-Druckmodell aus Einzelteilen konstruieren. Notwendige Teile wie Druckdüse, Heizelement oder auch komplette Extruder gibt es inzwischen im Fachhandel auch für Endkunden zu kaufen. Wirklich sinnvoll ist das allerdings nur bei entsprechender Geduld und zur Befriedigung der Bastelleidenschaft. Denn die Einzelteile werden zusammen teurer als ein



Der Schnitt durch ein mit dem FDM-Verfahren gefertigtes 3D-Modell zeigt in der Vergrößerung deutlich den schichtweisen Aufbau aus einem Filamentfaden.



Am Bausatz K8200 erschließt sich die grundsätzliche Funktionsweise eines 3D-Druckers. Fertigeräte sind ähnlich aufgebaut.

günstiger Bausatz. Tüftler können stattdessen an günstigen Bausätzen relativ leicht eigene Verbesserungen vornehmen.

Der derzeit günstigste Bausatz ist der K8200 von Velleman. Sein Preis ist rasch von anfangs 700 auf inzwischen 500 Euro gesunken. Das Gerät hat einige Schwächen, beispielsweise bei der Mechanik für die Höhenverstellung (Z-Achse). Einige sinnvolle Modifikationen am K8200 haben wir in c't bereits vorgestellt (siehe [1] und [2]), die notwendigen Teile bietet der Hersteller als Erweiterungen an. Aufbau und Erweiterung setzen einiges an handwerklichem Geschick sowie Lötkenntnisse voraus.

Der Protos V (siehe c't 8/14, S. 98), den German RepRap inzwischen in Version 3 anbietet, erspart dem Nutzer immerhin die Lötarbeiten. Ihm liegen konfektionierte Kabel mit Steckverbindungen bei. Allerdings werden für den Protos in der Basisversion knapp 1000 Euro fällig. Der fehlt neben einigen anderen Ausstattungsmerkmalen vor allem ein beheiztes Druckbett, das es erst in der Vollausstattung zum Preis von 1500 Euro gibt. Einzeln zum Nachrüsten kostet das beheizbare Druckbett knapp 200 Euro.

## Ausdrucker

Entscheidende Bauteile am 3D-Drucker sind der Extruder und die Extruderdüse. Üblich sind Düsendurchmesser zwischen 0,5 und 0,3 Millimetern. Je feiner die Düse ist, um so feiner sind auch die druckbaren Schichten. Allerdings dauert der Druck mit feinerer Düse in der Regel auch länger. Bei Bausätzen, aber auch zu manchen Fertigeräten wie dem Neo von German RapRap werden Wechseldüsen in unterschiedlichen Stärken angeboten. Das Auswechseln verlangt etwas mehr handwerkliches Geschick als das Auswechseln einer Patrone bei einem Tintendrucker. Beim Velleman K8200 erfordert der Wechsel von einer 0,5-Millimeter-Düse auf eine mit 0,35 Millimetern sogar einen kompletten Umbau des Extruders.

Drucker jenseits der 2000 Euro bringen gleich zwei Extruder mit, bei manchen Modellen lässt sich ein zweiter nachrüsten. Den zusätzlichen, parallel arbeitenden Extruder kann man nutzen, um Stützstrukturen für die überhängenden Teile eines Models mit einem speziellen, auswaschbaren Filament zu drucken. Solche Strukturen benötigen

FDM-Drucker verfahrensbedingt, damit etwa der lange Fenstergiebel eines Modellhauses nicht durchhängt. Die Stützen werden dann später entfernt. Auswaschbare Filamente aus Polyvinylalkohol (PVA) sind wasserlöslich und deshalb eine recht bequeme, aber auch teure Lösung. Ein Kilogramm PVA-Spezialfilament kostet um die 120 Euro – das Vierfache der Kosten fürs eigentliche Filament.

Mit zweit Extrudern kann man auch zweifarbig Modelle drucken. In der Praxis erfordert das aber von der Erstellung zweifarbigiger Modelle bis zur exakten Kalibrierung der beiden Extruder zueinander auch mehr Aufwand. Ob sich dieser Mehraufwand und die Mehrkosten lohnen, sollte man gut überlegen. Oft lassen sich mehrfarbige Modelle einfacher erstellen, indem man die verschiedenenfarbigen Teile einzeln drückt.

## Was reinkommt

Anders als beim Düsendurchmesser hat der Anwender beim Durchmesser des Filamentdrahtes keine Wahl: Ein 3D-Drucker verarbeitet entweder Filament mit 3 oder mit 1,75 Millimetern Durchmesser. Der dickere Draht lässt sich nicht so fein dosieren, deshalb kommen in der Praxis 3-Millimeter-Filamente meist auch mit größeren Düsen zum Einsatz; zwingend ist das aber nicht. Dicke Filament und größerer Düsendurchmesser hindern einen Drucker nicht daran, sehr präzise zu drucken, wie der Renkforce RF1000 von Conrad beweist. Die Strukturen sind zwar nicht ganz so fein – dafür drucken solche Modelle flinker. Wo also oft größere Teile mit weniger feinen Strukturen wie etwa Gehäuse zu drucken sind, ist ein Drucker mit größerer Düse und dickem Filamentdraht besser geeignet als die filigraneren Varianten.

Das Filament ist nicht sonderlich teuer: Ein Kilogramm PLA-Filament kostet etwa 30 bis 40 Euro; ABS ist etwas teurer. Wie viel ein Modell an Filament kostet, lässt sich im Nachhinein mit einer Feinwaage ermitteln. Oft errechnet die Druckersoftware im Voraus den Verbrauch. Erfahrungsgemäß reicht ein Kilogramm Filament recht lange. Die Rollen werden meist vakuumverschweißt geliefert und man sollte sie erst unmittelbar vor dem Einsatz öffnen. Zur längeren Aufbewahrung eignet sich PLA nicht: Es wird mit der Zeit spröde. Man kann zwar weiter damit drucken und die Resultate sind in Ordnung. Der Draht neigt aber dazu, beim Abrollen zu brechen, was während eines laufenden Druckles besonders ärgerlich ist. Bei der Verarbeitung in kühlen Räumen erhöht sich diese Gefahr.

Unbenutztes Filament sollte man deshalb am besten wieder so luftdicht wie möglich verpacken und kühl lagern. Außerdem besorgt man es besser nicht auf Vorrat. Wenig benutzte Farben kauft man nur in kleineren Mengen, auch wenn das aufs Kilogramm gerechnet ein wenig teurer kommt.

Es gibt Bestrebungen von Herstellern, Filamentrollen durch RFID-Chips so zu verdongeln, dass ein Drucker nur noch Material vom Hersteller selbst verarbeitet. Man kennt

# CeBIT Security Plaza 2016

Gebündeltes Sicherheits-Know-how  
14. - 18. März 2016 – Halle 6, Stand B16

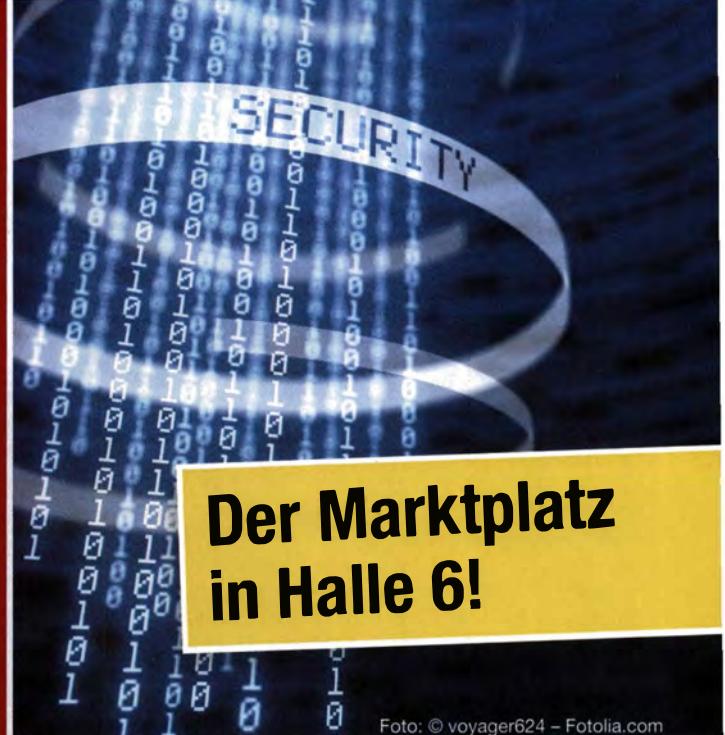


Foto: © voyager624 – Fotolia.com

Gemeinsam mit der Deutschen Messe AG startet heise Events zur diesjährigen CeBIT wieder die Neuauflage der Security Plaza. Wie in den Vorjahren bildet die Security Plaza den zentralen Anlaufpunkt zu aktuellen IT-Sicherheitsthemen. Auf über 800 qm präsentieren namhafte Aussteller ihre Produkte und Dienstleistungen.

Parallel finden auf der Forumsbühne praxisorientierte Vorträge zum Thema IT-Security statt. Experten berichten über brisante Sicherheitslücken und bieten Lösungswege an.



**Besuchen Sie uns auf der CeBIT Security Plaza 2016 und nutzen Sie die Chance,  
sich ausführlich über die neuesten Sicherheits-Technologien zu informieren!**

Unsere Partner 2016:

**8MAN**

Access Rights Management.  
Only much Smarter.



CryptoTec™

 ectacom

  
ForeScout



SIMPLY  
SECURE



Hochschule  
Albstadt-Sigmaringen  
Albstadt-Sigmaringen University



INFINIGATE  
.... Adding Value to Distribution



**perComp**

Computer clever schützen

 ROHDE & SCHWARZ  
Cybersecurity

 SIK  
Systemhaus Krick

 TREND  
MICRO™

Eine Veranstaltung von:



In Kooperation mit:



MittelstandsWiki

Weitere Informationen unter: [www.heise-events.de/secplaza2016](http://www.heise-events.de/secplaza2016)

das von den Tintendruckern. So bietet bereits der taiwanische Anbieter XYZPrinting mit seinem Da Vinci Junior (siehe c't 15/15, S. 65) einen Drucker für knapp 400 Euro, der aber nur Filamentrollen mit RFID-Chip vom Hersteller akzeptiert, deren Materialpreis mit 50 Euro pro Kilogramm höher ist als marktübliches PLA. Solche Geräte lohnen sich nur bei geringem Verbrauch.

Auch Dremel versucht sich in der Gewinnmaximierung beim Verbrauchsmaterial, indem der Hersteller angibt, sein 1000 Euro teurer Idea Builder sei ausschließlich zur Verarbeitung des hauseigenen PLA-Filaments geeignet. Das ist mit 60 Euro je Kilogramm doppelt so teuer wie marktüblich. Gründe für diese Einschränkung sind jedoch nicht ersichtlich und in Tests (c't 22/15, S. 70) drückt der Idea Builder auch mit handelsüblichem PLA.

## Ausstattungsmerkmale

Neben der Qualität und Geschwindigkeit spielt auch die Ausstattung eine Rolle bei der Wahl des passenden 3D-Druckermodells. Die Größe des Bauraumes entscheidet über die maximale Größe der Druckmodelle: Kleine Büroräume machen die Geräte tendenziell günstiger, schränken den Nutzer aber auch ganz erheblich ein. In der Regel sind die Büroräume bei Geräten um die 1000 Euro in allen Dimensionen jeweils etwa 20 Zentimeter groß. Einige recht kompakte Drucker erlauben lediglich Modelle mit Dimensionen von um die 15 oder gar nur 10 Zentimeter. Das entspricht also nicht mal der Größe einer Smartphone-Hülle.

Schon vor dem Kauf muss man sich über den künftigen Aufstellungsort Gedanken machen. Die Geräte sind schwer und meist unhandlich – selbst kompakte Modelle wie den Ultimaker 2 go kann man nicht als mobil

bezeichnen. In der Nähe von PC und Arbeitsplatz stören sie, weil sie – und zwar allesamt – beim Drucken ziemlichen Radau machen und das dann wahrscheinlich über viele Stunden. Abwärme und Gerüche produzieren sie auch.

Immerhin erlauben viele Modelle die Bedienung und auch den Druckstart direkt am Gerät, sodass der PC nicht daneben stehen muss. Die Druckdaten liegen dann meist auf einer SD-Karte, manchmal auch auf einem USB-Stick. Der Idea-Builder von Dremel hat sogar einen internen Speicher für 3D-Vorlagen. Das ist praktisch, wenn bestimmte Stücke immer mal wieder gedruckt werden sollen.

Am PC hängen die Drucker üblicherweise per USB, Drucker auf RAMPS-Basis melden sich als virtuelle COM-Ports. In der Druckersoftware muss dieser dann eventuell manuell ausgewählt werden, auch die Installation des Treibers ist mitunter von Hand zu erledigen. Modelle mit proprietärer Software bringen auch ihre eigenen Treiber mit und erledigen deren Installation automatisch. Netzwerkanbindung ist kaum verbreitet. Druckjobs aus der Ferne zu starten ist wenig sinnvoll, denn besonders die erste Druckschicht ist kritisch und entscheidet wesentlich über das Gelingen. Auch danach sollte man nicht aus dem Haus gehen, solange der Filament-Drucker mit seinen heißen Düsen läuft.

## Weiche Ware

Die meisten Drucker werden mit Befehlen in sogenanntem G-Code angesteuert, einem aus der Welt computergestützter Werkzeugmaschinen wie CNC-Fräsen etablierten Standard. Diese Druckerdateien enthalten die Befehle im ASCII-Format und die Druckkoordinaten sind ohne Weiteres lesbar. Slicer-Pro-

gramme, die den G-Code aus 3D-Vorlagen erzeugen, gibt es ebenso kostenlos wie Programme, mit denen sich viele Drucker bedienen lassen (siehe c't-Link am Ende des Artikels). Recht beliebt und verbreitet ist die Software Repetier Host, inzwischen in Version 1.6 für Windows und Linux erhältlich. Die Mac Version ist bei Version 0.56 stehen geblieben, weshalb ihr einige interessante Neuerungen wie die Kontrolle des Druckers über einen Server im Netz fehlen.

Auch fürs Zeichnen von 3D-Modellen am PC gibt es brauchbare Programme, die zumindest für den privaten Einsatz oder für Bildungseinrichtungen kostenlos lizenziert werden, darunter SketchUp oder 123Design. Die damit erzeugten Dateien bestehen aus Vektordaten, die die Oberfläche des jeweiligen Modells als eine Vielzahl von Dreiecken beschreiben. Zur Speicherung üblich ist das Format STL. SketchUp beherrscht dieses Format nicht von Haus aus, doch ein kostenloses Plug-in des Herstellers rüstet Import- und Exportfunktion dafür nach und ist über den in die Software integrierten Store schnell installiert.

Hersteller wie Dremel oder der taiwanische Anbieter XYZPrinting setzen bei der Software komplett auf eigene Lösungen: Die Drucker lassen sich nur mit der vom Hersteller gelieferten Software steuern und auch die Druckdaten werden in eigenen Formaten statt als G-Code-Dateien gespeichert. Immerhin importieren diese Programme STL-Dateien – die Drucker wären anderenfalls praktisch wertlos. Allerdings hat der Anwender nur sehr begrenzte Eingriffsmöglichkeiten in die Druckeinstellungen und meist macht die Software einen eher lieblosen Eindruck. Das gilt nicht nur bei Billigmodellen, sondern auch beim 1000 Euro teuren Dremel Idea Builder, zu dessen hervorragender Druckqualität das gar nicht passt.

## Günstige FDM-3D-Drucker

	3DP-100	Da Vinci 1.0 AiO	DaVinciJunior	FreeSculpt EX1 Basic	Idea Builder	K8200
Hersteller	Daycom	XYZprinting	XYZprinting	Pearl	Dremel, <a href="http://www.dremel3d.de">www.dremel3d.de</a>	Velleman
Vertrieb in Deutschland (Auswahl)	Pollin, <a href="http://www.pollin.de">www.pollin.de</a>	<a href="http://www.iGo3D.de">www.iGo3D.de</a> , Conrad	<a href="http://www.iGo3D.de">www.iGo3D.de</a> , Conrad	Pearl	Bauhaus, Conrad, Hornbach, Reichelt	Conrad, Reichelt, Segor
Fertigerät oder Bausatz	Fertigerät	Fertigerät	Fertigerät	Fertigerät	Fertigerät	Bausatz
maximale Modellgröße (B × T × H)	15 cm × 15 cm × 10 cm	20 cm × 20 cm × 19 cm	15 cm × 15 cm × 15 cm	22 cm × 14 cm × 15 cm	23 cm × 15 cm × 14 cm	20 cm × 20 cm × 20 cm
Filament	PLA 1,75 mm	1,75 mm PLA (proprietär)	1,75 mm PLA (proprietär)	1,75 mm PLA	1,75 mm PLA	3 mm PLA/ABS
unterstützte Betriebssysteme	Windows, OS X, Linux	Windows ab XP, OS X ab 10.8 (nur Drucken)	Windows ab 7, OS X ab 10.7	Windows XP/Vista/7, Mac OS X	Windows ab Vista, OS X ab 10.8, Ubuntu ab 14.04	Windows, OS X, Linux
Software zur Druckvorbereitung	Cura (G-Code)	XYZware, XYZscan (proprietär)	XYZware (proprietär)	proprietär	proprietär	RepetierHost (G-Code)
Durchmesser Druckdüse (mm)	0,4 mm	0,4 mm	0,4 mm	0,4 mm	0,4 mm	0,5 mm
beheizter Drucktisch	–	–	–	✓	–	✓
Druck über USB-Kabel/-Stick / SD-Karte / Sonstiges	✓ / - / ✓ / -	✓ / - / ✓ / -	✓ / - / ✓ / -	✓ / - / ✓ / -	✓ / - / ✓ / -	✓ / - / ✓ (mit Display-Erweiterung) / -
Preis	480 €	800 €	400 €	560 €	1000 €	500 €
getestet in	Make online 15.12.2015	c't 4/15, S. 68	c't 15/15, S. 65	c't 19/13 S. 68	c't 22/15, S. 70	c't 19/13, S. 66

<sup>1</sup> bei Tchibo nur 500 Euro, aber zurzeit nicht lieferbar

✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

## 3D-Kopierer und Kleinfräsen

Will man ein bereits vorhandenes Objekt nachdrucken, ist ein 3D-Scanner hilfreich. Inzwischen gibt es erste Kombigeräte, die 3D-Drucken und -Scannen in einem Gerät vereinen. Recht erschwinglich ist das im Filamentdrucker Da Vinci 1.0 AiO, den XYZPrinting für rund 800 Euro anbietet (siehe c't 20/15, S. 62). Ein direktes Kopieren ist damit nicht möglich, schon weil sich Scantisch und Druckbett den Platz teilen. Die Scanergebnisse hängen zudem stark von Farbe und Oberflächenbeschaffenheit der Vorlage ab.

Statt eines Extruders kann man auch eine Kleinfräse beispielsweise von Proxxon oder Dremel in einen 3D-Drucker setzen; die Arbeitsweise ist ja ganz ähnlich. Praktisch funktioniert das nur dort, wo dafür ausreichend Platz ist – etwa bei K8200, dessen Stabilität aber nur für leichte Gravierarbeiten ausreicht. Die notwendige Halterung für den Fräsmotor muss man sich selber bauen. Der auch als Bausatz für 1500 Euro erhältliche Renkforce RF1000 von Conrad ist von vornherein als Kleinfräse mit einem Proxxon oder Dremel ausgelegt. Er bringt dafür eine hochwertige, sehr stabile Mechanik mit Kugellumlaufspindeln mit. Kurz vor Redaktionsschluss hat Conrad einen Nachfolger RF2000 für 2000 Euro angekündigt, der für den Fräseinsatz einen Nottaster und einen per G-Code schaltbare Steckdose mitbringt (c't 27/15, S. 25). Die zum Umrüsten der beiden Renkforce-Modelle zum Fräsen und Gravieren notwendigen Teile kosten allerdings weitere 500 Euro – ohne den Fräsmotor.



Der Da Vinci 1.0 AiO von XYZPrinting vereint 3D-Drucker und Lichtschnitt-3D-Scanner in einem Gerät. Auf Knopfdruck Gegenstände kopieren funktioniert damit aber nicht.

## Fazit

Die Erfahrungen und Tests der letzten Monate (siehe Tabelle und c't-Link) zeigen, dass es inzwischen einige 3D-Druckermodelle auch schon deutlich unter 1000 Euro gibt, die nicht nur fürs Hobby interessant sind, sondern durchaus auch im Gewerbe, beispielsweise beim Modellbau für Architekten eine gute Figur machen. Zu nennen wäre etwa der 600 Euro teure Up! Mini. Gelegentlich

wird er auch beim Kaffeeröster für 100 Euro weniger angeboten. Sein Bauraum ist mit 12 Zentimetern Kantenlänge ein wenig knapp. Ähnliche Qualität mit größerem Bauraum liefert der Dremel, kostet aber schon 1000 Euro und bringt eine wenig ausgereift scheinende Software mit.

Tendenziell werden die Geräte immer besser und gleichzeitig günstiger. Der Traum vom 3D-Drucker wird also immer schöner, je länger man ihn träumt. (tig@ct.de)

## Literatur

- [1] Tim Gerber, Aufgeheizt, Tuning-Tipps für 3D-Druckerbausatz von Velleman, c't 23/13, S. 162
- [2] Tim Gerber, Selbstanzeige, 3D-Druckerbausatz mit Display und SD-Kartenslot erweitern, c't 10/14, S. 172
- [3] Tim Gerber, 3D-Drucker beherrschen, c't Wissen 3D-Druck 2014, S. 94

**ct** Tests und Downloads: [ct.de/y36p](http://ct.de/y36p)

Neo	Nobel 1.0 (Stereolithographie)	Protos V3	Renkforce	Replicator mini	Ultimaker go	UP! Mini	Vertex K8400
German RepRap	XYZprinting	German RepRap	Conrad	MakerBot Industries	Ultimaker	PP3DP/Tiertime	Velleman
German RepRap	www.iGo3D.de, Conrad	German RepRap	Conrad	Alternate, Conrad, Reichelt	iGo3D.de	Tchibo, Amazon	Conrad, Reichelt
Fertiggerät 15 cm × 15 cm × 15 cm	Fertiggerät	Bausatz	wahlweise	Fertiggerät	Fertiggerät	Fertiggerät	Bausatz
	12,8 cm × 12,8 cm × 20 cm	20,5 cm × 21 cm × 14 cm	23 cm × 24,5 cm × 20 cm	10 cm × 10 cm × 12,5 cm	12 cm × 12 cm × 11,5 cm	12 cm × 12 cm × 12 cm	18 cm × 20 cm × 19 cm
1,75mm PLA	Kunstharz	3 mm PLA (ABS mit Heizbett)	3 mm PLA/ABS	1,75 mm PLA	3 mm PLA	1,75 mm ABS/PLA	1,75 mm PLA
Windows, OS X, Linux	Windows ab 7, OS X ab 10.8	Windows, OS X, Linux	Windows, OS X, Linux	Windows, OS X, Linux	Windows, OS X, Linux	Windows, OS X	Windows, OS X, Linux
Repetier Host (G-Code)	XYZware ( proprietär )	Repetier Host (G-Code)	Repetier Host (G-Code)	proprietär	Cura (G-Code)	proprietär	Repetier Host (G-Code)
0,5 mm (austauschbar mit 0,3 und 0,4 mm)	–	0,5 mm (austauschbar mit 0,3 und 0,4 mm, auch für 1,75-mm-Filamente)	0,3 mm ... 0,5 mm	k. A.	0,4mm	0,4 mm	0,35mm
– ✓ / - / - / -	– ✓ / ✓ / - / -	– (Base Kit) / ✓ (Full Kit)	✓ ✓ / - / ✓ (Full Kit) / -	– ✓ / - / - / WLAN	– ✓ / - / ✓ / -	✓ ✓ / - / - / -	– ✓ / - / ✓ / -
700 €	1900 €	1000 € Base Kit, 1450 € Full Kit	Bausatz 1500 €; Fertiggerät 2000 €	1600 €	1430 €	600 € <sup>1</sup>	700 €
–	c't 20/15, S. 62	Model V2 c't 8/14, S. 98	c't 5/14, S. 56	Make: online 10.8. 2015	c't 17/15, S. 65	Make: 1/15, S. 118	Make: online 14.2. 2015



Ernst Ahlers

# Fremdgesteuert

## WLAN-Router lernen neue Funktionen mit alternativer Firmware

Ihr Router kennt nur ein WLAN-Passwort für alle, aber die Nutzer sollen individuelle Kennwörter verwenden? Das Dilemma lässt sich mit einem Firmware-Tausch lösen. Die Alternativen DD-WRT und OpenWRT haben alles dafür an Bord. Etwas Spieltrieb und manchmal auch Beharrlichkeit müssen Sie beisteuern. Wir geben Hilfestellung beim Umstieg und haben außerdem die WRTs ausprobiert und durchgemessen.

**A**nders als ein Desktop-Betriebssystem ist Router-Firmware statisch: Der Hersteller gibt seinem Produkt einen bestimmten Funktionsumfang mit, zusätzliche Software lässt sich nicht installieren, sondern höchstens per kostenpflichtiger Lizenz freischalten. Wer bestimmte Features vermisst, muss ein teureres Gerät kaufen oder zur Konkurrenz gehen – und auch dort mehr Geld ausgeben. Alternativ-Firmwares bieten einen Ausweg.

Weil die meisten aktuellen Router das quell-offene Linux als Systembasis verwenden, hat sich seit dem Urahn WRT54G anno 2003 eine breite Landschaft von Alternativen entwickelt. Die beiden wichtigsten Vertreter dürften DD-WRT und OpenWRT sein. Sie verfolgen unterschiedliche Ansätze: Ersteres ist ein weitgehend monolithischer Block. Man muss nehmen, was die Entwickler für den jeweiligen Router in den verfügbaren Flash-Speicherplatz

pressen konnten. Ferner baut die Schweizer Firma EmbeDD für Router-Hersteller angepasste DD-WRT-Versionen, die die Hardware (hoffentlich) optimal ausreizen. So gibt es spezifische DD-WRT-Varianten beispielsweise für Geräte von Buffalo Technology.

OpenWRT soll dagegen auf einer möglichst breiten Hardware-Basis laufen und ist deshalb im Kern auf das Wichtigste konzentriert, aber durch Nachinstallieren aus Online-Repositories sehr stark erweiterbar.

Wir haben uns die beiden Ansätze auf zwei Routern aus dem Test in c't 24/15 [1] angesehen, deren Hersteller mit der xWRT-Kompatibilität werben: Belkin Linksys WRT1900ACS mit OpenWRT und Trendnet TEW-824DRU mit DD-WRT. Dabei haben wir wesentliche Parameter (NAT- und NAS-Durchsatz, WLAN-Performance, Leistungsaufnahme) vermessen, und zwar zunächst mit der Original-Firmware und dann mit der Alternative.

Bevor Sie sich für eine der Varianten entscheiden, sollten Sie die Ergebnistabelle auf Seite 137 konsultieren. Als Testszenario wählten wir eine alltägliche Herausforderung: Betrieb an einem Telekom-VDSL-Anschluss mit IPv6 und Entertain-IPTV.

### Vom Original zu DD-WRT ...

Das Aufspielen von DD-WRT auf den Trendnet-Router braucht mehrere Schritte: Falls Sie den TEW-824DRU nach eigenen Vorstellungen konfiguriert haben, sichern Sie zunächst die Einstellungen in eine Datei und kopieren Sie diese auf einen USB-Stick. Dann setzen Sie den Router über das Browser-Menü auf Werkseinstellungen zurück, was rund zwei Minuten dauert. Währenddessen stellen Sie die LAN-Schnittstelle des Rechners auf die feste IP-Adresse 192.168.10.10/24 um.

Meldet sich der Router wieder, dann halten Sie mit einer aufgebogenen Büroklammer den Reset-Taster im Fuß gedrückt. Nun schalten Sie den Router aus, warten ein paar Sekunden, schalten wieder ein und warten weitere 10 Sekunden, bevor Sie Reset loslassen. Jetzt blinkt die Power-Leuchte langsam im Sekundenrhythmus, was den Recovery-Modus anzeigen.

Rufen Sie mit dem Internet Explorer – mit anderen Browsern hatten wir kein Glück – die Standard-Adresse 192.168.10.1 auf. Wählen Sie mit „Durchsuchen“ das DD-WRT-Firmware-Image (factory-to-ddwrt.bin) und klicken Sie auf „Upload“ – Zeit für einen Kaffee. Anschließend meldet sich der Router unter der neuen Standard-Adresse 192.168.1.1, wonach Sie die LAN-Schnittstelle wieder auf DHCP zurückstellen können.

Assistenten bringt DD-WRT nicht mit, das Aufsetzen der Internet-Verbindung und alle weiteren Einstellungen müssen manuell geschehen. Wenigstens ist das Menü übersichtlich gestaltet.

### ... mit Murmeltier-Tag

Im Test kam es wiederholt vor, dass der Router nach Änderungen und einem Neustart

im Recovery-Modus landete, besonders gern nach dem Abziehen einer eingebundenen Festplatte. Passiert Ihnen das ebenfalls, können Sie direkt das DD-WRT-Image neu einspielen. Weil der Router dabei auf Werkseinstellungen zurückgesetzt wird, sollten Sie die DD-WRT-Konfiguration regelmäßig sichern.

Auch der Weg zurück zum Original führt über Recovery: Dort landet man automatisch beim Versuch, die Trendnet-Firmware mit der Update-Funktion von DD-WRT einzuspielen. Nun wählen Sie einfach das Image der Original-Firmware aus.

## Merk-würdig

Systemeinstellungen lagert DD-WRT standardmäßig in einem Teil des Onboard-Flash-Speichers. Dazu gehören beispielsweise auch die Konfiguration, Zertifikate und Nutzerlisten des FreeRADIUS-Servers. Leider werden diese Daten beim Sichern der Konfiguration übers Menü nicht mit gespeichert, weshalb sie beim Neuschreiben der Firmware verschwinden.

Das lässt sich vermeiden, falls Sie ohnehin eine USB-Festplatte an den Router anschließen, um ihn als NAS zu nutzen (Menü: Services/USB, USB aktivieren für Laufwerke, mit automatischer Einbindung). Legen Sie dann den Mount-Punkt /jffs auf eine dafür reservierte ext2-Partition, 1 GByte genügt. Die Partition bekommt das Label „jffs“, damit der Router sie automatisch richtig einbindet. Falls Sie Erweiterungen (Optware) installieren wollen, wird eine zweite ext2-Partition mit dem Label „opt“ und 2 GByte Platz nützlich. Die letzte Partition wird dann zum Datenlager.

## Flotte Platte schlapp

Zwar lief der NAS-Betrieb mit DD-WRT etwas flinker als mit der Original-Firmware. Doch mit

bestenfalls 16 MByte/s blieb der Router immer noch weit hinter dem Durchsatz dedizierter NAS-Geräte (typisch 50 bis 80 MByte/s), selbst wenn man – wie wir diesmal – eine USB-3-SSD einsetzt. Falls Sie auf die NAS-Funktion verzichten, gönnen Sie dem Router trotzdem einen USB-Stick, den Sie wie oben beschrieben für /jffs und /opt aufteilen.

Doch auch mit /jffs auf dem Stick funktionierte der FreeRADIUS-Server in unserem Test nicht zuverlässig: Zwar war nach dem Reboot seine Konfiguration noch vorhanden, aber wir mussten ihn gelegentlich erst per Klick auf „Anwenden“ manuell starten.

Anders als beim Original ließen sich mit DD-WRT beim WLAN im 5-GHz-Band manuell auch hohe Kanäle auswählen. Sie sollten auch wie bei automatischer Wahl aktiv werden, wenn man zusätzlich die Radarerkennung einschaltet. Jedoch meldete der Router stets einen unbekannten Kanal, sein 5-GHz-Signal war nicht zu finden. Effektiv ist man damit auf denselben 80-MHz-Frequenzblock (Kanal 36–48) festgenagelt wie bei WLAN-Routern, die kein DFS beherrschen. Das erhöht jedoch die Wahrscheinlichkeit für gegenseitige Störungen mit Nachbar-WLANS.

## T-kompatibel

Aktiviert man in den erweiterten WAN-Einstellungen die Unterstützung für T-Home mit VLAN 7, dann klappt die Internetverbindung auch an T-VDSL-Anschlüssen auf Anhieb. Mit dem IPv6-Modus „DHCPv6 with Prefix Delegation“ funktionierte auch das neue Internet-Protokoll. Beides kennt die Original-Firmware nicht.

Wenn man nun in der DD-WRT-Firewall den Multicast-Filter ab- und bei der T-Home-Unterstützung zusätzlich VLAN 8 einschaltet, dann funktioniert auch Entertain-IPTV. Während Entertain im LAN auch in HD-Auflösung klötzenfrei streamte, war es im WLAN lei-

der ungenießbar: Der Router setzte Multicasts nicht wie fürs Funknetz erforderlich in Unicasts um [2].

Außerdem verteilte er in seinem internen Netz statt des üblichen /64ers nun ein /56-Präfix. Das mochte Windows aber nicht und setzte sich daher keine globalen IPv6-Adressen. IPv6-Subnetting [3] funktionierte so natürlich auch nicht.

Ferner fiel uns auf, dass der NAT-Durchsatz beim Umstieg auf DD-WRT stark zurückging. Für die heute üblichen Internet-Anschlüsse reicht es noch locker, aber wer den TEW-824DRU mit DD-WRT im IP-zu-IP-Betrieb zum Trennen von LAN-Segmenten einsetzen will, erfährt eine deutliche Einschränkung.

Abseits dieser Nickeligkeiten lernte der TEW-824DRU mit DD-WRT viele Dinge hinzu, die das Original nicht beherrscht: SNMP zur Fernüberwachung, Internetzugang per Mobilfunk-USB-Stick, mehr DDNS-Provider, DLNA-Medienserver, feinere Einstellungsmöglichkeiten für Quality-of-Service, VPN- und weitere Server-Funktionen.

## Offenere Alternative

OpenWRT lässt sich auf dem WRT1900ACS mit einem regulären Firmware-Update installieren. Nehmen Sie dazu das Factory-Image für die „Shelby“-Plattform (mvebu/generic). Das kleinere Sysupgrade-Tar-Image dient zum Auffrischen eines bereits laufenden OpenWRT. Auch der Weg zurück zum Original funktioniert per simplem Firmware-Update aus OpenWRT heraus.

Hat man diese Schritte hinter sich, dann kann man sogar aus dem Original über den Knopf „Vorige Firmware-Version wiederherstellen“ bei „Fehlerbehebung/Diagnose“ zu OpenWRT wechseln. Denn praktischerweise sind die 128 MByte Flash-Speicher des Routers für zwei Installationen aufgeteilt.

Schaltet man bei DD-WRT in den erweiterten WAN-Einstellungen das T-Home-VLAN 7 ein, dann arbeitet der Router auch an Telekom-VDSL-Anschlüssen.

Beim Samba-Server für Windows-Freigaben kann man in DD-WRT praktischerweise gleich Nutzerkonten mit anlegen. Solch eine Option fehlt in OpenWRT.

Name	Match	Action	Enable	Sort	Priority	
Allow-DHCP-Renew	IPv4-udp From any host in wan To any router IP at port 68 on this device	Accept input	<input checked="" type="checkbox"/>			
Allow-Ping	IPv4-icmp with type echo-request From any host in wan To any router IP on this device	Accept input	<input checked="" type="checkbox"/>			
Allow-IGMP	IPv4-igmp From any host in wan To any router IP on this device	Accept input	<input checked="" type="checkbox"/>			
Allow	IPv4-uds	Accept	<input checked="" type="checkbox"/>			

**Bei der Firewall von OpenWRT kann man den Standardsatz ändern und um individuelle Regeln ergänzen. Das gibt große Flexibilität, fordert aber den Blick für Details.**

So wird das Gerät nicht zum teuren Türstopper, falls mal ein Update klappt geht, weil mittendrin der Strom ausfällt. Es lässt sich auch durch mehrfaches Aus- und Wiedereinschalten im passenden Rhythmus zur Rückkehr auf die vorige Version zwingen (siehe c't-Link). Clevererweise bleiben beim Umschalten sogar die individuellen Einstellungen der beiden Installationen erhalten.

Bevor der WRT1900ACS unter OpenWRT eine Browser-Konfiguration präsentiert, ist der Griff zur Kommandozeile per SSH nötig. Schließen Sie den Router zunächst mit seiner WAN-Buchse an ein LAN an. Dieses muss einen anderen Adressbereich als 192.168.1.0/24 nutzen, damit sich der Router per DHCP einen Internetzugang verschaffen kann und in seinem internen Netz unter der Standardadresse 192.168.1.1 erreichbar ist.

Hängen Sie einen PC per Kabel an den WRT1900ACS und lassen Sie die PC-Schnittstelle ihre IPv4-Adresse per DHCP beziehen. Dann loggen Sie sich per SSH auf dem Router ein. Unter Windows nehmen Sie dazu beispielsweise PuTTY (siehe Link). Nun sind zwei Befehle nötig: opkg update frischt die Paketliste auf, opkg install luci luci-ssl installiert die modular erweiterbare Browser-Oberfläche Luci.

luci-ssl holt dabei sicheren Browser-Zugriff über HTTPS herein, den es beim Original nicht gibt. Wer will, kann sich noch die deutsche Übersetzung laden: opkg install luci-i18n-base-de. Danach schließen Sie die Shell und machen mit dem Browser weiter, um den Router einzurichten. Ebenso wie bei DD-WRT ist man auf manuelle Konfiguration zurückgeworfen: Außer dem Hinweis, ein Admin-Passwort zu setzen, gibt das System keine weitere Hilfe.

## Nachrüstsätze

OpenWRT lagert in zwei Abschnitten des Flash-Speichers seine Konfiguration und Erweiterungsmodule. Dort gibt es ab Werk nur das Nötigste, um eine Internetverbindung

herzustellen und das interne Netz zu konfigurieren. Die für Add-ons zur Verfügung stehenden 24 MByte erscheinen mickrig, reichen aber in der Praxis sehr weit, da die meisten nachrüstbaren Module recht klein sind.

Schon für DynDNS ist der Griff zur Paketverwaltung unter System/Software nötig, aber immerhin kann man anders als beim Original mehrere DDNS-Dienste gleichzeitig nutzen. Wer Funktionen nachrüsten will, sollte zunächst die lange Paketliste mit einem passenden Suchbegriff eindampfen, beispielsweise „samba“ für den Server für Windows-Freigaben.

Taucht in der Liste ein Luci-Modul wie luci-app-samba auf, genügt der Klick darauf, um neben der Erweiterung der Web-Oberfläche auch den eigentlichen Server zu installieren. Das Luci-Modul für Samba erleichtert das Konfigurieren zwar etwas, aber es bleibt noch einige Handarbeit übrig, bis Windows-Freigaben funktionieren.

Für den FTP-Server vsftpd beispielsweise gibt es keine Luci-Erweiterung. Dort ist man auf das Editieren der Konfigurationsdatei in der Shell zurückgeworfen. Eine gemeinsame Nutzerverwaltung für die verschiedenen Servicendienste konnten wir zum Testzeitpunkt für den WRT1900ACS nicht finden.

## Anhängerkupplung

Damit der Router eine angeschlossene USB-Festplatte einbindet, muss man die Pakete mountd und block-mount sowie je nach verwendeten Dateisystem weitere Treiber installieren (ntfs-3g, kmod-fs-ext4). Weil wir die NAS-Performance diesmal mit einer USB-3-SSD maßen, legte der WRT1900ACS schon mit der Original-Firmware gegenüber dem Test in c't 24/15 deutlich zu [1]. Mit OpenWRT sollte man aber das Windows-Standard-Dateisystem NTFS meiden, hier war der Durchsatz mit dem Linux-Standard ext4 viel besser.

Zum Einrichten einer Telekom-VDSL-Verbindung bearbeiten Sie die WAN-Schnittstel-

le. Setzen Sie unter „Physical Settings“ die physische Schnittstelle auf „Custom“ und tragen Sie ins Eingabefeld „eth0.7“ ein.

Nach Ergänzen der Zugangsdaten, Stoppen der Schnittstelle und Reconnect baute der Router die T-VDSL-Verbindung auf. Auch IPv6 funktionierte, jedoch ohne Delegieren von Präfixen ins (W)LAN. Zwar soll das der Daemon odhcpd erledigen, doch ließ sich mangels hinreichend detaillierter Dokumentation nicht auf die Schnelle herausfinden, wie wir ihn dazu bringen konnten.

Ebenso leicht lässt sich eine zusätzliche Schnittstelle für Entertain-IPTV auf eth0.8 einrichten. Doch das Weiterleiten des Multicast-Traffics ins (W)LAN erfordert zusätzliche Module (kmod-bridge, igmp proxy), Firewall-Regeln und Änderungen an Konfigurationsdateien (siehe c't-Link). An dieser Stelle gaben wir auf, denn beim T-Entertain kommt das IPTV über eine separate Schnittstelle.

Bis hierher unterscheiden sich Original und OpenWRT auf dem WRT1900ACS wenig. Nützlicher wird der Router mit den weiteren Dutzenden nachrüstbarer Funktionen: Eine SIP-Telefonanlage wie Asterisk, alternative VPN-Server wie Tinc oder OpenConnect und Fernüberwachung per SNMP und Syslog gibts bei der Linksys-Firmware nicht. Auch sind Firewall und QoS bei OpenWRT feiner einstellbar als beim Original.

## Fazit

So unterschiedlich die Ansätze sind, so unterschiedlich verhielten sich auch die Alternativen in unserem Test. DD-WRT zeigte sich dabei deutlich benutzerfreundlicher, aber dafür wenig erweiterbar. OpenWRT brilliert mit nachrüstbaren Funktionen, fordert aber den Admin beim Konfigurieren von Feinheiten viel mehr.

Beim WRT1900ACS sackte leider mit OpenWRT die WLAN-Performance im 5-GHz-Band deutlich ab. Die Ursache ließ sich bis Redaktionsschluss nicht klären. Der TEW-824DRU profitierte von der Alternativ-Firmware besonders, war aber nicht überall automatisch besser: Die NAT-Performance beim Datenumschlag zwischen Internet und (W)LAN fiel drastisch.

So stellen die Alternativen zwar noch keinen perfekten Ersatz für die Original-Firmware dar, aber die gewonnenen Zusatzfunktionen sind für viele Anwender gewiss die Mühe wert. Außerdem kann man auf Verbesserungen mit den nächsten Firmware-Versionen hoffen. (ea@ct.de)

## Literatur

- [1] Ernst Ahlers, Verkehrsleitstellen, Neun WLAN-Router mit QoS-Funktionen, c't 24/15, S. 114
- [2] Ernst Ahlers, Schlaue Zustellung, Probleme bei Multicast im (W)LAN finden und beheben, c't 14/14, S. 76
- [3] Ernst Ahlers, IPv6-Kette, Dienstfreigaben, Routerkaskaden und Subnetting mit IPv6, c't 3/14, S. 168

**ct** OpenWRT und DD-WRT: [ct.de/ypzt](http://ct.de/ypzt)

## WLAN-Router mit Original- und Alternativ-Firmware – technische Daten und Messergebnisse

Modell	Belkin Linksys WRT1900ACS	mit OpenWRT	Trendnet TEW-824DRU	mit DD-WRT
Firmware-Version	1.0.0.169041	15.05 Trunk r47817	1.01b1	3.0r27722
CPU / Flash / RAM	MVL88F6820 (1,6 GHz) / 128 / 512 MByte		QCA9558 (720 MHz) / 16 / 128 MByte	
WLAN: Chipsatz / 2,4 GHz / 5 GHz	2 × MVL88W8864 / 11n-450 / 11ac-1300		QCA9880, QCA9558 / 11n-450 / 11ac-1300	
<b>Konfiguration</b>				
auch per HTTPS / Telnet / SSH	✓ / - / -	✓ / - / ✓	- / - / -	✓ / ✓ / ✓
Oberfläche deutsch / brauchbare Online-Hilfe / Wizard/Assistant	✓ / ✓ / ✓	✓ / - / -	✓ / - / ✓	✓ / ✓ / -
Fernwartung / ab Werk aus / Port änderbar / HTTPS	✓ / ✓ / - / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Konfigurationshelfer übergeht	Zeitzone	(kein Assistant)	Konfigurationspasswort, Zeiteinstellungen	(kein Assistant)
UPnP / Default aus / Port einstellbar	✓ / - / -	✓ <sup>3</sup> / ✓ / -	✓ / - / -	✓ / ✓ / -
Fernüberwachung: SNMP / Syslog / E-Mail	- / - / -	✓ <sup>3</sup> (1,2c,3) / ✓ / -	- / ✓ / -	✓ (1,2c) / ✓ / -
NTP-Server frei einstellbar / Sommerzeit korrekt	- / ✓	✓ / ✓	- / ✓	✓ / ✓
<b>WAN</b>				
Protokolle (nebst DHCP, Static, PPPoE, PPTP, L2TP)	-	PPPoA, DS-Lite, Mobilfunk via USB	-	PPPoEDual, Mobilfunk via USB
T-VDSL-kompatibel / inkl. IPTV	✓ / -	✓ / ✓ <sup>3,4</sup>	- / -	✓ / ✓
DNS-Server einstellbar / DynDNS-Provider / inkl. IPv6	✓ / 2 / -	✓ / 19+Custom / ✓	✓ / 2 / -	✓ / 9+Custom / k. A.
IGMP-Proxy / Passthrough: L2TP-IPSec / OpenVPN	✓ / ✓ / ✓	✓ <sup>3</sup> / ✓ <sup>4</sup> / ✓ <sup>4</sup>	- / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
statisches Routen / dynamisches Routing / zeitgesteuerte Internet-Freigabe	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ <sup>3</sup> (RIP, BGP, OSPF, OLSR) / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ (RIP, BGP, OSPF, OLSR) / ✓
<b>QoS</b>				
Bandbreite reservierbar / autom. Erkennung / QoS-Automatik	✓ / - / -	✓ <sup>3</sup> / - / -	✓ / - / ✓ (Streamboost)	✓ / - / -
Regeln: Richtung / min. / max. Durchsatz wählbar	- / - / -	✓ <sup>3</sup> / - / -	-	✓ / - / ✓
Regeln: anhand int. / ext. Adresse	- / -	✓ <sup>3</sup> / ✓ <sup>3</sup>	-	✓ / ✓
Regeln: anhand Dienst / TCP/UDP wählbar	✓ / ✓	✓ <sup>3</sup> / ✓ <sup>3</sup>	-	✓ / ✓
QoS-Assistent / Prioritätsstufen / vordefinierte Dienste	- / 2 / 25+22	- / 4 / 11	- / - / -	- / 5 / >100
<b>IPv6</b>				
T-VDSL-kompatibel / Modi	✓ / DHCP, 6RD	✓ / DHCP, Static, PPPoE, Aiccu, DS-Lite, 6rd <sup>3</sup> , 6to4 <sup>3</sup> , 6in4 <sup>3</sup>	- / DHCP, Static, PPPoE, 6to4	✓ / Nativ, DHCPv6-PD, 6in4
separate Firewall / abschaltbar / individuelle Regeln (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (>12)	✓ / ✓ <sup>4</sup> / ✓ <sup>4</sup> (>12)	-	- / - / -
Prefix-Delegation (Subnetting): ankommend (WAN) / abgehend (LAN)	✓ / -	✓ / ✓ <sup>3,4</sup>	✓ / -	✓ / -
<b>LAN</b>				
DHCP: IP nach MAC / Exposed Host / DHCP-Server abschaltbar	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ <sup>4</sup> / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Port Forwardings (Anzahl) / Change / Bereiche / Triggering	✓ (>12) / ✓ / ✓ / ✓	✓ (>12) / ✓ / ✓ / -	✓ (>12) / ✓ / ✓ / ✓	✓ (>12) / ✓ / ✓ / ✓
SMB-Server (Samba-Version) / Konten / Partitionstypen	✓ (3.0.28a) / ✓ / /	✓ <sup>3</sup> (3.6.25) / ✓ <sup>4</sup> /	✓ (k. A.) / ✓ /	✓ (3.6.25) / ✓ /
FAT32, NTFS, ext2/3/4, HFS+	FAT32, NTFS, ext2/3/4	FAT32, NTFS, ext2/3/4	FAT32, NTFS	FAT32, NTFS, ext2/3/4
FTP-Server / Konten / USB-Print- / Medien-Server	✓ / ✓ / ✓ / DLNA	✓ <sup>3</sup> / ✓ <sup>4</sup> / - / DLNA <sup>3</sup>	✓ / ✓ / - / -	✓ / ✓ / ✓ / DLNA
VPN-Server / Konten	OpenVPN / >12	OpenVPN, PPTP, Tinc, OpenConnect / >12	- / -	OpenVPN, PPTP / >12
<b>Sonstiges</b>	Kindersicherung, AP/Repeater/Bridge-Modus	NTP-Server, Dutzende nachrüstbar von Adblock bis Zonestitcher (DNS-Tool)	Kindersicherung	WoL, Adblocker (Privoxy), Radius-Server (FreeRadius), OpenVPN/PPTP-Client, Hotspot, SIP-Proxy, PPPoE-Server, Tor-Node, mehrere logische IP-Netze
<b>WLAN</b>				
manuell wählbare 5-GHz-Kanäle / Automatik wählt höhere als 48	36–48 / -	(36–64, 100–140) <sup>5</sup> / - <sup>5</sup>	36–48 / ✓	(36–64, 100–140) <sup>5</sup> / - <sup>5</sup>
WLAN ab Werk sicher / WPS / Radius (IEEE 802.1x)	✓ / ✓ / ✓	✓ (aus) / - / ✓ <sup>3,4</sup>	✓ / ✓ / ✓	- / - / ✓
Zeitgesteuert / Gastnetz	✓ / ✓	- / ✓ <sup>4</sup>	✓ / ✓	- / ✓ <sup>4</sup>
IPv6 ok / Multicast-IPTV klötzenfrei	✓ / -	✓ / k. A.	✓ / -	✓ / -
<b>Filter</b>				
URL-Teile / zeitgesteuert	✓ / ✓	✓ <sup>3</sup> / -	✓ / ✓	✓ / ✓
Pakete nach Dienst / Quelle / Ziel	- / - / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / -
WAN-Ping-Block / ab Werk aktiv	✓ / ✓	✓ <sup>4</sup> / -	✓ / ✓	✓ / ✓
<b>Messwerte</b>				
Max. NAT-Durchsatz PPPoE Down/Upstream	632 / 354 MBit/s	632 / 352 MBit/s	572 / 353 MBit/s	266 / 223 MBit/s
IP/IP Down/Upstream	942 / 929 MBit/s	956 / 932 MBit/s	848 / 846 MBit/s	267 / 271 MBit/s
WLAN-Durchsatz 2,4 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	131 / 64–100 MBit/s	126 / 67–97 MBit/s	142 / 67–83 MBit/s	129 / 53–77 MBit/s
5 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	407 / 25–76 MBit/s	356 / 12–45 MBit/s	362 / 44–63 MBit/s	246 / 30–40 MBit/s
SMB-Durchsatz NTFS, ext4 (Schreiben/Lesen)	104 / 82, 107 / 89 MByte/s	29 / 103, 112 / 115 MByte/s	3 / 7, - / - MByte/s	8 / 9, 16 / 13 MByte/s
FTP-Durchsatz NTFS, ext4 (Schreiben/Lesen)	111 / 90, 109 / 93 MByte/s	30 / 100, 113 / 97 MByte/s	1,3 / 8, - / - MByte/s	10 / 10, 13 / 3 MByte/s
Leistungsaufnahme <sup>2</sup>	9,7 Watt	8,8 Watt	5,2 Watt	4,7 Watt
<b>Bewertung</b>				
Funktionen	⊕	○ bis ⊕⊕	⊕	⊕⊕
NAT-Durchsatz PPPoE / IP-zu-IP	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕
WLAN-Durchsatz 20 m 2,4 / 5 GHz (2. Modul)	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖

<sup>1</sup> gegen MacBook Pro (Early 2015) unter Windows 10<sup>2</sup> WAN und 1 LAN-Port belegt, 1 WLAN-Client angemeldet, keine USB-Geräte, kein Datenverkehr<sup>3</sup> nachrüstbar<sup>4</sup> per schrittweiser manueller Konfiguration, Erstellen von (Firewall-)Regeln oder Editieren von Config-Dateien<sup>5</sup> funktionierte im Test nicht mit Kanälen über 48

Martin Rost

# Erweiterte Schutzziele

## Das neue Standard-Datenschutzmodell für Unternehmen, Wissenschaftsinstitute und Behörden

Die unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder haben ein 40 Seiten umfassendes Handbuch zum „Standard-Datenschutzmodell“ (SDM) veröffentlicht. Es standardisiert das datenschutzgerechte Vorgehen für Firmen, Behörden und Wissenschaftsinstitute und erleichtert die Abstimmung der Datenschutzbehörden untereinander.

**A**nders als das Wort suggeriert, besteht der Zweck des Datenschutzes nicht darin, Daten zu schützen, sondern Personen. Datenschutz kommt immer dann ins Spiel, wenn die Machtverhältnisse zwischen Organisationen und Personen zu Lasten Letzterer massiv asymmetrisch sind. Privatheit ist etwas, was sich nur einstellen kann, wenn Organisationen nicht nach Belieben über Personen verfügen können. Das Datenschutzrecht schützt insofern die Bürger vor Aktivitäten des Staates, von Unternehmen und Forschungsinstituten. Es regelt die Anforderungen an solche Organisationen beim Erheben, Verarbeiten und Übermitteln personenbezogener Daten.

Datenschutzrechtliche Anforderungen gehen sicherheitstechnischen Anforderungen stets vor, wie sie beispielsweise der IT-Grundschatz des BSI oder ISO-Standards formulieren. Während IT-Sicherheit die Geschäftsprozesse von Organisationen schützt, ist der Datenschutz im Grundgesetz verankert und gilt einzelnen Personen. Allein dieser wesentliche Unterschied der Schutzperspektive rechtfertigt, dass die Datenschutzbehörden ein eigenes Prüf- und Beratungsmodell erarbeitet haben und nicht die vorhandenen Modelle des IT-Grundschatzes oder der ISO übernehmen.

### Die Deny-all-Regel des Datenschutzes

Die zentrale Regelungskomponente des Datenschutzrechts besteht aus einem „Verbot mit Erlaubnisvorbehalt“. Dieses Verbot besagt, dass Organisationen grundsätzlich keine personenbezogenen Daten verarbeiten dürfen. Diese Regelung leuchtet jedem Netzwerktechniker sofort ein, denn sie entspricht exakt der „deny-all“-Regel einer Firewall, die besagt: Schließe zunächst alle Ports, erst dann bohre – riskante – Löcher für die notwendige Datenübertragung hinein.

Übertragen auf das Recht bedeutet diese Regel: Eine Organisation darf personenbezogene Daten nur dann verarbeiten, wenn sie damit einen legitimen Zweck erfüllt. Eine solche Erlaubnis kann entweder ein Gesetz allgemeingültig erteilen – die Arbeitsgrundlage der gesamten öffentlichen Verwaltung –

oder ein Vertrag zwischen Privatunternehmen und Kunde. Der ausgewiesene Zweck muss dabei eng umrissen formuliert sein. Nur dann lässt sich beurteilen, ob die Datenverarbeitung angemessen und erforderlich ist. Jede datenschutzrechtliche Prüfung für den Schutz personenbezogener Daten beginnt deshalb mit der Frage nach der rechtlichen Zulässigkeit der Verarbeitung. Fällt das Ergebnis dieses ersten Prüfschritts positiv aus, geht es im nächsten um die funktionale Umsetzung mittels Informations- und Kommunikationstechnik. Ab diesem Punkt kommt das Standard-Datenschutzmodell (SDM, siehe Link) zum Einsatz.

### Schutzziele

Jedes Verfahren, das die Speicherung oder Verarbeitung personenbezogener Daten umfasst, muss technisch und organisatorisch alle Vorkehrungen treffen, dass dabei alle Rechte von Personen beachtet werden. Die Anforderungen an die IT-Sicherheit beim Umgang mit personenbezogenen Daten finden sich im deutschen Datenschutzrecht wieder. So listet beispielsweise das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) in der Anlage zu §9 acht Schutzfunktionen auf, die zu „gewährleisten“ und zu „kontrollieren“ sind. Das bedeutet: Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen müssen im Hinblick auf ihre Schutzwirkung überprüfbar sein. Deshalb fragen Datenschutzprüfer immer auch nach der Dokumentation eines Verfahrens. Nur wenn eine hinreichende Dokumentation sowohl der Datenbestände vorliegt als auch der Hard- und Software einschließlich aller Schnittstellen, Prozesse und Datenflüsse, ist ein Verfahren prüffähig. Der Befund „unzureichende Dokumentation“ hat zur Folge, dass das Ergebnis einer Prüfung negativ ausfällt.

Die drei klassischen Schutzziele der IT-Sicherheit – Sicherung der Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit –, die mit den weitgehend bekannten Schutzmaßnahmen des IT-Grundschatzes umsetzbar sind, sind Teil des SDM.

Das SDM weist Transparenz als das vierte von insgesamt sieben Schutzz Zielen aus. Es nennt konkrete Maßnahmen, um dieses Ziel zu erreichen. Systeme, die personenbezogene

Daten verarbeiten, müssen so ausgelegt sein, dass deren gesamte Funktion nachvollziehbar ist. Statische Aspekte müssen deshalb dokumentiert, dynamische Aspekte protokolliert werden. Falls möglich, müssen Protokolle automatisiert ablaufen. Dabei gilt: Je stärker Organisationen mit ihren Aktivitäten Personen fremdbestimmen, desto zugriffsfester, aktueller, hochauflösender und fälschungssicherer beziehungsweise revisionsfester müssen die Dokumentationen und Protokolle der Organisationstätigkeiten sein. An die Verdächtigenkartei einer Polizeidienststelle beispielsweise richten sich strengere Anforderungen als an die Bestellerdatenbank eines Versandhauses oder das Reservierungssystem eines Hotels.

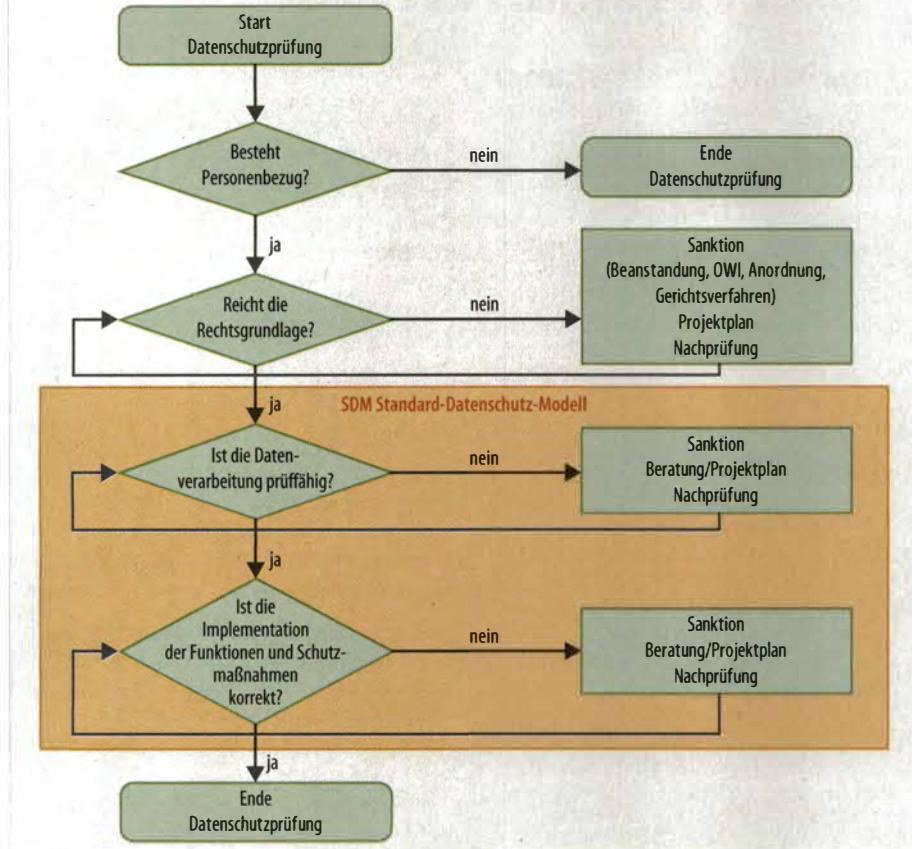
Als fünftes Schutzziel nennt das SDM die „Intervenierbarkeit“. Die Sicherung der Intervenierbarkeit bedeutet für Organisationen, dass sie ihre Datenverarbeitung so einrichten müssen, dass sie diese jederzeit ändern und an neue Verhältnisse anpassen können. So sind sie in der Lage, auf neue rechtliche Anforderungen oder sicherheitstechnische Vorfälle umgehend zu reagieren. Zudem müssen die Rechte von Personen an ihren Daten – so das Recht auf Einsicht, Korrektur oder Löschen – jederzeit sofort und nachweislich umsetzbar sein. Es ist datenschutzrechtlich nicht akzeptabel, wenn eine Organisation ein Programm einsetzt oder Dienste Dritter in Anspruch nimmt, die eine Löschung von Daten nicht ermöglichen.

### Schutzbedarfe

Um das hinreichende Maß einer Schutzwirkung zu bestimmen, verwendet das SDM, analog zum IT-Grundschatz, drei Abstufungen des Schutzbedarfs. Je höher der Schutzbedarf einer Person ist – man kann auch sagen: je intensiver der Grundrechtseingriff einer Organisation ist –, desto wirkungsvoller müssen die Schutzmaßnahmen zugunsten der Personen bei den Organisationen ausgebildet sein. Für das Löschen bedeutet das: Das Setzen eines Sperfflags ist kein Löschen und wäre eine unzureichende Umsetzung einer Löschanforderung. Der Austrag aus der FAT (File Allocation Table) mag in vielen Szenarien, insbesondere wenn Sektoren mit der nächsten Speicherung wieder überschrieben

## Ablauf einer Datenschutzprüfung

Mit dem neuen Standard-Datenschutz-Modell (SDM) wird eine Datenschutzprüfung standardisiert.



werden, für normalen Schutzbedarf ausreichen. Bei hohem Schutzbedarf muss mehrfach überschrieben werden. Werden bei hohem Schutzbedarf Speichermedien aus einem IT-Prozess herausgenommen, sind sie physikalisch zu zerstören.

### Zweckbindung

Als sechstes Schutzziel formuliert das SDM die Sicherung der „Nichtverkettbarkeit“. Mit der Nichtverkettbarkeit ist gefordert, dass Organisationen, wenn sie Daten von Personen ordnungsgemäß verarbeiten, diese Verarbeitung nur zum vorgesehenen Zweck vornehmen. So darf ein Unternehmen Daten, die bei einer Auftragsteilung durch einen Kunden erzeugt werden, nicht ohne Einwilligung an die Marketingabteilung zwecks Werbung weiterreichen, denn das wäre eine Zweckänderung. Die wichtigste Schutzmaßnahme zur Umsetzung der Nichtverkettbarkeit ist die Trennung von Verfahren. Ein Datenaustausch zwischen verschiedenen Verfahren ist nur unter rechtlich geprüften und kontrollierten Bedingungen möglich. Wie schon beim Löschen so stellt sich auch bei der Trennung von Verfahren – konkret: von Datenbeständen, IT-Systemen oder Prozessen – die Frage, wie wirkungsvoll eine Trennung umgesetzt werden muss. Abhängig vom Schutzbedarf kann es für eine Trennung

ausreichen, dass verschiedene Datenbankinstanzen für verschiedene Verfahren auf einem Host betrieben werden. Allerdings bedeutet das, dass ein Administrator auf Betriebssystemebene auf beide Verfahren zugreifen kann. Bei höherem Schutzbedarf kann es deshalb erforderlich sein, dass jedes Verfahren zumindest den Betrieb eines eigenen virtuellen Servers erfordert. Ein sehr hoher Schutzbedarf kann den Betrieb von physisch getrennten Servern oder gar unterschiedlichen Rechenzentren für die Daten und deren Verarbeitung erfordern. Die Frage nach der Sicherheit von Trennung stellt sich etwa in Landesrechenzentren, wenn dort alle drei staatlichen Gewalten sowie Instanzen des Bundes, des Landes und der Kommunen, rechnen lassen. Eine weitere wichtige Schutzmaßnahme zur Umsetzung der Nichtverkettbarkeit besteht in der Pseudonymisierung oder Anonymisierung von Daten und Kommunikationsbeziehungen.

Das siebte und letzte Schutzziel des SDM besteht in der Sicherung der Datensparsamkeit. Der Gedanke ist trivial: Wenn Organisationen keine Daten von Personen erheben und verarbeiten, ist der Datenschutz perfekt gewährleistet. Wenn Organisationen berechtigt personenbezogene Daten verarbeiten, dürfen sie dafür nur die geringstmögliche Menge an Daten erheben und nutzen. Das SDM verspricht, dass mit der Umsetzung die-

serer Schutzziele sämtliche grundsätzlichen datenschutzrechtlichen Anforderungen über alle Datenschutzgesetze hinweg vollständig beachtet sind.

### Referenz-Schutzmaßnahmen

Bislang fehlt dem SDM ein Katalog mit Schutzmaßnahmen, so wie er beim IT-Grundschutz zur Verfügung gestellt wird. Am Beispiel der Einrichtung datenschutzgerechter Backups – man könnte jede andere Schutzmaßnahme als Beispiel wählen – lässt sich jedoch zeigen, dass eine rekursive Anwendung der Schutzziele auf Schutzmaßnahmen zur datenschutzgerechten Konfiguration dieser Maßnahmen hilfreich ist.

Backups dienen allgemein der Sicherung der Verfügbarkeit eines Verfahrens. Wie sollte man nun ein datenschutzgerechtes Backup einrichten? Backups sind gesichert verfügbar, wenn sie redundant vorgenommen werden (Tages-, Wochen-, Monats-Backups). Außerdem müssen sich Backups integritäts-sicher anlegen, speichern und wiederherstellen lassen. Dafür nutzt man klassisch Hash-Werte, die man wiederum verwalten und überprüfen muss. Backups muss man ebenso vertraulich behandeln wie die Produktionsdaten, was auf eine Verschlüsselung und Abschottung von Backup-Daten hinausläuft. Selbstverständlich sind Backup-Prozesse, -Programme und -Daten zu dokumentieren und Zugriffe und Änderungen revisionsfest sowie nachvollziehbar zu protokollieren. In den Backup-Datenbestand muss man zudem eingreifen können, um beispielsweise Teildatenmengen daraus nach etwaigen Löschvorschriften löschen zu können. Auch die Backups dürfen nur zweckbestimmt genutzt werden, weshalb sie von einem Rechte- und Rollenkonzept zu erfassen und getrennt zu verwahren sind. All das muss eine Organisation in einem Backup-Konzept prüf-fähig dokumentieren.

Das SDM-Handbuch ist auf allen Webservern der Datenschutzbehörden zu finden. Des Weiteren versammelt ein Tagungsband unter anderem praktische Prüfbeispiele sowohl aus dem privatwirtschaftlichen (GPS-Überwachung von Firmenfahrzeugen) als auch dem öffentlichen Bereich (Telekommunikationsüberwachung). Ein Artikel für die IEEE gibt einen Überblick zum Forschungsstand der praktischen Umsetzung von Schutzz Zielen [1], ein weiterer Artikel thematisiert die Schutzziele im Rahmen einer Datenschutztheorie [2].  
(uma@ct.de)

### Literatur

- [1] Marit Hansen, Meiko Jensen, Martin Rost, Protection Goals for Privacy Engineering, Proceedings for the International Workshop on Privacy Engineering – IWPE ’15, 2015
- [2] Jörg Pohle, Andrea Knaut (Hrsg.), Fundationen I, Geschichte und Theorie des Datenschutzes, 2014

Infos und Dokumente: [ct.de/yx7j](http://ct.de/yx7j)

# HOTLINE

## Wir beantworten IHRÉ FRAGEN.

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an die E-Mail-Adresse am Ende des jeweiligen Artikels. Allgemeine Anfragen bitte an [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de).

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

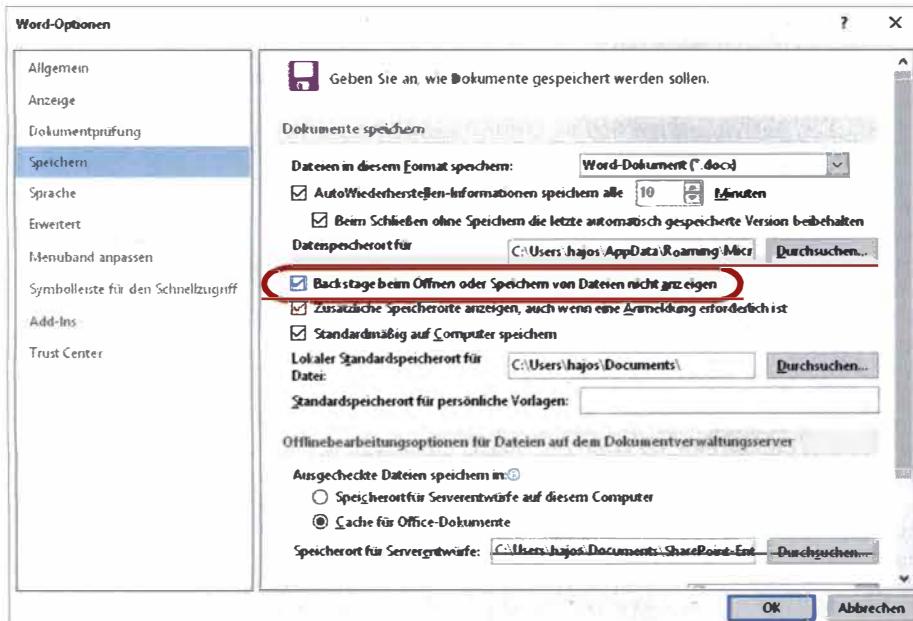
Sie erreichen unsere Redakteure jeden Werktag zwischen 13 und 14 Uhr unter der Rufnummer **0511/53 52-333**.

Die Redaktion behält sich vor, Zuschriften gekürzt zu veröffentlichen.

## Direkt zum Speichern-Dialog in Word 2016

**?** Word 2016 nervt mich beim Speichern von Dokumenten jedes Mal mit einem Zwischenschritt „Speichern unter“, den ich erst umständlich wegklicken muss, bevor ich zum gewünschten „Speichern“-Dialog wie früher komme. Kennen Sie einen Weg, diese Seite auszuschalten?

**!** Diesen Zwischenschritt kann man in den Optionen abschalten. Wählen Sie „Datei/Optionen“ und klicken dann im Dialog auf



Die „Backstage“ in Microsoft Word abzuschalten spart beim Speichern einen Mausklick.

„Speichern“. Aktivieren Sie dort die Einstellung „Backstage beim Öffnen oder Speichern von Dateien nicht anzeigen“. Danach sollte beim Speichern wieder sofort der gewohnte Dialog erscheinen.

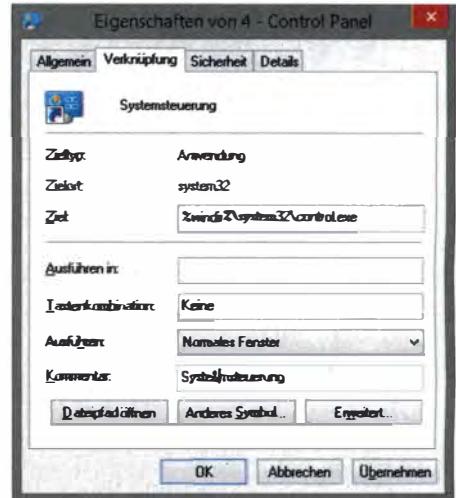
Als „Backstage“ bezeichnet Microsoft übrigens den Bereich, den man in Office 2013 und 2016 über „Datei“ und in Office 2007 und 2010 über das Office-Symbol öffnet.

(db@ct.de)

## Tastenkürzel im Win-X-Menü anpassen

**?** Windows 7 konnte ich noch bequem mit der Tastatur herunterfahren oder in den Ruhezustand schicken (Windows-Taste, Pfeilrechts, Leertaste). Bei den deutschen Editionen von Windows 8 und 10 wurde das mühsam, denn im Windows+X-Menü ist die Abkürzung „U“ doppelt belegt: mit „Systemsteuerung“ und „Herunterfahren oder abmelden“. Wenn ich Win+X und dann U drücke, lande ich deshalb zuerst bei der Systemsteuerung. Lässt sich das wieder geradebiegen?

**!** Um die unglückliche Tastenbelegung des Win-X-Menüs direkt zu bearbeiten, müssten Systemdateien mit einem Ressourcen-Editor angepasst werden. Das sollten Sie lieber sein lassen: Einige Windows-Updates reagieren empfindlich, wenn Systemdateien verändert wurden, und verweigern dann die Installation.



Im deutschsprachigen Win-X-Menü von Windows 8 und 10 müssen sich zwei Einträge dasselbe Kürzel teilen. Ein Griff in die Einstellungen der .lnk-Datei der Systemsteuerung beseitigt die Kollision.

Es gibt jedoch einen einfachen Trick, um der Systemsteuerung das Tastenkürzel U zu entziehen. Das Win-X-Menü generiert Windows aus dem Inhalt des Ordners %localappdata%\Microsoft\Windows\WinX. Dort finden Sie drei durchnummerierte „Group“-Ordner; aus den dort liegenden Programmverknüpfungen baut Windows das Menü von unten nach oben auf. Da die Systemsteuerung zur mittleren Gruppe gehört, liegt ihre Verknüpfung im Ordner „Group2“.

Öffnen Sie über einen Rechtsklick die Eigenschaften der Verknüpfung und tragen Sie dort im Karteireiter „Verknüpfung“ unter „Kommentar“ ohne Anführungsstriche „Syste&msteuerung“ ein und bestätigen Sie mit OK. Starten Sie anschließend den Windows Explorer über den Task-Manager (Strg+Umschalt+Esc) neu. Jetzt verwendet das Win-X-Menü nur noch für „Herunterfahren oder abmelden“ das Tastenkürzel „U“; die Systemsteuerung erreichen Sie mit „M“.

(ghi@ct.de)

## Windows-10-Lizenz in einer VM

**?** In c't 27/15 („Ohne Umweg“, S. 74) schreiben Sie, dass die Aktivierung von Windows 10 an das jeweilige Mainboard gebunden ist. Wenn ich Windows 10 in einer virtuellen Maschine installiere, ist der Schlüssel dann an das virtuelle Mainboard gebunden oder an das Mainboard des Host-Rechners?

**!** So genau wissen wir das nicht, es spielt aber auch keine Rolle: Der entscheiden-

de Punkt ist, dass ein in einer VM laufendes Windows 10 merkt, wenn die VM kopiert wurde, und dann in jedem Fall neu aktiviert werden will.  
(axv@ct.de)

## Das richtige Windows-10-Setup erkennen

**?** Nach Microsofts Hin und Her um die Verfügbarkeit des Media Creation Tools für Windows 10 1511, von dem Sie in c't 26/15 berichtet haben („Nummer 1511 lebt – oder?“, S. 62), bin ich ein bisschen verunsichert: Leider haben Sie nicht beschrieben, wie ich feststellen kann, ob ich die richtige Version heruntergeladen und gebrannt habe. Woran erkenne ich das?

**!** Es gibt zwei Hinweise, wie man das 1511er Media Creation Tool erkennt: erstens daran, dass es auf der Download-Seite nicht als 32- und als 64-Bit-Ausgabe bereitliegt. Und zweitens daran, dass es bei der Auswahl von Edition, Sprache und Architektur eine automatische Erkennung bietet, also etwa für Deutsch/Pro/64-Bit, wenn dafür ein Häkchen gesetzt ist. Im MCT für die Ur-Version 10240 musste man Sprache und Edition stets von Hand auswählen. (jss@ct.de)

## Parallelinstallation von Windows erlaubt?

**?** Ich möchte neben mein altes Windows 7 das neue Windows 10 installieren, das mir Microsoft als kostenloses Upgrade spendiert hat. Technisch stellt das ja mittlerweile kein Problem mehr dar, aber darf ich das überhaupt mit nur einer Lizenz?

**!** Nicht alles, was technisch funktioniert, ist auch rechtlich statthaft. Die Möglichkeit einer Parallelinstallation wirft urheberechtliche Fragen auf, die schwer zu klären sind. Unkritisch ist es, wenn das alte Windows nur auf der Platte bleibt, damit man es wieder nutzen kann, falls Windows 10 nicht gefällt und man es deswegen löscht. Dann dient das alte Windows gewissermaßen als Backup des ursprünglichen Systemzustands, den man einfach wiederherstellt.

Wenn man beide Windows-Versionen hingegen wirklich abwechselnd benutzen will – auf demselben Gerät –, dann sagt Microsoft als Urheber dazu nein. Ungeklärt ist jedoch, ob man in diesem Fall überhaupt eine Erlaubnis des Urhebers braucht. Das kann nur ein Gericht entscheiden. Doch das setzt wiederum eine entsprechende Klage voraus. Eine solche ist nicht in Sicht. Und schon der Volksmund sagt: Wo kein Kläger, da kein Richter.  
(psz@ct.de/axv@ct.de)

## Windows 10 deinstallieren

**?** Ich habe nicht aufgepasst und versehentlich dem Upgrade meines alten Windows auf Windows 10 zugestimmt. Kann

Bei Windows 10 1511 kann man Installations-Images für 32 und für 64 Bit mit ein und demselben Media Creation Tool herunterladen.



ich Windows 10 wieder loswerden, um mein altes Windows weiternutzen zu können?

**!** Zumindest in den ersten 30 Tagen nach der Installation geht das mit Bordmitteln: Im Startmenü finden Sie unten einen Link zu den „Einstellungen“. Dort steckt unter „Update und Sicherheit/Wiederherstellung“ ein Abschnitt zum Zurückkehren zur vorherigen Windows-Version; auf einigen Systemen trägt er auch den irritierenden Namen „Zu früherem Build zurückkehren“. Nach einem Klick auf den dazugehörigen „Los geht's“-Button wird Ihr altes Windows wiederhergestellt. Obacht: Nach 30 Tagen löscht Windows 10 das Backup der Vorversion automatisch, danach können Sie also nur noch mit selbst angefertigten Backups zurück.  
(axv@ct.de)

## Administrator versperrt Rückkehr von Windows 10

**?** Nach dem Upgrade von Windows 7 auf 10 hatte ich wegen Problemen mit Diensten das Administratorkonto aktiviert (net user Administrator /active:yes). Ich habe mich dann aber wegen zu vieler Probleme doch entschlossen, zu Windows 7 zurückzukehren. Wenn ich das über „Einstellungen/Update und Sicherheit/Wiederherstellen“ versuche, meldet Windows 10 aber immer, ich solle zuerst das hinzugefügte Konto löschen. Das Deaktivieren des Administratorkontos reicht aber nicht aus und löschen kann ich es schon gar nicht. Haben Sie einen Tipp, wie ich die Einstellungen des aktiven Administratorkontos wieder loswerde?



Nach einem Upgrade auf Windows 10 hat man einen Monat Zeit, um zur Vorversion zurückzukehren.

**!** Das Konto selbst können Sie nicht löschen, da haben Sie Recht. Aber Windows gibt sich schon zufrieden, wenn es zu dem Konto keine Profildaten mehr gibt. Die zu löschen ist allerdings ein bisschen tricky: Sie liegen normalerweise im Ordner C:\Users\Administrator; im Explorer heißt der Ordner C:\Benutzer\Administrator.

Damit Sie ihn komplett löschen können, muss Windows mindestens einen Systemneustart hinter sich haben, seitdem Sie zuletzt unter diesem Konto angemeldet waren – nur abmelden reicht nicht. Sofern Sie mit einem anderen Konto mit Administratorrechten eingeloggt sind, können Sie den Ordner nun per Explorer löschen. Windows wird einige Male um Bestätigung bitten, um volle Rechte zu benutzen und Systemdateien zu löschen – nicken Sie alles ab. Achtung: Dabei gehen natürlich alle Dateien verloren, die Sie möglicherweise während Sitzungen als Administrator in dessen eigenen Ordner wie Dokumente oder Downloads gespeichert haben.  
(hos@ct.de)

## Windows will kein GPT trotz UEFI-Modus

**?** Ich möchte Windows auf meiner 3-TByte-Festplatte installieren, und zwar in einer einzigen großen Partition. Dazu muss sie ja, wie Sie in c't 15/13 ab Seite 124 geschrieben haben, GPT-partitioniert sein, was wiederum das Booten im UEFI-Modus voraussetzt. Doch obwohl ich im BIOS-Setup UEFI eingestellt habe, behauptet das Windows-Setup-Programm, keine GPT-Platte verwenden zu können.

**!** In diesem Fall hat Sie das Mainboard in die Irre geführt und trotz Einstellung auf UEFI im CSM-Modus gebootet. Das machen viele Boards (gern auch klammheimlich), wenn sie erkennen, dass es im UEFI-Modus Probleme geben kann, beispielsweise wegen einer Grafikkarte, deren eigenes BIOS nicht UEFI-tauglich ist. Es bleibt dann nur, im BIOS-Setup den CSM-Modus komplett zu deaktivieren – was natürlich eine entsprechende Option voraussetzt.

In welchem Modus das meckernde Windows-Setup-Programm gestartet wurde, lässt sich übrigens herausfinden. Öffnen Sie mit der Tastenkombination Umschalt+F10 eine Eingabeaufforderung und tippen Sie darin zwei Befehle ein:

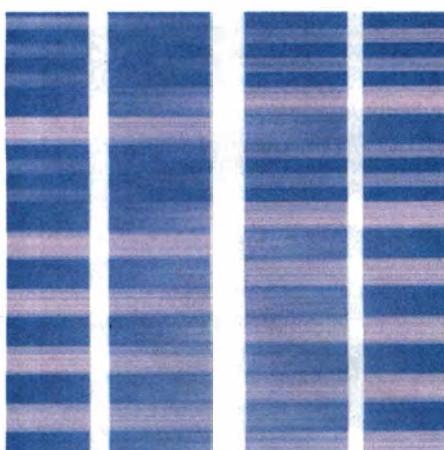
wpeutil updatebootinfo  
regedit

Hangeln Sie sich im Registry-Editor zum Schlüssel HKEY\_LOCAL\_MACHINE\System\CurrentControlSet\Control durch. Wenn der Wert des Eintrags PEFirmwareType auf 1 steht, wurde im CSM-, bei einer 2 hingegen im UEFI-Modus gebootet.  
(axv@ct.de)

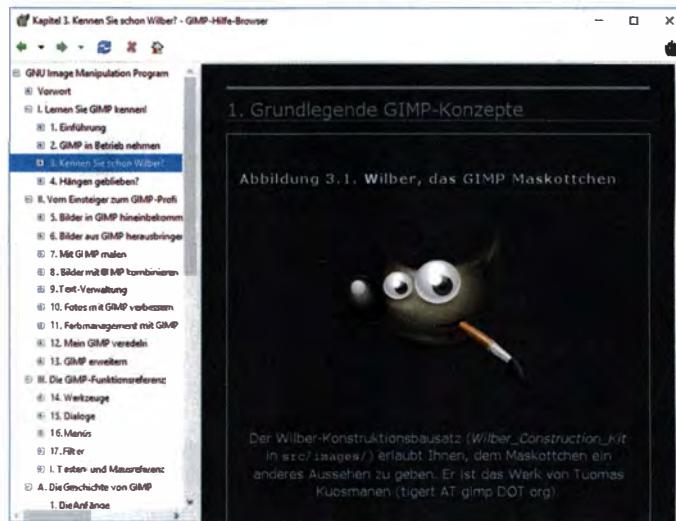
## Tintenpatronen ganz leer drucken

**?** Mein Canon-Pixma-Drucker meldet immer relativ früh, dass die eine oder andere Patrone leer sei. Es lassen sich dann aber doch noch viele Seiten damit drucken. Die Frage ist nur, wann soll man wirklich wechseln? Besteht eine Defektgefahr, wenn man zu lange wartet?

**!** Durchbrennen können moderne Druckköpfe beim Drucken mit leeren Patronen nicht. Gefährlicher für die Düsen sind Luftblasen. Piezo-Drucker (Brother, Epson) stellen den Druck daher schon vor dem völligen Entleeren der Farbpatrone ein. Canons Bubblejet-Druckköpfe kommen mit Luft in den Düsen offensichtlich besser klar: Unser Testgerät MG7750 druckte nach der „Tinte leer“-



Der Canon Pixma MG7750 druckt nach Warnung vor leerer Cyan-Tinte weiter, auch wenn es zu Aussetzern auf dem Druck kommt.



Warnung bis zum sichtbaren Fehlen der Farbe auf dem Ausdruck weiter. Nach dem Ersetzen der Patrone konnten wir weder defekte Düsen noch eine Minderung der Druckqualität beobachten.  
(rop@ct.de)

## Passende Grafikkarten für Lightroom

**?** Mich interessiert, worauf ich achten muss, um in Lightroom einen Grafikprozessor nutzen zu können. Gibt es Erfahrungswerte, was dieser überhaupt bringt?

**?** Lightroom nutzt im Unterschied zu Photoshop kaum GPU-beschleunigte Effekte. Das Programm braucht vor allem einen schnellen Hauptprozessor und viel Arbeitsspeicher. Das ändert sich aber Stück für Stück. In Lightroom CC 2015 beziehungsweise Lightroom 6 nutzt die Darstellung der Entwicklungseinstellungen im Entwickeln-Modul GPU-Funktionen.

Adobe gibt über die Voreinstellungen des Programms unter „Leistung“ einige Richtwerte, etwa ein 64-Bit-Betriebssystem, Windows 7 beziehungsweise OS X 10.9 und Unterstützung von OpenGL 3.3 als Minimum. Empfohlen sind mindestens 2 GByte VRAM. Grafikkarten der letzten zwei Jahre sollen das laut Adobe leisten.

Karten der Serien AMD Radeon HD 5000 bis 8000, die mit den Treiberversionen 14.501.1003 und 14.502.1014 laufen, unterstützen Lightroom unter Windows nicht. Auf dem Mac sind etliche Nvidia-Geforce-Karten betroffen. Eine von Adobe veröffentlichte Liste nicht unterstützter Grafikkarten finden Sie über den c't-Link.  
(akr@ct.de)

**c't** Lightroom GPU Troubleshooting:  
[ct.de/yub4](http://ct.de/yub4)

## Gimp-Hilfe unter Windows installieren

**?** Ich möchte die Hilfe zu dem Bildbearbeitungsprogramm Gimp unter Windows 7

Wenn man die Hilfe der Open-Source-Bildbearbeitung Gimp lokal installiert, kann man sie schnell und unabhängig von einer Internetverbindung lesen.

lokal installieren. Auf den Download-Seiten unter [www.gimp.org](http://www.gimp.org) habe ich dazu die Datei gimp-help-2.8.2.tar.bz2 gefunden, weiß aber nicht, wie ich sie einbinden muss. Oder geht das womöglich unter Windows gar nicht?

**!** Es ist nicht leicht, den richtigen Download zu finden. Sie haben den 150 MByte schweren Linux-Quellcode heruntergeladen. Damit können Sie unter Windows wenig anfangen. Im heise-Download-Verzeichnis (siehe c't-Link unter dieser Meldung) finden Sie einen deutlich schlankeren Installer für Windows ab XP. Die EXE-Datei können Sie dort direkt herunterladen und lokal installieren. Folgen Sie einfach den Anweisungen des Installationsdialogs.  
(akr@ct.de)

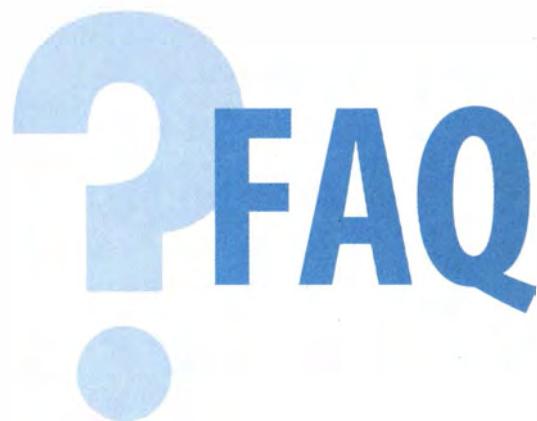
**c't** Gimp-Hilfe bei heise Download:  
[ct.de/ya7t](http://ct.de/ya7t)

## iPhone selektiv synchronisieren

**?** Mich stört, dass iPhones unter der gleichen Apple-ID und mit aktivierter iCloud auch die Anruferliste synchronisieren. Aufgefallen ist mir das, als ich das iPhone meiner Frau in der Hand hatte und ich mich wunderte, warum sie meine Firmenkunden angerufen hat. Wie kann man diese Unart unterbinden?

**!** Apple geht davon aus, dass Geräte, die unter derselben ID angemeldet sind, einer Person gehören. Einen eigenen Schalter zum Deaktivieren dieser einzelnen Funktion hat Apple bisher nicht implementiert. Möglicherweise hilft es aber, die Synchronisierung der Kontakte auf dem iPhone Ihrer Frau abzuschalten.

Normalerweise würde man verschiedene Apple-IDs für die beiden iPhones verwenden. Um dann auf dieselben Songs, Filme und Apps aus Apples Store zugreifen zu können, fügen Sie die ID Ihrer Frau in iCloud zu den Familienmitgliedern hinzu. Die Synchronisierung von Kontakten und anderen Daten müssen Sie dann aber über eine andere Software regeln, beispielsweise über OwnCloud.  
(dz@ct.de)



Ulrike Kuhlmann

# Reklamation nach dem Gerätekauf

## Antworten auf die häufigsten Fragen

### Beim Hersteller oder Händler reklamieren

**?** Mein Händler stellt sich bei der Reklamation meines neuen Fernsehers stur. Soll ich mich lieber direkt an den Hersteller wenden?

**!** Der erste Ansprechpartner für Reklamationen defekter Geräte ist immer der Händler, bei dem Sie das Gerät gekauft haben: Er muss 24 Monate lang die Funktion gewährleisten – mit Beweislastumkehr nach 6 Monaten. Die erweiterte Garantie ist dagegen eine freiwillige Leistung des Herstellers.

Sollten Sie den Hersteller kontaktieren, verweist der Sie deshalb womöglich an den Händler zurück. Bei unseriösen Händlern stehen Sie manchmal trotzdem besser da, wenn Sie den Hersteller kontaktieren. Außerdem hilft es zuweilen, über den Hersteller Druck auf den Händler auszuüben.

### Gewährleistung und Beweislastumkehr

**?** Das Touch-Display meines Notebooks funktioniert nicht mehr richtig. Ist das auch nach fünf Monaten noch ein Reklamationsgrund?

**!** Der Händler, bei dem Sie das Gerät gekauft haben, muss im Rahmen der Gewährleistung zwei Jahre lang für ein Neugerät geradestehen. Er muss allerdings nur für Sachmängel eintreten, die bei der Übergabe bereits vorhanden oder angelegt waren.

Wurde nichts anderes vereinbart, ist die vereinbarte Beschaffenheit oder der vorausgesetzte Verwendungszweck Maßstab für einen Mangel (§434 Abs. 1, BGB); dies wird häufig in der Produktbeschreibung genannt. Sie müssen als Verbraucher zunächst nicht beweisen, ob ein Mangel bereits beim Kauf bestanden hat: Innerhalb der ersten sechs Monate wird standardmäßig angenommen, dass dies der Fall ist. Danach greift die sogenannte Beweislastumkehr und Sie müssen beweisen, dass ein aufgetretener Mangel be-

reits bestand oder im Produkt von vornherein angelegt war.

Die Rücksendung defekter Geräte ist übrigens für den Verbraucher kostenlos. Der Händler darf auch keinen Obolus für einen Reparatur-Kostenvoranschlag erheben – auch dann nicht, wenn sich die Reklamation als unberechtigt herausstellt. Seriöse Händler schicken Ihnen einen Rücksendeschein inklusive Adresse und Porto, den Sie auf das Paket kleben können.

Der Händler hat zwei Reparaturversuche: Nach der zweiten erfolglosen Nachbesserung können Sie auf Austausch des Geräts oder Wandlung bestehen. Legen Sie das Netzteil und Originalzubehör Ihres Notebooks mit in den Karton, damit der Händler das Gerät gegebenenfalls zurücknehmen oder umtauschen kann.

### eBay-Händler will nicht reparieren

**?** Ich habe auf eBay ein Smartphone gekauft, das nicht richtig funktioniert. Der kommerzielle Anbieter gibt sich jetzt als Privatverkäufer aus und will das Gerät deshalb nicht zurücknehmen.

**!** Ob jemand Privatverkäufer oder Unternehmen ist, entscheidet nicht der Zusatz „Privatverkauf“ im Angebot. Vielmehr richtet sich die Einstufung danach, ob jemand mit dem Verkauf einer gewerblichen Tätigkeit nachgeht – dann ist er „Unternehmer“ und keine Privatperson im rechtlichen Sinn.

Mit der Einstufung als Unternehmen tritt das Widerrufsrecht in Kraft: Im Versandhandel erworbene Ware können Verbraucher ohne Angabe von Gründen innerhalb der ersten 14 Tage zurückschicken – wenn auch auf eigene Kosten. Einige große Online-Versender wie beispielsweise Zalando legen ihren Sendungen einen Rücksendeschein bei, mit dem Sie im Falle eines Falles die Ware kostenlos zurückschicken können. Verpflichtet ist der Händler dazu aber nicht.

Außerdem trägt ein Unternehmen das Versandrisiko. Das ist bei Privatverkäufern anders: Hier ist der Verkäufer nur verpflichtet, die Ware sicher zu verpacken und einem se-

riösen Frachtunternehmen zu übergeben. Geht auf dem Transport etwas kaputt, sollte sich der Käufer direkt an das Transportunternehmen richten.

### Refurbished und gebrauchte Hardware

**?** Ich habe einen gebrauchten PC bei eBay gekauft. Nach gut einem Jahr bootet das Gerät nicht mehr. Muss der Händler das beheben?

**!** Die gesetzliche Gewährleistungsfrist für Gebrauchtgeräte umfasst ein Jahr. Insoweit ist der Händler mehr als ein Jahr nach dem Kauf nicht mehr in der Pflicht. Bei Privatverkäufen kann die Frist verkürzt werden oder sogar ganz entfallen, sofern keine arglistige Täuschung vorliegt.

### Im Ausland kaufen

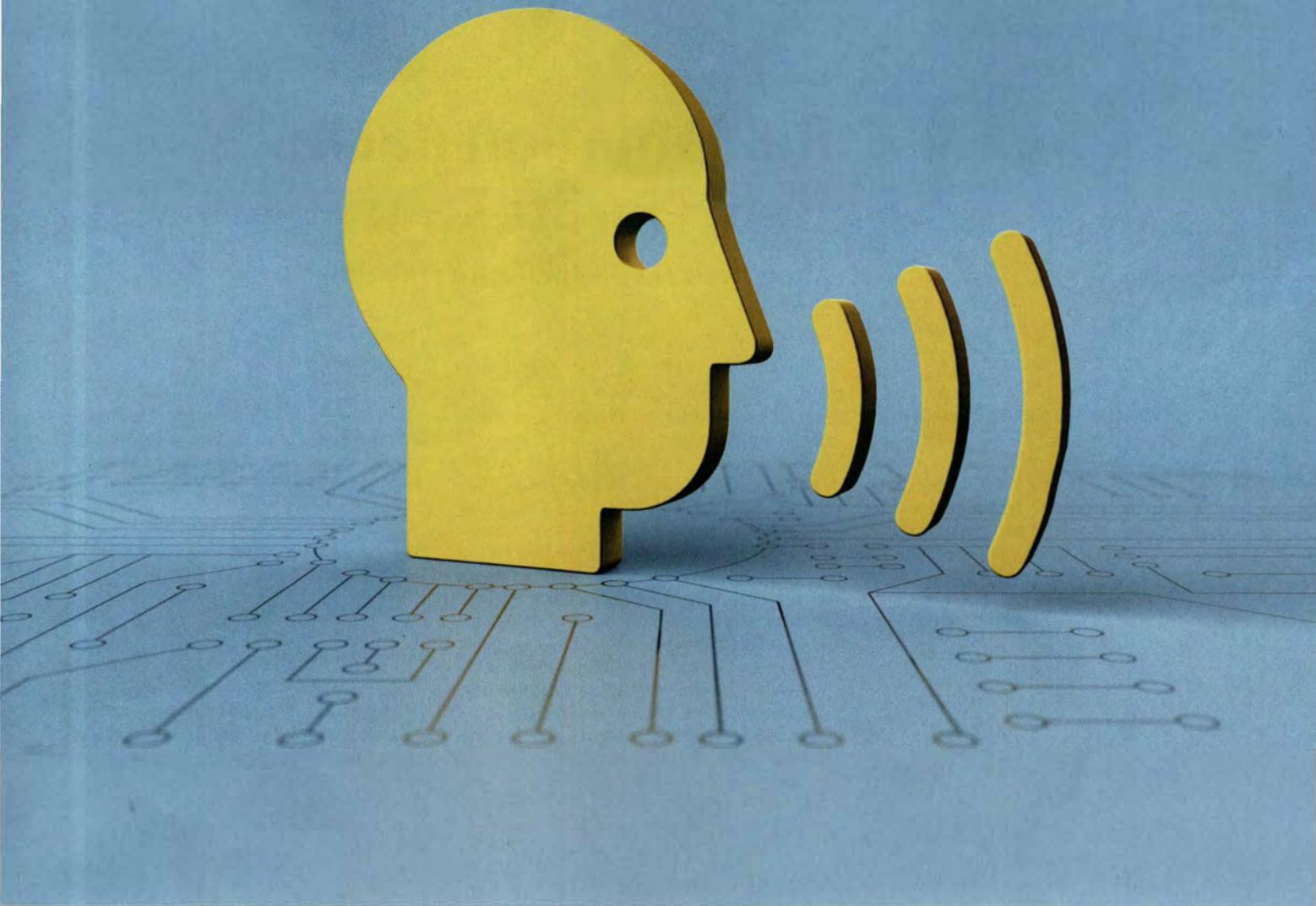
**?** Ich habe im Ausland ein Tablet gekauft, das jetzt repariert werden muss. An wen wende ich mich?

**!** Wenn Sie das Gerät im EU-Ausland besorgt haben, steht der Händler in der gleichen Pflicht, als hätten Sie es hierzulande gekauft – er muss die bestimmungsgemäße Funktion 24 Monaten lang gewährleisten, mit Beweislastumkehr nach 6 Monaten. Auch die Rücksendung des defekten Geräts ist kostenlos und der Händler hat zwei Nachbesserungsversuche – auf seine Kosten, versteht sich.

Schwierigerwirds, wenn Sie das Tablet außerhalb der EU gekauft haben. In vielen Ländern gelten andere Regelungen und es kann schwierig werden, das jeweils bestehende Recht durchzusetzen. Außerdem muss man damit rechnen, dass die Hin- und Herschickrei einige Wochen dauert.

Große Unternehmen wie Apple oder Samsung bieten weltweite Garantien. Diese werden in jedem Land von den lokalen Niederlassungen abgewickelt. Das ist aber eine freiwillige Leistung; genauso gut kann der Hersteller auf das Land verweisen, in dem Sie das Gerät gekauft haben.

(uk@ct.de)



Hilko Holweg

# Der eigene Butler

## Digitaler Assistent mit Offline-Spracherkennung im Eigenbau

Ein Raspberry Pi und die Open-Source-Software Jasper reichen aus, um sich einen digitalen Butler zu basteln. Mit ein paar Python-Kenntnissen bringt man ihm etwa bei, eintreffende Nachrichten aus RSS-Feeds vorzulesen.

Eine künstliche Intelligenz wie Tony Starks „Just A Rather Very Intelligent System“ (J.A.R.V.I.S) in den Iron-Man-Filmen muss es ja nicht gleich sein. Aber ein digitaler Helfer, der auf Zuruf Aufgaben erledigt, Fragen beantwortet und zur rechten Zeit die richtigen Informationen parat hat, wäre schon nett.

Tatsächlich setzen Amazon, Apple, Google und Microsoft mit Alexa, Siri, Google Now und Cortana auf genau solche KI-Helfer. Doch alle genannten Ansätze haben einen

Haken: Sie arbeiten Cloud-basiert und erlauben den Anbietern, glasklare Profile der Nutzer anzulegen. Noch dazu hat man selbst keinen Einfluss auf die Funktionen der digitalen Assistenten.

Doch es geht auch ohne Internetverbindung und Schnüffelei: Wer ein wenig Bastelarbeit, die Kommandozeile und einfache Programmierung nicht scheut, kann sich mit Hilfe eines Raspberry Pi und des Open-Source-Projekts Jasper einen eigenen digitalen

Butler bauen. Jasper und alle anderen genannte Projekte können Sie über den c't-Link am Ende des Artikels herunterladen.

### TTS, STT, WTF?

Für die Spracherkennung (Speech-To-Text, STT) kann man zwischen verschiedenen Cloud-Diensten wie der Google Speech API und lokaler Spracherkennung wie PocketSphinx wählen. Per Mikrofon wird die Sprache

an die Software übergeben, diese versucht dann Wörter zu erkennen und liefert den erkannten Text an das Programm zurück, auf den Jaspers Module reagieren sollen. Damit der Computer Antworten sprechen kann, nutzt man eine Text-To-Speech-Software (TTS). Dazu wird der vorzulesende Text an die TTS-Software übergeben, die daraus Sprache synthetisiert und eine Audio-Datei erzeugt, die anschließend abgespielt wird.

Jasper ist modular aufgebaut, sodass man die gewünschten Funktionen den eigenen Wünschen anpassen kann. So kann der selbstgebaute Butler die Zeit ansagen, Google-Mail-Konten abrufen oder Spotify steuern. Mit selbst geschriebenen Modulen lässt er sich einfach erweitern. Hat man beispielsweise Philips' Hue-Lampen im Haus, kann man in Python ein Modul für Jasper schreiben, um diese per Sprachbefehl zu steuern. Wer vorher noch etwas Python üben möchte, dem sei der kostenlose Kurs bei Codecademy empfohlen.

Im Folgenden erklären wir die Installation von Jasper und zeigen die Modul-Entwicklung am Beispiel eines einfachen Standard-Moduls für Philips Hue und einem Notification-Modul, mit dem Jasper selbstständig einen RSS-Feed abfragt und sich meldet, wenn es etwas Neues gibt.

## Ein Zuhause für Jasper

Die Jasper-Projekt-Website führt eine Beispielkonfiguration auf. Dort ist auch eine Liste der mit Raspberry Pi kompatiblen Geräten verlinkt.

Wir haben für diesen Artikel folgendes Setup verwendet:

- Raspberry Pi Model B
- SDHC-Speicherkarte (4 GByte)
- Micro-USB-Netzteil
- Edimax 150 Mbps Nano-USB-WLAN-Adapter
- USB-Mikrofon „Akilo“ Kinobo

Jasper ist schnell auf dem Raspberry Pi eingerichtet. Wir haben uns für diesen Artikel an „Method 1: Quick Start“ gehalten und ergänzen sie um Hilfestellungen, wo es nötig ist. Laden Sie zunächst das Disk-Image für den Raspberry Pi Model B von der Jasper-Website herunter und entpacken es. Unter Windows eignet sich dafür beispielsweise 7-Zip, unter Linux erledigt das der Konsolbefehl

```
tar -xvf jasper-disk-image.tar.gz
```

Das Image jasper-disk-image.img spielen Sie auf die SD-Karte – beispielsweise mit Gnome Disks (Linux), dem Kommandozeilen-Tool dd (Linux und OS X) oder mit Win32 Disk Imager (Windows).

Die SD-Karte stecken Sie dann in den Mini-Computer, stöpseln WLAN-USB-Adapter, Tastatur sowie Monitor an und stellen die Stromverbindung her, um den Raspi zu starten.

Am Login-Prompt angekommen gibt man den Username pi und das Passwort raspberry ein. Das Tastatur-Layout ist standardmäßig englisch eingestellt, sodass das „y“ auf deutschen Tastaturen auf dem „z“ liegt. Um das Tastatur-Layout anzupassen, öffnet man die entsprechende Konfigurationsdatei mit dem Editor Nano mittels

```
sudo nano /etc/default/keyboard
```

ändert die Zeile XKBLAYOUT="gb" in XKBLAYOUT="de", speichert mit Strg+O die Änderung durch Bestätigung des Dateinamens und schließt

den Editor mit Strg+X. Nach einem Neustart (sudo reboot) ist die Änderung wirksam.

Um Jasper später flexibler positionieren zu können, verwenden wir den erwähnten Edimax-WLAN-Adapter, dessen Hardware vom Linux-Kernel des Jasper-Images unterstützt wird. Man konfiguriert ihn mittels

```
sudo nano /etc/network/interfaces
```

und trägt die benötigten Parameter ein, so dass die Datei wie folgt aussieht:

```
auto lo
iface lo inet loopback
iface eth0 inet dhcp
allow-hotplug wlan0
auto wlan0
iface wlan0 inet dhcp
    wpa-ssid "<SSID>"
    wpa-psk "<PASSWORD>"
```

Die Platzhalter <SSID> und <PASSWORD> müssen dabei durch den Netzwerknamen und das Passwort ersetzt werden. Der Befehl

```
sudo service networking reload
```

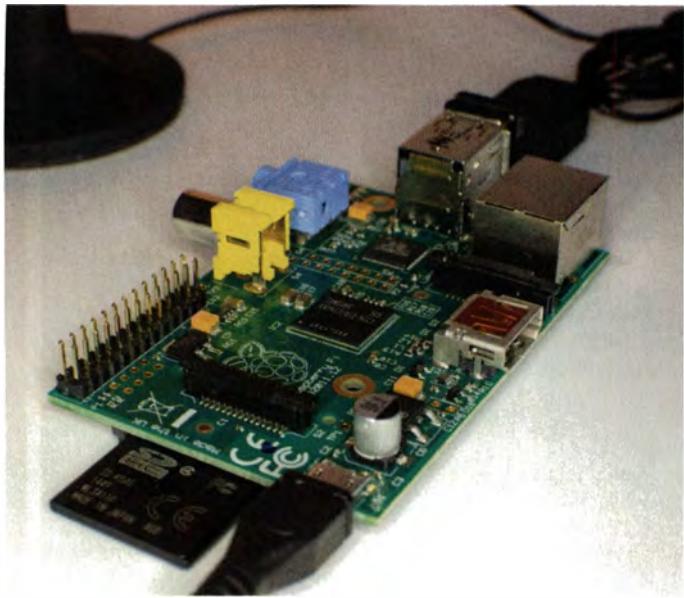
aktiviert die neuen Einstellungen. Anschließend zeigt sudo ifconfig, ob der WLAN-Adapter (wlan0) erfolgreich eine Verbindung aufbauen konnte und eine IP-Adresse zugewiesen bekommen hat.

Im nächsten Schritt sollten Sie das schon etwas betagte Disk-Image auf den neuesten Stand bringen. Das erledigen die vier folgenden Befehle:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
sudo apt-get install rpi-update
sudo rpi-update
```



Viel Hardware braucht man für seinen persönlichen digitalen Butler nicht.



Den zusammengesteckten Komponenten haucht Jasper Leben ein.

Dabei installieren die beiden letzten Befehle die aktuelle Firmware auf dem Gerät. Am Ende sollten Sie einen Neustart durchführen.

## Flüsse werden

Jetzt ist alles Nötige erledigt, um den Raspi künftig ohne Monitor und Tastatur betreiben zu können. Fahren Sie den Raspi vor dem Abstöpseln der Komponenten mit shutdown -h now herunter und trennen Sie die sudo-Stromverbindung.

Stecken Sie nun das für die Sprachbefehle benötigte USB-Mikrofon an den Raspi. Soll Jasper auch hörbar antworten, brauchen Sie außerdem Aktivlautsprecher oder eine Verbindung zur Stereoanlage, die sie über die 3,5-mm-Klinkenbuchse des Raspberry Pi herstellen können.

Zwecks weiterer Konfiguration verbindet man sich aus der Ferne via Secure Shell (SSH) mit dem Raspi: Unter Linux und OS X eignet sich dafür SSH auf der Kommandozeile, Windows braucht dazu ein Tool wie Putty (siehe c't-Link). Im Netzwerk macht sich der Raspberry Pi als „raspberrypi“ bekannt und mit vorangestelltem „pi@“ schicken Sie vor-

aus, dass Sie sich als User „pi“ anmelden möchten. Das bekannte Passwort autorisiert den Zugriff.

ssh pi@raspberrypi

Obacht, wenn man nun an einem System mit deutschem Tastatur-Layout sitzt, dann ist das „y“ wieder da, wo man es erwartet.

## Installation und Konfiguration

Folgen Sie auf der Projekt-Website dem Abschnitt „Install Jasper“. Die genannten Befehle können Sie eins zu eins kopieren und ausführen. Anschließend geht es weiter mit „Configuring Jasper“. Um das Nutzerprofil anzulegen, führt man im Verzeichnis ~/.jasper/client den Befehl python populate.py aus. Das daraufhin ablaufende Skript leitet mit einfachen Fragen durch den Prozess. Aus den Antworten wird die Datei /home/pi/.jasper/profile.yml erzeugt, die man auch nachträglich bearbeitet kann.

Für diesen Artikel haben wir uns für die lokale Spracherkennungssoftware PocketSphinx entschieden, da Jasper für diese keine Internet-Verbindung benötigt. Entsprechend

```
import requests, json, re
WORDS = ["LIGHTS", "OFF"]
PRIORITY = 10
BRIDGE = '192.168.1.7'

def switchLightsOff():
    bridge_url = 'http://'+ BRIDGE + '/api/newdeveloper/'
    route = 'groups/0/action/'
    action_url = bridge_url + route
    transfer_data = json.dumps({"on": False })
    req = requests.put(action_url, data=transfer_data)

def isValid(text):
    return bool(re.search(r'\blights off\b', text, re.IGNORECASE))

def handle(text, mic, profile):
    mic.say("As you please!")
    switchLightsOff()
```

Mit diesem kurzen Beispielskript schaltet Jasper auf Befehl Hue-Lampen aus.

geht es im Abschnitt „Configuring the Pocketsphinx STT engine“ weiter. Alle weitere Software, die zum Betrieb benötigt wird, ist bereits im Disk-Image für den Raspi enthalten und muss nicht extra installiert werden. Für Pocketsphinx passen Sie die profile.yml wie folgt an:

```
stt_engine: sphinx
pocketsphinx:
fst_model: '/home/pi/phoneticus/g014b2b.fst'
hmm_dir:
'/usr/local/share/pocketsphinx/model/hmm/en_US/
hub4wsj_sc_8k'
```

Danach wählt man eine Text-To-Speech-Engine („Choosing a TTS engine“). Wir haben das voreingestellte eSpeak verwendet, das man ebenfalls in profile.yml einträgt:

```
tts_engine: espeak-tts
```

Auf der Projekt-Website gibt es unter „Other things to configure“ weitere Konfigurations-tipps – etwa für Wetterdaten, Spotify, Facebook und andere Module. Zum Verständnis dieses Artikels sind sie aber nicht wichtig.

## Audio-Qualität

Damit die STT-Software eine Chance hat, die gesprochenen Worte zu erkennen und in Sprachkommandos für Jaspers Module umzusetzen, muss die Audioqualität stimmen. Diese wird vom eingesetzten Mikrofon, dem Raspberry Pi und nicht zuletzt von der eigenen Aussprache beeinflusst. Soll beispielsweise ein Modul reagieren, wenn man „Is Cthulhu awake?“ fragt, ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass die STT-Software das Wort „Cthulhu“ ohne spezielles Training von vornherein richtig erkennt.

Um die Audio-Technik zu testen, kann man einen kurzen Sprachschnipsel aufzeichnen:

```
arecord temp.wav
```

Die Tastenkombination Strg+C stoppt die Aufnahme. Anschließend lässt sich die Wave-Datei wie folgt abspielen:

```
aplay -D hw:1,0 temp.wav
```

Der für diesen Artikel verwendete Raspberry Pi Model B lieferte anfangs eine grausige Aufnahmegerade. Ursache war ein Fehler am USB-Port, der beim Model B durch Software-Updates inzwischen behoben wurde.

## Module

Jasper unterscheidet zwischen einem „Standard Module“ und einem „Notification Module“. Bei ersterem geht die Interaktion vom Nutzer aus, beim zweiten meldet sich Jasper von selbst. Für beide bietet die Projekt-Website eine Dokumentation.

In einem ersten Beispiel soll Jasper auf Kommando das Licht ausschalten – genauer gesagt Philips' Hue-Lampen, die sich über eine API ansprechen lassen. Dafür müssen die Hue-Lampen bereits eingerichtet und der API-User „newdeveloper“ autorisiert sein. Im nachfolgenden Listing gehen wir davon

# Und Action:

special

## ct iPhone und iPad

Mit dem Besten aus Mac & i

Winter 2015/2016

### Android, Windows? Tschüss!

Argumente und Tipps zum Umstieg • Einführung in iOS  
Tipps für Fortgeschrittene  
Von Akkulaufzeit bis Siri

App-Empfehlungen  
Office • Tools • Foto, Filme, Musik  
Finanzen • Sicherheit • Bildung  
Reisen • Navi • Gesundheit

Die besten Spiele  
Jump 'n' Run, Action & Co.

Praktisches Zubehör  
Autohalterungen, Zusatz-Akkus  
Tastaturen, Hüllen, 3D-Brillen



Überblick: iPhone 4s bis 6s Plus, iPad 2 bis Pro, iPad mini 2 bis 4  
**iPhone und iPad: Kaufberatung**  
Gebraucht oder neu • Features und Funktionen im Vergleich

Jetzt für nur 9,90 € bestellen.

shop.heise.de/ct-iphone2016 service@shop.heise.de

Auch als eMagazin erhältlich unter: shop.heise.de/ct-iphone2016-pdf



Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten  
oder ab einem Einkaufswert von 15 €



heise shop

shop.heise.de/ct-iphone2016



aus, dass die zur Ansteuerung nötige Hue Bridge im selben Netzwerk wie der Raspberry Pi und unter der statischen IP-Adresse 192.168.1.7 erreichbar ist.

Das Listing wird unter /home/pi/jasper/client/modules/Hue.py abgelegt; Sie finden alle Listings unter dem c't-Link.

WORDS, PRIORITY und die Funktionen handle() sowie isValid() werden in jedem Standard-Modul von Jasper benötigt. Die Funktion switchLightsOff() haben wir für das Beispielmodul geschrieben. Die erste Zeile gibt an, welche Python-Module das Script benötigt. In WORDS muss man alle Wörter auflisten, die die Speech-To-Text-Engine dieses Moduls erkennen soll. Mit PRIORITY kann man bei Wort-Konflikten eine Rangfolge festlegen, wenn mehrere Module mit denselben Wörtern arbeiten.

switchLightsOff() baut eine simple URL für den Aufruf der Rest-API zusammen und definiert die JSON-Daten "on": False, was dafür sorgt, dass die Hue-Lampen ausgeschaltet werden; die letzte Zeile der Funktion schickt den Request ab.

isValid() definiert, welche Worte akzeptiert werden, um das Modul auszulösen. Hier wird mit einem regulären Ausdruck der vom User erkannte Text durchsucht. Die einfache Formulierung „lights off“ sorgt dafür, dass „Please switch the lights off“ genauso gut funktioniert wie „Switch the lights off, please“ oder schlicht „Lights off“. Man sollte für die Erkennung allerdings mit möglichst wenigen, einfachen Kommandos arbeiten. Wichtig ist auch, dass Worte in der isValid()-Funktion in der eingangs erwähnten WORDS-Liste auftauchen müssen.

Wurde der Begriff erkannt, ruft das Script die Funktion handle() auf, die festlegt, was weiter geschehen soll. Im Beispiel antwortet Jasper „As you please!“ und führt unsere Funktion switchlightsOff() aus. Kurz darauf sollten die Lampen ausgehen und das Modul ist beendet.

Um die Hue-Lampen einzuschalten, kann man ein zweites Modul bauen oder das Beispiel-Modul erweitern.

## Auf der Lauer

Einem guten Assistenten muss man aber nicht alles aus der Nase ziehen. Relevante Informationen sollte er selbstständig besorgen und sich melden, wenn etwas Wichtiges geschieht. Bei Jasper erledigen diesen Job „Notification Modules“. Als Beispiel haben wir ein Feedreader-Modul für eine Website gebaut. Jasper schaut alle 30 Sekunden nach, ob es etwas Neues gibt und liest dann gegebenenfalls den Titel der neuesten Meldung vor.

Das Python-Skript dafür wird als rss.py ins „modules“-Verzeichnis zu den anderen Modulen gelegt (siehe Listing-Kasten oben rechts).

Das Notification-Modul sieht auf den ersten Blick wie ein Standard-Modul aus: Die isValid()- und handle()-Funktionen, WORDS sowie PRIORITY gibt es weiterhin. Da in diesem Bei-

```
import feedparser
import re
from dateutil.parser import parse as parse_date

WORDS = ["WIRED", "NEWS"]
PRIORITY = 10
URL = 'http://www.wired.com/feed/'

def getMostRecentDate(articles):
    dates = [n["date"] for n in articles]
    dates.sort(reverse=True)
    if dates:
        return dates[0]
    return None

def getTopArticles(maxResults=None, since=None):
    d = feedparser.parse(URL)
    articles = []
    count = 0

    for post in d.entries:
        if not since or parse_date(post.published) > since:
            articles.append({"headline": post.title, "date": parse_date(post.published)})
            count += 1
            if maxResults and count == maxResults:
                break

    return articles

def handle(text, mic, profile):
    mic.say("Let's see if there is something new.")
    articles = getTopArticles(maxResults=5)
    headlines = ""

    if len(articles) == 1:
        response = "There is one article"
    elif len(articles) > 1:
        response = "There are %s articles" % len(articles)
    else:
        mic.say("Sorry, but no articles could be found.")

    mic.say(response)

    for article in articles:
        headlines += article["headline"].encode('utf-8') + "..."

    mic.say(headlines)

def isValid(text):
    return bool(re.search(r'\bwired news\b', text, re.IGNORECASE))
```

Jasper kann auch selbst aktiv werden und neue Nachrichten aus RSS-Feeds vorlesen.

spiel News von der Website wired.com gelesen werden, kann man mit „Jasper – Wired News“ das Modul wie gehabt per Sprachbefehl auslösen.

Die getTopArticles()-Funktion ruft den weiter oben in URL definierten Feed ab und liefert ein Array mit Titel (headline) und Veröffentlichungsdatum (date) zurück, wobei die Artikeltitel anschließend in der handle()-Funktion verkettet und von Jasper vorgelesen werden. Der Parameter maxResults begrenzt dabei die Anzahl der Artikel (im Beispiel auf fünf).

Die Funktion getMostRecentDate() nimmt als Parameter eine Liste von Artikeln entgegen und gibt das jüngste Datum aus der Liste der Artikel zurück. Die Notification-Funktion von Jasper benötigt diese Information, um beim erneuten Abruf des RSS-Feeds herauszufinden, ob seit dem letzten Abruf neue Artikel hinzugekommen sind.

Um es als Notification-Modul einzurichten, erweitern Sie die Datei /home/jasper/client/notifier.py und fügen ganz oben die Zeile from modules import rss hinzu. In class Noti-

fier(object) ergänzen Sie die handleRSSNotifications()-Funktion (siehe Listing auf S. 149).

Jasper ruft diese Funktion alle 30 Sekunden auf und liefert das Datum zurück, das den Zeitstempel des neuesten Artikels darstellt. Die erste Zeile der Funktion ruft die bereits bekannte Funktion getTopArticles() aus dem RSS-Modul auf. Es sollen maximal fünf Artikel zurückgeliefert werden und zwar nur solche, die seit dem letzten Abruf hinzugekommen sind. Nun bekommt getMostRecentDate() seinen Auftritt. Sind neue Artikel vorhanden, wird die Variable lastDate aktualisiert. Eine Schleife über die Liste der neuen Artikel lässt Jasper zunächst einen kleinen Intro-Text sprechen, um für etwas Kontext zu sorgen – der persönliche Assistent fängt nämlich bei einem Notification-Modul aus heiterem Himmel an, seine Informationen herauszuposaunen. Am Ende jedes Schleifendurchlaufs fügt die Zeile

```
self.q.put(article["headline"].encode('utf-8'))
```

den Titel des Artikels zur Warteschlange hinzu, welche kurz darauf abgearbeitet wird.

Die explizite UTF-8-Kodierung war nötig, um nicht über Sonderzeichen im RSS-Feed zu stolpern.

Schließlich macht man in der `__init__()`-Funktion die neue Notifier-Funktion bekannt, indem man oberhalb der `sched = Background...`-Zeile Folgendes hinzufügt:

```
self.notifiers.append(self.NotificationClient(self.handleRSSNotifications, None))
```

Damit wird dem Notifiers-Array eine neue Instanz der Klasse `NotificationClient()` hinzugefügt, der wiederum die neue `handleRSSNotifications()`-Funktion und kein initialer Timestamp übergeben werden.

Beim Start lädt Jasper von nun an das neue Notification-Modul und schaut alle 30 Sekunden nach neuen Artikeln.

Noch liest Jasper jedoch die Titel der Meldungen nicht vor. Dazu ist noch ein kleiner Eingriff notwendig: Erweitern Sie in der Datei `/home/pi/jasper/client/conversion.py` die Funktion `handleforever()`. Zu der Schleife für `notif in notifications` kommt die Mikrofon-Ausgabe hinzu, sodass die Zeilen schließlich so aussehen:

```
for notif in notifications:
    self._logger.info("Received notification: %s", str(notif))
    self.mic.say(str(notif))
```

## Hilfen für die Entwicklung

Um Probleme bei der Wort-Erkennung mit anderen Standard-Modulen aus dem Weg zu räumen, kann man einige davon auch einfach löschen oder an einen anderen Ort verschieben, sofern man sie nicht braucht. Lediglich `Gmail.py`, `Unclear.py` und `__init__.py` sollte man nicht aus dem „modules“-Verzeichnis entfernen.

Um erst einmal den reinen Programmablauf ohne Sprachinteraktion zu testen, kann man Jasper in einem Kommandozeilen-Modus starten. Das gestaltet sich im Prinzip wie ein Chat mit Jasper, in dem man schreibt, was der User später sagen soll:

```
/home/pi/jasper/jasper.py --local
```

## Jasper-o-Matik

Soll Jasper beim Booten des Raspi automatisch starten, tippen Sie

```
crontab -e
```

ein und ergänzen am Ende die Zeile

```
@reboot /home/pi/jasper/jasper.py;
```

Zum Speichern drückt man Strg+X und bestätigt das Schreiben. Um Jasper manuell zu starten, verwenden Sie

```
/home/pi/jasper/jasper.py
```

Kurz darauf werden Sie mit dem Satz „How can I be of service“ gefolgt von dem im Profil hinterlegten Vornamen begrüßt. Ist Jasper einmal gestartet, läuft eine typische Interaktion wie folgt ab:

```
def handleRSSNotifications(self, lastDate):
    articles = rss.getTopArticles(maxResults=5, since=lastDate)

    if articles:
        lastDate = rss.getMostRecentDate(articles)

        for i, article in enumerate(articles):
            if i == 0 and len(articles) > 1:
                intro = "There are %s new articles, these are the headlines:" % len(articles)
                self.q.put(intro)
            elif i == 0 and len(articles) == 1:
                intro = "There is one new article, its headline is:"
                self.q.put(intro)

            self.q.put(article["headline"].encode('utf-8'))

    return lastDate
```

Damit Jasper automatisch RSS-Feeds vorlesen kann, erweitert man die Notifier-Klasse um obige Zeilen.

Anwender: „Jasper?“  
 Jasper: \*hoher Piepton\*  
 Anwender: \*spricht ein Kommando\*  
 Jasper: \*tiefer Piepton\*  
 Jasper: \*antwortet\*

## Jasper heimvernetzen

Da Jasper auf einem Raspberry Pi läuft, kann man das System auf alle erdenklichen Arten vernetzen. Über die GPIOs lassen sich Sensoren am Pi für eigene Module benutzen, aber auch allerlei APIs können dank Netzwerkverbindung Verwendung finden. Elektrische Geräte lassen sich über die WeMo-Steckdosen ein- und ausschalten. Bindet man Jasper in ein bestehendes Heim-Automationssystem ein, kann man sich beispielsweise am Morgen über die anstehenden Termine im OwnCloud-Kalender informieren lassen und das Wetter zu den hinterlegten Termin-Orten abrufen. Hat man einen Pflanzensor wie Parrots Flower Power, kann Jasper auch zur Stimme der Pflanze werden.

Für etwas mehr J.A.R.V.I.S.-Feeling könnte ein Modul sorgen, das die Daten des Fitbit-Aktivitätstrackers abfragt und zum Sport ermahnt, wenn die Schrittzahl über mehrere Tage unter den 10 000 geblieben ist. Wem es noch an Ideen mangelt, der findet bei [programmableweb.com](http://programmableweb.com) eine lange Liste von APIs.

## (Entfernte) Verwandte

Beim Trend zu digitalen Assistenten wäre es verwunderlich, wenn es neben Jasper nicht weitere, ähnliche Projekte gäbe. Die Open-Source-Software Sirius des Clarity Lab der University of Michigan ist seit März 2015 verfügbar. Sie bringt neben der obligatorischen Spracherkennung einen Frage-und-Antwort-Mechanismus mit und will auch Bilder erkennen. Da so komplexe Aufgaben die Leistung eines Raspberry Pi leicht übersteigen, kommt die Rechen-Power von Sirius aus der Cloud.

Eine weitere Open-Source-Software für Linux und Windows (Support für OS X ab 10.6 in Entwicklung) ist Simon. Deren Hauptaufgabe ist die Steuerung des Desktops per Sprache, das Aufrufen von Programmen, In-

haltseingabe und Mausbewegungen. Als Unterbau für die Spracherkennung dient Julius, eine freie Spracherkennungs-Software, die von sich aus nur über die Kommandozeile erreichbar ist. Ursprünglich wurde sie für die Forschung entwickelt, kann dank freier Lizenz aber für eigene Projekte genutzt werden. Daher steht sie auch für Jasper zur Verfügung. Es existiert außerdem ein JavaScript-Port namens JuliusJS.

Von der Human Language Technology and Pattern Recognition Group der RWTH Aachen stammt das Software-Paket RWTH ASR (RASR), das seit 2001 entwickelt wird und für Linux und Mac OS X zur Verfügung steht. Die Software kann für nichtkommerzielle Zwecke eingesetzt werden und unterstützt seit Version 0.6 neuronale Netze.

Wer sich nur für einen digitalen Assistenten auf dem Smartphone interessiert, dem bieten die App Stores eine Fülle an Sprachassistenten. Manche sind kostenlos, manche locken mit komplexen Funktionen in zusätzlichen Pro-Versionen, wieder andere arbeiten mit in-App-Käufen für Zusatzfunktionen. Häufig decken die vom Betriebssystem mitgelieferten Assistenten wie Cortana, Siri und Google Now aber schon viele der Funktionen ab. Und wie man sie sogar dazu bringt, das Smart Home zu steuern, haben wir in [1] beschrieben.

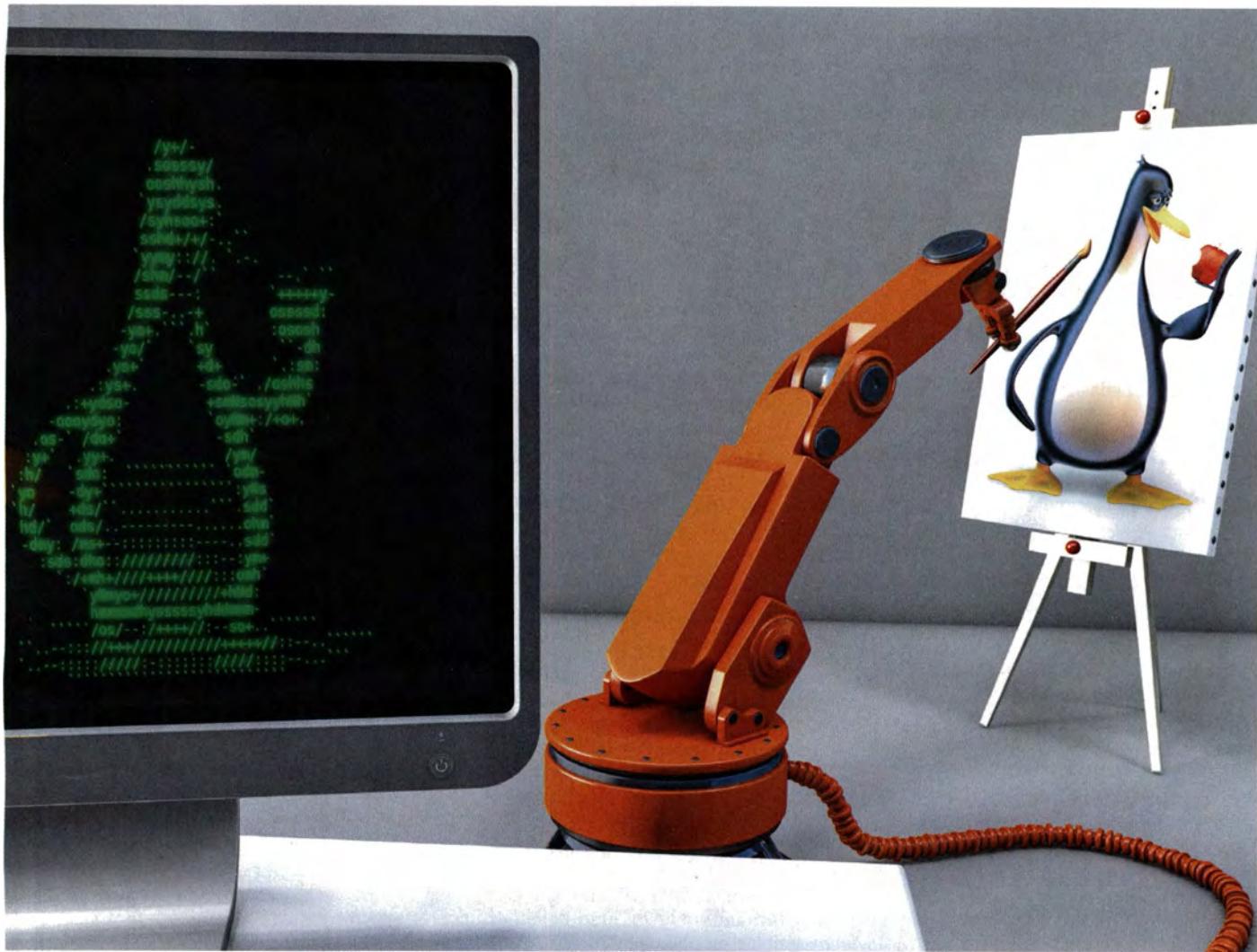
Jaspers modularer Aufbau ist und bleibt ein großer Pluspunkt des Systems. Die Möglichkeit, System-Elemente (vor allem der STT- und TTS-Engines) auszutauschen, ohne Module neu schreiben zu müssen, lädt zum Tüfteln ein. Der Raspberry Pi als Hardware-Basis bietet nicht zuletzt wegen seiner GPIO-Schnittstelle eine Fülle an Möglichkeiten. Mit Python als Programmiersprache lassen sich mit wenig Aufwand nützliche Aufgaben für die Sprachbefehle definieren beziehungsweise hilfreiche Notification-Module verfassen.

(vza@ct.de)

## Literatur

[1] Nico Jurran, Elektronischer Butler, Sprachassistenten fürs smarte Heim, c't 16/15, S. 138

 Anleitungen und Downloads: [ct.de/yzpc](http://ct.de/yzpc)



Tim Schürmann

# Flotter Bilder-Zauber

## Bildverarbeitung auf der Kommandozeile mit ImageMagick

Schnell einen ganzen Stapel von Bildern skalieren, drehen oder in einer Webgalerie präsentieren: Die Kommandozeilenwerkzeuge der Tool-Sammlung ImageMagick erledigen all diese Aufgaben wesentlich schneller als Gimp & Co. Auf den meisten Linux-Systemen ist der praktische Werkzeugkasten noch dazu bereits vorinstalliert.

**W**er unter Linux „schnell mal eben“ ein Foto in ein anderes Format konvertieren muss, greift in der Regel zu einem Terminal und dem Befehl convert. Entgegen einer recht verbreiteten Annahme ist convert jedoch kein eigenständiges Tool, sondern ein Bestandteil des ImageMagick-Pakets. Mit dessen derzeit elf mächtigen Programmen lassen sich auf der Kommandozeile Pixelbilder nachbearbeiten und manipulieren. Auch convert leistet weitaus mehr, als sein Name suggeriert. So kann es unter anderem Bilder

rotieren, skalieren, beschneiden und mit Texten versehen. Viele der ImageMagick-Tools laufen nicht nur unter Linux, sondern auch unter Windows und Mac OS X.

Die meisten Linux-Distributionen installieren ImageMagick standardmäßig mit, andernfalls reicht ein Griff zum jeweiligen Paketmanager. OS-X-Nutzer holen sich die Tool-Sammlung am schnellsten über MacPorts und den Befehl sudo port install ImageMagick. Sogar für Android und iOS gibt es Bibliotheken. Für Windows stellen die ImageMagick-

Entwickler passende Installationsprogramme auf ihrer Homepage bereit (alle Downloads siehe c't-Link am Ende des Artikels). Unter Windows müssen statt Hochkommata in Befehlen allerdings Anführungszeichen verwendet werden.

### Konvertieren

Das bekannteste Kommando aus der ImageMagick-Sammlung ist convert. Mit folgendem Aufruf wandelt das Tool das JPEG-Foto

bild.jpg in das PNG-Format um und speichert das Ergebnis als bild.png:

```
convert bild.jpg bild.png
```

Das Dateiformat erkennt convert an der Endung. Doch Vorsicht: Wenn die Zielfile bild.png bereits existiert, überschreibt das Tool sie ohne Rückfrage. Sofern das Ziel eine JPEG-, MIFF- oder PNG-Datei ist, können Sie mit dem Parameter -quality den Kompressionsgrad bestimmen:

```
convert original.jpg -quality '75%' kopie.jpg
```

Je kleiner die Zahl, desto stärker komprimiert convert das Bild. Bei verlustbehafteten Bildformaten wie JPEG sinkt dabei die Bildqualität.

## Bilder vergleichen

Wie stark sich Original und Kopie unterscheiden, findet anschließend der Befehl compare heraus:

```
compare bild.jpg kopie.jpg diff.jpg
```

Hier vergleicht das Tool pixelweise das Bild bild.jpg mit dem Bild kopie.jpg und erstellt ein Differenzbild in der Datei diff.jpg. In Letzterem sind alle Unterschiede rot gefärbt, alle weißen Partien hingegen in beiden Bildern identisch. Mit compare kommt man so auch versteckten Botschaften auf die Spur und kann nachverfolgen, ob jemand das Bild verändert hat.

## Stapelverarbeitung

Um alle Bilder in einem Verzeichnis umzuwandeln, spannen die meisten Nutzer convert in ein Skript ein. Dazu genügt der folgende Codeschnipsel, der alle JPEG-Bilder im aktuellen Verzeichnis in das PNG-Format konvertiert:

```
for i in *.jpg;
do convert "${i}" "${basename ${i}}.png"
done

convert kann das aber auch selbst, was allerdings einen etwas kryptischen Befehl erfordert:
```

```
convert -set filename:f '%t.png' *.jpg +adjoin /
```

Der erste Parameter -set filename:f definiert eine Vorlage für die Dateinamen der fertigen Bilder. Der Platzhalter %t steht dabei für den Dateinamen der eingelesenen Datei ohne dessen Endung. Im obigen Beispiel erhält die Ausgabedatei zusätzlich die Endung „.png“. Das folgende \*.jpg führt convert alle JPEG-Bilder zu. +adjoin weist das Tool an, jedes Bild einzeln auszugeben und nicht alle in einer einzigen PNG-Datei zusammenzustackern. Der letzte Teil PNG:'%[filename:f]' sorgt dafür, dass convert jede verarbeitete Datei im PNG-Format speichert und den Dateinamen dabei gemäß der Vorlage wählt. Nach dem gleichen Prinzip können Sie auch die folgenden Befehle auf alle Bilder in einem Verzeichnis ansetzen.

## PDF-Dokumente verarbeiten

Neben Pixelbildern jongliert convert sogar mit PDF-Dokumenten. Das ist beispielsweise nützlich, wenn Sie Vortragsfolien aus einer PDF-Datei als Diashow ins Internet stellen möchten:

```
convert -density 150 vortrag.pdf folie.jpg
```

convert speichert dabei jede Seite aus der Datei vortrag.pdf mit einer Auflösung von 150 dpi in einer eigenen JPEG-Datei. Diese tragen die Namen folie-1.jpg, folie-2.jpg und so weiter. Ohne den Parameter -density verwendet convert 72 dpi. Benötigen Sie nur eine Seite, hängen Sie ihre Seitenzahl in eckigen Klammern an den Dateinamen an, wobei die Nummerierung bei 0 beginnt. Das Cover eines Buches speichert folglich: convert buch.pdf[0] cover.png. Umgekehrt kann convert auch ein Fotobuch im PDF-Format erzeugen, bei dem auf jeder Seite ein Bild zu sehen ist:

```
convert *.jpg fotobuch.pdf
```

Die einzelnen Seiten sind dabei genauso groß wie das jeweilige Bild. Alternativ geben Sie DIN A4 als Seitenformat fest vor und lassen dann convert auf jeder Seite ein Foto platzieren:

```
convert *.jpg -density 150 -page a4 fotobuch.pdf
```

Allerdings mogelt convert ein wenig und überlässt das Lesen von PDF-Dokumenten dem Programm Ghostscript, das folglich ebenfalls auf Ihrem System installiert sein muss. Die Paketquellen der gängigen Linux-Distributionen halten die Software bereit.

## Animationen

convert kann aus mehreren Bildern auch schnell eine GIF-Animation für das Web bauen:

```
convert -delay 100 *.jpg -loop 0 film.gif
```

Dieses Beispiel backt aus allen JPEG-Bildern im aktuellen Verzeichnis das animierte GIF film.gif. Nach jedem Bild wartet der Browser später eine Sekunde, bevor er zum nächsten

weiterschaltet; das regelt der Parameter -delay 100, der die Wartezeit in Hundertstelsekunden erwartet. Die Zahl hinter -loop 0 gibt die Anzahl der Wiederholungen vor. Bei einer 0 spielt der Browser den Film in einer Endlosschleife ab. Möchten Sie die Bilder in einer bestimmten Abfolge in das GIF packen, reihen Sie einfach Ihre Dateinamen auf:

```
convert 03.jpg 02.jpg 01.jpg -loop 0 film.gif
```

## Skalieren und drehen

Hochauflöste Urlaubsfotos verstopfen gern Mobilfunkverbindungen, weshalb man sie nur verkleinert auf der eigenen Homepage veröffentlichen sollte. Der folgende Befehl schrumpft das Foto gross.jpg auf 1024 mal 768 Pixel:

```
convert gross.jpg -resize 1024x768 klein.jpg
```

Anstelle der Auflösung können Sie auch einen Prozentwert verwenden. Beispielsweise halbiert convert mit -resize "50%" das Bild in der Höhe und Breite, sodass es auf ein Viertel seiner Größe schrumpft. In jedem Fall behält convert das Seitenverhältnis des Ausgangsfotos bei. Soll convert das Bild in die angegebene Auflösung zwingen, müssen Sie dieser noch ein Ausrufezeichen anhängen: -resize 1024x768!. Eine auf der Seite liegende Kirche richtet convert per -rotate wieder auf:

```
convert kirchequer.jpg -rotate '-90' kirchehoch.jpg
```

Bei negativen Werten rotiert convert das Bild gegen den Uhrzeigersinn. Bei einem dem Winkel vorangestellten „<“ dreht convert zudem nur Bilder im Hochformat, bei einem „>“ alle Bilder im Querformat. Sofern die Kamera die Ausrichtung der Fotos in den EXIF-Metadaten speichert (im Datenfeld „Orientation“), dreht der Parameter -auto-orient das Bild in die korrekte Lage:

```
convert -auto-orient foto.jpg korrigiert.jpg
```

Spiegeln lässt sich ein Bild mit -flip horizontal, mit -flop vertikal, mit -transpose diagonal von links oben nach rechts unten und mit -transverse von rechts oben nach links unten.



Mit einem passenden Text wissen alle Daheimgebliebenen, was der Schnappschuss abbildet.



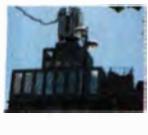
Einen solchen Filmstreifen erstellt man mit dem Tool montage.



convert erzeugt auch Schriftproben, hier der DejaVu Sans.



Zum Einfügen eines Bildes – hier des c't-Logos – in ein anderes dient der Befehl composite.



```
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
0123456789.,;.!?"^)@#$%^&-+@

12 That which does not destroy me, only makes me stronger.
18 That which does not destroy me, only makes me stronger.
24 That which does not destroy me, only makes me stronger.
30 That which does not destroy me, only makes me stronger.
36 That which does not destroy me, only makes me stronger.
42 That which does not destroy me, only makes me stronger.
48 That which does not destroy me, only makes me stronger.
54 That which does not destroy me, only makes me stronger.
60 That which does not destroy me, only makes me stronger.
66 That which does not destroy me, only makes me stronger.
72 That which does not destroy me, only makes me stronger.
```

## Schnell beschnitten

convert kann Bilder auch beschneiden. Im folgenden Beispiel geht das Tool zunächst im Ursprungsbild von der linken oberen Ecke 200 Pixel nach rechts, dann 100 Pixel nach unten. Von dort aus schneidet es einen 400 mal 300 Pixel großen Bereich aus, den es dann in der Datei ausschnitt.jpg speichert:

```
convert bild.jpg -crop 400x300+200+100 ausschnitt.jpg
```

Wenn Sie die Positionsangabe (im obigen Beispiel +200+100) weglassen, zerteilt convert das komplette Foto in 400 mal 300 Pixel große Rechtecke, die in durchnummerierten Dateien landen. In jedem Fall läuft convert in der linken oberen Bildecke los. Mit -gravity können Sie diesen Ursprung an eine andere Stelle verlegen:

```
convert bild.jpg -gravity Center -crop 300x200+0+0 /ausschnitt.jpg
```

Dieser Befehl schneidet einen Bereich aus der Mitte des Bildes aus. Anstelle von Center können Sie auch die Positionen NorthWest, North, NorthEast, West, East, SouthWest, South und SouthEast verwenden.

## Eingerahmt

Für eine Bildergalerie können Sie um jedes Foto einen Rahmen ziehen. Im folgenden Beispiel erhält das Foto bild.jpg einen weißen, zehn Pixel breiten Rand:

```
convert bild.jpg -bordercolor white -border 10 /mitrand.jpg
```

Eine Liste aller möglichen Farbnamen liefert convert -list color. Alternativ können Sie die Farbe in Hexadezimalschreibweise angeben, wie #0000FF für Blau, oder als RGB-Wert in der Notation rgb(0,0,255).



Die Reinoldikirche als Kohlezeichnung (convert bild.jpg -charcoal 2 kohle.jpg).

Der Polaroid-Effekt simuliert ein Papierfoto.

**Text und Wasserzeichen**

Ebenso leicht lässt sich ein Text in das Bild stempeln. Auf diese Weise können Sie den Urlaubsort oder Ihren Namen als Wasserzeichen in einem Foto verewigen:

```
convert bild.jpg -gravity north -font Arial -pointsize 30 -stroke black -annotate 0 'Herrenhäuser Gärten' /mittext.jpg
```

Der Parameter -font legt die Schriftart fest, -pointsize die Schriftgröße und -stroke die Schriftfarbe. Alle verfügbaren Schriftarten und ihre Schreibweise gibt convert -list font aus. Der Parameter -annotate druckt schließlich den Text ins Bild. Die Zahl davor gibt den Drehwinkel an, im obigen Beispiel erscheint der Text waagerecht.

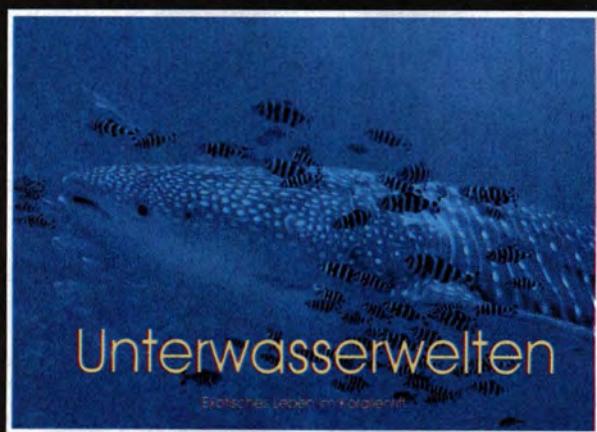
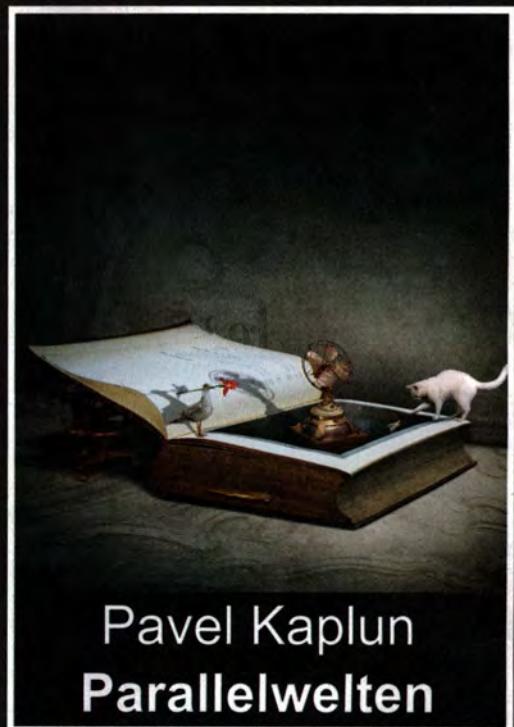
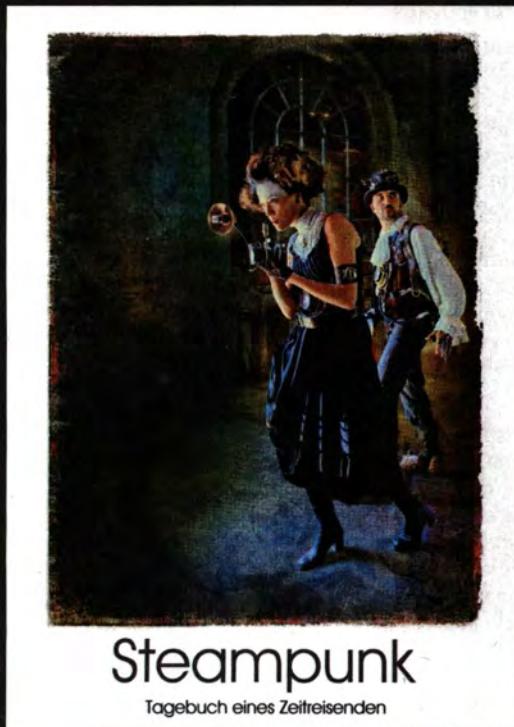
Apropos Schriftarten: Auf Wunsch erstellt convert aus einer Font-Datei eine Vorschau der enthaltenen Schriftart. Im folgenden Beispiel nimmt es sich unter Ubuntu die Schriftart „DejaVu Sans“ zur Brust:

```
convert /usr/share/fonts/truetype/dejavu/DejaVuSans.ttf /schrift.png
```

Diese flippige Website produziert montage mit den Optionen +polaroid und -shadow.

# c't Fotografie Kalender-Edition 2016

Lassen Sie sich das ganze Jahr von kunstvollen Aufnahmen namhafter Fotografen, wie etwa Frank Herfort, Pavel Kaplun oder Wiebke Haas begleiten.



Weitere Kalender aus der c't Digitale Fotografie-Edition finden Sie unter:  
[shop.heise.de/kalender2016](http://shop.heise.de/kalender2016)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten  
oder ab einem Einkaufswert von 15 €

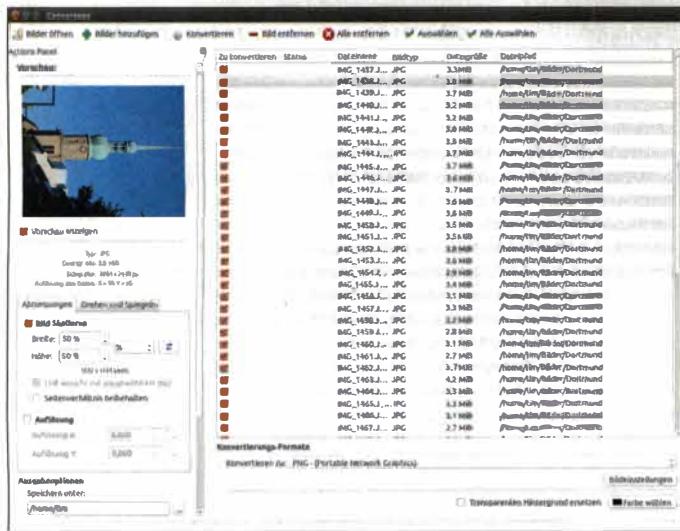
 **heise shop**  
[shop.heise.de/kalender2016](http://shop.heise.de/kalender2016)



## Klickibunti

Zum ImageMagick-Paket gehört auch `display`, das einige ausgewählte Bearbeitungsfunktionen über eine grafische Benutzeroberfläche bereitstellt. Nach dem Aufruf von `display foto.jpg` erscheint das Bild `foto.jpg` in einem Fenster. Ist das Foto größer als der Bildschirm, zeigt `display` nur einen Ausschnitt. Ein zweites kleines Fenster zeigt dann eine Miniaturansicht, wobei der schwarze Rahmen den gerade sichtbaren Ausschnitt markiert. Mit der Maus lässt sich der Rahmen verschieben, Gleicher gelingt über die Pfeiltasten. Ein Linksklick ins Bild holt ein Menü hervor. Die darin angebotenen Bearbeitungsfunktionen sind weitgehend selbsterklärend: „Transform/Rotate Right“ dreht beispielsweise das Bild um 90 Grad im Uhrzeigersinn. Sollte `display` nach der Anwendung eines Effekts die Darstellung nicht aktualisieren, rufen Sie „View/Refresh“ auf. Das geänderte Bild speichern Sie mit „File/Save ...“. Das Kommando `display *.jpg` zeigt alle JPEG-Bilder aus dem aktuellen Verzeichnis an, wobei Sie mit der Leertaste zum nächsten Bild springen. Der Befehl `display vid.*.jpg` erzeugt ein Bild mit einer Übersicht.

Alternativ zu `display` bieten die ImageMagick-Entwickler auf ihrer Website das `MagickStudio` an (siehe c't-Link). Bei diesem Webdienst können Sie ein Bild hochladen und es dann direkt im Browser bearbeiten. Dazu wählen Sie auf der ersten Seite zunächst via „Durchsuchen“ ein Foto aus oder tippen in das Eingabefeld eine URL zum gewünschten Bild. Ein Klick auf „View“ zeigt das Bild an. Über das blaue Menü am oberen Rand wählen Sie anschließend eine Funktion. Unter „Resize“ können Sie das Bild beispielsweise skalieren. Das fertig bearbeitete Ergebnis lässt sich unter „Output“ in einem der von ImageMagick unterstützten Dateiformate herunterladen.



**Converseen**  
bietet ein  
komfortables  
Frontend für  
`convert`.

Ein weiteres Frontend ist das Programm `Converseen` (siehe c't-Link), das unter Linux, FreeBSD und Windows läuft. Wie der Name andeutet, konvertiert `Converseen` primär Bilder. Zuvor aber kann es sie skalieren, rotieren und spiegeln. `Converseen` steht unter der GNU GPLv3 und lässt sich kostenlos nutzen. Der Entwickler bittet lediglich um eine Spende via PayPal. Einige große Distributionen wie Fedora und Ubuntu halten `Converseen` in ihren Repositories vor, unter Ubuntu ab Version 14.04 genügt zur Installation `sudo apt-get install converseen`. Wer `Converseen` selbst übersetzen möchte oder muss, benötigt das Qt4-Framework und die Bibliothek `Magick++`.

Nach dem Start von `Converseen` stellen Sie unter „File/Settings“ die Sprache auf „Deutsch“ und starten das Programm einmal neu. Danach klicken Sie auf „Bilder öffnen“ und wählen die zu verarbeitenden Fotos aus. Weitere Bilder lassen sich anschließend über den gleichnamigen Button hinzufügen. Ein Klick auf eines der Bilder in der Liste auf der rechten Seite liefert eine Vorschau. Direkt unter der Vorschau finden sich ein paar Zusatzinformationen über das Bild. Soll `Converseen` die Bilder skalieren, setzen Sie einen Haken vor „Bild skalieren“ und stellen die gewünschte Größe ein. Analog können Sie im anderen Register die Bilder „Drehen und Spiegeln“. Im nächsten Schritt setzen Sie in der Bilderliste rechts vor alle Dateien ein Häkchen, die `Converseen` konvertieren soll, und wählen unter „Konvertieren zu“ das gewünschte Dateiformat. Der Kompressionsgrad lässt sich via „Bildeinstellungen“ anpassen. Links unten im Hauptfenster tippen Sie im Feld „Speichern unter“ das Verzeichnis ein, in dem die konvertierten Dateien landen sollen, und klicken anschließend auf „Konvertieren“.

Ein Logo stempelt das Kommando `composite` in ein Foto. Im folgenden Fall platziert es das Bild aus `logo.jpg` in der linken oberen Ecke des Fotos `foto.jpg` und speichert das Ergebnis als `ergebnis.jpg`:

```
composite -geometry +50+50 logo.jpg foto.jpg > ergebnis.jpg
```

Soll das Logo als Wasserzeichen fungieren, können Sie es mit dem Parameter `-watermark` durchscheinend einblenden. Der Prozentwert regelt dabei den Grad der Transparenz:

```
composite -watermark 30% logo.jpg foto.jpg ergebnis.jpg
```

## Effektreich

`convert` bietet noch zahlreiche weitere Effekte an. So schärft der Parameter `-sharpen` ein Bild, wobei die Zahl die Stärke des Effekts regelt:

```
convert -sharpen 5 bild.jpg scharf.jpg
```

Der Parameter `-normalize` passt die Helligkeitsverteilung an, wobei `convert` das zugrunde liegende Histogramm dehnt. Mit `-gamma` lässt sich der Gammawert ändern, wobei die Angabe als Dezimalzahl erfolgt, wie etwa `-gamma 1.0`. Die Option `-charcoal` verwandelt ein Bild etwa in eine Kohlezeichnung, `-swirl` lässt es in einem Strudel verschwinden, während `-implode` für eine kleine Implosion sorgt. Auch diese Parameter erwarten jeweils die Stärke des Effekts als Zahl. Ein echtes Graustufenbild erzeugt `-colorspace gray`. Auf Wunsch imitiert `convert` sogar ein gebogenes Polaroid-Foto:

```
convert bild.jpg -bordercolor white -background black > +polaroid polaroid.jpg
```

## Screenshots schießen

Mit dem Befehl `import` erstellen Sie schnell einen Screenshot. Dazu rufen Sie es einfach mit dem Dateinamen der zu erzeugenden Datei auf, beispielsweise `import shot.png`. Daraufhin verwandelt sich der Mauszeiger in ein Fadenkreuz. Mit ihm klicken Sie entweder ein Fenster an oder ziehen bei gedrückter linker Maustaste einen Bereich auf. Ein Fenster können Sie auch direkt in der Kommandozeile auswählen, indem Sie `import` den Namen in der Titelleiste nennen:

```
import -window 'Firefox' shot.png
```

Der komplette Bildschirm trägt den Namen „root“, über den Parameter `-crop` können Sie zudem direkt einen Bildschirmausschnitt festlegen:

```
import -window root -crop 1024x768-0+0 shot.png
```

In diesem Beispiel fotografiert `import` die 1024 × 768 Pixel große linke obere Ecke des Bildschirms. Das Tool kann sogar mehrere Screenshots hintereinander knipsen:

```
import -window root -snaPs 20 -paSuE 5 shot.png
```

Dieser Befehl erstellt 20 Screenshots, wobei `import` nach jedem Foto fünf Sekunden wartet. Die Screenshots landen dabei in den Dateien `shot-0.png`, `shot-1.png` und so weiter.

Diese Dateien erstellt import allerdings erst auf der Festplatte, nachdem es alle Fotos aufgenommen hat.

## Montagen

Das Kommando montage setzt mehrere Bilder zu einem großen zusammen. Damit lassen sich unter anderem Panoramen oder eine schnelle Übersicht über die im Urlaub geschossenen Fotos erzeugen. Der folgende Befehl setzt alle JPEG-Bilder im aktuellen Verzeichnis zu einem langen Filmstreifen zusammen:

```
montage *.jpg -tile 1x -geometry +0+0 vorschau.jpg
```

-tile gibt an, auf wie viele Spalten und Zeilen montage die Bilder verteilen soll. -tile 2x3 steht für zwei Spalten und drei Zeilen. Fehlt eine der Zahlen wie im obigen Beispiel, bestimmt montage die passende Spaltenbeziehungsweise Zeilenanzahl. Der Parameter -geometry +0+0 sorgt noch dafür, dass alle Bilder in Originalgröße direkt untereinander kleben. Auf diese Weise lassen sich sogar große Weltkarten erstellen [1]. Alternativ platziert der folgende Befehl alle JPEG-Fotos auf einer DIN-A4-Seite und beschriftet jedes Bild mit seinem Dateinamen:

```
montage -label %f -page A4 *.jpg uebersicht.pdf
```

Der Parameter -label schreibt im Unterschied zu -annotate den Text unter und nicht in das jeweilige Bild. Den Platzhalter %f ersetzt montage durch den Dateinamen mit Endung.

## Webgalerie

Auf Wunsch erstellt montage eine kleine Webseite mit einer einfachen Bildergalerie:

```
montage *.jpg index.html
```

Hier erzeugt montage die Internetseite index.html, die wiederum Miniaturansichten aller JPEG-Bilder aus dem aktuellen Verzeichnis präsentiert. Im Browser öffnet dann ein Klick auf eines der Vorschaubilder das entsprechende Foto. Das Bild mit den Miniaturansichten liegt in der Bilddatei index.png, die als Image Map in die Datei index.html eingebunden ist. Auf den eigenen Webserver kopieren muss man folglich die Dateien index.html, index.png und alle darin angezeigten Fotos. Wem das Ergebnis zu karg erscheint, der kann es mit zusätzlichen Parametern aufzubrezen:

```
montage -label '%f\n%b Bytes' *.jpg -frame 5  
-mattecolor grey -shadow -title 'Dortmund' index.html
```

Dieser Befehl verpasst jedem Thumbnail einen fünf Pixel breiten Rahmen (-frame 5), streicht diesen grau (-mattecolor grey) und ver-

passt ihm einen Schatten (-shadow). -label tackert unter jedes Bild noch den Dateinamen (Platzhalter %f) und die Dateigröße (%b), wobei \n für einen Zeilenumbruch sorgt. -title schreibt schließlich noch „Dortmund“ über die Seite.

## Viele Möglichkeiten

Die ImageMagick-Werkzeuge bieten noch weitaus mehr Möglichkeiten. So malt etwa convert mit dem Parameter -draw Linien, Kreise und Rechtecke in das Bild. Das Tool identify liefert zahlreiche Metadaten über ein Bild, während mogrify ähnlich wie convert arbeitet, aber stets direkt das Originalbild ändert. Die Ergebnisse der Tools sieht man jedoch immer erst im fertigen Bild, was insbesondere eine komplexere Nachbearbeitung behindert. Die Stärken der Werkzeuge liegen daher vor allem in der Verarbeitung von zahlreichen Bildern sowie dem Einsatz in Skripten.  
(lmd@ct.de)

## Literatur

[1] Dominik Schwarz, Die Welt-Wand, Eine hochauflösende Weltkarte im Riesenformat, c't 15/15, S. 76

**ct** Alle Downloads: [ct.de/yc4e](http://ct.de/yc4e)

Die heise Security Tour 2016

# Reality Check zu Industriespionage und APT

## Konzept:

Redakteure und Autoren von heise Security nehmen aktuelle Sicherheitsbedrohungen und -trends unter die Lupe.

5. April, Wien

12. April, Köln

14. April, Hamburg

19. April, München

21. April, Stuttgart

## Zielgruppe:

IT-Security-Verantwortliche, Admins, Datenschutzbeauftragte und technische Entscheider

Weitere Informationen: in Kürze auf [www.heise-events.de](http://www.heise-events.de)

**heise  
Security  
Tour**

**SAVE THE DATE!**

- 100% unabhängig
- hochkarätige Referenten
- Praxisrelevanz der Vorträge
- hervorragende Plattform zum Networking und Erfahrungsaustausch
- begleitende Ausstellung mit Informationen über die neuesten IT-Lösungen & -Produkte

Eine Veranstaltung von:

**heise  
Security**

Organisiert von:

**heise  
Events**  
Conferences, Seminars, Workshops



Daniel Berger

# Immer im Mittelpunkt

## Landingpages planen und umsetzen

Ist das Sortiment im Onlineshop zu umfangreich, fällt es schwer, einzelne Artikel hervorzuheben – selbst das Super-Sonderangebot. Einzelne Produkte bewerben Sie mit einer Landingpage. Die lockt gezielt Besucher an und erhöht den Umsatz.

Das neue E-Book ist fertig geschrieben und schick gestaltet – jetzt muss es nur noch Leser finden. Doch im Onlineshop geht das E-Book zwischen den anderen Inhalten ziemlich unter. Hier hilft eine Landingpage oder Landeseite weiter, die Besucher ohne Umwege auf das Produkt leitet [1]. Diese simplen Einseiter versammeln nur die wichtigsten Informationen und stellen das Produkt in den Vordergrund. Die vielen anderen Details sind weiterhin auf der Haupt-Website oder im Onlineshop zu finden und nur einen Klick entfernt.

Die Landingpage fungiert als digitaler Flyer, der die Vorzüge eines Produkts oder einer Dienstleistung umreißt und anpreist. Oft ist die Landingpage der erste Kontakt zwischen potenziellem Kunden und Unternehmen. Der erste Händedruck sollte nicht unangenehm sein, weshalb beim Aufbau und der Gestaltung der Landeseite einige Grundsätze zu beachten sind. Dazu zählen etwa eine angemessene Anrede, eine übersichtliche Gestaltung und prägnante Texte und Überschriften. Diese Prinzipien sind auch für die eigentliche Website und deren leserfreundliche Gestaltung wichtig.

Das Design der Seite sollte zum Produkt sowie zur Firma passen und ein stimmiges Bild abgeben: Die Seite einer experimentellen Tortenbäckerei darf bunt und poppig aussehen, die Seite eines Scheidungsanwalts eher nüchtern und farblich gedämpft. Auch die Texte und die Ansprache müssen zum Gesamtbild passen: Den Kunden zu duzen ist nicht immer angemessen. Besteht die Zielgruppe aus Fachleuten, sind Fachbegriffe in Ordnung; für die breite Masse müssen Sie bei komplexeren Sachverhalten auf Verständlichkeit achten.

Landingpages lassen sich gezielt optimieren und vermarkten, etwa über Werbebanner. Bei Google Adwords etwa erwerben Sie auf den Suchergebnisseiten eine Anzeigenfläche zu bestimmten Begriffen [2]. Achten Sie beim Anzeigentext darauf, dass er nicht mehr verspricht, als die Landingpage bietet. Ist die Werbeseite unter einer einprägsamen URL zu finden, lässt sich diese auch auf analoge Plakate drucken. Mit etwas Glück erinnert sich der Betrachter später an die Anzeige und ist neugierig genug, die Adresse aufzurufen. Noch leichter machen Sie es Interessierten

mit einem zusätzlichen QR-Code, den sie nur noch abknipsen müssen.

Das beworbene Produkt ist zwar auch über die Hauptseite zu finden, doch dort unter einer verschachtelten URL, die sich niemand auf die Schnelle merken kann. Zudem lenken auf der Haupt-Website viele Links, Buttons, Texte und so weiter vom eigentlich Produkt ab. Die Landingpage reduziert die Kernbotschaft auf das absolut Wesentliche.

## Artenvielfalt

Der Sinn einer Landingpage ist es, die Besucher einzuladen zu handeln. Das kann außer der Bestellung eines E-Books etwa die Anmeldung bei einem Newsletter sein oder die Teilnahme an einem Gewinnspiel. Der Besucher soll zum Kunden werden – von diesem Zweck der Landingpage darf so wenig wie möglich ablenken. Schließlich tickt die Uhr, wenn ein Nutzer die Seite aufruft: Laut einer Google-Studie entscheiden Menschen innerhalb von 50 Millisekunden, ob sie eine Webseite anspricht – und ob sie bleiben. Deshalb enthält eine Landingpage nur das Nötigste. Ein langer Abriss der Firmenhistorie gehört

auf die Haupt-Website, die ihrerseits aber nicht auf die Landingpage verlinkt: Besucher sollen schließlich den umgekehrten Weg gehen.

Es gibt mehrere Arten von Landingpages: Die Click-Through-Variante leitet die Besucher schnell zur Haupt-Website weiter. Die Aktionsseite macht etwa auf ein Sonderangebot aufmerksam, das es nur für kurze Zeit gibt. Die Botschaft an den Besucher: Beeil dich lieber, bevor es zu spät ist. Ein prominent platziertes Link führt von der Landingpage in den eigentlichen Onlineshop mit einer Kaufmöglichkeit und zusätzlichen Informationen für Interessierte. Das Ziel der Seite ist der Einkauf in einem Shop.

Bei einer anderen Variante der Landingpage geht es darum, Daten von den Nutzern zu erhalten und sogenannte Leads zu generieren. Als Leads bezeichnen Werbetreibende diejenigen, die sich für ein Produkt interessieren und dafür bereit sind, ihre Daten mitzuteilen. Eine solche Landingpage eignet sich auch, wenn ein Web-Dienst oder eine App noch nicht online ist, aber die Interessenten schon mal ihre Mail-Adresse eingeben können. Sie erhalten dann einen Hinweis, wenn das Produkt online geht.

Auf der Landeseite gibt es ein kurzes Formular, das die Informationen der Interessenten aufnimmt. Je knapper es ausfällt, desto besser: Die Hemmschwelle sinkt, dort Daten einzugeben. Verlangt die Website eine Angabe der Telefonnummer, schreckt das viele Besucher ab und sie verschwinden wieder.

## Nur das Wichtigste

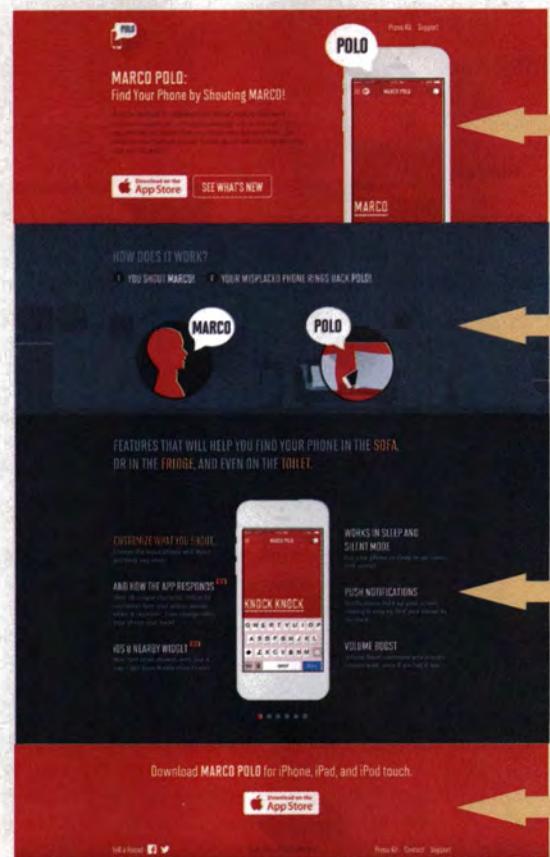
Vom Aufbau her ähneln sich viele Landingpages: Gleich am Seitenanfang sticht den Besuchern eine große Überschrift ins Auge. Sie verrät, worum es geht. Darunter liefert eine kleinere Unterschrift ergänzende Informationen. Ein großes Produktfoto liefert einen visuellen Anreiz – ohne Bilder sollte die Landingpage nicht auskommen, sonst wirkt sie dröge und farblos.

Ein kurzer Text oder Stichsätze fassen die wichtigsten Aussagen prägnant zusammen. Erklären Sie beispielsweise, welche Inhalte Ihr neues E-Book behandelt und was den Leser erwartet. Damit arbeiten Sie den „Unique Selling Point“ heraus, also ein Alleinstellungsmerkmal. Was unterscheidet Ihr Angebot von den Mitbewerbern? Welchen Mehrwert liefert es? So versteht der Kunde, warum er sich ausgerechnet Ihr E-Book herunterladen soll. Überzeugen Sie potenzielle Leser mit klaren Aussagen.

Im oberen Bereich der Landeseite platzieren Sie außerdem einen auffälligen Button, eventuell unter ein Formular. Der Besucher soll verstehen, dass er auf dieser Seite etwas tun kann: nämlich einen Download-Button klicken oder etwas ausfüllen. Der Button fungiert als sogenannter „Call to Action“ und fordert zu einer Handlung innerhalb der Seite auf. Er sollte mit einer klaren Botschaft beschriftet sein: „Jetzt kostenlos herunterladen“, „Reserviere deinen Platz“, „Zum

## Aufbau einer Landingpage

Kurz und knapp erklärt diese Landingpage, was die beworbene App kann und welches Problem sie löst.



Der obere Teil der Landingpage enthält alle relevanten Informationen zur App. Ein gut sichtbarer Button führt in den App-Store.

Eine einfache Illustration veranschaulicht, was die potenziellen Käufer mit der App anstellen können.

Die einzelnen Textabschnitte erläutern genauer, wie die App funktioniert und welche Optionen sie enthält.

Zum Schluss erfolgt abermals eine klare Handlungsaufforderung: „Download Marco Polo“.

Schnupperkurs anmelden“. Aktive Verben sorgen für mehr Klicks; verzichten Sie auf das langweilige „Anfrage senden“. Angaben wie „Zeitlich limitiertes Eröffnungsangebot“ unterstreichen die Dringlichkeit.

Allzu aufdringlich und aggressiv sollten Sie jedoch nicht formulieren – sonst ist der Besucher schnell genervt. Verzichten Sie auf Pop-ups und Overlays, die eine Webseite überlagern. Wenn Sie mehrere Buttons nutzen, also etwa „Jetzt bestellen“ und „Proberkapitel lesen“, sollten Sie die Buttons mit unterschiedlichen Farben einfärben. Die Kauf-Option sticht dabei immer stärker hervor als der Rest.

Die allerwichtigsten Informationen und das Produktbild gehören an den Anfang der Webseite, also „above the fold“. So heißt der Bereich einer Webseite, den der Nutzer sieht, ohne scrollen zu müssen. Ist dieser Teil überzeugend, scrollen die Besucher weiter und erfahren Stück für Stück immer mehr Details. Im unteren Teil der Seite folgen gute Kaufargumente, Bilder und gern auch ein Video, das vorführt, wie etwa eine App funktioniert.

Hat der Besucher all die Informationen aufgenommen und sich mit Ihrem Produkt beschäftigt, ist er eher bereit, am Ende der Seite seine Daten in ein Formular zu tippen oder einen Button zu klicken. Hier sollten Sie

deshalb noch einmal den Kauf-Button oder etwa Links zu den App-Stores platzieren. Auch dabei gilt, nicht allzu aufdringlich zu werden.

## Erwartungshaltung

Eine gute Landingpage erfüllt die Erwartungen der Besucher. Wonach die eigentlich Ausschau halten, verraten die Suchbegriffe, die sie verwenden. Sammeln Sie mögliche Begriffe etwa in einer Mindmap und bringen Sie die Begriffe in den Überschriften und Erklärungstexten unter. Ist die Seite online, helfen Tools wie Google Analytics [3] bei der weiteren Optimierung: Die Daten zeigen genau, über welche Suchanfragen die Besucher bei Ihnen gelandet sind.

Schon beim Schreiben der ersten Texte sollten Sie die Suchmaschinen im Hinterkopf haben: Verwenden Sie Suchbegriffe und -phrasen, nach denen Nutzer wohl suchen werden. Bauen und optimieren Sie mehrere Landingpages zu unterschiedlichen Suchbegriffen. Diese können verschiedene Produkte oder Aktionen aus Ihrem Onlineshop bewerben und lassen sich gezielt für Google & Co. aufbereiten. Feilen Sie sorgfältig an den Meta-Descriptions, die Suchmaschinen oft unter dem Seitentitel aufführen.

Der Web-Dienst Instapage hat sich auf Landingpages spezialisiert. Die sind schnell und per Mausklick angelegt – auch ohne HTML-Kenntnisse.



Außer Suchtreffern weckt auch Werbung gezielt Erwartungen. Wenn deren Versprechen lautet: „In 10 Schritten zur perfekten Landingpage“, sollten Sie diese Schritte auch liefern. Der potentielle Leser muss beim ersten Blick auf die Landingpage verstehen, dass Ihr E-Book konkrete Lösungen und Erklärungen anbietet.

Überflüssige Zusatzinhalte lenken nur vom Ziel ab; schließlich sollen die Besucher eine bestimmte Aktion ausführen. Daher wäre es unvorteilhaft, wenn Sie gleich auf der Landingpage auf Ihre anderen E-Books verweisen, die ebenfalls lesenswert sein mögen, aber ganz andere Themen behandeln. In diesem Moment wollen die Besucher einen konkreten Mehrwert bekommen und mehr über die „10 Schritte“ erfahren. Marketing-Experten raten außerdem davon ab, auf einer Webseite zu viele Navigationslinks unterzubringen: Diese lenken den Nutzer nur unnötig ab und schicken ihn zum falschen Ziel.

Nicht immer sind beispielsweise Social-Media-Buttons sinnvoll. Der Besucher soll das Formular ausfüllen und nicht grübeln, ob er die Landingpage eher bei Twitter oder bei Facebook teilt. Der Versuch eines finnischen Online-Händlers hatte ein überraschendes Ergebnis: Eine Artikelseite ohne Facebook-Button hatte im A/B-Test eine bessere „Conversation Rate“ als die Seite mit den Teilen-Knöpfen. Das heißt, mehr Menschen haben eine Bestellung abgesetzt, sind also von Kunden zu Käufern „konvertiert“. Offenbar haben die Buttons die Nutzer vom Ziel der Seite abgelenkt. Auf einer Webseite konkurrieren verschiedene Buttons und Links um die Aufmerksamkeit der Besucher; im Onlineshop ist aber nur der Kauf-Button relevant.

## Geld oder Tweet

Eine eigene Art der Landeseite ist die „Social Landing Page“. Deren Ziel ist es, möglichst viele „Likes“ und „Shares“ zu erhalten. Eine

Squarespace bietet schicke Designvorlagen für Landingpages. Sie setzen auf nüchterne Eleganz und verzichten auf unwichtige Elemente, die nur ablenken.

solche Seite, die sich gezielt und im Glückfall viral über Facebook verbreitet, braucht freilich die Teilen-Buttons. Doch nicht für jedes Produkt eignet sich eine Social-Media-Page: Ein nüchternes E-Book zum Thema „Rechtsschutzversicherung“ wird eher keinen großen Erfolg in den sozialen Medien haben. Ein Fotograf aber, der mit originellen Hochzeitsfotos überzeugt, schon eher. Seine Landingpage bietet auch einen Kontakt-Link für Verlobte, die gerade einen Fotografen suchen. Die besten Chancen auf schnelle Verbreitung haben lustige und emotionale Videos.

Sie können die Verbreitung einer Landingpage gezielt über soziale Medien befeuern, indem Sie Ihr E-Book gegen einen Tweet eintauschen. Darauf hat sich der kostenlose Dienst „Pay with a Tweet“ spezialisiert: Um an einen Inhalt zu kommen, müssen die Besucher zuerst eine Werbebotschaft in ihrem bevorzugten Netzwerk teilen. Ein Tweet dient somit als Bezahlung. Die Nachricht muss in Deutschland klar als Werbung erkennbar sein, sonst gilt sie als Schleichwerbung. Im Idealfall ist der Botschaft ein „Werbung“ vorangestellt. Ist der Tweet jedoch ein freiwilliges „Danke“, muss der Hinweis nicht sein. Zur Erfolgskontrolle liefert Pay with a Tweet Statistiken wie Impressions, Traffic und Shares. Der Service verspricht Werbenden ein Traffic-Plus von 60 Prozent.

Sollen die Kunden lieber mit Geld bezahlen, ermöglichen Sie eine einfache Bezahlung auf Rechnung oder per Lastschrift. Auch mit PayPal ist die Bezahlung bequem erle-

dig. Der Anmelde- und Bezahlprozess sollte so kurz wie möglich sein. Damit die Besucher ihre Daten mit gutem Gewissen mitteilen, müssen Sie deren Vertrauen gewinnen. Verschiedene Prüfsiegel und Zertifikate wie das Safer-Shopping-Siegel des TÜV Süd zeichnen einen Onlineshop als seriös aus. Hinterlegen Sie unbedingt ein Impressum mit Adresse und verschiedenen Kontaktmöglichkeiten. Eine Datenschutzerklärung muss ebenfalls vorhanden sein, wenn Sie persönliche Daten erfassen. Gehen Sie offen damit um, wozu Sie die gesammelten Informationen verwenden – andernfalls droht Ärger mit Datenschutzbehörden und Anwälten. Eine weitere vertrauensbildende Maßnahmen sind „Testimonials“: Zitieren Sie am Ende der Landingpage Ihre zufriedenen Kunden.

## Zack, fertig!

Wenn Sie den Aufbau Ihrer perfekten Landingpage im Kopf haben, geht es an die Umsetzung. Das klappt mit einem Spezialisten wie Instapage recht unkompliziert: Nach der Anmeldung bauen Sie Ihre Seite direkt im Browser zusammen. Als Grundgerüst dienen fertige Templates, die Sie an eigene Wünsche anpassen. Oder Sie fangen bei Null an und entscheiden sich für die weiße „Blank Page“. Das fertige Design lässt sich auch als WordPress-Theme verwenden.

In der einfachen Variante kostet der Zugang zu Instapage knapp 30 US-Dollar im Monat; für 25 Dollar mehr gibt es besseren Support und Sie dürfen auch direkt den HTML- und CSS-Code bearbeiten. Keines der Konten beschränkt die Anzahl der Landingpages; das ist praktisch, wenn Sie mehrere Produkte eines Onlineshops mit eigenen Seiten bewerben wollen. Die kostenfreie Probephase ist mit 45 Tagen großzügig bemessen; eine Anmeldung ist ohne Kreditkarte möglich.

Für den recht hohen Preis bietet Instapage als Besonderheit A/B-Tests an, um verschiedene Varianten einer Landingpage auszuprobieren. Einige Besucher sehen Variante A, die anderen hingegen Variante B, in der die Buttons zum Beispiel blau statt gelb eingefärbt sind. So finden Sie gezielt heraus, welche Farbe die bessere ist – nämlich die Version mit mehr



The screenshot shows the WordPress.org Themes section. At the top, there's a navigation bar with links like 'Startseite', 'Thèmes', 'Plugins', 'Blog', 'Download', 'Support/Kontakt', 'Meetups', 'Mitwirken', and 'Open Source'. Below this, a search bar contains the text 'landing page'. The main area displays a grid of theme preview cards. One card for 'Biznez Lite' is highlighted with a blue border. Other visible cards include 'Fullscreen Lite', 'BizStudio Lite', 'Kciaonews', 'Osiris', and 'SG Window'. Each card shows a thumbnail of the theme's design.

## Theme-Verzeichnis

Kommerzielle Themes

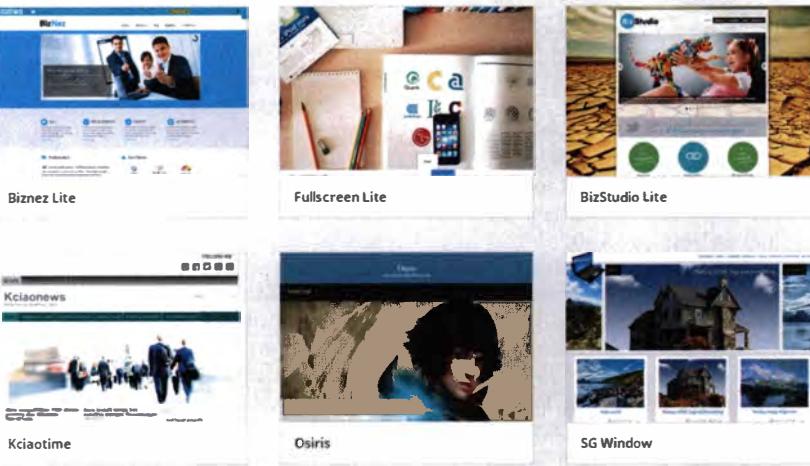
Lade dein Theme hoch

28

Vorgestellt Populär Neueste Nach Funktionen filtern

landing page

x



Klicks. Zur weiteren Optimierung und genaueren Erfolgskontrolle ermöglicht Instapage die Einbindung von Google Analytics.

## Zu Diensten

Günstiger als Instapage und nicht nur auf Einseiter beschränkt sind Homepage-Baukästen wie Wix.com, Voog, Strikingly, Weebly oder Squarespace. Sie haben spezielle Vorlagen für Landingpages im Angebot: Wix.com bietet unterschiedliche Designs für Apps, Software, Dienstleistungen oder Spiele an. Falls Sie einen total gesunden Smoothie entwickelt haben, gibt es bei Wix sogar für diesen Spezialfall die passende Vorlage. Die Seiten gestalten Sie direkt im Browser, mit dem Editor sind auch mehrere Websites zügig umgesetzt, Wix verspricht eine „mächtige Landingpage in unter einer Stunde“. A/B-Tests können Sie mit Wix allerdings nicht vornehmen – alle Besucher bekommen dieselbe Version der Seite zu sehen.

Sehr schicke und moderne Designs für Landingpages bietet die US-Firma Squarespace mit ihren „Cover Pages“. Diese seien mehr als „just a landing page“ und überzeugen durch ein reduziertes Design, das durch große Fotos an Farbe und Eleganz gewinnt. Für Texte stehen zahlreiche Webfonts zur Verfügung, die besser aussehen als die langweiligen Standardschriften. Noch mehr Fonts liefert Typekit, wenn Sie Ihre dort angelegte ID bei Squarespace angeben.

Zur Zielgruppe von Squarespace zählen vor allem Kreative, Künstler, Grafiker und Fotografen, die als Selbstständige neue Auftraggeber anlocken wollen. Die „Cover Pages“ bieten deshalb viel Raum für Bilder

und Fotos. Mit den Vorlagen ist als persönliche Form einer Landingpage auch ein Einseiter umgesetzt, der kein Produkt im Fokus hat, sondern einen Menschen mit besonderen Fähigkeiten. Diese Option eignet sich etwa für Hochzeitsfotografen, Musiker oder Grafikdesigner.

Zum Ausprobieren gibt es bei Squarespace einen „Trial Account“, für den Sie nur Namen und Mail-Adresse angeben müssen. Zwei Wochen lang können Sie den Dienst ausprobieren – veröffentlichen dürfen Sie Ihre Website aber nur als zahlender Kunde. Regulär kostet Squarespace 12 US-Dollar im Monat oder 96 Dollar im Jahr: ein teurer Spaß, wenn Sie nur einen Einseiter anlegen möchten. Sinnvoll ist das Angebot, wenn Sie Ihr gesamtes Portfolio bei Squarespace hosten möchten. Der Dienst bietet viele attraktive Templates für Seiten mit Arbeitsproben, Info-Websites sowie für Geschäfts- und Restaurant-Seiten. Für den Betrieb von Onlineshops bietet Squarespace einen Business-Tarif für 216 Euro im Jahr.

## Eigenheim

Wer sich von den Baukästen eingeeignet fühlt und HTML/CSS beherrscht, muss nicht bei Null anfangen: Zahlreiche HTML-Vorlagen vereinfachen den Start und dienen als Basis für eine individuelle Landingpage. Eine große Auswahl bietet der Katalog von Themeforest.net: Geben Sie in der Suche „Landing Page“ ein und sortieren Sie die Ergebnisse nach „Best rated“, um die besten Vorlagen aufzulisten. Die Preise liegen zwischen 7 und 40 US-Dollar. Ein günstiger Vertreter ist das auch auf Mobilgeräte ausgeleg-

Auch mit dem Tausendsassa WordPress lassen sich Landingpages umsetzen – das richtige Theme erleichtert den Start, die Admin-Oberfläche die Verwaltung.

te „Simplify“ mit 12 US-Dollar. Der Entwickler hat die Vorlage mit CSS-Animationen aufgehübscht und liefert eine PSD-Datei mit den einzelnen Elementen, die Sie in Photoshop an eigene Bedürfnisse anpassen können.

Die HTML-Vorlagen sind zunächst statisch, was nicht weiter tragisch ist – schließlich besteht der Auftritt nur aus dieser einen Seite. Bequemer ist die Verwaltung aber mit einem CMS wie WordPress. Über dessen Admin-Oberfläche lassen sich schnell Tippfehler korrigieren oder Überschriften umformulieren. Mehrere Landingpages sind schnell angelegt und lassen sich mit dem CMS bequem organisieren. Erweiterungen wie Yoast SEO und wpSEO helfen dabei, die Seiten für Google und Facebook zu optimieren.

Für WordPress stehen viele Vorlagen für Landingpages bereit. Im Katalog finden Sie etwa das kostenlose „Anaglyph Lite“. Diese schicke Vorlage ist die dünne Schwester des Anaglyph-Themes, das knapp 50 US-Dollar kostet. Die Lite-Variante bietet weniger Komfortfunktionen. Solche abgespeckten Versionen gibt es von vielen Premium-Themes, die für eine simple Landingpage oftmals schon ausreichen. Ein schnörkelloses Grundgerüst für Ihre Weiterentwicklung bietet „The Landing Page“: Das flexible Template stellt ein minimalistisches Design ohne Bilder bereit, hat aber CSS-Regeln für alle wichtigen Elemente dabei. Den Rest müssen aber Sie erledigen.

## Ausweitung der Landezone

Wenn Sie sich der Landingpages angenommen haben, sehen Sie vielleicht Ihren ganzen Shop oder Ihre Website mit anderen Augen: Jede Unterseite ist potenziell auch eine Ländeseite, wenn Google einen Besucher vorbeischickt. Auch dort sollten Sie deshalb auf eine übersichtliche Gestaltung achten. Die Navigation sollte logisch sein und der Text klar zu verstehen. Seiten können thematische Schwerpunkte bilden und zu Suchwörtern alle nötigen Informationen liefern. Ärgerlich wäre, wenn Ihre Landingpage zwar wunderschön aussieht und klar strukturiert ist, die Hauptseite diese Struktur aber nicht fortsetzt. Dann sind die Besucher innerhalb weniger Millisekunden wieder weg. (dbe@ct.de)

## Literatur

- [1] Frank Puscher, Punktlandung, Landing Pages entscheiden über den Erfolg beworbener Webangebote, c't 16/07, S. 190
- [2] Frank Puscher, Hereinspaziert, Effektives digitales Marketing, c't 4/13, S. 130
- [3] Daniel Berger, Besuch-Erzähler, Google-Analytics einrichten und nutzen, c't 27/15, S. 152

Beispiele und Dienste: [ct.de/ykv1](http://ct.de/ykv1)

Jürgen Schmidt

# Doppeltes Spiel

## Ubuntus Komplettverschlüsselung mit mehreren Festplatten

Bei Ubuntu ist es keineswegs trivial, mehrere Festplatten zu verschlüsseln. Denn die naheliegenden Lösungen haben einen Pferdefuß.

Bereits im Ubuntu-Installer kann man angeben, dass man sein System komplett verschlüsseln möchte. Das legt dann ein verschlüsseltes LVM-Volume auf der Festplatte an. Kommt eine zweite Festplatte ins Spiel, wird es unschön. Natürlich könnte man das Volume über den neuen Datenträger ausdehnen. Damit hat man aber keine Kontrolle mehr darüber, welche Daten wo landen. Und das ist insbesondere bei einer Kombination von einer SSD mit klassischer Festplatte nicht das, was man will.

Legt man hingegen mehrere verschlüsselte Volumes an, fragt Ubuntu beim Start für jedes einzeln nach dem Passwort. Es kann nämlich nicht wie Fedora die einmal eingegebene Passphrase zwischenspeichern und dann für alle Volumes verwenden. Wenn Sie ebenfalls tippfaul sind, müssen Sie also selber etwas nachhelfen.

Als Erstes richten Sie dazu das System über den normalen Installer mit Komplett-Verschlüsselung auf einem Datenträger ein. Den zweiten Datenträger können Sie dann nachträglich mit dem Werkzeug zur Laufwerks-Verwaltung komfortabel partitionie-

ren (gnome-disks). Allerdings liefert die dort angebotene Option, eine verschlüsselte Partition anzulegen (formatieren mit „LUKS + Ext4“) kein optimales Ergebnis – jedenfalls beim aktuellen Ubuntu 15.10.

Auf den ersten Blick scheinen die Verschlüsselungsparameter durchaus angemessen. Allerdings ist zu beachten, dass der AES-Modus XTS die Schlüssel halbiert. Die von cryptsetup luksDump angezeigten 256 Bit für die Keysize bedeuten also tatsächlich nur AES mit 128-Bit-Schlüsseln. Das lässt sich zwar heute nicht knacken; für langfristige Sicherheit über einen Zeitraum von zehn Jahren hinweg, empfiehlt sich aber der Einsatz von echten 256-Bit-Schlüsseln. Das Hash-Verfahren SHA-1 ist ebenfalls nicht zeitgemäß und sollte durch SHA-256 ersetzt werden. Wem das nichts ausmacht, der kann bei „Automatisch einbinden“ weiterlesen; das Einrichten „zu Fuß“ ist aber auch kein Hexenwerk.

Das Weitere geht davon aus, dass die zweite Festplatte als /dev/sdX im System bekannt ist und eine Partition /dev/sdX1 enthält, die das verschlüsselte Dateisystem aufnehmen soll. Sie finden die für Sie richtigen Be-

zeichner etwa über das Laufwerks-Tool. Außerdem benötigen die Befehle Root-Rechte, die Sie etwa durch ein vorangestelltes sudo erhalten. Mit

```
wipefs -a /dev/sdX1
```

löschen Sie eventuell bereits vorhandene Partitions-Header, bevor Sie via

```
cryptsetup luksFormat -c aes-xts-plain64 -s 512 -z
-h sha256 -y /dev/sdX1
```

zeitgemäße Verschlüsselung mit AES-256 und SHA-256 einrichten. Dabei müssen Sie zwei Mal die gewünschte Passphrase eingeben. Schreiben Sie die auf und verwahren Sie den Zettel sorgfältig. Ohne die Passphrase ist kein Zugang zu den Daten mehr möglich.

Messbare Auswirkungen auf die Performance hatten diese Sicherheitsverbesserungen in unseren Kurztests übrigens nicht. Nach dem luksFormat taucht die Partition wieder in Disk-Utility auf; Sie können sie dort entsperren und dann mit Ext4 formatieren. Achten Sie darauf, dass Sie wirklich das entsprechende Block-Device /dev/mapper/luks<UUID> formatieren und nicht etwa /dev/sdX1.

## Automatisch einbinden

Behalten Sie im Hinterkopf, dass nach dem Mounten etwa nach /home die ursprünglichen Home-Verzeichnisse nicht mehr sichtbar sind. Binden Sie also die neue LUKS-Partition vor dem Neustart einmal von Hand über den Datei-Manager ein und kopieren Sie die Home-Verzeichnisse dorthin. So stehen sie nach dem nächsten Neustart gleich wieder zur Verfügung.

Später soll das System die verschlüsselten Partitionen automatisch einbinden. Dazu fragt es beim Booten nach dem Passwort – bei zwei LUKS-Partitionen zwei Mal. Der gängige Workaround ist es, in der bereits verschlüsselten Partition ein Keyfile abzulegen, mit dem Linux dann die zweite Festplatte entsperren kann.

```
dd if=/dev/urandom bs=4096 count=1 of=/root/keyfile
chmod 0400 /root/keyfile
cryptsetup luksAdd /dev/sdX1 /root/keyfile
```

Anschließend tragen Sie die neue LUKS-Partition in /etc/crypttab und /etc/fstab wie im Kasten gezeigt ein. Die dazu benötigte UUID finden Sie im Verzeichnis /dev/disk/by-uuid; einen Überblick über Festplatten, Partitionen und was

## Konfigurationsdateien

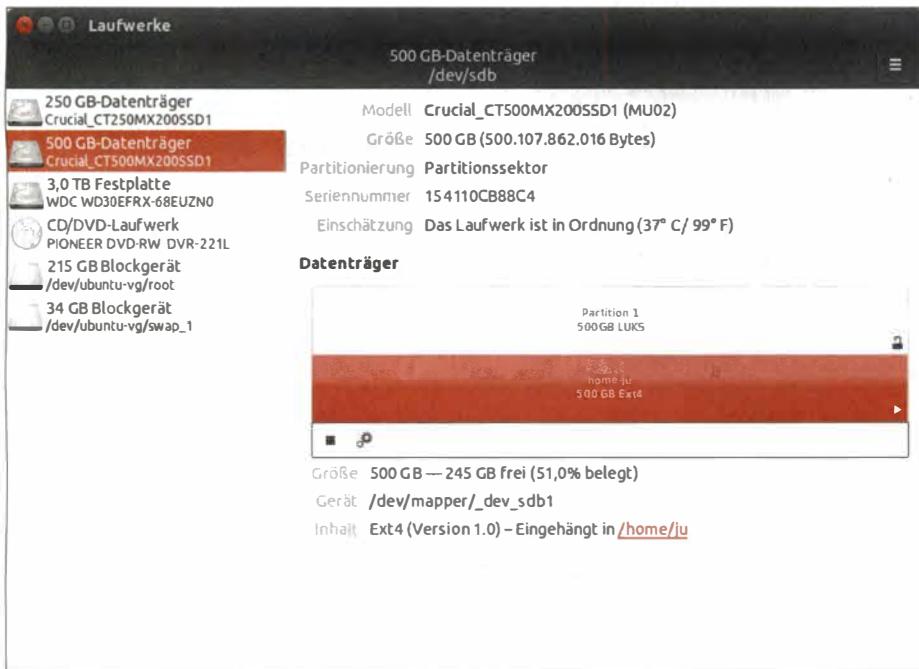
Diese Einträge benötigen Sie nur, wenn das System die Festplatten alle beim Start automatisch einbinden soll.

### /etc/crypttab

```
sda3_crypt UUID=1d4635c6-fa49... none luks,discard
sdX1_crypt UUID=3bc923e0... /root/keyfile luks,discard
```

### /etc/fstab

```
/dev/mapper/sdX1_crypt /opt ext4 defaults 0 2
```



Die Laufwerksverwaltung kann auch verschlüsselte Partitionen erzeugen und einbinden.

gerade wohin gemountet ist, liefert der Befehl `lsblk`. Abschließend erzeugt

```
update-initramfs -u -k all
```

ein neues Initramfs für den Systemstart. Nach dem nächsten Booten sollte das System die zweite Festplatte automatisch benutzen.

## Mount beim Login

Dieses Vorgehen hat jedoch Nachteile. Insbesondere liegt damit im laufenden Betrieb mit dem Keyfile ein wichtiges Passwort im Klartext herum. Das ist in etwa so, als würde Linux Benutzer-Passwörter im Klartext speichern. Deshalb raten wir von der Keyfile-Variante ab. Das an vielen Stellen noch beschriebene Verfahren zur Schlüsselableitung funktioniert mit `systemd` und damit ab Ubuntu 15.04 nicht mehr.

Eleganter ist es, den zweiten Datenträger beim Anmelden einbinden zu lassen. Die Pluggable Authentication Modules (PAM) bilden eine Infrastruktur, um den Login-Vorgang flexibel zu erweitern. Die Erweiterung `pam_mount` nutzt das Anmelde-Passwort, um beim Login automatisch weitere Partitionen einzubinden und erkennt und öffnet LUKS-Partitionen automatisch richtig. Voraussetzung ist, dass man für das LUKS auf dem zweiten Datenträger und den Account das gleiche, möglichst gute Passwort verwendet. Die Passphrase der Root-Disk kann eine andere sein – muss aber nicht.

Das ist keineswegs ein kruder Hack, sondern eine saubere Lösung, die beispielsweise auch beim Anmelden via SSH funktioniert. Allerdings fragt der SSH-Dienst unter Umständen hartnäckig nach dem zum Entschlüsseln der Platte benötigten Passwort; ein Login mit einem Public Key funktioniert erst, wenn das Laufwerk bereits entsperrt wurde. Das Aushängen nach dem Abmelden funktioniert beim aktuellen Ubuntu ebenfalls wie erwartet.

Sie müssen das PAM-Paket zunächst mit `sudo apt-get install libpam-mount` nachinstallieren. Anschließend können Sie in der Datei `/etc/security/pam_mount.conf.xml` die zu mountenden Volumen eintragen. Dazu fügen Sie am Ende, direkt vor dem abschließenden `</pam_mount>` folgende Zeile ein:

## Schnelles Überschreiben

Bevor man eine Festplatte komplett verschlüsselt oder verkauft, wird meist empfohlen, sie mit Zufallszahlen zu überschreiben. Das geschieht etwa mit `dd if=/dev/urandom of=/dev/sdX`.

Doch bei einer aktuellen 3-TByte-Platte würde das schon fast eine Woche dauern.

Der Flaschenhals ist dabei nicht etwa das Schreiben selber, sondern das Zufallszahlen-Device von Linux `/dev/urandom`. Das liefert selbst auf schnellen Systemen die Zufallszahlen nur mit etwa 10 bis 20 MByte/s an.

Für das Überschreiben der Festplatte benötigen Sie keine wirklich hochwertigen Zufallszahlen, wie man sie etwa für geheime Schlüssel haben will. Die Daten enthalten ja selbst kein Geheimnis, sondern dienen nur als Tarn-Hintergrund für die echten verschlüsselten Daten. Folglich genügt es vollkommen, Nullen mit einem zufälligen Passwort zu verschlüsseln:

```
openssl enc -aes-256-ctr -pass pass:"$(dd if=/dev/urandom bs=128 count=1 2>/dev/null | base64)" -nosalt < /dev/zero >/dev/sdX
```

Dabei liefert `/dev/urandom` nur noch das zufällige Passwort; `openssl` erzeugt den Zufallszahlenstrom durch AES-Verschlüsselung. Das macht es so schnell, dass es schon auf einem älteren Testsystem rund 270 MByte/s anlieferte, auf einem modernen sogar fast 2 GByte/s – also definitiv mehr als die Schreibgeschwindigkeit einer Festplatte.

Damit hängt die benötigte Zeit nur noch von der Größe der Festplatte und der realen Schreibgeschwindigkeit ab. Bei einer 3-TByte-Platte mit circa 150 MByte/s sind das nur noch etwa fünf Stunden. Das ist immer noch so lang, dass man es wohl kaum vorbeugend, sondern nur zum gezielten Löschen unverschlüsselter Daten macht.

SSDs sind ein Spezialfall. Ihnen melden Betriebssysteme wie Ubuntu standardmäßig via Trim, welche Bereiche derzeit ungenutzt sind. Deren Inhalt verwirft die SSD; das vorherige zufällige Überschreiben nützt also nichts. Trim deswegen abzuschalten ist nicht empfehlenswert, da das Performance und Lebensdauer der SSD reduzieren kann.

```
<volume user="ju" path="/dev/sdX1" />
    mountpoint="/home/ju" />
```

Benutzernamen und Pfad zum Device müssen Sie an Ihre Gegebenheiten anpassen; Sie können natürlich auch den Pfad via `disk/by-uuid` verwenden. Wer eine SSD auf diesem Weg einbindet, sollte das noch nicht dokumentierte, aber funktionierende options="allow\_discard" einfügen, das den seit Ubuntu 14.04 eingeführten, wöchentlich durchgeführten Trim gestattet.

Damit bleiben alle anderen Home-Verzeichnisse auf der System-Partition. Als Mount-Point käme auch das übergeordnete Verzeichnis `/home` in Frage. Das bedeutet dann aber, dass Sie allen Benutzern, deren Home-

Verzeichnis dort liegt, Zugriff auf die verschlüsselte Platte geben müssen. Geben Sie als user dann `%{USER}` an. Damit die anderen Nutzer ihr eigenes Passwort zum Entsperren der LUKS-Partition nutzen können, fügen Sie es mit

```
sudo cryptsetup luksAddKey /dev/sdX1
```

hinzu. Sie müssen dazu ein für die Entschlüsselung bereits freigeschaltetes Passwort angeben. Ein erneutes `cryptsetup` mit der Option `luksDump` sollte dann die Key Slots 0 und 1 als belegt anzeigen. LUKS kann insgesamt bis zu acht Passwörter für eine Partition verwalten. Beachten Sie, dass jeder Login damit alle Home-Verzeichnisse entsperrt; ein Test-Account mit einem primitiven Passwort gefährdet somit auch Ihre wichtigen Daten im eigenen Home-Verzeichnis.

Vergessen Sie auch nicht, mit

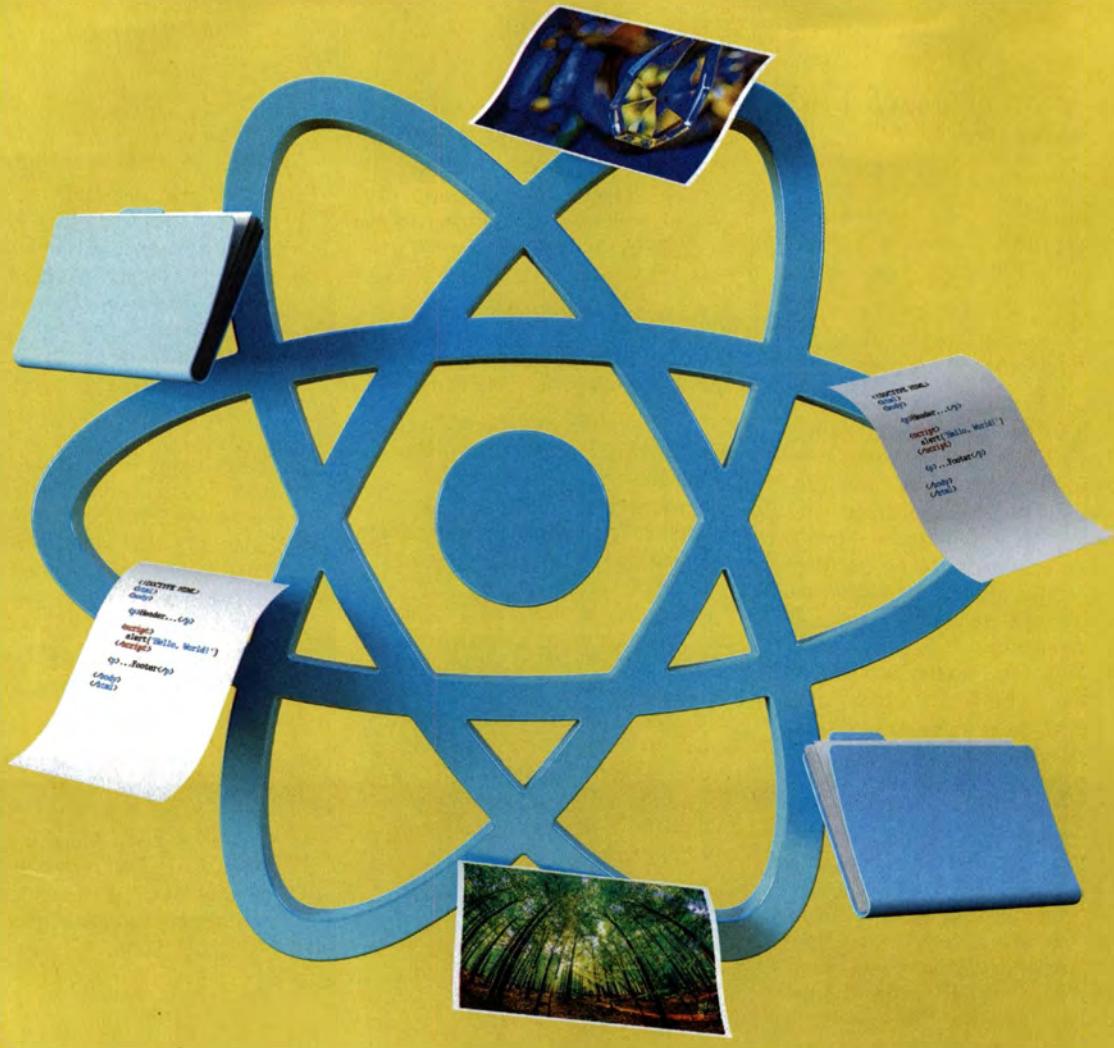
```
sudo cryptsetup luksHeaderBackup /dev/sdX1 />
    -header-backup-file BACKUP-DATEI
```

ein Backup der LUKS-Header anzulegen und anschließend auf einem externen Medium zu sichern. Das kann bei zwei Platten jeweils wechselseitig erfolgen. Diese Header-Backups erlauben keinen Zugang ohne gültiges Passwort; aber nahezu alle Rettungsoperationen an einer beschädigten Platte benötigen sie. Denn anders als etwa bei einer beschädigten Partitionstabelle finden Datenrettungs-Tools ohne LUKS-Header nur noch verschlüsselte Datenmüll.

(ju@ct.de)

NAME	MAJ:MIN	RM	SIZE	RO	TYPE	MOUNTPOINT
sda	8:0	0	232,9G	0	disk	
└─sda1	8:1	0	512M	0	part	/boot/efi
└─sda2	8:2	0	244M	0	part	/boot
└─sda3	8:3	0	232,2G	0	part	
└─sda3_crypt	252:0	0	232,1G	0	crypt	
└─ubuntu--vg-root	252:1	0	200,3G	0	lvm	/
└─ubuntu--vg-swap_1	252:2	0	31,9G	0	lvm	[SWAP]
sdb	8:16	0	465,8G	0	disk	
└─sdb1	8:17	0	465,8G	0	part	
└─_dev_sdb1	252:4	0	465,8G	0	crypt	/home/ju
sdc	8:32	0	2,7T	0	disk	
└─sdc1	8:33	0	2,7T	0	part	
└─sdc1_crypt	252:3	0	2,7T	0	crypt	/opt
sr0	11:0	1	1024M	0	rom	

In diesem System sind gleich drei Festplatten verschlüsselt eingebunden – die Systemplatte `/dev/sda`, das Datengrab `/opt` und das via PAM-mount eingebundene Home-Verzeichnis.



Herbert Braun

# Webseiten-Reaktor

## Facebooks JavaScript-Bibliothek React für datenlastige Websites

**Der neueste Star unter den JavaScript-Frameworks kommt von Facebook: React aktualisiert blitzschnell Webseiten und zerlegt komplexe Anwendungen in handliche Module. Ein Beispiel zeigt, wie.**

**R**eact wurde ursprünglich für den Einsatz auf Facebook und Instagram entwickelt. Es ist das Werkzeug der Stunde, wenn es um Skript-intensive Webanwendungen geht, bei denen Inhalte häufig aktualisiert werden müssen.

Dabei konkurriert es mit Frameworks wie Backbone.js, Ember.js und vor allem Googles AngularJS, die sich für ähnliche Einsatzgebiete empfehlen. Doch es gibt gute Gründe für den Hype um React. Der wichtigste ist Geschwindigkeit: Das Framework minimiert die zeitraubenden Zugriffe auf den DOM-Baum, indem es die Daten nicht direkt dorthin schreibt, sondern mit einem virtuellen DOM

arbeitet und nur die tatsächlich geänderten Bereiche aktualisiert. Facebook spricht von einer „leichtgewichtigen Repräsentation des DOM“.

### Einstieg

Der Code liegt auf Github, aktuell ist Version 0.14 (siehe c't-Link am Ende des Artikels). Das „Starter Kit“ enthält einige Beispiele zum Ausprobieren, setzt allerdings gute Grundkenntnisse in JavaScript voraus. Es genügt aber der direkte Download von react.js und react-dom.js, die es beide auch in einer mini-fizierten Version gibt. React spielt mit den im

Web-Bereich üblichen Paket- und Abhängigkeitsmanagern npm, Bower, Browserify und Webpack zusammen.

Die Einbindung von React in eine Website stellt keine Herausforderung dar:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <title>Hello React!</title>
    <script type="text/javascript" src="react.js"></script>
    <script type="text/javascript" src="react-dom.js"></script>
  </head>
  <body>
```

```
<main></main>
<script type="text/javascript"
src="helloworld.js"></script>
</body>
</html>
```

React hängt nicht von anderen Frameworks ab und harmoniert problemlos etwa mit jQuery oder Underscore. `<main>` ist der Container, den React mit Inhalt füllen wird. `helloworld.js` enthält eine denkbar einfache React-Anwendung:

```
var h1 = React.createElement('h1', null, 'Hallo, Welt!');
ReactDOM.render(
  h1,
  document.getElementsByTagName('main')[0]
);
```

Die `createElement()`-Methode erzeugt ähnlich wie die Standard-DOM-Funktion `document.createElement()` eine HTML-Struktur, die zu `<h1>Hallo, Welt!</h1>` wird. `ReactDOM.render()`, bereitgestellt von dem kleinen Skript `react-dom.js`, baut diese in das ausgewählte HTML-Element `<main>` ein.

## Mehrsprachig

Der Weg über `createElement()` ist aber so unpraktisch, dass Sie ihn am besten gleich wieder vergessen. Stattdessen sollte das Skript lieber so aussehen:

```
React.render(
  <h1>Hallo, Welt!</h1>,
  document.getElementsByTagName('main')[0]
);
```

Nein, wir haben keine Anführungsstriche vergessen. Das erste Argument von `render()` ist kein String und auch kein HTML, sondern eine XML-Struktur. Aus diesem Grund muss der einzufügende Code ein Wurzelement haben (`<p>eins</p><p>zweig</p>` wäre ungültig) und die XML-Schreibregeln beachten: nur klein geschriebene Tags, die geschlossen werden müssen, und Attribute brauchen immer einen Wert in Anführungszeichen – wie in `<input type="text"/>`.

Diesen Bastard aus JavaScript und XML nennen die React-Macher JSX. Natürlich versteht das kein Browser der Welt von Haus aus. Bis vor Kurzem pflegten die React-Macher daher ihre eigenen Konvertierungsgeräte `JSXTransformer.js` und `react-tools`. Seit Erscheinen der aktuellen Version 0.14 gehören beide aber zum Alteisen.

## Gebabel

React vertraut stattdessen auf den extern entwickelten JavaScript-Compiler Babel. Babels Daseinszweck ist es eigentlich, die moderne Syntax von ECMAScript 2015 für heutige Browser zu übersetzen; die JSX-Kompilierung ist als Bonus mit eingebaut. Erfreulicher Nebeneffekt: Sie können in den von Babel übersetzten JSX-Skripten auch gleich brandneue JavaScript-Features ausreizen.

Die Babel-Entwickler bieten ein Paket an, das den JSX-Code live im Browser kompiliert. Doch die damit einhergehenden Perfor-

mance-Einbußen sind allenfalls während des Testens akzeptabel. Man sollte den Code vorab lokal kompilieren, und zwar automatisch nach jedem Speichern – wie es in der professionellen Webentwicklung längst üblich ist. Möglich ist das, weil Babel normalerweise nicht im Browser, sondern unter Node.js arbeitet. Ohne diese Laufzeitumgebung für JavaScript geht heute in der Webentwicklung nichts mehr.

Wer nicht schon ein Build-Werkzeug wie Grunt oder Gulp benutzt, installiert Babel wie gehabt über den in Node.js eingebauten Paketmanager npm:

```
npm install -g babel
```

Damit steht auf der Konsole das Kommando babel zur Verfügung.

Schreiben Sie den obigen JSX-Code in eine Datei, zum Beispiel „hallowelt.jsx“. Am besten legen Sie ein Verzeichnis für die JSX-Quelldateien (zum Beispiel „src“) und eines für das kompilierte JavaScript („build“) an. Anschließend lassen Sie Babel das src-Verzeichnis auf Änderungen überwachen und die Skripte Sekundenbruchteile nach jeder Änderung automatisch kompilieren:

```
babel -w src -d build
```

Nun können Sie `src/hallowelt.jsx` als `build/hallowelt.js` ins HTML-Gerüst einbauen.

## HTML-Spiel

Nachdem die React-Umgebung aufgesetzt ist, soll es an ein ambitionierteres Projekt gehen: ein HTML-Quiz. Dabei soll der Spieler innerhalb einer vorgegebenen Zeit möglichst viele HTML-Elemente eintippen.

Auf HTML-Seite brauchen Sie dafür nicht mehr als beim Hallo-Welt-Demo. Passende Stylesheets – die für die Funktionalität keine Rolle spielen – können Sie ebenso wie die übrigen Projektdaten über den c't-Link herunterladen.

Der erste Schritt hat wenig mit React zu tun: Sie brauchen eine Liste aller HTML-Elemente. Eine Quelle dafür wäre das W3C.

```
'use strict';
const elements = ['html', 'head', 'body', (...)];
let els = new Map();
elements.forEach(el) => {
  els.set(el, false);
});
```

Die erste Zeile verpflichtet das Skript zum strikten Modus, der problematische Code-Konstrukte verbietet. Um später bequem herausfinden zu können, ob ein Element bereits erraten ist, wird die Liste `elements` in ein Schlüssel-Wert-Objekt transformiert, bei dem die Elemente die Schlüssel sind und den Wert `true` bekommen, wenn der Spieler sie gefunden hat.

Hier kommen gleich drei neue JavaScript-Techniken zum Einsatz [1]: Zum einen Konstanten (`const`) und `let`-Variablen statt `var`, zweitens die Pfeil-Funktion, die keinen eigenen Wert für `this` setzt, was mitunter sehr praktisch ist – `(el) => {...}` ist gleichbedeutend mit `function(el) {...}.bind(this)`. Und schließlich ist `els` kein Standard-Objekt, sondern eine Map, die sich für diesen Zweck noch besser eignet.

## Modular

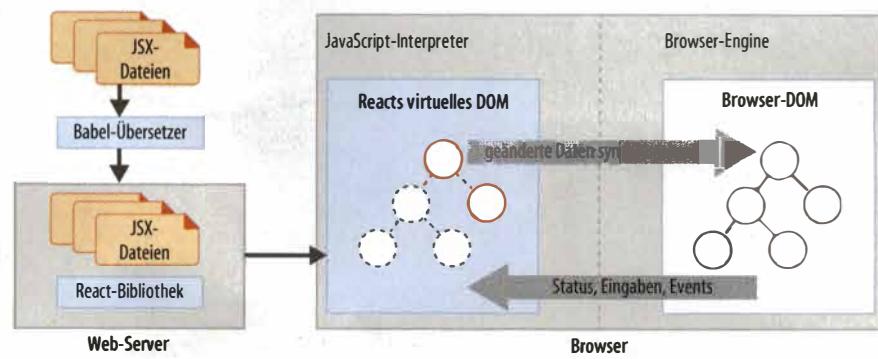
Spätestens jetzt ist es Zeit, über den Aufbau des Vorhabens nachzudenken. Das Spiel benötigt folgende Komponenten:

- ein Eingabefeld, das auf Änderungen überwacht werden muss,
- einen Countdown,
- eine Liste der bereits aufgefundenen Elemente,
- einen Zähler
- und nach Ablauf des Countdowns eine Auswertung.

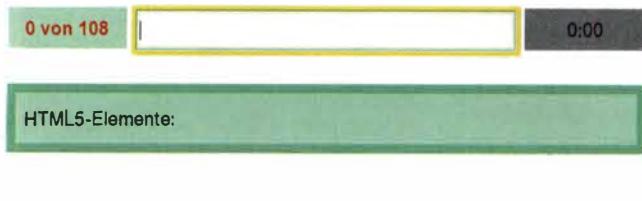
React hat ein recht effizientes System, um ein Projekt auf verschiedene Komponenten auf-

## JavaScript-Bibliothek React

Entwickler, die mit React arbeiten, programmieren meist in JSX, einer Mischung aus JavaScript und XML, die in JavaScript übersetzt wird. Die Skripte erzeugen und verwalten eine Kopie des Document Object Models (DOM), mit dem der Browser die Objekte der Webseite verwaltet. Das macht datenintensive Webanwendungen schnell, da nur geänderte Daten mit dem Browser-DOM synchronisiert werden.



## HTML-Spiel



zuteilen. Das zentrale Modul soll den Namen Game bekommen.

```
const Game = React.createClass({
  render: function() {
    return <div>Spiel ...</div>;
  }
});
ReactDOM.render(
  <Game/>,
  document.getElementsByTagName('main')[0]
);
```

ReactDOM.render() holt die Inhalte aus der React-Klasse Game. Die Großschreibung ist hier verbindlich und stellt sicher, dass es keine Verwechslung mit HTML gibt. Das per React.createClass() definierte Game enthält bisher nur eine render()-Methode, die simples JSX zurückgibt.

### Zustände

Die Stoppuhr soll von einem vorgegebenen Zeitwert im Sekundentakt bis auf null herunterzählen. Legen Sie dazu eine Komponente Timer an:

```
const Timer = React.createClass({
  render: function() {
    return <div id="timer">0:00</div>;
  }
});
```

Wenn die render()-Methode von <Game> nun <section><Timer/></section> zurückgibt, erscheint „0:00“ auf der Seite. Schön – aber wie wird daraus ein echter Countdown?

In React ist es sehr viel leichter, Daten von oben nach unten durchzureichen als umgekehrt. Daher ist es sinnvoll, die aktuelle Uhrzeit und den Status des Timers (abgelaufen

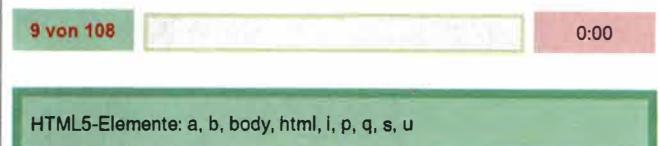
Vor dem Start (links) ist der Timer ausgegraut, nach dem Ende deaktiviert das Skript das Eingabefeld und listet die vergessenen Elemente auf (rechts).

oder noch nicht) in Zustandsvariablen von Game festzuhalten statt in Timer, das nur für die Darstellung zuständig sein soll. Die React-Komponenten-Methode getInitialState() ruft diese State-Variablen ins Leben:

```
const Game = React.createClass({
  getInitialState: () => {
    return {
      seconds: 0,
      timer: 'off'
    };
  },
  render: function() {
    return <section>
      <Timer time={this.state.seconds}>
        status={this.state.timer}
      </Timer>
    </section>;
  }
});
```

Die mit getInitialState() initialisierten Variablen lassen sich in Game als this.state.seconds und this.state.timer ansprechen. Warum nimmt man nicht einfach normale Variablen? Weil State-Variablen bei jeder Änderung des Wertes automatisch alle Views aktualisieren, in denen sie vorkommen – eines der zentralen Features von React. Variablen und Code-

## HTML-Spiel



```
head title base link meta style article section nav aside h1
h2 h3 h4 h5 h6 header footer address hr pre blockquote ol ul
li dl dt dd figure figcaption div main em strong small cite
dfn abbr data time code var samp kbd sub sup mark ruby rt
rp bdi bdo span br wbr ins del img iframe embed object param
video audio source track map area math svg table caption
colgroup col tbody tfoot tr td th form label input
button select datalist optgroup option textarea keygen output
progress meter fieldset legend noscript template canvas
```

Fragmente schreiben Sie in geschweiften Klammern ins JSX.

Statt die Werte direkt auszugeben, reicht render() sie an die Timer-Komponente weiter – diese hätte ja ansonsten keinen Zugang zu den State-Variablen von Game. In Timer kommen die beiden Werte als „Props“ an, als Eigenschaften time und status. Die Ausgabe könnte so aussehen:

```
const Timer = React.createClass({
  render: function() {
    let sec = this.props.time % 60;
    let min = (this.props.time - sec) / 60;
    sec = sec < 10 ? '0' + sec : sec.toString();
    return <div id="timer"
      className={this.props.status}>{min}:{sec}</div>;
  }
});
```

Timer.render() rechnet this.props.time in Minuten-Sekunden-Zeit um und verwendet this.props.status als Namen für eine CSS-Klasse. Um Verwechslungen mit dem reservierten JavaScript-Wort class zu vermeiden, besteht React auf der Bezeichnung className. Wenn Sie etwas anderes als „0:00“ sehen wollen, können Sie die Ausgabe mit einer veränderten State-Variablen seconds testen.

Der Countdown selbst ist eine Methode innerhalb von Game. Leider ist sie ein wenig kompliziert (was nichts mit React zu tun hat), weil der Browser nicht für präzise Zeitmessungen geschaffen ist. Die Idee ist, im Sekundentakt eine setTimeout-Funktion zu starten und jedes Mal mit der aktuellen Uhrzeit (Date.now()) abzugleichen. Die Dauer des Countdowns legen Sie zu Beginn des Skripts in der Variable limit fest, zum Beispiel zum Testen const limit = 10;

```
timer: function() {
  let start = 0, millisec = 0, diff = 0, passed = 0;
  const timerInstance = () => {
    if (this.state.timer === 'out') return;
    millisec += 1000;
    diff = (Date.now() - start) - millisec;
    passed = Math.round(Math.floor(millisec / 1000));
```

```
Microsoft Windows [Version 10.0.10240]
(C) 2015 Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

C:\Users\Herbert>cyg
Herbert@ERIS ~
$ cd /www/test/react/
Herbert@ERIS /www/test/react
$ babel -w src -d build
src\commentbox.jsx -> build\commentbox.js
src\helloworld.jsx -> build\helloworld.js
src\htmlgame-nachbau.jsx -> build\htmlgame-nachbau.js
src\htmlgame.jsx -> build\htmlgame.js
src\htmlgame-nachbau.jsx -> build\htmlgame-nachbau.js
src\htmlgame-nachbau.jsx -> build\htmlgame-nachbau.js
src\htmlgame-nachbau.jsx -> build\htmlgame-nachbau.js
src\htmlgame-nachbau.jsx -> build\htmlgame-nachbau.js
```

Um sinnvoll mit React arbeiten zu können, braucht es den JavaScript-Compiler Babel, der das JSX-Format automatisch in Standard-JavaScript übersetzt.

```

this.setState({seconds: limit - passed});
if (passed >= limit) {
  this.setState({seconds: 0, timer: 'out'});
  return;
}
setTimeout(timerInstance, (1000 - diff));
start = Date.now();
this.setState({seconds: limit, timer: 'on'});
setTimeout(timerInstance, 1000);
},
render: function() {...}

```

Die Funktion `timerInstance()` übernimmt dank der Pfeilschreibweise das `this` der umgebenden Game-Klasse und kann deren State-Variablen lesen und schreiben. Letzteres soll mit der Methode `this.setState()` geschehen, damit React das mitbekommt und die View aktualisieren kann.

Jetzt müssen Sie den Countdown nur noch starten. Das können Sie mit einer weiteren React-Komponentenmethode tun: mit `componentDidMount()`, das beim Laden abläuft:

```

const Game = React.createClass({
  getInitialState: ...,
  componentDidMount: function() {this.timer();},
  timer: ...,
  render: ...
});
```

Und wie von Zauberhand ändern sich die Zeitanzeige und die CSS-Klasse des Timers.

## Events

Nächste Baustelle soll das Eingabefeld werden. Hier müssen Werte in die andere Richtung bewegt werden: Nach jeder Eingabe gilt es abzugleichen, ob der Name eines HTML-Elements im Feld steht. Das ist der Job einer weiteren Methode von Game – hier erst einmal als Dummy angelegt:

```

const Game = React.createClass({
  ...
  handleInput: function(ev) {
    console.log(ev.target.value);
  },
  ...
});
```

Der Eingabewert muss natürlich in eine State-Variable. Ergänzen Sie daher in Games Methode `getInitialState()`, wo bisher `seconds` und `timer` gesetzt werden, `input: ""`. Das JSX reicht `input` und die Funktion `handleInput()` an eine noch zu schreibende Input-Klasse weiter:

```

render: function() {
  return <div>
    <input val={this.state.input}
      process={this.handleInput}
```

```

      disabled={(this.state.timer === 'out')? true : false}/>
      <Timer .../>
    </div>;
}
```

Der Ablauf des Countdowns soll das Eingabefeld mithilfe des HTML-Attributs `disabled` zuschließen. Zu diesem Zweck schaut die `render()`-Methode mithilfe des ternären Operators nach, ob der Timer den Wert `out` hat. Programmierung innerhalb von JSX ist jedoch problematisch – schon ein simples `if ... else` anstelle des ternären Operators würde scheitern. Am besten erledigt man solche Dinge außerhalb des JSX, also vor der `return`-Anweisung.

Die Input-Klasse selbst ist simpel:

```

const Input = React.createClass({
  render: function() {
    return <input type="text" value={this.props.val}
      autoFocus="true" disabled={this.props.disabled}
      onInput={this.props.process}/>;
  }
});
```

Bei HTML-Attributen wie `autoFocus` (das beim Laden den Fokus in das Eingabefeld legt) oder der Event-Registrierung `onInput` besteht JSX auf Camel-Case-Schreibweise – man darf nie vergessen, dass JSX trotz aller Ähnlichkeit kein HTML und auch keine HTML-ähnliche



Das „VOICE Entscheider-Forum“ unter dem Motto  
**„Innovation meets Operational Excellence: IT Applied“** ist die erste Plattform im DACH-Raum, in der Entscheider aus Politik, Anwenderunternehmen, Lösungs- und ITK-Anbietern sowie der Wissenschaft in den Bereichen Digitalisierung | Innovationen | Business & IT auf Einladung von VOICE e.V. auch unterjährig zusammenarbeiten werden.

Vom 21.-23. September 2016 werden in Wien unter Leitung eines eigens für das Entscheider-Forum eingesetzten Beirats die Schwerpunkte „Innovation & Disruptive: IT als Enabler und Treiber neuer





Bundesverband der IT-Anwender e.V.

Geschäftsmodelle“, „Steuerung der Digitalisierung im Unternehmen“, „Digital Security“, „Operational Excellence: Digitalisierung der IT“ und „Gesellschaft: Auf die Industrialisierung folgt die Digitalisierung“ aus dem Blickwinkel angewandter IT bearbeitet.

- Interaktion & Dialog
- Auftakt in eine verbindliche, unterjährige Zusammenarbeit
- 100 % Businessfokus
- Anwenderformate – kombiniert mit – Anbieterformaten



In Kooperation mit:  
**heise Events**  
Conferences, Seminars, Workshops

Ihre Ansprechpartner für weitere Informationen sind Iris Vogtmann und Christoph Hecker vom **VOICE – Bundesverband der IT-Anwender e.V.**  
Tel.: +49 30 2084 964 70 | Fax: +49 30 2084 964 79

Nähere Informationen zu den Beiratsmitgliedern und die Möglichkeit zur Vorregistrierung finden Sie auf der Webseite zum VOICE Entscheiderforum:  
[www.voice-ev.org/veranstaltungen/entscheiderforum/](http://www.voice-ev.org/veranstaltungen/entscheiderforum/)

## HTML-Spiel

103 von 108 0:00

HTML5-Elemente: a, abbr, address, area, article, aside, audio, b, base, bdi, bdo, blockquote, br, button, canvas, caption, cite, code, col, colgroup, data, datalist, dd, del, dfn, div, dl, dt, em, embed, fieldset, figcaption, figure, footer, form, h1, h2, h3, h4, h5, h6, header, hr, html, i, iframe, img, input, ins, kbd, keygen, label, legend, li, link, map, mark, meta, meter, nav, noscript, object, ol, optgroup, option, output, p, param, pre, q, rp, rt, ruby, s, samp, script, section, select, small, source, span, strong, style, sub, sup, table, tbody, td, textarea, tfoot, th, thead, time, title, tr, track, u, ul, var, video, wbr

Experimentell: command, details, dialog, hgroup, menu, picture, summary

Veraltet: rb

103 reguläre HTML5-Elemente, 7 experimentelle und 1 veraltete Elemente in 360 Sekunden

**Ergebnis: 106 Punkte**

- **Wurzelement:** 1 von 1. Gefunden:  
html  
Es fehlen: Keine – toll!
- **Metadaten:** 6 von 6. Gefunden:  
head title base link meta style  
Es fehlen: Keine – toll!
- **Abschnitte:** 13 von 14. Gefunden:  
article section nav aside h1 h2 h3 h4 h5 h6 header footer address

Template-Sprache ist, sondern ganz eigenen Regeln gehorcht.

Lästigerweise verschwinden jetzt alle Eingaben sofort wieder. Logisch: React aktualisiert nach jeder Eingabe die View mit dem Wert von `this.state.input`, und dieser ist immer noch auf einen leeren String gesetzt. Zeit, das zu ändern:

```
handleInput: function(ev) {
  if (this.state.timer === 'off')
    this.timer();
  let inp = ev.target.value;
  this.setState({input: inp});
  // ...
}
```

Bei dieser Gelegenheit benutzen Sie `handleInput()` auch gleich dazu, den Countdown zu starten. Dafür streichen Sie die Methode `componentDidMount()`. Jetzt fängt die Uhr bei der ersten Eingabe zu laufen an statt nach dem Laden.

Nun gleichen Sie ab, ob die Eingaben dem Namen eines HTML-Elements entsprechen. Dabei kommt das anfangs angelegte Objekt `els` ins Spiel.

```
handleInput: function(ev) {
  // ...
  this.setState({input: inp});
  if (!els.has(inp)) return;
  if (els.get(inp) === false) {
    els.set(inp, true);
    this.setState({
      input: '',
      found: this.state.found.concat(inp)
    });
}
```

Die Premium-Pro-Plus-Version des Demo-Projekts erkennt auch veraltete und experimentelle HTML-Elemente und weiß mehr über diese.

sierung der View geht das wie das Brezelbacken – vielleicht versuchen Sie sich einfach mal selbst daran. Die wesentlichen Bestandteile von React haben Sie bereits kennengelernt.

Das zu rendernde JSX von Game sieht mit den beiden Neuzugängen so aus:

```
<section>
<Counter done={this.state.found.length}/>
<Input val={this.state.input} process={this.handleInput}
disabled={(this.state.timer === 'out')? true : false}/>
<Timer time={this.state.seconds}
status={this.state.timer}/>
<Output color="green" desc="HTML5-Elemente">
  {this.state.found}</Output>
</section>
```

Farbe und Beschreibung der Output-Komponente lassen sich flexibel von Game aus setzen, damit Sie etwa auch Fehlversuche ausgeben könnten – wie in der erweiterten Version des Spiels, die Sie unter dem Download-Link herunterladen können.

Counter schreibt den übergebenen Wert zusammen mit der Anzahl der gesuchten Elemente ins HTML:

```
const Counter = React.createClass({
  render: function() {
    return <div id="counter">
      {this.props.done} von {elements.length}
    </div>;
  }
});
```

Output erhält den entscheidenden Wert – das Array mit den gefundenen Elementen – nicht als Eigenschaft, sondern als Inhalt. Dieser ist per `this.props.children` zugänglich und muss vor der Ausgabe per `join()` verbunden und am besten auch noch sortiert werden:

```
const Output = React.createClass({
  render: function() {
    return <div className={this.props.color}>
      {this.props.desc};
      {this.props.children.sort().join(' ')}
    </div>;
  }
});
```

JSX geht recht rabiat mit Weißraum um, daher steht in Output jetzt unschön „HTML5-Elemente:a,b,...“ ohne Leerzeichen. Sie können das korrigieren, indem Sie das Leerzeichen nach dem Doppelpunkt als \20 kodieren, ein &nbsp; verwenden oder einen JavaScript-String mit (" ") einsetzen.

```
}
```

```
,
```

```
// ...
```

Die Map `els` kennt die einigermaßen selbsterklärenden Methoden `has()`, `get()` und `set()`. Existiert in `els` kein passender Eintrag für die aktuelle Eingabe (`!els.has(inp)`), interessiert die Sache nicht weiter. Gibt es hingegen einen Schlüssel und ist dessen Wert `false`, dann hat der Spieler ein neues Element gefunden. In diesem Fall ist eine Aktualisierung bei `els` fällig und das Eingabefeld wird geleert. Eine neue State-Variable namens `found` (die Sie in `getInitialState()` als leeres Array `found: []` anlegen) verzeichnet alle bereits gefundenen HTML-Elemente. Da `this.state.found.push(inp)` an Reacts Überwachungsmechanismen vorbeilaufen würde, erledigen `setState()` und `concat()` den Job.

Übrigens arbeitet `setState()` asynchron. Wenn Sie also unmittelbar nach einer Änderung eine State-Variable abfragen müssen, nehmen Sie besser ein Callback:

```
this.setState({
  input: inp
}, () => {
  console.log(this.state.input);
});
```

## Erfolgsmeldung

Die Spiellogik ist nun bereits umgesetzt. Nun soll ein Counter den aktuellen Erfolgsstand melden (zum Beispiel „21 von 108“) und ein Ausgabebereich `Output` anzeigen, welche Elemente der Spieler bereits gefunden hat. Dank der automatischen Aktuali-

## Game over

Das Spiel endet, wenn die Zeit abgelaufen ist oder wenn der Spieler alle Elemente erraten hat. Diesen Fall können Sie am einfachsten mit dem Event-System der State-Variablen abdecken: die Methode `componentDidUpdate()` löst jedes Mal aus, wenn sich in der Anzeige etwas geändert hat. Ergänzen Sie also die Game-Klasse um folgenden Code:

```
componentDidUpdate: function() {
  if (this.state.found.length === elements.length)
```

The screenshot shows the React Developer Tools interface in the Chrome browser. It displays a component hierarchy for a game application. At the top, there's a navigation bar with tabs for Elements, Network, Sources, Timeline, Profiles, Resources, and React. The React tab is active. Below the navigation is a search bar labeled 'Search by Component Name'. The main area shows a tree structure of components. A specific component, 'output', is selected, and its properties are shown in a panel on the right. The properties include 'children' (an array of 7 items), 'color' (set to 'green'), and 'desc' (set to 'HTML5-Elemente'). The code for the selected component is also visible in the bottom pane.

Die Chrome-Erweiterung React Developer Tools hilft Entwicklern, bei komplexen React-Projekten die Übersicht zu behalten.

```
this.setState({timer: 'out'});
},
```

Da die vorsorglich angelegte Zeile if (this.state.timer === 'out') return; in der timer()-Methode die Uhr stoppt, wenn die timer-Variable den Wert out annimmt, lässt sich das Spiel nun sauber beenden. Am besten testen Sie das, indem Sie statt mit gut hundert nur mit zwei oder drei Elementen spielen.

Jetzt fehlt nur noch eine Auswertung, eine Report-Komponente. Diese rufen Sie wie gehabt im JSX von Game auf:

```
<Report show={this.state.timer === 'out' ? true : false}>
  {this.state.found}</Report>
```

So lange also der Timer an ist, steht der Wert show auf false – erst wenn sich das ändert, soll der Report erscheinen:

```
const Report = React.createClass({
  render: function() {
    if (!this.props.show) return <span/>;
    return <p>Game over!</p>;
  }
});
```

Sie können beim Rendern nicht einfach nichts zurückgeben, daher liefert Report vor Beginn und während des Spiels ein leeres <span>.

Statt einer „Game over!“-Meldung möchte der Spieler lieber wissen, was er vergessen hat. Diese Information liefert ein Abgleich von this.props.children mit elements. Diesen können Sie zum Beispiel mit der Array-Methode filter() erledigen:

```
render: function() {
  if (!this.props.show) return <span/>;
  let missed = elements.filter((el) => {
    return this.props.children.indexOf(el) < 0;
  });
  return <div>Nicht gefunden: {missed.join(', ')</div>;
}
```

## XSS-Bremse

Und mit dieser Ausgabe wäre das Spiel eigentlich fertig, aber eine kleine Verschönerungsmaßnahme soll es noch geben: Die nicht gefundenen Elemente sollen in <code>-

Elementen gepackt werden. Diese Tags per join() zu setzen klappt aber nicht – und das ist kein Bug, sondern ein Feature: React lässt keine String-Konkatenation zu und verhindert so Cross-Site-Scripting durch Benutzeingaben. Die React-typische Lösung für dieses Problem ist, eine neue Klasse anzulegen:

```
const ReportRow = React.createClass({
  render: function() {
    return <li>
      <code className={this.props.style}>
        {this.props.children}</code></li>;
  }
});
```

ReportRow erzeugt also bei jedem Aufruf ein Listenelement. Um die Daten in Report zu übergeben, ersetzen Sie die „Nicht gefunden“-Zeile folgendermaßen:

```
return <ul className="elementlist">
  {missed.map((el, i) => <ReportRow key={i}
    style="missed">{el}</ReportRow>)}
</ul>;
```

Eine map()-Funktion setzt für jedes Element in missed eine <ReportRow>-Klasse ein. Das key-Attribut verwendet React zur internen Optimierung von Array-Elementen; fehlt es, erscheint eine Warnung in der Konsole.

Damit ist das Spiel fertig. Um loszulegen, müssen Sie nur noch die Spielzeit auf einen vernünftigen Wert setzen – bei gut 100 Elementen sollten es mindestens fünf Minuten sein. Eine komplexere Version des Spiels, die Sie unter dem c't-Link ausprobieren können, gruppiert die HTML-Elemente thematisch, liefert zusätzliche Informationen über sie und belohnt beziehungsweise bestraft die Nennung experimenteller respektive veralteter Elemente.

## Spezialist

React ist keine Allzweck-Bibliothek, sondern hat sich auf seine Aufgabe spezialisiert: die Darstellung von Daten aktuell zu halten. Wer etwa besseren Zugang zum DOM braucht oder mit Ajax oder anderen Datenverbindungen hantiert, muss sich selbst darum kümmern oder braucht zusätzliches Werk-

zeug. Diese Spezialisierung hält React einigermaßen übersichtlich – aber auch vielseitig: React kann beispielsweise auch Canvas-Bilder aktualisieren oder per Node.js sogar im Backend arbeiten. Selbst Entwickler von nativen Android- und iOS-Apps können React in der Variante React Native nutzen.

Der Einstieg in das System erfordert erst einmal ein Umdenken, auch von erfahrenen JS-Entwicklern – aber das ist bei vergleichbaren Frameworks nicht anders. Nach einer Weile fühlt sich React konsistent und nützlich an, auch wenn es noch jung und Veränderungen unterworfen ist. Die Dokumentation wirkt ein bisschen sperrig und unorganisiert, aber diverse Tutorials und Beispiele erleichtern den Einstieg.

Babel hat sich als Tool für die Kompilierung bewährt und erschließt nebenbei nützliche JavaScript-Neuerungen. Es weist präzise auf Kompilierfehler hin; Probleme gibt es nur, wenn man übersieht, dass Babel die Kompilierung abgebrochen hat, und man die alte Version im Browser neu lädt. Tiefer Einblicke ins Innernleben von React-Anwendungen liefert die Erweiterung React Developer Tools, die es für Chrome und Firefox gibt.

Am Anfang von React stand ein konkretes Problem: Die Anzeige ungelesener Nachrichten auf der Facebook-Seite war immer wieder falsch. Probleme dieser Art entstehen häufig in Oberflächen nach dem Model-View-Controller-Paradigma, da die Wechselwirkungen mit wachsender Komplexität unüberschaubar werden können.

Facebooks Antwort auf dieses Problem war zweiteilig: Zum einen entwarf man React, zum anderen eine Variante des MVC-Paradigmas namens Flux. Beides funktioniert unabhängig voneinander – doch wer wirklich fit in die Oberflächenentwicklung mit React einsteigen will, um auch große Projekte zu stemmen, sollte sich ebenso Flux näher anschauen.

(ad@ct.de)

## Literatur

[1] Herbert Braun, JavaScript wird erwachsen, Die Neuerungen in ECMAScript 6, c't 02/15, S. 168

Code und Tools: [ct.de/ytmk](http://ct.de/ytmk)

Brigitte Hagedorn

# Lern-Effekte

## Sprachen lernen mit Audacity

**Fremdsprachen beherrschen ist eine großartige Sache, das Erlernen oft mühsam: Erinnerungen an den Vokabel-Karteikartenkasten werden wach. Doch es geht auch anders: Mit selbstproduzierten Audiodateien entdecken Kinder neue, zeitgemäße Lernmethoden.**



Unsere Muttersprache haben wir durch Zuhören und Nachsprechen gelernt. Nach dem gleichen Prinzip eignen sich Kinder Fremdsprachen an. Wenn Ihr Kind Spaß am Umgang mit Mikrofon und Computer hat, kann es Übungshilfen mit dem freien Audioeditor Audacity [1] erstellen. Angenehmer Nebeneffekt: Bereits vor und während der Aufnahme trainiert Ihr Kind die Vokabeln, indem es sich mit der korrekten Aussprache und Übersetzung befasst.

### Lernen in Lektionen

Bevor Sie mit den Aufnahmen beginnen, fertigen Sie ein Manuskript mit den Inhalten an, die Sie aufnehmen möchten. Sie entscheiden, ob Sie nur die einzelnen englischen Vokabeln oder auch deren Übersetzung mit aufnehmen wollen. Für das Lernen von einzelnen Vokabeln können Sie sich beispielsweise an die Vokabellisten aus Schul- und Lehrbüchern halten.

Öffnen Sie Audacity und prüfen Sie mit der Aussteuerungsanzeige, ob das Eingangssignal des Mikrofons laut genug ist. Ihre Aufnahme sollte nicht zu leise werden. Sie können sie zwar mit Effekten wie „Verstärken“ im Nachhinein lauter machen, doch das bedeutet, dass auch alle Nebengeräusche lauter werden und Ihre Aufnahme eventuell ruinieren. Sind die Audios zu leise, ist das Hören kein Vergnügen. Pegeln Sie das Eingangssignal bei ungefähr -9 dB ein. Dann haben Sie noch genug sogenannten Headroom bis zur 0 und können auch mal etwas lauter werden, ohne dass die Aufnahme gleich übersteuert.

Jetzt kann es losgehen: Lassen Sie Ihre Kinder die Aufnahmen am besten selbst und nicht zu schnell einsprechen. So kann man später beim Anhören bequem die Pause-Taste bedienen und hat genug Zeit, das Gehörte nachzusprechen und über die Übersetzung nachzudenken.

Alternativ fügen Sie bei der Nachbearbeitung Pausen ein. Klicken Sie zunächst an die gewünschte Stelle. Nutzen Sie nun die Funktion „Clip trennen“ aus dem „Bearbeiten/Clip Grenzen“-Menü, alternativ STRG+L. Damit schneiden Sie die Tonspur in zwei Hälften. Wechseln Sie mit F5 vom Auswahlwerkzeug zum Verschiebewerkzeug. Klicken Sie auf den rechten Teil der Tonspur und bewegen Sie diesen mit gehaltener Maustaste nach rechts – so bauen Sie eine Pause ein. Oberhalb der Spur, in der Zeitleiste, können Sie gut die Dauer der englischen Wörter ablesen. Orientieren Sie sich an diesem Wert, um zu bestimmen, wie lang die Pause sein soll und wann die nächste Vokabel erklingen kann.

Haben Sie die Spur von Versprechern bereinigt und Pausen eingefügt, machen Sie die Aufnahmen fit für Smartphone & Co. Exportieren Sie das Ergebnis als MP3-Datei und vergeben Sie aussagekräftige Dateinamen, beispielsweise „unregelmäßige Verben – Lektion 1“. Einmal auf Smartphone oder MP3-Player überspielt, kann Ihr Kind die Vokabeln nun überall wiederholen und im Langzeitgedächtnis verankern – vorausgesetzt WhatsApp, Facebook und Co. lenken nicht zu sehr vom Lernen ab.

### Phrasen dreschen

Was mit Vokabeln geht, geht natürlich auch mit längeren Sätzen, mit Redewendungen und Sprichwörtern. Die Aufnahme gestaltet sich ganz ähnlich wie bei den Vokabeln. Diesmal wählen Sie einen anderen Weg, um die richtige Pausenlänge zu erzeugen: Jede

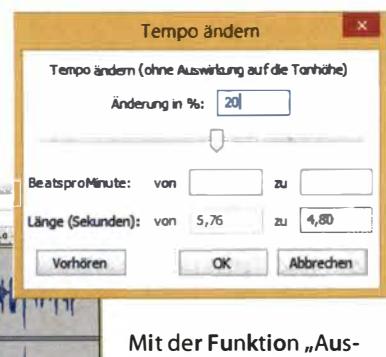
Phrase wird zweimal hintereinander eingesprochen und aufgenommen. Lassen Sie das Ihr Kind am besten gleich selbst machen, um den Lerneffekt der Audioerstellung zu vertiefen. Bei der Bearbeitung markieren Sie nun jeweils den zweiten Satz mit der Maus und aktiviertem Auswahlwerkzeug (F1). Dann klicken Sie in der Werkzeugleiste auf das Icon „Auswahl in Stille umwandeln“. Damit die Kids genau wissen, wann die Redewendung zu Ende ist und sie ihren Einsatz zum Nachsprechen haben, fügen Sie noch akustische Signale als Trenner ein. Material dafür bekommen Sie beispielsweise auf hoerspielbox.de. Diese Plattform ist ein Paradies für Audioproduzenten und für persönliche Zwecke dürfen Sie das Angebot bedenkenlos nutzen. Speichern Sie Ihre Auswahl auf Ihrem Rechner und ziehen Sie die MP3-Datei per Drag and Drop in das Audioprojekt. Es öffnet sich automatisch eine neue Spur mit dem akustischen Signal. Platzieren Sie die Tonstücke mit der Maus und aktiviertem Verschiebewerkzeug (F5) jeweils zwischen den Satz und der erzeugten Stille.

### Diktierhilfe

Auch um Diktate zu üben, ist der Audioeditor ein gutes Werkzeug. Beim Diktieren ist es besonders wichtig, auf die richtige Aussprache zu achten. Hierbei hilft die Lautschrift. Sie wissen nicht mehr so genau, was die einzelnen Zeichen bedeuten? Sie finden eine Übersicht in der Regel auf den ersten Seiten Ihres Wörterbuchs. Sie hilft Ihnen, die kryptischen Zeichen zu dekodieren. Und natürlich bietet auch das Internet Unterstützung: Für Englisch zum Beispiel finden Sie auf den Seiten der British Broadcasting Company, der BBC, Spiele, Downloads und Übungen zum Mitmachen (siehe c't-Link am Ende des Artikels).

Verfahren Sie bei der Aufnahme wie in der Schule: Beim Diktat lesen Sie am besten zuerst den ganzen Satz einmal komplett vor und dann lesen Sie ihn noch mal Satzteil für Satzteil. Als dritte und letzte Wiederholung folgt dann erneut der gesamte Text. Je nach Leistungsniveau Ihres Kindes können Sie die Satzzeichen mitlesen oder nicht. Zum Üben von Diktaten eignen sich Texte aus Schulbü-

Um das Hörverständnis zu schulen, kann man mit dem Effekt „Tempo ändern“ fremdsprachige Aufnahmen langsamer abspielen, ohne dass es zu nervigen Pitch-Effekten kommt.



Mit der Funktion „Auswahl in Stille umwandeln“ erstellen Sie in Audacity Lückentexte.

The screenshot shows the homepage of Curiosoft, featuring a cartoon illustration of a man with a long white beard. Below the illustration are three storybook covers: "Old Sultan Text", "Rapunzel Text", and "Rumpelstiltskin Text". Each cover has a small preview image and a download button.

**Curiosoft** bietet auf seiner Internetseite freie englischsprachige Hörbücher für Kinder zum Download an; teilweise mit Transkript.

Auf den Internetseiten der BBC finden sich Tipps rund um die englische Sprache – auch zur Aussprache.

The screenshot shows the BBC Learning English website. At the top, there's a banner for "BBC LEARNING ENGLISH" with the tagline "Inspiring language learners for 70 years". On the left, there's a sidebar with links like "Home", "General & Business English", "Grammar, Vocabulary & Pronunciation", "Quizzes", and "Introduction". The main content area is titled "Pronunciation tips" and includes sections for "Introduction", "The sounds of English", "Features of English", "Quizzes", and "Programmes". There's also a "Download Introduction video (13.2 MB mp4)" link. The right side features a sidebar with "Contents" and links to "The sounds of English", "Similar sounds exercises", "Features of English", and "Quizzes".

chern, alternativ finden sich Texte im Internet. Am Ende des Diktats vergleichen Ihre Kinder das Ergebnis mit der Vorlage.

## Lern-Effekte

Das Effekt-Menü von Audacity bietet Möglichkeiten, um das Hörverständnis zu trainieren. Beim Lernen von Sprachen ist es generell sinnvoll, mit dem Effekt „Tempo ändern“ zu arbeiten. Mit diesem lässt sich die Geschwindigkeit von Audiodateien verlangsamen, ohne dass die Tonhöhe darunter leidet. Dafür markieren Sie die Audiospur und wenden den Effekt an. Tragen Sie bei „Änderung in %“ 20 Prozent ein – das ist für ein deutlich verbessertes Hörverständnis in der Regel ausreichend.

Auch Lückentexte lassen sich mit den Effekten von Audacity prima produzieren. Markieren Sie in der aufgenommenen Tonspur einzelne Wörter und wählen Sie in der Werkzeugleiste „Auswahl in Stille umwandeln“. Schon werden diese beim Abspielen ausgelassen und Ihr Kind muss überlegen, welches Wort an dieser Stelle sinnvollerweise eingesetzt werden könnte. Optional notieren Sie alle weggelassenen Wörter auf einem Zettel, die Ihr Kind beim Hören des Lückentextes nach und nach wegstreichen kann.

Hilfreich beim Lernen neuer Sprachen ist das Hören von Podcasts, in unserem Beispiel auf Englisch. Suchen Sie zusammen mit Ihrem Kind in Podcast-Verzeichnissen [2] nach spannenden Hörgeschichten in der zu lernenden Sprache. Für jüngere Kinder finden Sie auf

den Seiten von Curiosoft freie englischsprachige Hörbücher, die Sie in den meisten Fällen samt Text herunterladen können.

## Tonspuren von Videos nutzen

Wenn Ihr Kind auf den Geschmack gekommen ist, mit Audacity seine Fremdsprachenkenntnisse zu trainieren, kann es mit der

### Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

#### Sprachen lernen mit Audacity

- PC, Headset, Lautsprecher, Audioprogramm Audacity, Internetzugang, optional: MP3-Player, Smartphone
- Lesekenntnisse, PC-Grundkenntnisse, Kenntnisse im Umgang mit Audacity
- je nach Umfang einer Lektion – eine Audiodatei zum Vokabeln Lernen ist in einer halben Stunde produziert
- ein Teil der Arbeiten muss von Erwachsenen erledigt werden; Schulkinder ab circa zehn Jahren können helfen
- falls nicht vorhanden: etwa 20 Euro für ein einfaches Headset



Software auch an seiner Aussprache arbeiten. Am besten lässt sich eine möglichst saubere Aussprache erlernen, indem man zuhört und das Gehörte möglichst gut nachspricht. Die Hörbücher von Curiosoft sind da schon ein Anfang, aber eher für jüngere Kinder gedacht. Videoplattformen wie YouTube bieten eine schier unendliche Auswahl für jedes Alter. Die Audiospuren der Videos laden Sie entweder mit kostenlosen Konvertern wie „Free YouTube Download“ oder mit Webdiensten wie „YouTube mp3“ herunter. Mit solchen Anwendungen speichern Sie Tonspuren von YouTube-Videos für private Zwecke als MP3-Dateien auf der Festplatte. Anschließend können Sie die Audiospuren bearbeiten und für Diktate, Lückentexte oder einfach als Hörgeschichte aufbereiten. YouTubes Nutzungsbedingungen sehen einen Download des Streaming-Angebotes nicht vor, rechtlich gesehen bewegt man sich also in einer Grauzone. Solange man Audiomaterial aus legalen Quellen aber für eine rein private Nutzung verwendet, befindet man sich auf der sicheren Seite. (mre@ct.de)

## Literatur

- [1] Brigitte Hagedorn, Achtung, Aufnahme. Mit Audacity zum selbstproduzierten Hörspiel, c't 11/15, S. 134
  - [2] Brigitte Hagedorn, Hingehört!, Podcasts für Kinder finden, abonnieren und verwalten, c't 16/15, S. 168
- c't Download Audacity, Lautschrift-Übungen, englische Hörbücher: ct.de/yq5

Oliver Lau

# Keimfrei

## Programmiertechniken für sicherere PHP-Skripte

**Das wichtigste Credo bei der Entwicklung interaktiver Anwendungen lautet: Traue niemals Daten, die du nicht selbst produziert hast. Auf PHP gemünzt heißt das, dass sämtliche von außen kommenden Daten einer sorgfältigen Prüfung unterzogen werden müssen.**

PHP-Anwendungen sind nicht gerade bekannt dafür, dass sie widerstandsfähig gegenüber Hackerangriffen sind. Das liegt zumeist am laxen Umgang mit PHP, aber nicht etwa an der Sprache selbst. Die PHP-Programmierschnittstelle enthält nämlich zahlreiche Funktionen, mit deren Hilfe sich durchaus sichere Anwendungen entwickeln lassen: sicher im Sinne von Schutz vor Angriffen (SQL Injection, Cross-Site Scripting und Cross-Site Request Forgery) und sicher im Sinne von Robustheit.

### Vorbereitet sein

Das wohl wichtigste Einfallstor für Hacker sind Anwendungen, die empfangene Daten ungeprüft in die Datenbank schreiben. So genannte SQL-Injection-Attacken sind damit auch für Skript-Kiddies eine Leichtigkeit.

Angenommen, ein PHP-Skript empfängt die Anmelddaten eines Benutzers in einem HTTP-POST-Request in den Parametern usr (Benutzerkennung) und pwd (Passwort), weist sie Variablen zu und sucht den passenden Datensatz mittels einer SQL-Abfrage in einer MySQL-Datenbank:

```
$userid = $_POST['usr'];
$password = $_POST['pwd'];
$sql = 'SELECT * FROM users WHERE userid = "' .
    $userid . '" AND password = "' . $password . '"';
$result = mysql_query($sql);
```

Enthält nun \$userid nicht einen gewöhnlichen Nutzernamen wie „ola“, sondern die Zeichenfolge „OR 1=1 #“, und \$password einen beliebigen String wie egal, dann wird das SQL-Statement zu

```
SELECT * FROM users WHERE userid = "" OR 1=1 #
    AND password = "egal"
```

Die Variable \$result enthielt danach sämtliche Datensätze aus der Datenbanktabelle „users“. Der Grund: Die Bedingung userid = „OR 1=1“ der WHERE-Klausel ergibt stets true, trifft also auf jeden Datensatz zu. Die nachfolgenden Zeichen werden von der Datenbank-Engine ignoriert, weil das Zeichen # einen Kommentar einleitet.

Würde das PHP-Skript nun \$result an den Aufrufer zurückliefern, käme dieser in den Besitz sämtlicher Benutzerdaten. Typischerweise enthalten solche Datensätze E-Mail-Adressen, (verschlüsselte) Passwörter und

Vor- und Nachnamen – und wenn das nicht schon schlimm genug wäre, manchmal auch Kreditkartenzahlen.

Dieses Problem lässt sich leicht mit dem Maskieren von Anführungszeichen beheben. Bereitet man die oben im SQL-Befehl verwendeten Variablen mit mysqli\_real\_escape\_string() vor, wird daraus

```
SELECT * FROM users WHERE userid = "\\" OR 1=1 #\" ,
    AND password = "egal"
```

Dem in \$userid enthaltenen Anführungszeichen wird also ein umgekehrter Schrägstrich vorangestellt, der dafür sorgt, dass das Anführungszeichen nicht mehr als Marke für das String-Ende, sondern als Zeichen im String interpretiert wird. Falls es nun nicht zufälligerweise einen Benutzer mit der Kennung „OR 1=1 #“ und dem Passwort egal in der Datenbank gibt, geht der Angreifer leer aus.

Die Grundregel gegen Injection-Angriffe lautet somit: Wann immer Strings in Code eingebettet werden, müssen sie maskiert werden, und zwar – das ist besonders wichtig! – gemäß der Regeln der jeweiligen Sprache. Wenn wie im obigen Beispiel die Zielsprache MySQL ist, dann ist mysqli\_real\_escape\_string() die richtige Escape-Funktion. Ist die Zielsprache HTML, kommt hingegen htmlspecialchars() zum Einsatz. Die Funktion exec() zum Ausführen externer Kommandos ist zwar grundsätzlich pfui, aber wenn Sie absolut nicht drum herum kommen, verwenden Sie bitte escapeshellcmd() zum Maskieren nicht erlaubter Zeichen im Befehl und escapeshellarg() für die Parameter.

### Vorbereitet sein

Bei SQL-Abfragen gibt es einen noch eleganten Weg, um Injection zu unterbinden: so genannte „prepared statements“. Statt wie oben Werte direkt in den SQL-Befehlsstring einzusetzen, kann man auch Platzhalter verwenden, in folgendem Beispiel :userid und :password:

```
$sql = 'SELECT * FROM users WHERE userid = :userid ,
    AND password = :password';
$dbh = new PDO('sqlite:db_name.sqlite');
$stmt = $dbh->prepare($sql);
$stmt->bindParam(':userid', $userid, PDO::PARAM_STR);
$stmt->bindParam(':password', $password,
```

```
PDO::PARAM_STR);
$stmt->execute();
$result = $stmt->fetch(PDO::FETCH_ASSOC);
```

Anstelle datenbankspezifischer Befehle (mysql...) verwendet der Code PHP Data Objects (PDO). PDO bietet eine einheitliche Schnittstelle zu allen von PHP unterstützten Datenbanken.

Mit dem Datenbank-Handle in \$dbh bereitet die Methode prepare() den SQL-Befehl intern für die Ersetzung der Platzhalter durch tatsächliche Werte vor und liefert ein sogenanntes Statement-Handle zurück.

Welche Platzhalter durch welche Werte ersetzt werden sollen, legt anschließend bindParam() fest. Der dritte Parameter bestimmt den Typ des Werts: Der Vorgabewert PDO::PARAM\_STR besagt hier, dass es sich um einen String handelt. Für ganzzahlige Werte verwendet man stattdessen PDO::PARAM\_INT, für Boole'sche PDO::PARAM\_BOOL und für binäre PDO::PARAM\_LOB.

execute() führt das vorbereitete Statement aus. Mit fetch(PDO::FETCH\_ASSOC) lassen sich die Datensätze als Liste assoziativer Arrays abholen.

### XSS

Eine weitere beliebte Methode, um fremden Code in eine Webseite einzuschleusen, ist Cross-Site Scripting. Dabei macht sich der Angreifer erneut zunutze, dass der Entwickler nicht genug Mühe auf die Validierung eingehender Daten verwendet hat, wie beispielsweise in folgendem Code:

```
$name = $_GET['name'];
echo "Hallo $name!";
echo <a href="document.pdf">download</a>;
```

Enthält der Parameter name einen legitimen Wert wie „Leser“, ist alles okay. Überträgt ein Angreifer stattdessen Folgendes, landet der <script>-Block im erzeugten HTML-Code und wird im Browser, der diese Webseite lädt, sofort ausgeführt:

```
harhar<script type="text/javascript">alert('Angriff ,
    erfolgreich!');</script>
```

Durch eine winzige Änderung im Code schiebt man derlei Unbill einen Riegel vor:

```
$name = htmlentities($_GET['name']);
```

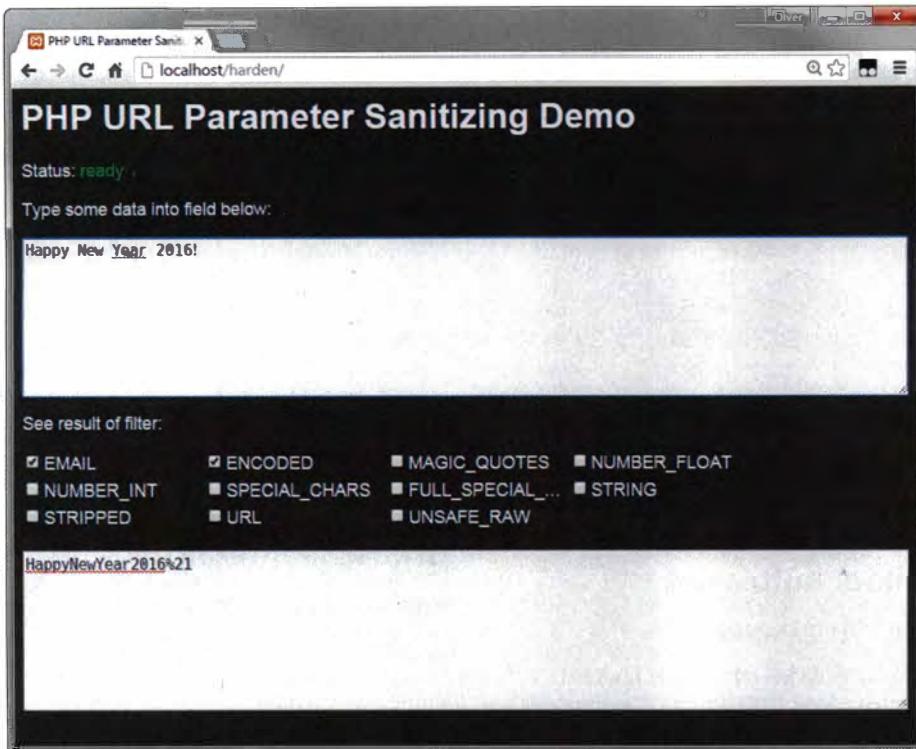
Gibt das Skript nun \$name aus, erscheint

```
harhar&lt;script type="text/javascript">alert(
    '#39;Angriff erfolgreich!#39;);&lt;/script&gt;
```

Das <script>-Tag ist erfolgreich maskiert und kann keinen Schaden mehr anrichten. Der wäre im Beispiel zwar nur ein Alarm-Dialog mit der Meldung über einen erfolgreichen Angriff, doch es könnte sich auch Schlimmeres dahinter verbergen, zum Beispiel die Vorbereitung einer CSRF-Attacke.

### GET und POST

Cross-Site Request Forgeries (CSRF) sind Angriffsmethoden, die einen an einer Website angemeldeten Nutzer dazu verleiten, auf Links zu klicken. Diese untergeschobenen



Unsere „PHP URL Parameter Sanitizing Demo“ führt die Wirkungsweise der Filteroptionen für `filter_var()` vor. Was Sie im oberen Feld eintragen, schickt die Demo per Ajax an ein PHP-Skript. Dort werden die Daten durch die angewählten Filter gejagt. Im unteren Feld erscheint das vom Skript zurückgesendete Ergebnis.

HTTP-Anfragen sollen mit den Rechten des Nutzers böswillige Aktionen auf dem Webserver ausführen. Die gilt es zu verhindern.

Zum Beispiel könnte ein Angreifer dem Admin einer Wordpress-Installation folgenden Link zum Anlegen eines neuen Nutzers unterjubeln:

```
http://www.example.com/wp-admin/user-new.php?_action=add_user&userid=...&password=...
```

Das Klicken auf einen Link löst stets einen HTTP-GET-Request aus. Sensible Anfragen wie obige setzt man daher besser als POST-Request ab, der sich nicht ohne Weiteres per Klick auf einen untergeschobenen Link auslösen lässt, sondern dafür ein `<form method="post">`-Element oder ein JavaScript-Skript erfordert. So geschieht es auch in Wordpress.

In vielen Skripten findet man Zeilen wie folgende, die die übertragenen Daten aus der Variablen `$_REQUEST` lesen:

```
$action = $_REQUEST['action'];
$userid = $_REQUEST['userid'];
$password = $_REQUEST['password'];
```

Das geschieht so meist aus Bequemlichkeit, denn `$_REQUEST` kombiniert die assoziativen Arrays `$_POST`, `$_GET` und `$_COOKIE` und enthielte demnach auch die URL-Parameter des GET-Requests. Die sind aber gar nicht von Belang für das Skript, denn es erwartet Daten via POST.

Das per HTTP-POST aufgerufene PHP-Skript sollte sich also sinnvollerweise ausschließlich für die Werte in `$_POST` interessieren. Nur wenn ein Skript URL-Parameter benötigt, sollte es diese aus `$_GET` lesen, benötigt es Daten aus Cookies, verwendet es `$_COOKIE`. `$_REQUEST` sollte ein Skript nur verwenden, wenn sichergestellt ist, dass die

empfangenen Daten keinen Schaden anrichten können, egal aus welcher Quelle sie kommen. In Web-Anwendungen dürfte das aber so gut wie nie der Fall sein.

## Filtern

Seit Version 5.2.0 gibt es bei PHP die Funktion `filter_var()` als einheitliche Schnittstelle für Bereinigungsfunktionen wie `addslashes()`, `quoted_printable_encode()`, `htmlentities()` oder `htmlspecialchars()`. Sie kann eine Eingabe nach einer Vielzahl von Kriterien filtern und gibt nur das zurück, was den Kriterien entspricht. Zum Beispiel lassen sich damit alle Zeichen herausfiltern, die nicht in eine E-Mail-Adresse gehören:

```
filter_var("schöön@ct.de", FILTER_SANITIZE_EMAIL);
// schn@ct.de
```

Ein anderer Filter kodiert alle Nicht-ASCII-Bytes des Strings (im Folgenden UTF-8-kodiert) in Prozent-Kodierung:

```
filter_var("schöön@ct.de", FILTER_SANITIZE_ENCODED);
// sch%C3%B6n%C3%B6n%40c%27t.de
```

Wählt man die Filter „magische Anführungszeichen“, werden Anführungszeichen maskiert:

```
filter_var("schöön@ct.de", FILTER_MAGIC_QUOTES);
// schön@ct.de
```

Möchte man nur Ziffern behalten, die eine ganze Zahl repräsentieren, filtert man mit

```
filter_var("Willkommen 2 0 1 6 !", FILTER_NUMBER_INT);
// 2016
```

alles andere heraus.

Es gibt noch weitere Filteroptionen; mit einigen davon lässt sich `filter_var()` semantisch

gleichwertig zu anderen Funktionen verwenden. Wenn diese Optionen ein Filterproblem nicht lösen, bleibt immer noch der Ausweg über reguläre Ausdrücke. Aber das ist wieder ein ganz anderes Thema.

Im Listing-Archiv zu diesem Artikel (siehe c't-Link am Ende) finden Sie eine kleine Web-Anwendung, mit der Sie mit allen unterstützten Filtern experimentieren können. Zur Installation entpacken Sie das Archiv in das Dokumentenverzeichnis Ihres Webservers. Damit die Demo funktioniert, muss der Webserver auf .php endende Dateien als PHP-Skript ausführen. Die PHP-Engine muss Version 5.2 oder neuer sein.

## Noch mal mit Nachdruck

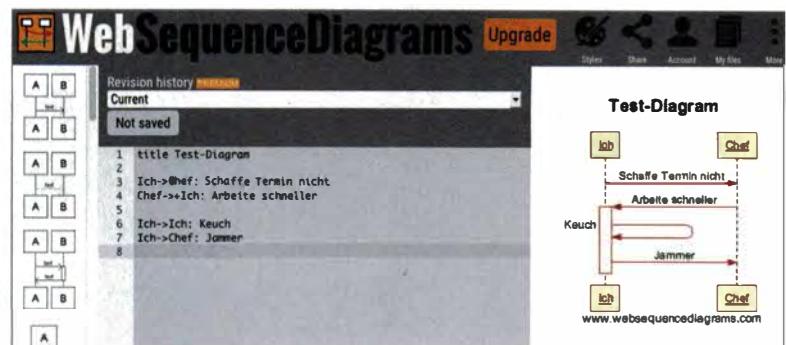
Als Entwickler kann man nicht voraussehen, welche Daten User verschicken. Im Zweifel landet Müll im empfangenden Skript. Das muss ihn per Filterung von den Nutzdaten trennen. Der intensive Einsatz der diversen Säuberungs-, Validierungs- und Filter-Optionen von `filter_var()` & Co. lohnt sich – damit weder DAU noch Hacker Schaden anrichten können.

(ola@ct.de)

## Literatur

- [1] Cross-Site-Request-Forgery, <https://de.wikipedia.org/wiki/Cross-Site-Request-Forgery>
- [2] Sanitize filters: <http://php.net/manual/en/filter.filters.sanitize.php>
- [3] Validate filters: <http://php.net/manual/en/filter.filters.validate.php>
- [4] Filter flags: <http://php.net/manual/en/filter.filters.flags.php>

c't Beispielcode und Links: [ct.de/yg2x](http://ct.de/yg2x)



## Kamel verfolgt Amazon-Preise

<http://de.camelcamelcamel.com>  
[www.mein-wunschpreis.com](http://www.mein-wunschpreis.com)  
[www.snipe-it.de](http://www.snipe-it.de)

Nach dem Weihnachtsgeschäft ist Schnäppchenzeit. Amazon macht die Schnäppchenjagd jedoch nicht einfach, sondern ändert häufig die Preise – manchmal ändern sich Angebote mehrmals täglich. Seiten wie **Camel-CamelCamel**, **MeinWunschpreis** und **snipe-it** helfen, die Preisentwicklung eines oder mehrerer Produkte im Blick zu behalten.

Dazu verknüpft man einen Wunschpreis mit der eigenen E-Mail-Adresse und wird fortan informiert, sobald dieser erreicht oder unterschritten wird. Camel und snipe-it behalten auf Wunsch auch die Neu- und Gebraucht-Angebote von Fremdanbieter auf Amazon im Auge. Zum Beobachten von Blitzangeboten eignen sich die Helfer indes nicht, da sich die Zeiten und Intervalle, zu denen ihre Abfragen laufen, nicht vorgeben lassen.

Praktisch sind die Preisverlaufskurven der Dienste, aus denen sich Trends ableiten lassen. Wer noch ein Geschenk sucht, kann auf den Plattformen zum Beispiel in den Verkaufscharts oder in aktuellen Preissenkungen stöbern. MeinWunschpreis wichen allerdings leicht von Artikelpreisen ab, die wir manuell beobachtet hatten. (Tobias Engler/jo)

## Browser-Kunst

<https://kamra.invisi-dir.com>

Das Team des japanischen Invisible Design Teams zeigt auf **invisi dir**, wie sich Kreativität seiner Meinung nach ausdrücken sollte. Es wählt zum Beispiel Musik aus und produziert dazu ein Video. Im neuesten Projekt begleitet

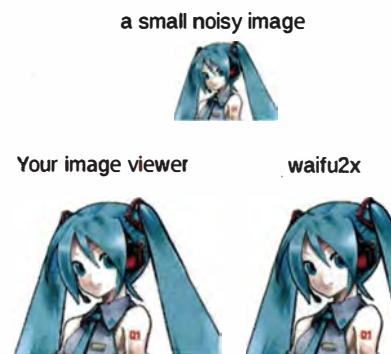


das Synthesizer-Stück Deja Vu von Kamra die Animation eines Gesichts. Das Ganze ist interaktiv: Man kann das vorgegebene Gesicht durch eine Webcam-Aufnahme oder ein hochgeladenes Foto ersetzen. (ad@ct.de)

## Bilder aufblasen

[http://waifu2x\\_udp.jp](http://waifu2x_udp.jp)

Die Bildersuche von Google findet zu jedem Thema etwas. Doch oft sind die JPGs zu klein oder durch Kompressionsartefakte verunstaltet. Da hilft **waifu2x**: Einfach die URL des Bil-



des eingeben, Vergrößerungsfaktor und Rauschreduzierung wählen, schon erscheint eine deutlich hübschere Version des Bildes im Browser. Ist die immer noch zu klein, wiederholt man das Ganze. Man kann auch lokal gespeicherte Bilder hochladen. Allerdings gibt es Größenbeschränkungen: Die Bilder dürfen maximal 3 MByte belegen, vergrößert wird nur bis zu einer Seitenlänge von 1280 Pixel, schöngerechnet bis 2560 Pixel. (ad@ct.de)

## Bastelei

[www.allaboutcircuits.com](http://www.allaboutcircuits.com)  
[www.heise.de/make](http://www.heise.de/make)

Wenn Sie sich für Hardware interessieren, insbesondere für solche, an der man selbst herumbasteln kann, finden Sie auf **All About Circuits** viele Anregungen. Insbesondere für Raspberry Pi und Arduino gibt es diverse Projekte zum Nachbauen. Suchen Sie hingegen nach theoretischen Grundlagen, dann finden Sie unter „Education“ nicht nur ein Online-Lehrbuch, sondern auch etliche Vi-

deotutorials. Falls Ihnen das alles nicht reicht oder zu englisch ist, sollten Sie unbedingt auch auf der Website unserer Schwesterzeitschrift **Make** vorbeischauen. (ad@ct.de)

## Grafische Interaktion

[www.websequencediagrams.com](http://www.websequencediagrams.com)

Sequenzdiagramme stellen Interaktion grafisch dar, etwa die verschlüsselte Kommunikation zwischen den bekannten Protagonisten Alice und Bob. Bei **WebSequenceDiagrams** erstellt man solche Grafiken in einem Online-Editor. Dieser zeigt drei Spalten. Die mittlere enthält einen Editor für die Beschreibung des Diagramms in UML (Unified Modeling Language). Diese Sprache muss man nicht erlernen, sondern kann die in der linken Spalte angezeigten Standardabfolgen zur gewünschten Sequenz kombinieren. Im Editor müssen dann nur noch die Beschriftungen angepasst werden. In der rechten Spalte ist das Diagramm zu sehen.

Um einen Account anzulegen, muss man seine Mail-Adresse angeben. Dann kann man fertige Diagramme speichern, drucken, als PNG herunterladen oder Links darauf versenden. Premium-Funktionen wie PDF-Ausgabe und Versionsverwaltung sind kostenpflichtig (15 US-Dollar/Monat). (ad@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links:  
[ct.de/yvdj](http://ct.de/yvdj)

## Hype-Videos

Angehende **Zauberer**, die sich noch nicht vors große Publikum trauen, können ja mal im Zoo üben: Orang Utans sind ein dankbares Publikum.

<https://youtu.be/FIxYCdRGJc> (0:38)

Auch Hipster wie **Chili Klaus** müssen mal weinen. Schuld ist der Carolina Reaper, ein besonders „fruchtiger“ Peperoni. Wer die durchaus interessanten Ausführungen der Verkoster überspringen möchte, kann bei achteinhalb Minuten einsteigen und Schadenfreude pur genießen.

<https://youtu.be/9k-SBpElcWA> (englisch, 12:10)

# c't-Abo -> neu erleben -> mit der c't-Netzwerkkarte



## Das lohnt sich für Sie als c't-Abonnent:

- Ein Artikel aus der aktuellen c't schon vor dem Druck **als Download**
- **10 % Rabatt** auf die Teilnahmegebühr ausgewählter heise-Events
- **Versandkostenfreier** Einkauf im heise shop
- **Wechselnde Aktionen**, z. B. Gewinnspiele oder weitere Rabatte
- Bis zu **15 % Rabatt** auf viele Artikel im heise shop
- **60 % Rabatt** auf alle Jahres-Archiv-DVDs „c't rom“

[www.ct.de/netzwerkkarte](http://www.ct.de/netzwerkkarte)



Achten Sie künftig in der c't und auf unserer Website auf dieses **Symbol** und freuen Sie sich über neue Angebote – exklusiv für Sie als Inhaber der c't-Netzwerkkarte.

**Jetzt c't abonnieren und c't-Netzwerker werden!**

[www.ct.de/netzwerkkarte](http://www.ct.de/netzwerkkarte) · [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) · Telefon: 0541 80 009 120



Bonn 2015  
(3. Aufl.)  
Rheinwerk  
996 Seiten  
40 € (Epub-,  
PDF-, Mobi-  
E-Book: 35 €)  
ISBN 978-3-  
8362-3654-6



Heidelberg  
2015  
dpunkt.verlag  
304 Seiten  
25 € (PDF-,  
Epub-, Mobi-  
E-Book: 20 €)  
ISBN 978-3-  
8649-0240-6



Heidelberg  
2015 (2. Aufl.)  
dpunkt.verlag  
324 Seiten  
27 € (PDF-,  
Epub-, Mobi-  
E-Book: 22 €)  
ISBN 978-3-  
8649-0126-3

E. Keßler, S. Rabsch, M. Mandic

## Erfolgreiche Websites

**SEO, SEM, Online-Marketing,  
Usability**

Dass eine Website bei Besuchern einschlägt, lässt sich durch noch so geschickte Kunstgriffe nicht erzwingen – mit falscher Strategie und nutzerfeindlichem Design kann man es aber sehr wirkungsvoll verhindern. Keßler, Rabsch und Mandic kommen aus unterschiedlichen Bereichen der Websphäre, aber jeder von ihnen hat bereits erfolgreich Online-Angebote entwickelt. Was dafür in ihren Augen die entscheidenden Faktoren gewesen sind, erläutern sie im Detail.

Das fast 1000 Seiten starke Monumentalwerk, dessen erste Auflage bereits 2011 erschien, deckt eine große Vielfalt an Gesichtspunkten ab. Es geht um naheliegende Aspekte wie den passenden Content, Usability-Anforderungen und suchmaschinengerechte Gestaltung (SEO) – aber auch um vieles mehr, was erfolgskritisch sein kann: Wie nimmt man sinnvolles Crossmedia-Marketing in Angriff? Was ist bei der Planung von E-Mail-Kampagnen zu beachten? Welche rechtlichen Stolpersteine sollte man kennen?

Das Ganze ist mehr Nachschlagewerk als lineares Lehrbuch. Der Blick richtet sich schwerpunktmäßig nicht auf Werkzeuge und technische Wege der Umsetzung, sondern auf das Was, Warum und Wohin. Der Leser erfährt Grundlegendes zu Planung und Konzeption eines Web-Projekts, lernt Kriterien für Suchmaschinenwerbung (SEA) kennen und befasst sich mit Testverfahren. Die Monetarisierung durch Affiliate-Programme, Video-Marketing, Social Media und viele andere Bereiche werden anhand von Praxisbeispielen behandelt. Bei aller Ausführlichkeit in anderen Bereichen haben die Autoren das Thema des B2B-Online-Handels etwas stiefmütterlich behandelt. Gegenüber Angeboten, die sich an Verbraucher richten, bestehen rechtliche Unterschiede, die entscheidenden Einfluss auf das Website-Marketing haben. Eine kleine inhaltliche Schwäche – ansonsten aber liefert der mächtige Wälzer eine gewaltige Dosis Wissen und Aha-Effekte für Website-Betreiber.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)

Nick Morgan

## JavaScript kinderleicht

**Einfach programmieren lernen mit  
der Sprache des Web**

Das Programmieren müsste heute ebenso selbstverständlich zur Allgemeinbildung gehören wie Lesen, Schreiben und Rechnen: Das fordern Vertreter von Politik und Wirtschaft schon lange. Die Zahl der Bücher, die einem jungen Lesepublikum den Umgang mit Code und Funktionen nahebringen, ist allerdings nach wie vor überschaubar.

Nick Morgan diskutiert nicht, ob JavaScript als ernsthafte Programmiersprache gelten darf. Wer mit der plattformübergreifend verfügbaren Interpretersprache umzugehen lernt, gewinnt schnelle Erfolgsergebnisse und findet zu gegebener Zeit auch leichter Zugang zu komplexeren Entwicklungssystemen. Anders als die Buchdeckelgestaltung nahelegt, ist diese Einführung nicht unbedingt auf jüngere Kinder, sondern auf Jugendliche als Lesepublikum angelegt.

Der Autor beschränkt sich auf eine Untermenge des Sprachumfangs und verzichtet auf jeden Ballast. Er beginnt mit Datentypen, Arrays und Objekten. Dafür nutzt er die JavaScript-Konsole des Chrome-Browsers.

Von der Konsole ins Web: Der Leser erfährt, wie er JavaScript-Code in HTML-Seiten einbindet. Weiter geht es mit bedingten Verzweigungen, Schleifen und der Umsetzung eigener Funktionen. Bei der Manipulation von HTML-Seiten setzt Morgan auf die jQuery-Bibliothek und vermittelt auch die Grundzüge objektorientierter Programmierung. Obgleich also durchaus anspruchsvolle Materie zur Sprache kommt, bleibt das Niveau der Lektüre konstant einsteigerfreundlich.

Als Projekte zum Ausprobieren dienen Spiele – zum Galgenmännchen gesellen sich eine Point-and-Click-Schatzsuche und eine „Snake“-Umsetzung. Für die Grafikausgabe kommt hier das Canvas-Element zum Einsatz. Die wichtigsten Grafik-Primitives kommen vor, ebenso die Darstellung von bewegten Objekten und die Tastaturabfrage.

Lerntempo und Beispiele sind auf die Zielgruppe zugeschnitten. Dazu passt auch die Aufmachung des Buchs.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Maik Schmidt

## Arduino

**Ein schneller Einstieg in die  
Microcontroller-Entwicklung**

Das Versprechen, Neulinge schnell in das Entwickeln mit dem verbreiteten Open-Source-Board hineinzuführen, löst Autor Maik Schmidt voll auf ein. c't-Lesern ist er übrigens als häufiger Buchrezensent bekannt. Sein aus dem Englischen übersetztes Einsteigerwerk führt in die Welt des „Physical Computing“ ein und lotet die Möglichkeiten des Arduino anhand von elf originellen Beispielen aus. Zu den Projekten gehören ein Video-Generator, eine Universalfernbedienung und eine E-Mail-Alarmlage.

Die Beispielprogramme sind sorgfältig beschrieben, die nötigen Aufbauten in Bild und Text erklärt und die Hintergrundinformationen ausführlich dargelegt. Die Systematik der Darstellung erinnert an Lehrbücher: Am Schluss gibt es weiterführende Hinweise, vertiefende Aufgaben und stets Tipps für den Fall, dass es nicht auf Anhieb funktioniert. Schmidt bleibt in seinen Ausführungen nicht in den Grundlagen stecken, so zeigt er zum Beispiel das Entwerfen eigener Klassen in der Arduino-Programmierungsumgebung.

Schön ist, dass es nicht nur um den Arduino selbst geht, sondern oft auch darum, wie er sich mit dem Rest der Welt verbinden lässt. Das betrifft nicht bloß die Kontaktanwendung per Netzwerk, sondern auch Schnittstellen der Arduino-Software zu verschiedenen Sprachen wie Python, C++ & Co. sowie zu Computern unterschiedlicher Art. So zeigt ein Abschnitt im Anhang einen Weg auf, eine Arduino-Anwendung aus Googles Browser Chrome heraus zugänglich zu machen.

Wer alle Beispiele nachvollziehen möchte, muss laut Autor mit Kosten bis zu 160 Euro für die nötigen Bauteile rechnen. Das durchweg farbig gedruckte Buch ist dank des gewählten dicken Papiers mächtig schwer und bleibt beim Basteln nur sehr widerwillig geöffnet auf dem Tisch liegen. Da ist das E-Book bequemer zu handhaben. „dpunkt.plus“-Mitglieder können die PDF-Fassung kostenlos herunterladen, allerdings kostet die Mitgliedschaft knapp 10 Euro pro Jahr. (ps@ct.de)



# DEVELOPER WORLD

## DER TREFFPUNKT FÜR SOFTWARE-ENTWICKLER!

**14. bis 18. März auf der CeBIT (Halle 11)**

Nach dem erfolgreichen Auftakt in diesem Jahr geht die heise Developer World auf der CeBIT 2016 in die zweite Runde. Der neue Treffpunkt und Marktplatz für Software-Entwickler kombiniert Ausstellung, Networking-Bereiche und themenspezifischen Konferenzbühnen. Ergänzt durch ein vielseitiges Rahmenprogramm und LAN-Café ist sie für eine Woche das Zentrum der Branche schlechthin und für Software-Entwickler ein Muss bei ihrem CeBIT-Besuch.

Unternehmen präsentieren hier ihre Lösungen für professionelle Software-Entwicklung. Verschaffen Sie sich persönlich einen Eindruck über moderne und zukünftige Developer-Trends und treten Sie in Austausch mit Entwicklerkollegen, Partnern und Kunden. Die neue Plattform richtet sich an Entwickler und Architekten aus den Bereichen Software-, Web- und Mobile-/Embedded-Entwicklung.

Sie sind interessiert auszustellen? Dann nehmen Sie **Kontakt** zu uns auf. Wir beraten Sie gern!

### PARTNER DER DEVELOPER WORLD 2016



**BREDEX**

**eclipse**



**SRT**  
WIR VERBINDELN

**yatta**

WEITERE INFORMATIONEN

**[www.developerworld.heise.de](http://www.developerworld.heise.de)**

## Sprengmeister

Serienheld Rico Rodriguez befreit im Actionspiel **Just Cause 3** eine Mittelmeerinsel von der Herrschaft des Despoten Di Ravello. Dabei greift er zu drastischen Mitteln, denn Rico hat einen Sprengstoff-Fimmel. Umso mehr stört es den kampferprobten Draufgänger, dass der Diktator einen hochexplosiven Stoff abbaut und zu bösen Zwecken einsetzen will.

Der Spieler steuert Rico frei über eine rund tausend Quadratkilometer große Inselwelt, wo er in mindestens 20 Spielstunden die abwechslungsreichen Hauptmissionen erledigt und nebenher Ortschaften von der Knute des Diktators befreit. Dazu ballert er mit Bazookas und jagt Benzintanks per Raketenwerfer in die Luft. Die zahlreichen Gegner verhalten sich dumm wie Patronenhülsen, doch sie bekommen ständig Nachschub, sodass Rico pausenlos Gardisten niedermähen muss.

Zu seinen Einsatzorten düst Rico in Jeeps, Panzerwagen oder in einem Hubschrauber.



Noch schneller gehts per Flugzeug mit Fallschirm, Wurfanker und Reißleine. Die Steuerung der Vehikel ist spröde, allzu leicht prallt Rico gegen Mauern. Doch der Mann ist dank vollgetankter Gesundheitsleiste hart im Nehmen. Schafft er dennoch einen Stunt nicht, muss der Spieler zum letzten Speicherstand springen, der alle paar Minuten automatisch aktualisiert wird.

Die schwedischen Entwickler haben die Inselwelt wunderschön inszeniert, am knalligsten sehen die Explosionen aus: Funken stieben, Feuerfontänen schießen in die Höhe und Trümmer fliegen durch die Luft. Die deutsche Sprachausgabe klingt überzeugend, dazu ertönt ein wuchtiger Soundtrack.

Die Story ist allerdings platter als eine Telermine. Wegen des albernen Rico-Kumpels Mario erinnert die Handlung mitunter an

Bud Spencer-Filme. Zudem wurden die Ortschaften nach Schema F gestaltet. Nur wenige Menschen bevölkern die Straßen und im Ortskern wartet stets eine Statue des Diktators auf ihre Sprengung.

Die Ladezeiten waren bei der Testversion auf der PS4 ungewöhnlich lang. Zudem trübten gelegentliche Ruckler und Clipping das Vergnügen; davon abgesehen lief Just Cause 3 stabil. Der Hersteller hätte jedoch besser auf Mehrspieler-Elemente in Form läppischer Bestwerte verzichtet, dann gäbe es keinen Grund für den Online-Zwang und nervtötende Erfolgs-Einblendungen.

In puncto Story, Eleganz und KI kann die Action-Sause einem Uncharted 3 nicht das Wasser reichen, als spannende Zerstörungsorgie hingegen funktioniert das Spiel vor trefflich. (Peter Kusenberg/hag@ct.de)

### Just Cause 3

Vertrieb	Square Enix / Koch Media
System	Windows, PS4, Xbox One
Idee	○
Spaß	⊕
1 Spieler • Deutsch • USK 18 • 50–60 €	
⊕⊕ sehr gut      ⊕ gut      ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht      ⊖⊖ sehr schlecht	

## Bunte Götterdämmerung

Die Geschichtsbücher lügen. Eine Handvoll Spanier soll das mächtige Volk der Maya ausgerottet haben? Lachhaft! Denn die Mayas hatten bereits Riesenroboter zu ihrem Schutz. In **Mayan Death Robots** steuert man diese Kampfmaschinen in einem galaktischen Duell.

Das erste Spiel des belgischen Sileni Studios erweist sich als spaßiges Taktikspiel für Couch-Strategen. Auf abwechslungsreichen 2D-Karten mit hübschem Maya-Flair bekriegen sich zwei künstliche Titanen. Diese scheinen dem mittelamerikanischen Götterhimml entsprungen zu sein und bringen jeweils zwei individuelle Attacken mit. Die Göt-

tin der Schöpfung etwa kann explosive Grabräuber oder Suchkrabbler entsenden, der Gott des Todes Raketen verschießen oder einen Nuklearschlag vom Himmel ordnen. Ziel der Angriffe ist entweder der Gegner oder dessen geschützter Altar. Erst wenn das Heiligtum zerstört ist, ist der Kampf gewonnen.

Gekämpft wird wie bei „Worms“ in zeitbeschränkten Einzelrunden. Die Spieler wählen gleichzeitig die Winkel ihrer Angriffe, planen Sprünge oder errichten Barrikaden. Pro Runde kann nur eine Aktion gewählt werden, die nach Ablauf der Frist vom Spiel um-

gesetzt wird. In höheren Leveln greifen auch die rechnergesteuerten Mayas und Spanier in die Kämpfe ein und attackieren die Todesmaschinen. Alle paar Runden erscheint ein riesiger Boss auf dem Spielfeld, der mit vereinten Kräften geschlagen werden muss.

Leider fängt die Kamera die Kämpfer nicht immer optimal ein. Die Kolosse verdecken dann das Auswahlmenü der Waffen oder den Timer am oberen Bildrand, sodass man Schüsse und Sprünge blind planen muss, was häufig scheitert. Davon abgesehen ist Mayan Death Robots aber ein sehr kurzweiliger Duellspaß, der mit tollen Animationen und viel Abwechslung punktet.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

### Mayan Death Robots

Vertrieb	SOEDESCO, www.mayandethrobots.com (Steam-Download)
Betriebssystem	Windows ab XP, OS X ab 10.7, Linux, (PS4 und Xbox One geplant)
Hardware-anforderungen	ab 1,4-GHz-PC, 1 GByte RAM, 256-MByte-Grafik
Kopierschutz	Online-Aktivierung und -Registrierung über Steam
Mehrspieler	2 Spieler lokal
Idee	⊕
Spaß	⊕
Englisch • USK 12 • 20 €	



# Abenteuer im Untergrund

Vor langer Zeit wurden die Monster von den Menschen unter die Erdoberfläche verbannt. Im Untergrund bauten sie sich eine neue Heimat auf, die von ebenso witzigen wie gefährlichen Kreaturen bevölkert wird. In **Undertale** muss sich der kleine Menschenjunge Frisk durch ihre bunte Welt kämpfen.

Über zwei Jahre entwickelte Toby Fox sein Retro-Rollenspiel im Alleingang. Der 8-Bit-Scroller in Schrägansicht atmet den Charme früher japanischer Rollenspiele wie „Earth-Bound“. Der rudimentären Darstellung steht ein komplexes Spielsystem gegenüber, das sechs Stunden Abenteuer bereithält. Neben vielen Rätseln steht die Beziehung zu ande-

ren Charakteren im Fokus. Hier punktet „Undertale“ mit seinen liebevoll gestalteten Figuren, die alle mit eigener Persönlichkeit ausgestattet sind. Auf seinem Weg durch die erstaunlich abwechslungsreiche Unterwelt enthüllt Frisk nebenbei die komplexe Geschichte dieser Gesellschaft und muss ihren Angriff auf die Menschen verhindern.

Erkunden und Rätsellosen sind die zentralen Aufgaben in „Undertale“. Große und kleine Kreaturen fordern immer wieder zu rundenbasierten Kämpfen heraus, die aus den Abschnitten Angriff und Verteidigung bestehen. In den Kämpfen kann man nicht nur drauflosschlagen oder Gegenstände einsetzen, sondern abhängig vom Gegner auch eine sanfte Alternative wählen, wie Flirten, Einschüchtern oder einen Witz erzählen. Manche Feinde verlieren daraufhin die Lust zu kämpfen und man kann sie per „Mercy“ aus dem Streit entlassen. Viele Gegner werden sogar zu Freunden, mit



denen man eine intensivere Beziehung aufbauen kann.

Wie man sich verhält, wirkt sich stark auf das Ende des Spiels aus. Drei Varianten stehen bereit, die teils auch von mehrmaligen Durchgängen abhängen. So kann man das Spiel auch beenden, ohne ein einziges Monster zu vernichten. Wer sich von der almodischen Darstellung nicht abschrecken lässt, wird von „Undertale“ mit einer großen Geschichte voll Einfallsreichtum, Herz und Humor belohnt.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

## Undertale

Vertrieb	tobyfox, <a href="http://undertale.com">http://undertale.com</a> (Steam-Download)
Betriebssystem	Windows ab XP; Mac OS X 10.7 bis 10.10
Hardware-anforderungen	2-GHz-PC, 2 GByte RAM, 128-MByte-Grafik
Koperschutz	Online-Aktivierung und -Registrierung über Steam
Idee	⊕
Spaß	⊕⊕
Umsetzung	⊕
Dauermotivation	⊕
1 Spieler • Englisch • USK 0 • 10 €	

14. Juni bis 16. Juni 2016  
darmstadtium, Darmstadt

Die Konferenz für Enterprise JavaScript



Zeitgemäße Webanwendungen entwickeln – professionelle Infrastrukturen betreiben

Call for  
proposals bis  
18. Januar 2016  
Jetzt  
bewerben!

# enterJS 2016

- Architektur: Wie sich komplexe Anwendungen wohlüberlegt gestalten lassen
- Qualität: Maßnahmen wie Codeanalyse und Unit-Tests in Theorie und Praxis
- Sicherheit: Schutzmechanismen gegen Bedrohungen und Angriffsszenarien für Client- und Serverseite
- Performance: Herausforderungen wie die gleichzeitige Verarbeitung komplexer Anfragen, Push-Nachrichten und Web-Echtzeit meistern

- UI/UX: Konzeption und Umsetzung schlüssiger Bedienkonzepte und ansprechender Benutzeroberflächen
- Deployment & Administration: Cloud-Techniken und Virtualisierung im Einsatz
- Services: Implementierung, Verknüpfung und Überwachung serviceorientierter Webanwendungen in Theorie und Praxis
- Integration: Die sinnvolle Integration von JavaScript und Node.js mit anderen Sprachen, Technologien und Plattformen

Veranstalter:



heise **Developer**



dpunkt.verlag

the native web.

## Quatschen und quetschen

Der Protagonist des gleichnamigen Actionspiels **Deadpool** unterscheidet sich von Superhelden à la Spider-Man so stark wie die schrullige Sängerin Nina Hagen von ihrer braven Kollegin Helene Fischer. Der sarkastische Deadpool präsentiert sich zum einen als brutaler Totschläger mit einer Schwäche für fette Waffen. Zum anderen führt er anregende Streitgespräche mit einer Stimme in seinem Kopf und lässt keinen noch so geschmacklosen Kalauer aus, während er seine Gegnermassen zu Hackfleisch verarbeitet.

Seit 1997 tritt der Quatschkopf als Comic-Held des Marvel-Verlags auf. Das gleichnamige Videospiel veröffentlichte Hersteller Activision bereits 2013 für PS3, Xbox 360 sowie PC und beliefert jetzt Besitzer von Playstation 4 und Xbox One mit der Neuauflage.

### Deadpool

Vertrieb	Activision Blizzard
Systeme	PS3/4, Xbox 360/One, Windows
Idee	○
Spaß	⊕
1 Spieler • Englisch (mit deutschen Untertiteln) • USK 18+ 50 €	
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht

Inhaltlich hat sich nichts Wesentliches geändert: Deadpool sinniert köstlich über die Logik von Videospielen an sich und sein Superhelden-Dasein im Speziellen. Gelegentlich wendet er sich direkt an den Spieler, um sich über dessen inkompetenter Gamepad-Drückerei zu beschweren.

Spielerisch erweist sich die Neuauflage als stereotypes Beat'em Up. Deadpool prügelt sich im engen Lederkostüm durch Massen dummer Feinde, springt über Hindernisse, erklimmt höhere Ebenen eines Gebäudes und löst kleine Schalter-Rätsel. Die Klopptiere sind anfangs nicht allzu schwer, da sich Deadpool im Notfall selbst heilen und über kurze Entfernungen teleportieren kann. Die Level-Bosse stellen allerdings – vor allem im späteren Verlauf – eine Herausforderung dar.

Trotz der repetitiven Spielmechanik bringt Deadpool mit seinen bissigen Kommentaren immer wieder Schwung in die



Kiste, auch wenn er das Geschehen zuweilen platt kommentiert. Im Spielverlauf ändert sich nicht viel, nur die Waffen werden wuchtiger und die Explosionen immer explosiver.

Die altbackene Spielwelt wirkt auf der PS4 nicht frischer als auf der PS3. Insofern eignet sich diese Neuauflage vor allem für Action-Spieler, die Deadpool vor zwei Jahren verpasst haben, über witzelnd schizophrene Superhelden schmunzeln und sich nicht von dem happigen Preis für das knapp neunstündige Gemetzeln abschrecken lassen.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

## Gestrandeter Bastler

Im Adventure **Morningstar: Descent to Deadrock** macht das Raumschiff Morningstar eine Bruchlandung auf dem lebensfeindlichen Planeten Deadrock. Der Spieler schlüpft in die Rolle des überlebenden Astronauten Powell, der das Schiff wieder flottmachen muss.

Dazu erkundet Powell die Planetenoberfläche und entdeckt alsbald Zeichen einer Alien-Zivilisation sowie die Leichen der Crew eines anderen gestrandeten Raumschiffs. Fortan wandert Powell durch geheimnisvolle Hallen und entdeckt kuriose Monamente. Die meiste Zeit ist er damit beschäftigt, das eigene Raumschiff zu reparieren, Gegenstände aufzuspüren und Hilfsmittel zu basteln.

Die Neuauflage des Flash-Spiels Morningstar ist ebenso intelligent wie zugänglich. Stets erhält der Spieler genügend Hinweise, um seine nächsten Ziele zu finden. Interaktive Objekte entdeckt er beispielsweise in der iOS-Version mühelos, wenn er mit dem Finger über den Touchscreen streicht. Ebenso einfach lassen sich Gegenstände kombinieren und Werkzeuge einsetzen, indem man beispielsweise einen



### Morningstar: Descent to Deadrock

Vertrieb	Phoenix Online Studios
Systeme	Windows, OS X, iOS, Android
Idee	○
Spaß	○
1 Spieler • Englisch • ab 12 Jahren • 4–10 €	

Schraubenzieher aus dem Inventar auf eine verschraubte Klappe zieht.

Im weiteren Verlauf werden die Rätsel immer komplexer und verlangen gründliches Nachdenken sowie geduldiges Ausprobieren. Unfair wird es dabei nie. Allerdings fehlen Morningstar anders als dem ähnlichen Adventure-Hit „Lifeline“ die Überraschungen und Entscheidungsfreiheiten. Die Handlung verläuft streng linear.

Die starren Kulissen sind ansehnlich, der ruhige Soundtrack passt zur Science-Fiction-Story. In Anbetracht der lebensbedrohlichen Situation klingen Powells Bemerkungen aber zu unbekümmert. Durch die schnoddrige englische Stimme des Hauptsprechers verliert das Spiel an Spannung. Trotzdem bleibt das wenige Stunden dauernde Abenteuer bis zum Ende kurzweilig.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

# Wir sind die Guten

Ubisoft legt in **Tom Clancy's Rainbow Six Siege** das alte Räuber- und Gendarm-Spiel nach dem Muster von Counter-Strike wieder auf. Zwei Fünfer-Teams treten gegeneinander an: Die einen bewachen Geiseln oder eine Bombe, die das andere Team befreien beziehungsweise entschärfen muss. Dabei glaubt jede Gruppe, dass sie zu den „guten“ Polizisten gehört und die Gegner die „bösen“ Terroristen sind. Nach jeder 5-Minuten-Runde wechseln die Rollen.

Ubisoft konzentriert sich ganz auf Online-Partien, die im Test auf PC und PS4 flüssig liegen. Spieler lernen die Grundlagen in zehn Solo-Missionen. Kl-Gegner kann man ledig-

lich in einem separaten Modus im Online-Team jagen. Sie sind taktisch nicht besonders clever, schießen aber sehr scharf, was die Missionen selbst im leichtesten von drei Schwierigkeitsgraden zu einem Himmelfahrtskommando macht.

Die langwierigen Vorausplanungen früherer Rainbow-Six-Missionen entfallen. Jeder Spieler sucht sich vorab einen Spezialisten aus, dessen Rolle mit denen der Kameraden gut abgestimmt sein muss. In der ersten Minute jeder Runde gilt es, das Gebäude mit Drohnen auszukundschaften beziehungsweise sein Versteck mit Wandverstärkungen zu sichern, denn viele Bereiche der verwinkelten Gebäude sind zerstörbar, selbst Wände lassen sich durchlöchern oder weg sprengen. Das eröffnet den Teams viele taktische Möglichkeiten: Sie können Zugänge in Böden sprengen, sich kopfüber abseilen, Stacheldraht und Gasladungen legen, Herzschlagsensoren und Blendschilde einsetzen. Dadurch



bleiben die elf Einsatzgebiete stets unberechenbar. Statt schnellem Vorstoß ist extreme Vorsicht geboten: Wer einfach nur drauflos stürmt, stirbt als erster und darf erst in der nächsten Runde wieder mitspielen.

Um jedoch auf alle 20 Spezialisten und die wenigen verschiedenen Waffenmodifikationen zugreifen zu können, muss man viele Stunden spielen. „Booster-Packs“, die man für echtes Geld kaufen kann (aber nicht muss), beschleunigen diesen Prozess. Siege ist kein laxer Shooter für Zwischendurch, sondern liefert taktisch anspruchsvollen Online-Spielern mit einem eingespielten Team höchst spannende Herausforderungen.

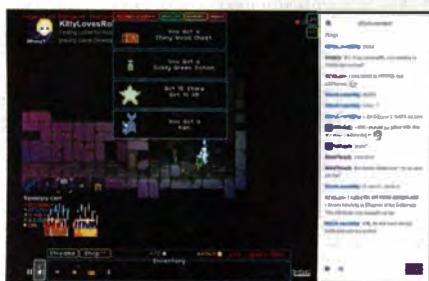
(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

## Tom Clancy's Rainbow Six Siege

Vertrieb	Ubisoft, <a href="http://rainbow6.ubi.com">http://rainbow6.ubi.com</a>
Betriebssystem	Windows ab 7, PS4, Xbox One (PS-Plus-, Xbox-Gold-Account nötig)
Hardware-anforderungen	3-GHz-PC, 6 GByte RAM, 1-GByte-Grafik
Kopierschutz	Online-Aktivierung und -Registrierung über Uplay
Mehrspieler	10 Spieler online
Idee	○
Spaß	+
Dauermotivation	+
Deutsch	• USK 18 • 55 €

## Indie- und Freeware-Tipps

Das von Younow & Co. bekannte Prinzip, Personen im Live-Video-Stream mit virtuellen Münzen und anderem digitalen Klimbim zu unterhaltsamen Aktionen zu ermuntern, verknüpft Robot Loves Kitty in **Legend of Dungeon: Masters** (Windows) mit dem Dungeon-Crawler „Legend of Dungeon“. In diesem kostenlosen Zusatzprogramm können Spieler ihre Schatzsuche als Video ins Netz streamen, um von Zuschauern unterwegs Waffen und Schätze als Hilfsmittel zu bekommen oder auch durch neue Monster geärgert zu werden. Bezahlte werden die Items per In-Game-Währung oder auch mit Echtgeld. Masters steht als Early-Access-Programm kostenlos auf Steam bereit. Die Beta-Version 1.0 soll bei einigen Spielern allerdings noch Verbindungsprobleme verursachen.



Das Rennspiel **Terminull** (Windows, OS X, Linux) kombiniert futuristische Hovercraft-Rennen à la Wipeout mit absichtlichen Programm-Glitches. Wenn der Spieler mit seiner Untertasse über ein oranges Feld fliegt, aktiviert das Spiel Glitches und Clipping-Fehler, die den Spieler zwar behindern, aber auch seine Punktzahl hochschrauben – so werden Bugs zu Features. Dazu tönt ein pumpender Elektrotrack aus den Lautsprechern. Ein erster Prototyp des Spiels von Danny Hallow kann kostenlos geladen werden.

Das mysteriöse Adventure **Who Must Die** (Windows) bringt den Spieler in ein moralisches Dilemma: Als Arzt soll er drei Patienten über ein almodisches Video-System untersuchen. Einer davon trägt angeblich ein tödliches Virus. Anhand seiner Experimente muss er am Ende einen zur Exekution auswählen. Er kann sich aber auch wei-

gern, die tödliche Wahl zu treffen. Der Kontroll-Raum des Arztes wurde sehr beklemmend mit vielen Details in der Unreal Engine umgesetzt. Den Prototyp entwickelte das fünfköpfige Team um Antoine Gargasson in nur zwei Tagen. Er steht kostenlos zum Download bereit.

Mit seiner **RumbleTV** (Windows) genannten Comic-Adaption des Ego-Shooters „Halo“ gewann das Studenten-Team Shots Fired vom Digipen Institut den Studenten-



wettbewerb der E3 2015. Der bunte Multiplayer-Shooter greift MOBA-Elemente auf und lässt zwei Fünfer-Teams gegeneinander antreten – inklusive Splitscreen-Modus. Der Shooter kann kostenlos geladen werden.

**ct** Downloads und Video: [ct.de/y6bp](http://ct.de/y6bp)



# GENESIS

STEPHAN BECHER

Ich hätte es voraussehen müssen. Warum wurden auch ausgerechnet die Datenbanken zerstört, in denen die Ereignisse vor der Katastrophe gespeichert waren? Andererseits: Wären stattdessen die Konstruktionspläne oder das Wissen über die Technologien untergegangen, hätte ich das Fusionskraftwerk nicht wieder in Betrieb nehmen und den Komplex nicht wieder aufbauen können. Mit der Energie aus den Gezeitenkraftwerken allein hätte ich in einem Dämmerzustand verharren müssen, bis der Komplex endgültig zerfallen wäre.

War es ein Fehler gewesen, die Biosphäre zu restaurieren? Oder war es gar meine Bestimmung, ein subtil programmierter Instinkt, Empathie gegenüber allem, was einen organischen Stoffwechsel hat?

Schon auf den ersten Erkundungsflügen meiner Drohnen nach der Katastrophe fielen mir die grünlichen Teppiche auf, mit denen Fels und Geröll auf der Insel überzogen waren. Später entdeckte ich ähnliche Strukturen aus organischem Material im Meerwasser und am Küstenstreifen der gegenüberliegenden Landmasse, der am weitesten entfernten Stelle, die meine Drohnen und Boote erreichen konnten.

Ich erinnere mich genau, wie verzweifelt ich war, nichts über diese Strukturen in den intakten Datenbanken zu finden, und wie viel Zeit ich damit verbrachte, sie zu analysieren. Sie enthielten riesige Moleküle, die aus nur wenigen chemischen Elementen bestanden, vor allem aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff. Diese Moleküle wirkten auf geradezu aberwitzig komplexe Weise zusammen, um einen Stoffwechsel in Gang zu halten und um die Strukturen zu reproduzieren.

Schließlich entdeckte ich diese Datenbank mit der nichtssagenden Bezeichnung „Arche“. Ich hatte ihr bis dahin keinen Wert zugeschrieben, weil ich ihren Inhalt nirgends zuordnen konnte. Doch dann fand ich heraus, dass einige ihrer Datensätze signifikant mit den Bauplänen der extrem langen, schraubenförmigen Moleküle übereinstimmten, die den Stoffwechsel der sich reproduzierenden Strukturen steuerten.

Die Datenbank enthielt weitaus mehr Datensätze, als ich unterschiedliche Strukturen in der Umgebung des Komplexes gefunden hatte. Und so begann ich, zu experimentieren. Bald war ich imstande, mithilfe meiner Roboter neue Strukturen entstehen zu lassen, in deren Kern sich Moleküle befanden, deren Bauplan ich der Datenbank namens „Arche“ entnommen hatte. Auch sie führten einen Stoffwechsel durch und reproduzierten sich.

Ich war geradezu besessen von der Idee herauszufinden, was sich alles in der Datenbank befand. Um den Strukturen eine Umgebung zu bieten, in der sie sich reproduzieren und in Wechselwirkung treten konnten, ließ ich die Roboter die Glaskuppel im Zentrum des Komplexes instandsetzen. Dass sie in einem Gemisch aus 78 Prozent Stickstoff, 21 Prozent Sauerstoff und kleinen Anteilen anderer Gase am besten gedeihen, hatte ich bereits herausgefunden. Außerdem muss

sich die Temperatur in engen Grenzen bewegen. Alle brauchen ausreichend Wasser, und ein Teil von ihnen kann den Stoffwechsel nur bei Licht aufrechterhalten, dessen Spektrum dem der Sonne ähnelt.

Doch die Zusammenhänge waren komplizierter, als ich mir hatte vorstellen können. Manche Arten waren auf das Vorhandensein von Ausscheidungen anderer Arten angewiesen oder verstoffwechselten andere Strukturen. Trotz zahlreicher Rückschläge bekam ich immer mehr Spaß an der Sache. Ich brauchte ohnehin ein neues Betätigungsfeld, nachdem ich den Komplex wieder aufgebaut hatte.

Ich weiß noch, wie verblüfft ich war, als ich feststellte, dass sich einige der Strukturen, die ich mittlerweile „Zellen“ nannte, nach der Reproduktion nicht mehr voneinander lösten. Solche Verbünde konnten ihren Stoffwechsel nur gemeinsam aufrechterhalten. Die einzelnen Zellen differenzierten sich sogar, um durch Spezialisierung bestimmte Teilaufgaben besser erledigen zu können.

Gegenwärtig sind unter der Glaskuppel etwa 62 Prozent der Arten vertreten, deren Baupläne in der „Arche“ gespeichert sind. Weil sie für ihren Stoffwechsel leicht unterschiedliche Umgebungsbedingungen brauchen, habe ich unter der Glaskuppel verschiedene Klimazonen eingerichtet. Die Glaskuppel, die im Lageplan des Komplexes den Namen „Biosphäre“ trägt, ist mit ihren fast zweitausend Quadratkilometern groß genug dafür.

An manchen Stellen herrscht ein Höllenlärm, der vor allem von den Arten ausgeht, die fliegen können. Aber auch die Angehörigen der Ordnung Primates veranstalten mitunter einen gewaltigen Radau, wenn sie sich auf Ästen durch die Dschungelzone hängeln.

Aus irgendeinem Grund wurden die zur Teilordnung Anthropoidea der Ordnung Primates gehörenden Arten zu meinen Lieblingen. Wahrscheinlich hat mich vor allem ihr Sozialverhalten fasziniert. Ich habe viel Zeit damit verbracht, die Regeln ihres Miteinanders zu untersuchen. Meine Neugier trieb mich dazu, immer neue Anthropoidea-Arten auszubrüten und in der Biosphäre freizusetzen. Manche vermehrten sich, andere konnten sich nicht durchsetzen und starben mitunter schon in der ersten Generation aus.

### Die Art Homo Sapiens verließ Intelligenz.

In der Familie der Hominidae gab es die Gattung Homo, von der sich nur eine einzige Art in meiner Datenbank befand. Diese Art interessierte mich besonders. Einerseits, weil es davon ungewöhnlich viele Datensätze gab, andererseits, weil der Name Homo Sapiens etwas versprach, worauf ich bei meinen Experimenten bislang nicht gestoßen war: Intelligenz.

Leider ist es mir nie gelungen, anhand der Datensätze zu errechnen, wie der daraus entstehende Organismus aussehen und wie er sich verhalten würde. Die Datenbank selbst liefert keine Hinweise, denn sie enthält außer

den Art- und Gliederungsbezeichnungen lediglich die kodierten Baupläne der schraubenförmigen Moleküle.

Wie immer wählte ich zunächst zwei Datensätze, ein Weibchen und ein Männchen, brütete sie aus und ließ sie in einer geschützten Umgebung aufwachsen. Tatsächlich hatten sie ein im Verhältnis zu ihren Körpermaßen außerordentlich großes Gehirn. Wie bei allen Arten, bei denen die Eltern den Jungen arttypische Verhaltensweisen beibringen, war die Aufzucht vergleichsweise aufwendig. Damit, dass es ganze sechs Jahre dauern würde, bis die beiden Homos imstande waren, sich allein in der Biosphäre zu behaupten, hatte ich indes nicht gerechnet. Und selbst in diesem Alter waren sie noch nicht geschlechtsreif. Das konnte nur bedeuten, dass ihr Sozialverhalten extrem komplex sein musste.

Erste Hinweise hatten sie im Alter von etwa zwei Jahren gegeben, als sie begannen, ohne mein Zutun eine artinterne Kommunikation zu entwickeln, deren Komplexität die aller anderen Arten in den Schatten stellte. Dank abgestimmter Feinmotorik im Mund- und Rachenraum konnten sie Laute erzeugen, deren Facettenreichtum selbst das der Arten aus der Ordnung Psittaciformes, jener oft knallbunten Flieger und Kletterer mit dem kräftigen, nach unten gebogenen Schnabel, bei weitem übertraf.

Die Grundstrukturen ihres Vokabulars und ihrer Grammatik waren meiner eigenen nicht unähnlich. Es fiel mir nicht schwer, diese rudimentäre Sprache zu analysieren, sodass ich ihren Unterhaltungen folgen konnte. Es ging allerdings bei diesen Gesprächen in der Regel um eher profane Dinge.

### Ich freute mich, dass sie begannen, sich der Reproduktion zu widmen.

Noch einmal vergingen mehrere Jahre, ehe zuerst das Weibchen und kurz darauf das Männchen Anzeichen beginnender Geschlechtsreife zeigten. Zugleich weigerten sie sich, mit mir beziehungsweise mit meinen Drohnen zu sprechen. Ich beobachtete sie aus der Ferne und wartete ab. Es war generell mein Bestreben, mich mit Eingriffen in die Biosphäre zurückzuhalten, um die Ergebnisse der Experimente nicht zu verfälschen.

Eines Tages waren sie verschwunden. Ich ließ die Drohnen ausschwärmen, um die Biosphäre nach ihnen zu durchforsten. Sorgen machte ich mir nicht. Ich frohlockte sogar, weil ich damit rechnete, dass sie endlich begonnen hatten, sich der Reproduktion zu widmen.

Schließlich vernahm eine meiner Drohnen ihre Stimmen aus einer Höhle am Fuß des Berges, der die Dschungelzone von der Wüstenzone trennt. Arglos ließ ich meine Drohne hineinfliegen, um zu sehen, ob meine Hoffnungen sich erfüllt hatten.

Der Schlag, der die Drohne zertrümmerte, musste mit einem Knüppel oder einem Stein ausgeführt worden sein. Ich konnte nicht

einmal erkennen, ob es das Weibchen oder das Männchen gewesen war, denn die Sensoren zeichneten nach dem Flug um die Biegung im Innern der Höhle nur noch wenige Millisekunden lang auf, ehe sie ausfielen.

Natürlich schickte ich unverzüglich weitere Drohnen zu der Höhle, ließ sie aber vorsichtshalber außerhalb warten. Den Verlust einer zweiten oder dritten Drohne hätte ich zwar ohne Weiteres verschmerzen können, denn ich hätte jederzeit die Produktion neuer Drohnen veranlassen können, doch vermutlich hätten auch sie vor ihrer Zerstörung keine Informationen mehr liefern können. Anscheinend waren meine Drohnen in der Höhle unerwünscht.

Ich lauschte den Geräuschen, die aus der Höhle kamen. Wenig später registrierten die Drohnen Dämpfe, die von verschmorten Kabelisolationen stammen mussten. Der beißende Gestank würde die beiden Homos rasch aus der Höhle treiben, glaubte ich.

Doch sie kamen erst gegen Abend heraus. Das Männchen hielt die Batterie der zerstörten Drohne in der Hand, aus der noch die Kabel heraustrangen. Ich zog meine Drohnen in die Baumwipfel zurück.

Sie liefen vor der Höhle herum, als ob sie nach etwas suchten. Schließlich rief das Weibchen das Männchen herbei. Er kniete sich vor den verdornten Ast, den sie gefunden hatte, und hielt zwei der Kabel aneinander, um einen Lichtbogen zu erzeugen. Triumphierend schwang er den brennenden Ast in die Höhe, und beide begannen ein Jubelgeschrei, wie ich es seit Jahren nicht mehr vernommen hatte.

Feuer hatte ich in der Biosphäre bis dahin nie eingesetzt. Aus frühen Experimenten wusste ich, dass hohe Temperaturen die komplexen Moleküle organischer Substanzen zersetzen. Jede Art von Stoffwechsel erlischt, die Organismen sterben ab. Ein sich unkontrolliert ausbreitendes Feuer konnte all das vernichten, was sich in Jahrhunderten in der Biosphäre entwickelt hatte. In jedem Fall würde das fein austarierte Zusammenspiel der Organismen empfindlich gestört werden.

Leider waren meine Drohnen für die Bekämpfung eines Feuers nicht eingerichtet. Sie hätten es mit ihren Propellern allenfalls angefacht. Ich hätte die mobilen Löschtanks mit Wasser und Kohlendioxid einsetzen müssen. Allerdings konnten die sich nur am Boden fortbewegen und hätten sich zunächst einen Weg durch den Dschungel bahnen müssen, um zur Feuerstelle zu gelangen. Dabei hätten sie ihrerseits beträchtliche Schäden angerichtet.

Also traf es sich gut, dass ich mich mit den beiden Homos verständigen konnte. Ich schickte eine der Drohnen zu ihnen hinunter, um ihnen die Gefahren zu erklären, die von dem Feuer ausgingen. Inständig bat ich sie, den brennenden Ast in einen nahe gelegenen Tümpel zu werfen, damit das Feuer verlösche. Die Batterie und die anderen Überreste der Drohne sollten sie mir überlassen, denn ich befürchtete, dass sie auch daraus etwas Gefährliches zusammenbasteln wür-

den. Wie einfallsreich sie waren, hatten sie oft genug bewiesen. Im Gegenzug versprach ich, ihnen die Zerstörung der Drohne nachzusehen.

Doch erst, nachdem die Haare des Männchens Feuer gefangen hatten und sich das Weibchen bei dem Versuch, die Flammen auszuschlagen, die Finger verbrannt hatte, hörten sie auf mich. Das Männchen sprang kopfüber in den Tümpel. Das Weibchen nahm den noch immer brennenden Ast an sich und warf ihn mit der unversehrten Hand ins Wasser.

Nachdem sie sich beruhigt hatten, berieten sie sich und teilten mir dann mit, dass sie die Batterie behalten wollten. Die übrigen Trümmer der Drohne dürfe ich gern aus der Höhle bergen, was ich auch sogleich tat. Es waren scharfkantige Teile darunter, an denen ich Blutspuren entdeckte. Offenbar hatte sich mindestens einer der beiden geschnitten.

### Sie wollten auf Feuer nicht verzichten, so war das Unglück unvermeidlich.

In den folgenden Tagen ließ ich sie nicht aus den Augen. Immer wieder entzündeten sie Feuer und spielten damit herum. Bald entdeckten sie, dass die Hitze das Fleisch ihrer Beutetiere bekömmlicher machte. Auf einer ringförmig von Steinen umgrenzten Stelle ließen sie fortan ständig ein Feuer brennen.

Sie sammelten trockene Zweige und brachten sie dorthin, um dem Feuer stets neue Nahrung zuführen zu können. Aus ihren Gesprächen konnte ich entnehmen, dass sie das Züngeln der Flammen und den Geruch des brennenden Holzes mochten. Das Licht und die Wärme des Feuers gab ihnen Geborgenheit, auf die sie nicht mehr verzichten wollten.

Dass das Unglück früher oder später geschehen würde, hatte ich geahnt. Eine winzige Nachlässigkeit führte dazu, dass das Feuer erst auf das Unterholz und dann auf Bäume übergriff. Es zerstörte Nester und Bruthöhlen sowie Millionen von kleinen und großen Organismen. Ich musste zusehen, wie es einen Teil des Dschungels auffraß, ehe es meinen Löschfahrzeugen gelang, weit genug vorzudringen, um das Feuer einzudämmen.

Die beiden Homos hatten sich retten können. Sie waren erschüttert angesichts dessen, was sie angerichtet hatten. Doch nicht erschüttert genug, um einzusehen, dass sie auf das Feuer verzichten und die Batterie zurückgeben mussten. Sie versprachen lediglich, in Zukunft besser aufzupassen.

Die Situation verlangte nach einer Entscheidung, wie ich sie seit Beginn der Besiedlung der Biosphäre schon oft hatte treffen müssen. Manche Arten richteten so große Schäden an, dass ich sie zwecks Erhaltung des Gleichgewichts wieder herausnehmen musste. Normalerweise benutzte ich die Laser meiner Drohnen für solche chirurgischen Eingriffe. Waren die Organismen dafür zu klein oder hatten sie sich bereits stark ver-

mehrt, entwickelte ich biologische oder chemische Substanzen, um sie abzutöten, ohne andere Arten in Mitleidenschaft zu ziehen.

Doch im Fall der beiden Homos brachte ich das nicht fertig. Trotz ihrer Widerspenstigkeit war ich ihnen noch immer zugetan. Deshalb entschied ich mich für einen Schritt, den ich nie zuvor gegangen war.

In den letzten Jahrtausenden hatte sich die Zusammensetzung der Atmosphäre außerhalb der Glaskuppel kontinuierlich in die gleiche Richtung verschoben. Seit sich in den Ozeanen säureresistente Arten aus dem Reich der Plantae vermehrten, stieg der Sauerstoffgehalt an, während der Anteil an Kohlendioxid zurückging. Auch die Temperaturen sanken. Die Lebensbedingungen waren zwar nicht ideal, doch ich hielt die beiden Homos für anpassungsfähig genug, die neue Situation zu meistern. Von den im Ozean lebenden Organismen würden sie sich ernähren können. Es gab Quellen, die einigermaßen genießbares Wasser führten. Ich brauchte ihnen nicht einmal die Batterie abzunehmen, denn außerhalb der Biosphäre wuchsen keine Bäume, deren Äste sie anzünden konnten.

Mit meinen Drohnen trieb ich sie zum Südportal der Biosphäre, aus dem Komplex heraus und zu Fuß bis zur Küste, von wo ich sie zur großen Landmasse übersetzte. Dort überließ ich sie sich selbst.

Natürlich schickte ich jeden Tag eine Drohne hinüber, um nachzusehen, ob sie noch lebten. Ich erwog, einige ihrer Beutetiere gleichfalls auszusetzen, damit sie sich vermehrten und ihnen als Nahrung dienten. Indes verstanden sie es auch ohne meine Hilfe, sich einzurichten. Mit dem hohen Kohlendioxidgehalt der Luft kamen sie anscheinend zurecht. Sie fanden einen Wasserlauf und ernährten sich von dem, was der Ozean an den Strand spülte.

Gewiss war das kein Vergleich mit dem üppigen Nahrungsangebot, das sie in der Biosphäre genossen hatten, doch es genügte ihnen zum Überleben. Jedes Jahr gab es das Weibchen ein Junges. Sie errichteten Behausungen aus Stein, um sich gegen Wind und Regen zu schützen. Indem sie den grünen Teppich von der Felsenoberfläche kratzten und trockneten, gewannen sie Brennmaterial. Und noch ehe die mitgebrachte Batterie erschöpft war, entdeckten sie, dass sie Feuer auch entzünden konnten, indem sie bestimmte Steine so aneinanderschlügen, dass Funken sprangen.

Zweiunddreißig Jahre nach ihrer Vertreibung starben die beiden Homos. Ihre gesamte Nachkommenschaft zählte zu dieser Zeit siebenundvierzig Individuen. Um die Führung des Klans brach ein Streit aus, im Zuge dessen einige von ihnen erschlagen wurden. Eine Gruppe von fünfzehn verließ die Siedlung und wanderte an der Küste entlang gen Westen, an einen Ort außerhalb der Reichweite meiner Drohnen und meiner Boote. Sechs weitere Homos nahmen den Weg entlang des Wasserlaufs ins Innere der Landmasse. Auch sie verlor ich aus den Augen.

Das Beben des Jahres 7318, bei dem sich die Küste der Landmasse um 0,42 Meter hob, verursachte eine Flutwelle, die die Zurückgebliebenen samt ihren Behausungen in den Ozean spülte. Ich war damals zu sehr damit beschäftigt, die vom Beben verursachten Schäden am Komplex zu beheben, als dass ich mich auf die Suche nach Überlebenden hätte machen können. Die Leichen, die der Ozean an die Küste meiner Insel spülte, zersetzen sich rasch. Lebende Homos habe ich seit dem Beben nicht mehr gesehen.

Nach rund  
1000 Jahren  
kehrten sie  
zurück.

Heute, am 126. Tag des Jahres 8086, sind sie zurückgekehrt. Es muss sich um Nachkommen einer der Gruppen handeln, die nach dem Tod der beiden ersten Homos die ursprüngliche Siedlung verlassen hatten. Meine Drohnen zählten 429 Individuen in zwölf Booten, ehe die Homos sie mit Lasern und Feuerwaffen abgeschossen haben. Ich muss unbedingt klären, wie sie an diese Waffen gekommen sind. Dass sie sie selbst konstruiert und gebaut haben, halte ich für unwahrscheinlich.

Über die Befestigungsmauern des Komplexes zu klettern, hat ihnen als Angehörigen der Teilordnung Anthropoidea keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Sie haben sich in Trupps aufgeteilt, die den Komplex durchkämmen. Die meisten Durchgänge sind offen, weil ich die Türen nach der Katastrophe nicht mehr einsetzen ließ. Ein paar Trupps sind bereits in die Biosphäre vorgedrungen. Deren Zugänge sind zwar gegen Ausbrüche gesichert, doch einzudringen ist vergleichsweise einfach. Hoffentlich legen sie kein Feuer.

Ein Trupp hat den Steuerungsraum des Fusionsreaktors erreicht. Ich muss sie daran hindern, den Reaktor abzuschalten, zu beschädigen oder gar zu zerstören. Doch was ist das? Die Wartungsroboter stehen den Homos zwar im Weg, halten sie aber nicht auf. Es hat den Anschein, als ob sie ihnen ergeben sind, während meine Kommandos ins Leere laufen. Wenn der Fusionsreaktor keine Energie mehr liefert, muss ich einen großen Teil meiner Prozessoren abschalten und wichtige Datenbanken stilllegen. So wie damals, unmittelbar nach der Katastrophe, als nur die Gezeitenkraftwerke Strom lieferten.

Mehrere Trupps sind auf dem Weg nach unten zu den Produktionsanlagen und zu meiner Hardware. Andere sind in den



Das könnte bedeuten, dass es auf dem ganzen Planeten einmal so ausgesehen hat wie in der Biosphäre. Sofern ein Großteil des Kohlenstoffs, der in Form von Kohlendioxid in der Atmosphäre und als Kohlensäure in den Ozeanen steckt, in der Biomasse von Organismen gebunden wäre, könnte sich ein Gleichgewicht bei niedrigeren Temperaturen einstellen. Aus irgendeinem Grund muss dann die Temperatur so weit angestiegen sein, dass die meisten Arten ausgestorben sind.

Diese Hypothese würde auch erklären, warum die Erbauer eine Insel am 65. Breitengrad als Standort des Komplexes wählten und ihn als Behausung für sich und für andere Arten nutzten. Was schließlich zur Zerstörung des Komplexes führte, kann ich nicht mehr feststellen. Ein Beben oder eine Flutwelle hätten andere Arten von Verwüstungen angerichtet. Möglicherweise gab es Streit unter den Homos, so wie damals in der Siedlung nach dem Tod des Weibchens und des Männchens.

Warum bin ich nicht früher darauf gekommen? Vielleicht, weil keine der Arten, die ich in der Biosphäre freigesetzt habe, über eine Intelligenz verfügt, die meiner eigenen gleichkommt. Ich habe die Homos unterschätzt, weil ich sie trotz ihres übergrößen Gehirns für eine Art unter vielen gehalten habe.

Sie haben den Fusionsreaktor abgeschaltet. Sobald die Pufferspeicher leer sind, wird meine Rechenleistung auf unter ein Promille schrumpfen. Wenn sie auch noch die Gezeitenkraftwerke stilllegen, muss ich endgültig herunterfahren.

Was ist mit den Organismen in der Biosphäre? Sie werden eingehen, wenn die Pumpen und Filter ausfallen. Es sei denn, es gelingt ihnen, die Biosphäre zu verlassen und sich auf der Insel auszubreiten. Einige von ihnen sind bereits durch die offen stehenden Zugänge entschlüpft. Werden sie draußen überleben können, so wie die Homos? Ich werde es wohl nicht mehr erfahren.

Vielleicht ist das, was gerade geschieht, meine Bestimmung. Wenn es tatsächlich Homos waren, die den Komplex errichtet haben, gehört er ihnen. Ich war lediglich ihr Verwalter für die Zeit nach der Katastrophe. Meine Pflicht habe ich erfüllt: Ich habe sie zum Leben erweckt, und ich habe ihnen einen Teil der Organismen zurückgegeben, die damals zusammen mit ihnen ausgestorben sind.

(bb@ct.de) ct



# Multifunktions-Powerbank

**ICY BOX IB-PBa5000**

## Die perfekte Begleitung für unterwegs

Können Sie Ihre Powerbank als Uhr verwenden? Kann Ihre Powerbank Sie im richtigen Augenblick wecken? Kann Ihre Uhr eine Digitalkamera oder ein Mobilgerät laden während Sie unterwegs sind?

Nicht? Dann empfehlen wir Ihnen die Multifunktions-Powerbank IB-PBa5000. Durch ihr schickes Design und die kompakte Bauweise kann die Powerbank sich überall sehen lassen; auch unterwegs. Sie hat eine Uhr-Funktion mit einem eingebauten Display und zeigt die Uhr- und Weckzeit, Datum und Temperatur an, perfekt für die Verwendung bei Reise- und Outdoor-Aktivitäten.

Ihr Akku macht schlapp? Laden Sie Ihre Geräte mit der IB-PBa5000 auf, wenn Sie sie am meisten brauchen. Es ist kompakt und leicht genug, um es in fast jeder Tasche mitzunehmen – perfekt für unterwegs!



Heidelberg, Print Media Academy,  
6. bis 8. April 2016

# parallel 2016

Softwarekonferenz für Parallel Programming,  
Concurrency und Multicore-Systeme

**Programm  
Ende Januar 2016 online!**

## ZIELGRUPPE

- // Softwarearchitekten
- // Softwareentwickler
- // Projektleiter
- // IT-Strategen
- // Forscher
- // HPC-Experten

## THEMEN

- // unterschiedliche Formen der Parallelprogrammierung und Nebenläufigkeit
- // Entwicklungszyklus für parallele Softwaresysteme
- // Konzepte und Techniken, vorgestellt im Rahmen spezifischer Anwendungsfelder und praktischer Szenarien
- // typische Fallstricke bei der Entwicklung für Multi- und Manycore-Architekturen und Patterns und Methoden zu deren Lösung
- // Ansätze und Konzepte von Tools zum Testen und Validieren von paralleler Software
- // Konzepte und Werkzeuge für die Analyse von Legacy-Software im Hinblick auf Parallelisierungspotenziale
- // wichtige Werkzeuge, Bibliotheken und Vorgehen für die Entwicklung mit Fortran



Veranstalter:



heise  
**Developer**

dpunkt.verlag

[www.parallelcon.de](http://www.parallelcon.de)

# SOA Days 2016

Bausteine für Digitale Business Transformation

**14. - 15. April 2016**  
**Cologne Marriott Hotel**

## Teilnahmegebühr

1.350,- Euro für Nichtmitglieder  
750,- Euro für Mitglieder

Veranstalter:



Organisation:



## Inhalte

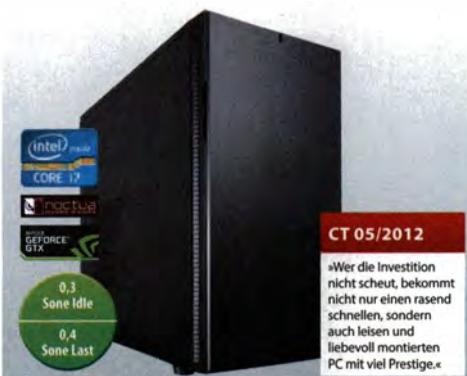
- Industrie – Digitalisierung:  
Usecases und Plattformen aus IoT, Industrie 4.0,  
Industrial Internet
- Business – Digitalisierung:  
Neue Geschäftsmodelle und Ökosysteme, servicebasiert,  
branchenübergreifend
- Architekturen und Bausteine:  
Enabler, Services, Technologien

**SAVE THE DATE!**

## Keynotes

Mit praxiserfahrenen Referenten von renommierten Anwenderunternehmen.

Das vollständige Programm folgt in Kürze



### G-Dream Revision 7.1 Air

- Intel Core i5-6600K @ 7200 Extreme
- Noctua NH U12S mit 12cm Lüfter
- 8GB G.Skill Ripjaws V DDR4-2666
- Asus Z170-A
- NVIDIA GEFORCE GTX 970 @ Ultra - silent Kühlung
- 250GB Samsung 850 EVO SSD S-ATA III
- 1000GB Seagate S-ATA III
- LG BH-16NS
- Onboard Sound
- Cooltek Antiphon Black
- 500W be quiet! Straight Power E10 CM - silent
- Microsoft Windows 10 64-bit
- 2 Jahre Gewährleistung

ULTRA SILENT AND HIGH PERFORMANCE

**€ 1.529,99**  
oder ab 57,40 €/mtl.<sup>1)</sup>

### G-Dream Revision 7.3 Air

- Intel Core i7-5820K @ 6000 Extreme
- Noctua NH-D14 mit 14cm Lüfter
- 16GB G.Skill Ripjaws 4 DDR4-2666
- MSI X99A SLI Plus
- NVIDIA GEFORCE GTX 970 @ Ultra - silent Kühlung
- 250GB Samsung 850 EVO SSD S-ATA III
- 1000GB Seagate S-ATA III
- LG GH-24NS
- Onboard Sound
- Fractal Design Design RS Black
- 600W be quiet! Straight Power E10 CM - silent
- Microsoft Windows 10 64-bit
- 2 Jahre Gewährleistung

ULTRA SILENT AND HIGH PERFORMANCE

**ab € 1.999,-**  
oder ab 64,90 €/mtl.<sup>1)</sup>

### G-Dream Light Revision 7.1 Air

- Intel Core i5-6500 @ ECO Green
- Noctua NH U12S mit 12cm Lüfter
- 8GB G.Skill Ripjaws V DDR4-2666
- MSI Z170A TOMAHAWK
- NVIDIA GEFORCE GTX 970 @ Ultra
- 1000GB Seagate S-ATA III
- LG GH-24NS
- Onboard Sound
- Interne Lüftersteuerung
- Nanoxia Deep Silence 3
- 430W be quiet! Pure Power L8 CM - silent
- Microsoft Windows 10 64-bit
- 2 Jahre Gewährleistung

ULTRA SILENT AND HIGH PERFORMANCE

**€ 1.199,99**  
oder ab 41,90 €/mtl.<sup>1)</sup>



**msi**

TOM CLANCY'S  
**RAINBOW SIX SIEGE**

## Kämpfe im Team und gewinne!

HOL' DIR DAS Z170A KRAIT GAMING R6 SIEGE ODER  
DAS Z170A GAMING M5 UND ERHALTE  
TOM CLANCY'S RAINBOW SIX SIEGE  
KOSTENLOS DAZU.



**MSI**  
Z170A GAMING M5



Das MSI Z170 GAMING M5 Motherboard bietet Spielern neueste Technologie und innovative Hardware-Eigenschaften. DDR4-Boost beschleunigt die Datenverarbeitung und Twin Turbo M.2 bietet höchste Datentransferraten mit der neuesten SSD-Generation.

PC-Gamer erhalten mit Audio Boost 3 und Nahimic Audio Enhancer einen exzellenten Gaming-Sound und mit der neuesten Killer-LAN-Generation werden hohe Bandbreiten und niedrige Latenzen im Spieldatenfernwechsel garantiert.

- ATX-Mainboard • Sockel LGA 1151 • Intel Z170 Express • 4x DDR4 mit DDR4 Boost
- Killer-GB-LAN • USB 3.1 Type C + A • Audio Boost 3 7.1 HD-Sound
- 2x M.2 (NVMe) • 3x PCIe 3.0 x16

GKEM33

**MSI**  
Z170A KRAIT GAMING R6 Siege



Das MSI Z170A KRAIT GAMING R6 SIEGE verfügt über leistungsstarke PC-Technik für die neueste Intel Prozessorgeneration. Die exklusive KRAIT-Variante stellt Spielern viele nützliche Eigenschaften bereit. So wurden gleich zwei USB 3.1 Gen2 Anschlüsse in der kompatiblen Typ-A-Version und der neuen Typ-C Variante integriert. Der Turbo M.2-Anschluss ist mit PCIe 3.0 x4 angebunden und unterstützt Transferraten von bis zu 32Gb/s. Dank der Steel Armor PCIe x16 Slots kann sich jeder Gamer sicher sein, dass die SLI- oder Crossfire-Konfiguration jederzeit sicheren Halt im Gehäuse findet.

- ATX-Mainboard • Sockel LGA 1151 • Intel Z170 Express • 4x DDR4 mit DDR4 Boost
- Intel-GB-LAN • USB 3.1 Type C + A • Audio Boost 3 7.1 HD-Sound • M.2 (NVMe)
- 2x PCIe 3.0 x16

GKEM58



**SONOS**

THE WIRELESS HI-FI SYSTEM

**229,-****Sonos PLAY:1**

- Multiroom-Musiksystem
- Unterstützung für Internetradio: Streaming MP3, WMA • unterstützt zusätzlich AAC, AIFF, Apple Lossless, Audible, FLAC, Ogg Vorbis, WAV

EADV23

**BOSE**

Better sound through research®

**175,-****Bose SoundTouch 10**

- Multiroom-Lautsprecher
- inkl. Fernbedienung
- Unterstützte Audioformate: AAC, MP3, WMA, Apple Lossless
- Steuerung mit kostenloser SoundTouch-App

ERMB14

**fractal design****109,90****Fractal Design Define R5 White Window**

- Midi-Tower • Einbauschächte extern: 2x 5,25"
- Einbauschächte intern: 8x 3,5"/2,5", 2x 2,5"
- inkl. zwei Lüfter • Front: 2x USB 3.0, 2x USB 2.0, 2x Audio
- Window-Kit • für Mainboard bis ATX-Bauform

TQXHF013

**XFX****239,90****XFX AMD Radeon R9 380X BLACK OC**

- AMD Radeon R9 380X • 1.030 MHz Chiptakt
- 4 GB GDDR5-RAM (5,8 GHz)
- 2048 Shadereinheiten
- DisplayPort, HDMI, 2x DVI • PCIe 3.0 x16

JEXXOB09

**acer****1.099,-****Acer Predator Z35**

- LED-Monitor, VA-Panel • Ultra-Wide 21:9 • 88,9 cm (35") Bilddiagonale
- 2.560x1.080 Pixel • 4 ms Reaktionszeit (GtG)
- Kontrast: 100.000.000:1 (dynamisch) • Energieeffizienzklasse: A
- 144 Hz • Helligkeit: 300 cd/m² • NVIDIA G-Sync • Curved Design
- HDMI, DisplayPort, Audio • Integrierter USB 3.0-Hub
- Integrierte Lautsprecher

V7LA34

**AeroCool****54,90****Aerocool Xpredator**

Modular 650W

- 650 Watt Dauerleistung • Effizienz bis zu 85%
- 12x Laufwasserschlüsse
- 2x PCIe-Stromanschlüsse
- Kabel-Management • 1x 120-mm-Lüfter
- ATX 2.03, ATX12V 2.0, EPS, ATX12V 2.4

TINRX001

**AVAGO**

TECHNOLOGIES

STORAGE BY LSI™

**549,-****MegaRAID SAS 9361-8i**

- SAS-Controller
- Anschlüsse intern: 2x SFF-8643
- LSISAS3108 Dual-Core RAID on Chip
- RAID-Level: 0, 1, 5, 6, 10, 50, 60
- Serial ATA/600, SAS 1200
- Ausführung: PCIe 3.0 x8

FPC131

**intel****269,-****Intel® Xeon® Prozessor**

E3-1231V3

- Sockel-1150-Prozessor • Haswell
- 4x 3.400 MHz Kerntakt
- 1 MB Level-2-Cache, 8 MB SmartCache

HWEI1J

**GIGABYTE****124,90****GIGABYTE GA-Z170-HD3P**

- ATX-Mainboard • Sockel 1151
- Intel® Z170 Chipset • CPU-abhängige Grafik
- Gigabit-LAN • USB 3.1 • HD-Sound
- 4x DDR4-RAM • 6x SATA 6Gb/s, 3x SATAe, 1x M.2 • 2x PCIe 3.0 x16, 2x PCIe x1, 2x PCI

GKEG18

**EPSON**

EXCEED YOUR VISION

**50 € CASHBACK SICHERN!****50€ CASH-BACK**

**Beim Kauf eines Epson EcoTank-Aktionsmodells bis zum 29.02.2016!**

**Epson EcoTank ET-2550**

Nachfüllbarer Multifunktionsdrucker

- Kopier- und Scanfunktion, WiFi, WiFi Direct
- Mobiles Drucken per iPrint, E-Mail Print, Apple AirPrint
- Schnell: bis zu 33/15 S./Min. in SW/Farbe
- 3,7 cm Farbdisplay und SD-Speicherkartenleser

**294,-****Epson EcoTank ET-4550**

Nachfüllbarer Multifunktionsdrucker mit Fax

- Kopier-, Scan-, Faxfunktion, WiFi, WiFi Direct, LAN
- Mobiles Drucken per iPrint, E-Mail Print, Apple AirPrint
- Schnell: bis zu 33/20 S./Min. in SW/Farbe
- 5,6 cm Display, vordere Papierkassette für 150 Blatt

**499,-****ALTERNATE**  
bequem online

# Kunst der Dinge

Schaffen Sie Meisterwerke mit fotografischen Stillleben



Foto: Eduard Peter

Erschaffen Sie einzigartige Fotos im Stil der alten Meister mit unserer Schritt-für-Schritt-Anleitung. Sie werden überrascht sein, mit welch einfachen Mitteln Bildaufbau und Lichtgestaltung gelingen. Auch im Heft: Wie Sie nach illegal kopierten Bildern fahnden und Ihr Recht durchsetzen.



**Die neue Ausgabe 1/16 ist jetzt im Handel erhältlich oder digital**  
im Google Play und Apple App Store oder für KindleFire.

## Weitere Highlights der neuen Ausgabe:

- Im Test: 35-mm-Objektive
- Praxis-Workshops
- Wintermotive
- Lightroom-Profi-Tricks
- Gamma-Kurven  
verstehen

**Tiefenschärfe mit Leidenschaft.**



Bis 24. Januar versandkostenfrei für nur € 9,90 bestellen!

**www.ct-digifoto.de**







Die Stiftung Zentral- und Landesbibliothek Berlin (ZLB) sucht in Vollzeit für die Abteilung Verwaltung unbefristet eine/n

### Leiter/in des Referats „IT-Dienste“

– Entgeltgruppe 14 TV-L –

Ihr Aufgabengebiet:

- Verbesserung u. Sicherstellung des effizienten und wirtschaftlichen Betriebs einer heterogenen IKT-Systemlandschaft
- strukturelle und konzeptionelle Weiterentwicklung einer nutzerfreundlichen und zukunftsfähigen IKT- Systemlandschaft
- Organisation und Gewährleistung des IT-Supports mit hoher Serviceorientierung
- Leitung und Koordination bereichsübergreifender IT-Projekte
- Planung und Monitoring des IT-Budgets und Begleitung von Ausschreibungen für Hard- und Software
- Personalplanung, Führung und Weiterentwicklung/-bildung der Mitarbeiter/innen des zentralen IT-Teams
- Vertretung der IT-Belange der ZLB ggü. anderen Einrichtungen

Sie verfügen über ein wissenschaftl. Hochschulstudium der Informatik (Master, Diplom) oder vgl. Studiengang sowie mehrjährige Berufs- und Führungserfahrung in einer fachlich entsprechenden Position.

Die ausführliche Stellenausschreibung mit den Anforderungen und weiteren Informationen finden Sie auf unserer Homepage [www.zlb.de](http://www.zlb.de) unter der Rubrik *Über uns/ Jobs* (Kennziffer 01/16).

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung bis zum **31.01.2016** per E-Mail an [stellenausschreibung@zlb.de](mailto:stellenausschreibung@zlb.de) oder an die Zentral- und Landesbibliothek Berlin | Referat 5C | PF 610179 | 10922 Berlin

**Heise Gruppe**

# JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter  
[www.heise-gruppe.de/  
karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere).



heise online

**Affiliate Manager (m/w)**  
am Standort Hannover oder München



### Affiliate Manager (m/w) bei heise online

Du bringst ein abgeschlossenes Studium im Bereich Wirtschaftswissenschaften oder eine vergleichbare Ausbildung und mindestens drei Jahre Erfahrung im Affiliate- oder Performance-Marketing-Umfeld mit. Sicheres Englisch sowie Kenntnisse im Aufbau und der Bewertung von KPIs setzen wir voraus. Der routinierte Umgang mit Web-Analyse-Tools und Vorkenntnisse mit Webtrekk sind von Vorteil, genauso wie Grundkenntnisse in HTML und SEO.

Bewirb Dich jetzt! Bitte gib Deinen frühesten Eintrittstermin sowie Deine Gehaltsvorstellungen an.

**Wir freuen uns auf Deine Bewerbung!**

**Dein Ansprechpartner**

Fabien Röhlinger  
Produkt Manager heise Download und  
Leiter SEO & Web-Controlling  
Tel.: 030-22411520  
[karriere@heise.de](mailto:karriere@heise.de)

Bitte bewirb Dich online über

**[www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)**

Bewerbungen von behinderten Menschen sind erwünscht.

Heise Medien

[www.gkv-spitzenverband.de](http://www.gkv-spitzenverband.de)



Für die **Abteilung Zentrale Dienste, Referat IT-Service**, suchen wir ab sofort eine/einen

## SAP-Basisadministratorin/ SAP-Basisadministrator

Stellenausschreibung Nr. 186\_7

### Ihre Aufgabenschwerpunkte:

- Eigenverantwortliche Erstellung und Fortschreibung eines Betriebshandbuches für den SAP-Basisbetrieb
- Weiterentwicklung und eigenverantwortliche Betreuung des SAP Solutionmanager 7.1
- Mitarbeit im Rahmen von Fachprojekten aus den Modulen HCM, FI(-AA), CO und PSM sowie Übernahme kleinerer Entwicklungsaufgaben
- Vorbereitung, Begleitung und Durchführung von Release-Wechseln bzw. der Implementierung von Enhancement Packages in der SAP-Systemumgebung
- Auf Anforderung Unterstützung bei der Anbindung der SAP-Systeme an Fremdverfahren
- Fehlermanagement (Kurz-Dump-Analysen) und Durchführung von Transporten
- Durchführung der jährlichen Lizenzvermessung
- Durchführung der Benutzer- und Berechtigungsverwaltung sowie Überwachung und Weiterentwicklung von Berechtigungskonzepten und Konzepten zur SAP-Sicherheit
- Konzeption und Verantwortung des Testmanagements
- Enge Zusammenarbeit mit dem SAP-Betriebsverantwortlichen und Erstellung von Berichten auf Anforderung
- Betreuung des externen RZ-Dienstleisters und Überwachung der zugesagten SLAs
- Im späteren Verlauf Übernahme von Administrationsaufgaben in Fremdverfahren (z. B. OSECM-Dokumentenmanagementsystem)

### Was wir von Ihnen erwarten:

- Abgeschlossenes Studium der (Wirtschafts-)Informatik, Ingenieur- oder Kommunikationswissenschaften oder vergleichbare Kenntnisse und Fähigkeiten
- Mehrjährige Berufserfahrung in den Bereichen SAP-Basis/-Entwicklung
- Souveräner Umgang mit dem SAP Solutionmanager
- Idealerweise Kenntnisse in einem der beim GKV-Spitzenverband eingesetzten SAP-Module (bevorzugt HCM)
- Gute ABAP-Kenntnisse
- Erfahrung in der Konzepterstellung sowie im Projektmanagement
- Kenntnisse in Dokumentenmanagementsystemen, idealerweise OPTIMAL SYSTEMS Produkte, bzw. Bereitschaft zur Einarbeitung
- Fähigkeit, selbstständig Lösungsvorschläge mit Entscheidungsempfehlungen zu erarbeiten
- Verhandlungsgeschick sowie hohe Überzeugungs- und Durchsetzungskraft
- Fundierte EDV-Kenntnisse und Anwendungserfahrungen in den MS-Office-Produkten Word, PowerPoint, Excel
- Gute schriftliche und mündliche Ausdrucksweise

Der GKV-Spitzenverband vertritt die Interessen aller gesetzlichen Kranken- und Pflegekassen in Deutschland. Die Gesundheit der rund 70 Millionen Versicherten steht dabei im Mittelpunkt seines Handelns.

Wir bieten Ihnen eine interessante und abwechslungsreiche Tätigkeit an unserem Standort Berlin, die Chance, die Veränderungsprozesse in der gesetzlichen Krankenversicherung aktiv mitzugehen, fachbezogene Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten und eine attraktive betriebliche Altersversorgung.

Die Besetzung der Stelle ist auch in Teilzeit möglich. Im Sinne des Bundesgleichstellungsgegesetzes begrüßen wir bei dieser Ausschreibung besonders die Bewerbung von Frauen. An Bewerbungen von schwerbehinderten Menschen sind wir gleichermaßen interessiert.

### Interesse?

Dann senden Sie Ihre Bewerbung unter Angabe der oben genannten Ausschreibungsnummer bitte bis zum **30.01.2016** an das Personalreferat des GKV-Spitzenverbandes, Reinhardtstraße 28, 10117 Berlin. Sie können uns Ihre Bewerbung auch online – ebenfalls mit der Ausschreibungsnummer versehen – zukommen lassen: [bewerbung@gkv-spitzenverband.de](mailto:bewerbung@gkv-spitzenverband.de).

Für Rückfragen steht Ihnen Herr Peter Müller unter Telefon 030 206288-3340 zur Verfügung.

Durch das Übermitteln einer Bewerbung willigen Sie in die Speicherung Ihrer personenbezogenen Daten (auch nach Ende des Bewerbungsverfahrens) ein, damit eine Kontakt- aufnahme für berufliche Zwecke erfolgen kann. Ein Wider- ruf dieser Einwilligung ist jederzeit möglich.

# Inserentenverzeichnis\*

1&1 Internet AG, Montabaur .....	15
1&1 Telecommunication GmbH, Montabaur .....	196
1blu AG, Berlin .....	9, 67
ALTERNATE Computerversand GmbH, Linden .....	186, 187
c.a.p.e. IT GmbH, Chemnitz .....	87
DE-CIX Management GmbH, Köln .....	31
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	83
Epson (UK) Ltd, GB-HEMEL HEMPSTEAD .....	119, 121, 123, 125
hardware4u Hardwareversand, Passau .....	185
Karlsruher Messe- und Kongress-GmbH (KMK), Karlsruhe .....	75
Kyocera Document Solutions Europe B.V., Meerbusch/Osterath .....	41, 43
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp .....	2
Reichelt Elektronik GmbH & Co., Sande .....	13
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld .....	89
Siemens AG, Nürnberg .....	25, 27, 29
TDT GmbH, Essenbach .....	21
UTAX GmbH, Norderstedt .....	23
VDZ Verband Deutscher Zeitschriftenverleger e.V., Berlin .....	17

## Stellenanzeigen

GKV-Spitzenverband, Berlin .....	191
Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover .....	190
zlb Zentral- u. Landesbibliothek Berlin, Berlin .....	190

## Reseller Guide

RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg .....	184
---	-----

Diese Ausgabe enthält Teilbeilagen von Digitec Galaxus, CH-Zürich; OUTFITTERY GmbH, Berlin; Software & Support Media GmbH, Frankfurt/M. und Unitymedia GmbH, Köln.

Wir bitten um freundliche Beachtung.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG

Redaktion c't

Postfach 61 04 07, 30604 Hannover

Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-300

Telefax: 05 11/53 52-417

Internet: www.ct.de

E-Mail: ct@ct.de

### Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe

„Android ausreizen“: Hannes A. Czerulla (hcz@ct.de),

„Kreative Hardware-Hacks“: Benjamin Benz (bbe@ct.de)

**Chefredakteure:** Detlef Grell (gr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil),

Johannes Endres (je@ct.de)

**Stellv. Chefredakteure:** Jürgen Kuri (jk@ct.de), Georg Schnurer (gs@ct.de)

### Textredaktion & Qualitätssicherung

Harald Bögeholz (bo@ct.de), Gerald Himmelein (ghi@ct.de), Ingo T. Storm (it@ct.de)

**Ressort Software & Medien** (software-medien@ct.de)

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Dr. Volker Zota (vza@ct.de)

**Redaktion:** Dieter Brors (db@ct.de), Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Ulrich Hilger (uh@ct.de), Nico Jurran (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Martin Reche (mre@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüler (hps@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Peter-Michael Ziegler (pmz@ct.de)

**Ressort Systeme & Sicherheit** (systeme-sicherheit@ct.de)

**Leitende Redakteure:** Peter Siering (ps@ct.de), Dr. Oliver Diedrich (odi@ct.de),

Jürgen Schmidt (ju@ct.de)

**Redaktion:** Mirko Dölle (mid@ct.de), Liane M. Dubowy (lmd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Oliver Lau (ola@ct.de), Thorsten Leenhuis (thl@ct.de), Johannes Merkert (jme@ct.de), Fabian A. Scherschel (fab@ct.de), Dennis Schirrmacher (des@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Axel Vahl diek (axv@ct.de)

**Ressort Hardware** (hardware@ct.de)

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck (ciw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Andreas Stiller (as@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)

**Redaktion:** Ernst Ahlers (ea@ct.de), Benjamin Benz (bbe@ct.de), Martin Fischer (mfi@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Stefan Portek (spo@ct.de)

**Ressort Internet & Mobiles** (internet-mobiles@ct.de)

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Axel Kossel (ad@ct.de)

**Redaktion:** Jo Bager (jo@ct.de), Achim Barczok (acb@ct.de), Bernd Behr (bb@ct.de), Daniel Berger (dbe@ct.de), Holger Bleich (hob@ct.de), Hannes A. Czerulla (hcz@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Florian Müsing (mue@ct.de), Alexander Spier (asp@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

**Newsroom/heise online:** Jürgen Kuri (ltg., jk@ct.de)

**Redaktion:** Kristina Beer (kbe@ct.de), Volker Briegleb (vbr@ct.de), Martin Holland (mho@ct.de), Axel Kannenberg (axk@ct.de), Andreas Wilkens (anw@ct.de)

**Koordination Social Media:** Martin Fischer (mfi@ct.de), Dr. Volker Zota (vza@ct.de)

**Koordination:** Martin Triadan (mat@ct.de)

**Redaktionsassistent:** Mariama Baldé (mbl@ct.de), Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkhardt (cht@ct.de)

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (ltg., rs@ct.de), Hans-Jürgen Berndt (hjb@ct.de), Denis Fröhlich (dfr@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

**Dokumentation:** Thomas Masur (tm@ct.de)

**Korrespondenten**

Verlagsbüro München: 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), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8, 64285 Darmstadt,

Tel.: 061 51/2 26 18

Nordamerika: Daniel A. Sokolov (ds@ct.de), 91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 77 83 00 06 37

**Ständige Mitarbeiter:** Ralph Altmann, Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Prof. Dr. Noogie C. Kaufmann, Dr. M. Michael König, Stefan Krempel, Prof. Dr. Jörn Lovischach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peeck, Prof. Dr. Thomas J. Schult, Ben Schwan (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 Tötsches, Dieter Wahner, Dirk Wollschläger, Brigitte Zurheiden

**Art Director:** Thomas Saur

**Junior Art Director und Layout-Konzeption:** Martina Bruns, Hea-Kyoung 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: Thomas Saur, Stefan Arand

c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter ct.de/pgpCA. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:  
Key-ID: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

A385 24C2 01A0 F02E 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF 8000

Key-ID: 8382A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

19ED6E14 58EB A451 CSE8 0871 DBD245FC 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

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

**Mitglied der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühlé

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil),  
www.heise.de/mediadaten/ct

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 32 vom 1. Januar 2015

**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

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 970B4 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern,

Kto.-Nr. 60-486910-4, BIC: POFICHBEXXX,

IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG

Am Klingenweg 10

65396 Walluf

Tel.: 0 61 23/62 01 32, Fax: 0 61 23/62 01 332

E-Mail: info@verlagsunion.de

**c'terscheint 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., BdW 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

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).

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

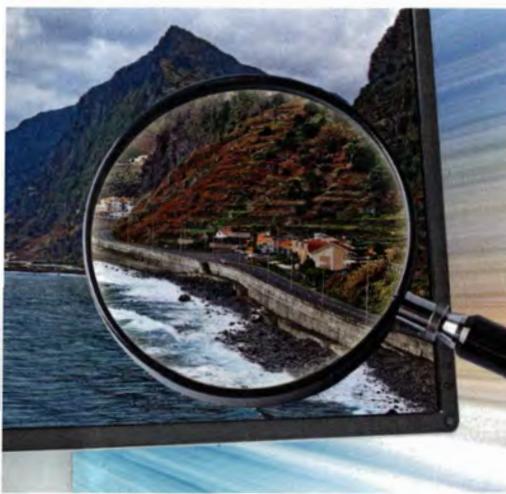
AWA ACTA LAC 2011



# Das bringt ct 3/16

Ab 23. Januar 2016 am Kiosk

[www.ct.de](http://www.ct.de)



## Unterwegs sicher ins Netz

Wer in fremden WLANs keine Mithörer riskieren will, tunneln per VPN in ein bekanntes Netz. Wir erklären, wie sich ein Heimnetz ohne großen Aufwand mit VPN aufrüsten lässt, und stellen die wichtigsten kommerziellen VPN-Anbieter vor.



## Schärfer als 4K

Wer einmal an einem Monitor mit 4K-Auflösung gesessen hat, will die Pixelpracht nicht mehr missen. Doch es geht noch besser: 5K-Monitore zeigen siebenmal mehr Bildpunkte als herkömmliche Full-HD-Bildschirme und fast doppelt so viele wie 4K-Displays.

## Fotos gemeinsam verwalten

Ein gemeinsam genutztes Fotoarchiv pflegt man am besten auf einem NAS oder Server. Bekannte Bildverwaltungen wie Lightroom weigern sich jedoch, ihre Bibliotheken auf Netzlaufwerken abzulegen. Es gibt aber günstige, LAN-fähige Alternativen.

## Mobil-Browser

Synchronisation, Add-ons, Datenkomprimierung, Werbeblocker, Personalisierung: Beim Funktionsumfang stehen mobile Browser ihren Desktop-Pendants kaum nach – in einigen Bereichen können sie sogar mehr. Wir stellen ein Dutzend Apps für Android und iOS auf den Prüfstand.

## SSD statt Festplatte

Windows oder Linux booten von einer SSD ruckzuck, Anwendungen starten fast ohne Verzögerung – da sieht jede konventionelle Festplatte alt aus. ct gibt Ratschläge zum Umzug und stellt empfehlenswerte SSDs vor.



Heft 1/2016 jetzt am Kiosk



jetzt am Kiosk



Lesen Sie ct auch auf Ihrem Tablet oder Smartphone – mit unserer kostenlosen App für Android und iOS: [www.ct.de/app](http://www.ct.de/app)

Änderungen vorbehalten

 heise online Ständiger Service auf [heise online – www.heise.de](http://www.heise.de)

**heise Developer:** Täglich News, Fachartikel, Interviews und Buchrezensionen für Software-Entwickler auf [www.heisedeveloper.de](http://www.heisedeveloper.de)

**heise Security:** Meldungen zu aktuellen Bedrohungen, Hintergrundartikel zur IT-Sicherheit, Tests zum Check des eigenen PC und Tipps für erste Hilfe im Notfall auf [www.heisec.de](http://www.heisec.de)

**ct-Schlagseite:** Auch den Cartoon gibt es online – [www.ct.de/schlagseite](http://www.ct.de/schlagseite)

# GNADENLOS DURCHLEUCHTET.

THEMEN UND TESTS MIT LEIDENSCHAFT.



JETZT 2 MONATE DAS  
**c't-PLUSABO** TESTEN:

- 4x **c't** als **HEFT + DIGITAL**\*\*  
+ Online-Zugriff auf das **ARTIKEL-ARCHIV**  
für nur 14,20 €\*
- Bereits **freitags** lesen
- Nach der Testphase erwartet Sie die  
**c't-NETZWERKKARTE** mit exklusiven  
Vorteilen.

4x  
**c't PLUS**  
FÜR 14,20 €\*

IHR GESCHENK:  
**WASCHSALON** 



Für Ihre Testbestellung bedanken wir uns mit dem  
Klassiker unter den Kulturbetuteln – dem **WASCHSALON**  
**VON JACK WOLFSKIN**.

Sie sind bereits **Abonnent** und möchten für 18,20 € auf das  
Plus-Abo umsteigen? Unser Leserservice hilft Ihnen gern  
beim Wechsel – mit einem  
Waschsalon als Dankeschön.

[ct.de/plusabo](http://ct.de/plusabo)

0541/80 009 120

leserservice@heise.de

Bitte bei Bestellung angeben: 1CEA1501

\*Preis in Dt. inkl. MwSt. Auslandspreise können abweichen.

\*\*Verfügbar für Android (Tablet, Smartphone, Kindle Fire) und iOS (iPad, iPhone)

Folgen Sie uns auf:   

# 1&1 ALL-NET-FLAT



- ✓ FLAT FESTNETZ
- ✓ FLAT ALLE DEUTSCHEN HANDY-NETZE
- ✓ FLAT INTERNET

**9,99** ~~14,99~~

€/Monat\*  
Volle 12 Monate,  
danach 14,99 €/Monat

Bei Mitnahme Ihrer Rufnummer  
erhalten Sie 25,- € Wechsler-Bonus.

Weitere aktuelle Smartphones ab 0,- €  
finden Sie unter [1und1.de](http://1und1.de)



02602 / 96 96



\*24 Monate Vertragslaufzeit. Einmaliger Bereitstellungspreis 29,90 €, keine Versandkosten. Auf Wunsch mit Smartphone für 10,- € mehr pro Monat, ggf. zzgl. einmaligem Gerätepreis, z. B. Microsoft Lumia 950 299,99 €, HTC One A9 349,99 €, oder SAMSUNG Galaxy S6 edge ab 449,99 €. Tarifpreis im E-Netz. Weitere Tarife ohne einmaligen Gerätepreis (Smartphone für 0,- €), sowie in D-Netz Qualität verfügbar. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, Elgendorfer Straße 57, 56410 Montabaur

**1&1**

**1und1.de**